

**PENGEMBANGAN *VIRTUAL ASSISTANT*
DENGAN TEKNIK *ADAPTIVE-RAG*
PADA SISTEM PENERIMAAN MAHASISWA BARU
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
SINGARAJA**

2025



**PENGEMBANGAN *VIRTUAL ASSISTANT*
DENGAN TEKNIK *ADAPTIVE-RAG*
PADA SISTEM PENERIMAAN MAHASISWA BARU
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
SINGARAJA**


2024

SKRIPSI

**DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS
DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK
MENCAPAI GELAR SARJANA KOMPUTER**

Menyetujui

Pembimbing I



I Ketut Resika Arthana, S.T., M.Kom.
NIP. 198412012012121002

Pembimbing II

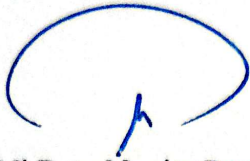


I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198910262019031004

Skripsi Oleh I Gede Gelgel Abdiutama

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal 23 Januari 2025

Dewan Penguji,



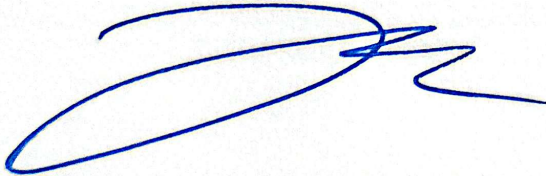
Ni Putu Novita Puspa Dewi, S.Kom., M.Cs.
NIP. 199410032020122015

(Ketua)



Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.Pd.
NIP. 197606252001122001

(Anggota)



I Ketut Resika Arthana, S.T., M.Kom.
NIP. 198412012012121002

(Anggota)



I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198910262019031004

(Anggota)

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha
Guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai Gelar Sarjana Komputer

Pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 30 Januari 2025

Mengetahui

Ketua Ujian,



Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198211112008121001

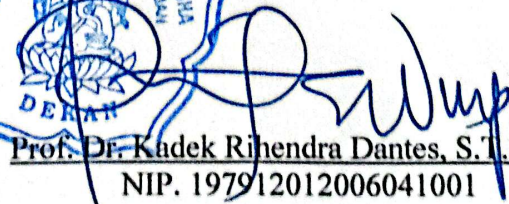
Sekretaris Ujian,



I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198910262019031004

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan




Prof. Dr. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T.
NIP. 197912012006041001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul **“Pengembangan *Virtual Assistant* dengan Teknik *Adaptive-RAG* pada Sistem Penerimaan Mahasiswa Baru Universitas Pendidikan Ganesha”** beserta keseluruhan isinya adalah benar-benar hasil karya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku pada buku pedoman skripsi. Jika dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran, saya siap menanggung resiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Singaraja, 23 Januari 2025

Yang membuat pernyataan,



I Gede Gelgel Abdiutama

NIM. 2115101014



MOTTO

“Lahir tidak bawa apa-apa, mati minimal berbuat apa-apa”

PRAKATA

Puji syukur penyusun panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmatNya-lah, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengembangan *Virtual Assistant* dengan Teknik *Adaptive-RAG* pada Sistem Penerimaan Mahasiswa Baru Universitas Pendidikan Ganesha”**. Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan mencapai gelar sarjana pada Universitas Pendidikan Ganesha.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan baik berupa moral maupun material dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. I Wayan Lasmawan, M.Pd., selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha.
2. Dr. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan atas motivasi dan fasilitas yang diberikan sehingga penulis bisa menyelesaikan studi sesuai dengan rencana.
3. Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika atas motivasi yang diberikan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. I Ketut Resika Arthana, S.T., M.Kom., selaku pembimbing I saya dan Kepada UPA TIK Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan bimbingan, arahan, petunjuk dan motivasi penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
5. I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs. selaku pembimbing II saya yang telah memberikan bimbingan, arahan, petunjuk dan motivasi penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Staf pegawai dan dosen di lingkungan UPA TIK Universitas Pendidikan Ganesha yang telah bersedia memberikan data dan informasi mengenai sistem Penerimaan Mahasiswa Baru Undiksha.
7. Calon mahasiswa atau siswa akhir dari SMK Negeri 3 Singaraja dan mahasiswa baru semester I pada tahun ajaran 2024/2025 di lingkungan Universitas Pendidikan Ganesha yang telah bersedia memberikan penilaian

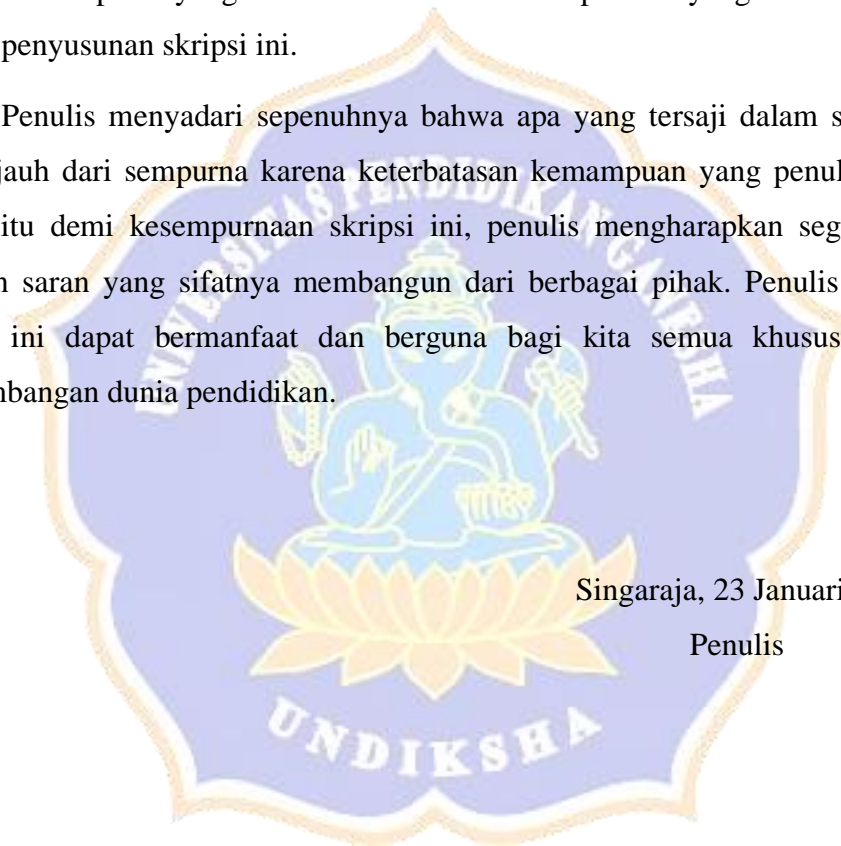
dari kuesioner terhadap sistem *Virtual Assistant* Penerimaan Mahasiswa Baru Undiksha.

8. Seluruh Keluarga dan Orang Tua tercinta yang sangat antusias telah memberikan semangat, dukungan, dan yang diperlukan saat proses pembuatan skripsi ini.
9. Rekan-rekan magang di UPA TIK Universitas Pendidikan Ganesha tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dan semangat selama pembuatan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa apa yang tersaji dalam skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan kemampuan yang penulis miliki. Untuk itu demi kesempurnaan skripsi ini, penulis mengharapkan segala kritik maupun saran yang sifatnya membangun dari berbagai pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua khususnya bagi pengembangan dunia pendidikan.

Singaraja, 23 Januari 2025

Penulis



DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II LANDASAN TEORI.....	11
2.1 Penelitian Terkait.....	11
2.2 Universitas Pendidikan Ganesha.....	16
2.3 <i>Virtual Assistant</i>	17
2.4 <i>Large Language Models</i>	19
2.5 <i>Retrieval Augmented Generation</i>	20
2.5.1 <i>Strategy Adaptive-RAG</i>	22
2.5.2 <i>Query Analysis</i>	23
2.5.3 <i>Self Reflection</i>	24
2.5.4 <i>Chunking</i>	24
2.5.5 <i>Embedding</i>	26
2.5.6 <i>Vector Database</i>	27
2.5.7 Evaluasi RAG.....	28
2.5.7.1 <i>Retrieval Evaluation</i>	30
2.5.7.2 <i>Generation Evaluation</i>	31
2.5.7.3 <i>Human Evaluation</i>	33
2.6 <i>Multi-Agent LLM</i>	33
2.6.1 Konsep Dasar <i>Agent</i> Berbasis LLM.....	34

2.6.2	Sistem <i>Multi-Agent</i> Berbasis LLM	34
2.6.3	Integrasi <i>Multi-Agent</i> RAG	35
2.7	<i>Prompt Engineering</i>	36
2.8	<i>Tools</i>	37
2.8.1	<i>Python</i>	37
2.8.2	<i>LangChain</i>	38
2.8.3	<i>LangGraph</i>	39
2.8.4	FAISS	39
2.8.5	OpenAI.....	40
2.8.6	<i>Web Application</i>	41
2.8.7	<i>Application Programming Interface</i>	42
2.9	<i>User Experience Questionnaire</i>	43
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		47
3.1	Kerangka Penelitian.....	47
3.2	Identifikasi Permasalahan.....	47
3.2.1	Identifikasi Sistem Terdahulu	48
3.2.2	Identifikasi Permasalahan Pengguna.....	49
3.2.3	Identifikasi Kebutuhan Sistem	51
3.2.4	Identifikasi <i>Output</i>	51
3.3	Studi Literatur.....	52
3.4	Tahap Pengembangan.....	52
3.4.1	Penyiapan Data.....	52
3.4.2	Perancangan	54
3.4.3	Pengkodean	57
3.4.3.1	Model <i>Adaptive-RAG</i>	57
3.4.3.2	Prototipe <i>Web Interface</i>	65
3.4.4	Evaluasi.....	67
3.4.4.1	<i>Retrieval Evaluation</i>	68
3.4.4.2	<i>Generation Evaluation</i>	69
3.5	Kuesioner Pengalaman Pengguna	70

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	74
4.1 Penyiapan Data.....	74
4.2 Pengkodean.....	77
4.2.1 Model <i>Adaptive-RAG</i>	77
4.2.1.1 Pengolahan Data.....	78
4.2.1.2 <i>Pre-Retrieval</i>	81
4.2.1.3 <i>Retrieval</i>	105
4.2.1.4 <i>Augmented</i>	110
4.2.1.5 <i>Generation</i>	111
4.2.1.6 <i>Workflow Multi-Agents</i>	114
4.2.2 Prototipe <i>Web Interface</i>	120
4.3 Evaluasi	128
4.3.1 <i>Retrieval Evaluation</i>	133
4.3.2 <i>Generation Evaluation</i>	154
4.4 Kuesioner Pengalaman Pengguna	177
BAB V PENUTUP.....	186
5.1 Kesimpulan.....	186
5.2 Saran.....	188
DAFTAR PUSTAKA	191
LAMPIRAN.....	194
RIWAYAT HIDUP.....	205

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait	11
Tabel 2.2 Parameter UEQ	44
Tabel 3.1 Permasalahan Pengguna.....	50
Tabel 3.2 Fitur Virtual Assistant.....	50
Tabel 3.3 Kebutuhan Sistem Yang Dikembangkan	51
Tabel 3.4 Sumber <i>Dataset</i> dari <i>Website</i> Resmi Undiksha dan Kemdikbud.....	53
Tabel 3.5 Daftar Pertanyaan Kuesioner UEQ	72
Tabel 4.1 Daftar File Dokumen <i>Dataset</i>	75
Tabel 4.2 Daftar Singkatan dan Deskripsi dalam <i>Query Expansion</i>	83
Tabel 4.3 Daftar Pembagian Tugas <i>Agent</i>	85
Tabel 4.4 Daftar Contoh Pertanyaan dan Referensi Jawaban untuk Evaluasi RAGAS	129
Tabel 4.5 Data Awal dan Hasil Model <i>Adaptive-RAG</i>	131
Tabel 4.6 Analisa TP atau FP pada Kandidat <i>Context</i> di <i>Sheet CP</i>	134
Tabel 4.7 <i>Context Test Case</i> 1 pada Pengujian <i>Context Precision</i>	138
Tabel 4.8 Perhitungan <i>Precision</i> di <i>Sheet CP</i>	140
Tabel 4.9 Perhitungan Jumlah <i>K</i> di <i>Sheet CP</i>	141
Tabel 4.10 Perhitungan <i>Score</i> Setiap Baris di <i>Sheet CP</i>	142
Tabel 4.11 Perhitungan <i>Score</i> Rata-rata <i>Context Precision</i> di <i>Sheet CP</i>	142
Tabel 4.12 <i>Number of Relevan Context Retrieved</i> di <i>Sheet CR</i>	144
Tabel 4.13 Penanda <i>Chunk</i> Sesuai Konteks di <i>Sheet Chunk</i>	146
Tabel 4.14 <i>Total Number of Reference Context</i> di <i>Sheet Chunk</i>	148
Tabel 4.15 <i>Context Test Case</i> 1 pada Pengujian <i>Context Recall</i>	149
Tabel 4.16 <i>Referensi Context</i> untuk <i>Test Case</i> 1 di <i>Sheet Chunk</i>	151
Tabel 4.17 Perhitungan <i>Score</i> Setiap Baris di <i>Sheet CR</i>	152
Tabel 4.18 Perhitungan <i>Score</i> Rata-rata <i>Context Recall</i> di <i>Sheet CP</i>	153
Tabel 4.19 <i>Test Case</i> dengan <i>Score</i> Sangat Rendah di <i>Sheet CR</i>	154
Tabel 4.20 <i>Number of Claims in The Generated Answer That Can Be Inferred From Given Context</i> di <i>Sheet F</i>	155
Tabel 4.21 <i>Context Test Case</i> 1 pada Pengujian <i>Faithfulness</i>	158

Tabel 4.22 Jumlah Klaim Valid pada <i>Answer Test Case 1</i>	161
Tabel 4.23 <i>Total Number of Claims in The Generated Answer</i> di <i>Sheet F</i>	162
Tabel 4.24 Perhitungan <i>Score</i> Setiap Baris di <i>Sheet F</i>	163
Tabel 4.25 Perhitungan <i>Score</i> Rata-rata <i>Faithfulness</i> di <i>Sheet F</i>	164
Tabel 4.26 P1, P2, dan P3 di <i>Sheet RR</i>	166
Tabel 4.27 Hasil <i>Cosine Similarity Test Case</i> Metrik <i>Response Relevancy</i>	172
Tabel 4.28 <i>Cosine Similarity Embedding</i> dari Pertanyaan Buatan sesuai <i>Test Case</i> di <i>Sheet RR</i>	172
Tabel 4.29 Perhitungan <i>Score</i> Setiap Baris di <i>Sheet RR</i>	173
Tabel 4.30 Perhitungan <i>Score</i> Rata-rata <i>Response Relevancy</i> di <i>Sheet RR</i>	174
Tabel 4.31 <i>Score</i> RAGAS	175
Tabel 4.32 Hasil Responden UEQ	179
Tabel 4.33 Hasil Transformasi Data Responden UEQ	181
Tabel 4.34 Rata-rata berdasarkan Skala UEQ.....	183



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Survei Penggunaan <i>Virtual Assistant</i> Berdasarkan Kualifikasi Akademik	2
Gambar 2.1 Profil Universitas Pendidikan Ganesha	16
Gambar 2.2 Konsep Penerapan <i>Virtual Assistant</i>	18
Gambar 2.3 Hierarki <i>Large Language Models</i>	19
Gambar 2.4 <i>Retrieval Augmented Generation Workflow</i>	21
Gambar 2.5 Konsep <i>Adaptive-RAG</i>	23
Gambar 2.6 Ilustrasi Proses <i>Chunking</i>	25
Gambar 2.7 <i>Embedding Documents</i>	26
Gambar 2.8 <i>Vector Database</i>	27
Gambar 2.9 Evaluasi RAG dengan RAGAS	29
Gambar 2.10 <i>Multi-Agent Workflow</i>	33
Gambar 2.11 <i>Prompt Engineering Guide</i>	36
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	47
Gambar 3.2 Tampilan Grup Telegram Penerimaan Mahasiswa Baru Undiksha ..	48
Gambar 3.3 Tampilan <i>Website</i> Sistem Penerimaan Mahasiswa Baru Undiksha ..	49
Gambar 3.4 Rancangan Arsitektur Sistem	56
Gambar 3.5 Tahap Pengambilan Data	58
Gambar 3.6 Tahap Pengolahan Data	58
Gambar 3.7 Contoh Kode <i>Build Vector</i> dengan <i>Langchain</i> dan FAISS	59
Gambar 3.8 Tahap <i>Pre-Retrieval</i>	59
Gambar 3.9 Contoh Kode <i>Pre-Retrieval</i> pada <i>Langchain</i>	60
Gambar 3.10 Contoh Kode <i>Langgraph Multi-Agent LLM</i>	61
Gambar 3.11 Tahap <i>Retrieval</i>	62
Gambar 3.12 Contoh Kode <i>Retrieval</i> pada <i>Langchain</i>	62
Gambar 3.13 Tahap <i>Augmented</i>	63
Gambar 3.14 Contoh Kode <i>Augmented</i> pada <i>Langchain</i>	63
Gambar 3.15 Tahap <i>Generation</i>	64
Gambar 3.16 Contoh Kode <i>Generation</i> pada <i>Langchain</i>	64
Gambar 3.17 Contoh Tampilan <i>Web Streamlit</i>	65

Gambar 3.18 Alur Penggunaan <i>Web Interface Frontpage</i>	66
Gambar 3.19 Alur Penggunaan <i>Web Interface Backpage</i>	66
Gambar 3.20 Tahap Evaluasi RAG.....	67
Gambar 3.21 Alur Evaluasi <i>Retrieval</i>	68
Gambar 3.22 Alur Evaluasi <i>Generation</i>	69
Gambar 3.23 Alur Kuesioner Pengalaman Pengguna.....	71
Gambar 4.1 Dokumen <i>Dataset</i>	75
Gambar 4.2 Arsitektur Model <i>Adaptive-RAG</i>	78
Gambar 4.3 Alur Proses Pengolahan Data.....	79
Gambar 4.4 Kode Pembuatan <i>Vector Database</i>	79
Gambar 4.5 Hasil <i>Chunking</i>	80
Gambar 4.6 Hasil <i>Vector Database</i>	80
Gambar 4.7 Representasi Angka Semantik <i>Vector Database</i>	81
Gambar 4.8 Kode Program <i>Query Expansion</i>	82
Gambar 4.9 Hasil <i>Query Expansion</i>	84
Gambar 4.10 Kode Program <i>Query Analysis</i>	85
Gambar 4.11 Hasil <i>Query Analysis</i>	86
Gambar 4.12 Kode Program <i>Routing Agent</i>	87
Gambar 4.13 Kode Program Penanganan <i>Query</i> di <i>Question Identifier Agent</i>	88
Gambar 4.14 <i>Response</i> Format JSON dalam Penanganan <i>Query Analysis</i> di <i>Question Identifier Agent</i>	89
Gambar 4.15 <i>Prompt</i> LLM <i>Query Analysis</i> di <i>Question Identifier Agent</i>	89
Gambar 4.16 <i>Routing agent</i> dengan <i>Regex</i> di <i>Question Identifier Agent</i>	90
Gambar 4.17 Kode Program Menghitung <i>Agent</i> yang Bertugas di <i>Question Identifier Agent</i>	91
Gambar 4.18 Kode Program <i>General Agent</i>	92
Gambar 4.19 Kode Program <i>Grader Docs General Agent</i>	93
Gambar 4.20 Kode Program <i>Answer General Agent</i>	94
Gambar 4.21 Kode Program Analisis Kelengkapan Parameter pada Proses <i>Kelulusan Agent</i>	95
Gambar 4.22 Kode Program Pengecekan <i>Regex</i> pada <i>Kelulusan Agent</i>	95
Gambar 4.23 Kode Program <i>Incomplete Info Kelulusan Agent</i>	96

Gambar 4.24 Kode Program <i>Input Parameter Request API Service Cek Kelulusan</i> pada <i>Info Kelulusan Agent</i>	97
Gambar 4.25 Kode Program <i>Response Valid API Service Cek Kelulusan</i> pada <i>Info Kelulusan Agent</i>	97
Gambar 4.26 Kode Program <i>Response Tidak Valid API Service Cek Kelulusan</i> pada <i>Info Kelulusan Agent</i>	98
Gambar 4.27 Kode Program Analisis Kelengkapan Parameter pada Proses <i>KTM Agent</i>	99
Gambar 4.28 Kode Program Pengecekan <i>Regex</i> pada <i>KTM Agent</i>	100
Gambar 4.29 Kode Program <i>Incomplete Info KTM Agent</i>	100
Gambar 4.30 Kode Program <i>Input Parameter Request API Service Cek KTM</i> pada <i>Info KTM Agent</i>	101
Gambar 4.31 Kode Program <i>Response API Service Cek KTM</i> pada <i>Info KTM Agent</i>	101
Gambar 4.32 Kode Program <i>Out of Context Agent</i>	102
Gambar 4.33 Kode Program <i>Out of Context Agent</i>	103
Gambar 4.34 Kode Program <i>Out of Context Agent</i>	104
Gambar 4.35 Hasil <i>Embedding Query</i> pada <i>General Agent</i>	106
Gambar 4.36 Kode Program <i>Embedding Query</i> pada <i>General Agent</i>	106
Gambar 4.37 Kode Program <i>Similarity Search</i> pada <i>General Agent</i>	107
Gambar 4.38 Hasil <i>Candidat Context</i> pada <i>General Agent</i>	108
Gambar 4.39 Kode Program <i>Filter Context</i> pada <i>Grader Docs General Agent</i> .	109
Gambar 4.40 Hasil <i>Filter Context</i> pada <i>Grader Docs General Agent</i>	109
Gambar 4.41 Kode Program <i>Augmented</i> pada <i>Answer General Agent</i>	110
Gambar 4.42 Kode Program <i>Augmented</i> pada <i>Result Writer Agent</i>	111
Gambar 4.43 Kode Program <i>Generation</i> pada <i>Answer General Agent</i>	112
Gambar 4.44 Hasil <i>Generation</i> pada <i>Answer General Agent</i>	112
Gambar 4.45 Kode Program <i>Generation</i> pada <i>Result Writer Agent</i>	113
Gambar 4.46 Contoh Pertanyaan untuk Semua <i>Agent Bertugas</i>	113
Gambar 4.47 Hasil <i>Generation</i> pada <i>Result Writer Agent</i>	114
Gambar 4.48 Kode Program Penyiapan <i>Workflow Multi-Agents</i>	115

Gambar 4.49 Kode Program Kondisi General <i>Agent</i> pada <i>Workflow Multi-Agents</i>	115
Gambar 4.50 Kode Program Kondisi Kelulusan <i>Agent</i> pada <i>Workflow Multi-Agents</i>	116
Gambar 4.51 Kode Program Kondisi KTM <i>Agent</i> pada <i>Workflow Multi-Agents</i>	117
Gambar 4.52 Kode Program Kondisi <i>Out of Context Agent</i> pada <i>Workflow Multi-Agents</i>	118
Gambar 4.53 Kode Program Akhir pada <i>Workflow Multi-Agents</i>	119
Gambar 4.54 <i>Workflow Multi-Agents</i>	119
Gambar 4.55 Kode Program Web Halaman Chat	121
Gambar 4.56 Kode Program Komunikasi Model pada Web Halaman Chat.....	122
Gambar 4.57 Tampilan Web Halaman Chat	122
Gambar 4.58 Uji Coba Chat <i>Virtual Assistant</i> pada Web	123
Gambar 4.59 Kode Program Web Halaman <i>Configuration</i>	124
Gambar 4.60 <i>Key Admin</i> pada Halaman <i>Configuration</i>	124
Gambar 4.61 Tampilan Web Halaman <i>Configuration</i>	125
Gambar 4.62 Manajemen <i>Dataset</i> pada Web Halaman <i>Configuration</i>	126
Gambar 4.63 Proses Menyiapkan Dokumen pada Web Halaman <i>Configuration</i>	126
Gambar 4.64 Proses <i>Chunking</i> pada Web Halaman <i>Configuration</i>	127
Gambar 4.65 Proses <i>Embedding</i> pada Web Halaman <i>Configuration</i>	128
Gambar 4.66 Kode Program untuk Proses Mendapatkan Hasil <i>Answer</i> dan <i>Context</i> dari Model <i>Adaptive-RAG</i>	130
Gambar 4.67 Visualisasi Metrik <i>Context Precision</i> pada Model <i>Adaptive-RAG</i>	143
Gambar 4.68 Visualisasi Metrik <i>Context Recall</i> pada Model <i>Adaptive-RAG</i>	153
Gambar 4.69 Visualisasi Metrik <i>Context Faithfulness</i> pada Model <i>Adaptive-RAG</i>	164
Gambar 4.70 Kode Program Fungsi <i>Cosine Similarity</i> Manual dengan <i>Numpy</i> . 170	
Gambar 4.71 Kode Program Fungsi Proses Mendapatkan <i>Cosine Similarity</i>	171

Gambar 4.72 Visualisasi Metrik <i>Response Relevancy</i> pada Model <i>Adaptive-RAG</i>	175
Gambar 4.73 Visualisasi <i>Score RAGAS</i>	177
Gambar 4.74 Proporsi Responden.....	178
Gambar 4.75 Diagram Rata-Rata Enam Skala UEQ	184
Gambar 4.76 Diagram <i>Benchmark UEQ</i>	185



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 01. Identitas Ahli Pada Evaluasi RAGAS	194
Lampiran 02. Dokumentasi Penelitian	195
Lampiran 03. Kode Program Model <i>Adaptive-RAG</i>	200
Lampiran 04. Kode Program Prototipe <i>Web Interface Virtual Assistant</i>	202
Lampiran 05. Akses Publik <i>Virtual Assistant</i>	204

