UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Rancang Bangun Sistem Manajemen Anggaran dengan Integrasi AI Assistant Berbasis Large Language Model
(LLM) pada PT Hino Motors Manufacturing Indonesia**
Marwah Kamila Ahmad, Dr. Irkham Huda, S.Kom., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN PROYEK AKHIR IV
KATA PENGANTAR V
DAFTAR ISI VII
DAFTAR GAMBAR XI
DAFTAR TABEL XIII
DAFTAR SIMBOL XVI
INTISARI XVII
ABSTRACT XIX
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar belakang 1
1.2. Rumusan masalah 4
1.3. Tujuan dan manfaat Proyek Akhir 5
1.4. Batasan penelitian 6
1.5. Sistematika penulisan 9
BAB II KAJIAN PUSTAKA 11
2.1. Tinjauan Pustaka 11
2.2. Dasar teori 24
2.2.1 Analisis Variansi 24
2.2.2 Natural Language Processing (NLP) 25
2.2.3 Large Language Model (LLM) 26
2.2.4 Model Qwen2.5 26
2.2.5 Platform Ollama 27
2.2.6 Web Development dengan ASP.NET 28
2.2.7 Basis Data 29

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rancang Bangun Sistem Manajemen Anggaran dengan Integrasi AI Assistant Berbasis Large Language Model (LLM) pada PT Hino Motors Manufacturing Indonesia
Marwah Kamila Ahmad, Dr. Irkham Huda, S.Kom., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.8 SQL Server Database 29
2.2.9 Unified Modeling Language (UML) 30
2.2.10 FastAPI 30
2.2.11 Metode Pengembangan Sistem Waterfall 31
2.2.13 Activity Diagram 32
2.2.14 Use Case Diagram 33
2.2.15 Entity Relationship Diagram (ERD) 34
2.2.16 Document Management System (DMS) 34
2.2.17 User Acceptance Testing (UAT) 35
2.2.18 Skala Likert 36
2.2.19 Evaluasi Keluaran Large Language Model (LLM) 36
2.2.20 Black Box Testing 37
2.2.21 ISO 9241-11 38
2.2.22 ISO/IEC 25059 38
2.2.23 Skala Penilaian 39
2.2.24 Penilaian Berdasarkan Persentase 40
2.2.25 LLM Validation 41
2.2.26 Database Grounding 42
BAB III METODE PENELITIAN 44
3.1. Alat dan Bahan 44
3.1.1 Alat 44
3.2 Metode Penelitian 48
3.2.1 Identifikasi Masalah 49
3.2.2 Studi Literatur 52
3.2.3 Analisis Kebutuhan Sistem 53

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rancang Bangun Sistem Manajemen Anggaran dengan Integrasi AI Assistant Berbasis Large Language Model (LLM) pada PT Hino Motors Manufacturing Indonesia
Marwah Kamila Ahmad, Dr. Irkham Huda, S.Kom., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.2.4 Perancangan Sistem 59
3.2.5 Implementasi Sistem 63
3.2.6 Pengujian Sistem 66
3.2.7 Pembuatan Laporan 72
3.3 Perancangan Alat/ Purwarupa 72
3.3.1 Perancangan Proses 72
3.3.2 Perancangan Basis Data 77
3.3.3 Rancangan Antarmuka 80
3.3.4 Perancangan Sistem Manajemen Anggaran 86
3.3.5 Perancangan Pengujian Sistem 95
3.4 Tahapan Analisis Data 111
3.4.1 Rancangan Analisis Data Anggaran 111
3.4.2 Rancangan Alur Analisis Menggunakan Qwen2.5 113
3.4.3 Rancangan Evaluasi Hasil Analisis 114
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 115
4.1 Hasil Pengembangan Sistem 115
4.1.1 Halaman Login 115
4.1.2 Halaman Dashboard 116
4.1.3 Halaman Pengelolaan Data Investasi 119
4.1.4 Halaman Pengelolaan Data Proposal 121
4.1.5 Halaman Pengelolaan Data Recognition 121
4.1.6 Halaman Workflow Approval 122
4.1.7 Halaman Analisis Variansi 126
4.1.8 Integrasi AI Assistant 129
4.1.9 Halaman Pengelolaan Data Master 139

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Rancang Bangun Sistem Manajemen Anggaran dengan Integrasi AI Assistant Berbasis Large Language Model
(LLM) pada PT Hino Motors Manufacturing Indonesia**
Marwah Kamila Ahmad, Dr. Irkham Huda, S.Kom., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.2 Hasil Pengujian Sistem 140
4.2.1 Pengujian Black Box 140
4.2.2 Pengujian LLM Validation 160
4.2.3 Pengujian User Acceptance Test (UAT) 163
BAB V PENUTUP 172
5.1 Kesimpulan 172
5.2 Saran 173
DAFTAR PUSTAKA 174
LAMPIRAN 182

Rancang Bangun Sistem Manajemen Anggaran dengan Integrasi AI Assistant Berbasis Large Language Model
(LLM) pada PT Hino Motors Manufacturing Indonesia
Marwah Kamila Ahmad, Dr. Irkham Huda, S.Kom., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tahapan pengembangan sistem dengan metode waterfall.....36
Gambar 3.2 Arsitektur sistem BPD 50
Gambar 3.3 Use Case Diagram sistem BPD 63
Gambar 3.4 Activity diagram proses pengajuan investment dan proposal ..64
Gambar 3.5 Activity diagram proses approver review pengajuan investment dan proposal.....65
Gambar 3.6 Activity diagram proses penyetujuan bertingkat 66
Gambar 3.7 Activity diagram proses AI Assistant 67
Gambar 3.8 Entity Relationship Diagram sistem BPD 69
Gambar 3.9 Wireframe halaman login 70
Gambar 3.10 Wireframe dashboard.....72
Gambar 3.11 Wireframe halaman investment 73
Gambar 3.12 Wireframe halaman approval.....74
Gambar 3.13 Wireframe halaman analisis variansi.....75
Gambar 3.14 Wireframe widget AI Assistant 75
Gambar 3.15 Arsitektur AI Assistant dan alur pengambilan data berbasis database grounding 80
Gambar 3.16 Detail mekanisme database grounding dalam pembentukan prompt.....82
Gambar 3.17 Alur kerja inferensi model Qwen2.5-7B.....82
Gambar 4.1 Tampilan halaman login 105
Gambar 4.2 Tampilan dashboard staff.....105
Gambar 4.3 Tampilan dashboard approver 106
Gambar 4.4 Tampilan dashboard admin.....107
Gambar 4.5 Tampilan halaman pengelolaan data investasi.....108
Gambar 4.6 Tampilan formulir tambah data investasi 108
Gambar 4.7 Tampilan halaman pengelolaan data proposal.....109
Gambar 4.8 Tampilan halaman pengelolaan data recognition 110
Gambar 4.9 Tampilan halaman workflow approval.....110

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rancang Bangun Sistem Manajemen Anggaran dengan Integrasi AI Assistant Berbasis Large Language Model (LLM) pada PT Hino Motors Manufacturing Indonesia
Marwah Kamila Ahmad, Dr. Irkham Huda, S.Kom., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.10 Implementasi validasi urutan approval 111
Gambar 4.11 Implementasi pembaruan status approval.....112
Gambar 4.12 Implementasi proses reject transaksi 113
Gambar 4.13 Implementasi pencatatan approval history 115
Gambar 4.14 Tampilan halaman analisis variansi.....116
Gambar 4.15 Implementasi pengambilan data rencana anggaran per divisi 116
Gambar 4.16 Implementasi pengambilan data recognition per divisi 117
Gambar 4.17 Implementasi perhitungan total variansi dan utilisasi.....118
Gambar 4.18 Tampilan widget AI Assistant 119
Gambar 4.19 Implementasi penyusunan snapshot data konteks AI 120
Gambar 4.20 Implementasi pembacaan data investasi dan recognition untuk admin 121
Gambar 4.21 Implementasi agregasi variansi dan format snapshot tahunan 121
Gambar 4.22 Implementasi endpoint chat dan pengiriman permintaan AI 122
Gambar 4.23 Implementasi penyusunan prompt dan aturan anti-halusinasi 122
Gambar 4.24 Implementasi pembentukan permintaan HTTP ke AI Gateway 124
Gambar 4.25 Implementasi pembacaan dan parsing respons AI Gateway 125
Gambar 4.26 Implementasi endpoint chat pada AI Gateway 126
Gambar 4.27 Tampilan halaman pengelolaan data user.....126

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rancang Bangun Sistem Manajemen Anggaran dengan Integrasi AI Assistant Berbasis Large Language Model (LLM) pada PT Hino Motors Manufacturing Indonesia
Marwah Kamila Ahmad, Dr. Irkham Huda, S.Kom., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian terdahulu 5
Tabel 2.2 Komponen Activity Diagram 19
Tabel 2.3 Skala penilaian.....26
Tabel 2.4 Skala penilaian dalam persentase 28
Tabel 3.1 Daftar perangkat lunak 32
Tabel 3.2 Daftar perangkat keras.....34
Tabel 3.3 Hasil pengumpulan kebutuhan dan keterkaitannya dengan kebutuhan sistem 41
Tabel 3.4 Aktor pada sistem BPD 46
Tabel 3.5 Kebutuhan fungsional sistem.....46
Tabel 3.6 Kebutuhan non-fungsional sistem 48
Tabel 3.7 Kriteria penilaian LLM Validation.....57
Tabel 3.8 Bobot penilaian UAT 59
Tabel 3.9 Perancangan pengujian black box LLM Validation 86
Tabel 3.10 Perancangan pengujian black box role Admin 89
Tabel 3.11 Perancangan pengujian black box role staff.....91
Tabel 3.12 Perancangan pengujian black box role Approver.....93
Tabel 3.13 Perancangan pengujian endpoint API sistem 94
Tabel 3.14 Rancangan pengujian UAT staff 95
Tabel 3.15 Rancangan pengujian UAT (admin).....96
Tabel 3.16 Rancangan pengujian UAT (approver).....98
Tabel 4.1 Hasil pengujian black box role Admin bagian login, navigasi, dan logout.....127
Tabel 4.2 Hasil pengujian black box role Admin bagian halaman dashboard 128
Tabel 4.3 Hasil pengujian black box role Admin bagian halaman pengelolaan user.....128
Tabel 4.4 Hasil pengujian black box role Admin bagian halaman pengelolaan master data 129

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rancang Bangun Sistem Manajemen Anggaran dengan Integrasi AI Assistant Berbasis Large Language Model (LLM) pada PT Hino Motors Manufacturing Indonesia
Marwah Kamila Ahmad, Dr. Irkham Huda, S.Kom., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.5 Hasil pengujian black box role Admin bagian halaman pengaturan role 130
Tabel 4.6 Hasil pengujian black box role Admin bagian halaman analisis variansi 131
Tabel 4.7 Hasil pengujian black box role Admin bagian halaman riwayat dokumen 131
Tabel 4.8 Hasil pengujian black box role Admin bagian halaman approval investment 132
Tabel 4.9 Hasil pengujian black box role Admin bagian halaman approval proposal 132
Tabel 4.10 Hasil pengujian black box role Admin bagian halaman approval recognition 133
Tabel 4.11 Hasil pengujian black box role Admin bagian halaman monitoring approval 133
Tabel 4.12 Hasil pengujian black box role Admin bagian pembatasan hak akses antar-role 134
Tabel 4.13 Hasil pengujian black box role staff bagian login, navigasi, dan logout 134
Tabel 4.14 Hasil pengujian black box role staff bagian halaman input investment 135
Tabel 4.15 Hasil pengujian black box role staff bagian halaman riwayat dokumen 136
Tabel 4.16 Hasil pengujian black box role staff - pembatasan hak akses antar-role 137
Tabel 4.17 Hasil pengujian black box role Approver - login, navigasi, dan logout 137
Tabel 4.18 Hasil pengujian black box role Approver penyetujuan investment 138
Tabel 4.19 Hasil pengujian black box role Approver hak akses antar-role 139
Tabel 4.20 Hasil pengujian endpoint API system 142
Tabel 4.21 Ringkasan hasil pengujian black box 143

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rancang Bangun Sistem Manajemen Anggaran dengan Integrasi AI Assistant Berbasis Large Language Model (LLM) pada PT Hino Motors Manufacturing Indonesia
Marwah Kamila Ahmad, Dr. Irkham Huda, S.Kom., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.22 Hasil pengujian black box LLM Validation terhadap AI Assistant 144
Tabel 4.23 Rekapitulasi hasil pengujian black box LLM Validation.....146
Tabel 4.24 Daftar responden pengujian UAT.....147
Tabel 4.25 Hasil jawaban responden UAT role Admin 149
Tabel 4.26 Rekapitulasi skor UAT role Admin.....150
Tabel 4.27 Hasil jawaban responden UAT role Approver 151
Tabel 4.28 Rekapitulasi skor UAT role Approver 151
Tabel 4.29 Hasil jawaban responden UAT role staff 152
Tabel 4.30 Rekapitulasi skor UAT role staff.....153
Tabel 4.31 Rekapitulasi hasil pengujian UAT.....153

Rancang Bangun Sistem Manajemen Anggaran dengan Integrasi AI Assistant Berbasis Large Language Model
(LLM) pada PT Hino Motors Manufacturing Indonesia
Marwah Kamila Ahmad, Dr. Irkham Huda, S.Kom., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR SIMBOL

Budget	=	Nilai anggaran yang direncanakan per divisi (Investment)
Actual	=	Nilai realisasi anggaran (recognition) per divisi
Variance	=	Selisih antara realisasi (recognition) dan anggaran, dihitung dengan Variance = Actual − Budget
VariancePct	=	Persentase variansi terhadap anggaran, (Variance / Budget) × 100%
UtilizationPct	=	Persentase utilisasi anggaran, (Actual / Budget) × 100%
A	=	Total skor yang diperoleh dari seluruh jawaban responden (UAT)
B	=	Skor maksimum setiap pertanyaan, yaitu 5
N	=	Jumlah responden atau validator yang mengikuti pengujian