RANCANG BANGUN SISTEM PENYUSUNAN *SOFTWARE REQUIREMENTS SPECIFICATION* DENGAN DUKUNGAN *LARGE LANGUAGE MODEL* (LLM)

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S-1
Program Studi Informatika

Disusun Oleh:
Firdy Dwi Aryani
NIM. 22106050011

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2026

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PENGESAHAN

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2112/Un.02/DST/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Sistem Penyusunan Software Requirement Specification Dengan Dukungan Large Language Model (LLM)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : FIRDY DWI ARYANI
Nomor Induk Mahasiswa : 22106050011
Telah diujikan pada : Rabu, 19 Agustus 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Dr. Ir. Aulia Faqih Rifa'i, M.Kom.
SIGNED

Valid ID: 6a8be24153c59

Penguji I

Ir. Muhammad Didik Rohmad Wahyudi, S.T., MT.
SIGNED

Valid ID: 6a8be76bd5212

Penguji II

Dwi Otik Kurniawati, M.Eng.
SIGNED

Valid ID: 6a87ebce4dd76

Yogyakarta, 19 Agustus 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a8bf06b77361

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Firdy Dwi Aryani
NIM	: 22106050011
Program Studi	: Informatika
Fakultas	: Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Penyusunan Software Requirements Specification Dengan Dukungan Large Language Model (LLM)" merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 14 Agustus 2026



Firdy Dwi Aryani
22106050011

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama	:	Firdy Dwi Aryani
NIM	:	22106050011
Judul Skripsi	:	Rancang Bangun Sistem Penyusunan Software Requirements Specification Dengan Dukungan Large Language Model (LLM)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Informatika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 14 Agustus 2026
Pembimbing

Dr. Ir. Aulia Faqih Rifa'i, M.Kom.
NIP. 19860306 201101 1 009

ABSTRAK

Kualitas dokumen *Software Requirements Specification* (SRS) sangat menentukan keberhasilan proyek perangkat lunak, namun cacat kebutuhan seperti ambiguitas, ketidaklengkapan, dan inkonsistensi terminologi masih sering baru terdeteksi setelah dokumen selesai disusun. Tugas akhir ini bertujuan merancang dan membangun sistem berbasis web untuk mendukung penyusunan SRS secara terstruktur melalui integrasi tiga komponen, yaitu antarmuka berbasis formulir yang mengacu pada standar ISO/IEC/IEEE 29148:2018, bantuan *Large Language Model* (LLM) dengan pendekatan *human-in-the-loop*, serta mekanisme pemeriksaan kebutuhan berbasis indikator linguistik yang bekerja secara *real-time* selama proses penulisan berlangsung. Sistem dikembangkan menggunakan metodologi *waterfall* dan diuji melalui tiga jalur, yaitu pengujian fungsional (*black-box testing*), pengujian reliabilitas internal *(automated testing*), dan evaluasi ahli oleh tiga responden menggunakan kuesioner skala Likert. Hasil pengujian menunjukkan seluruh 15 skenario fungsional berhasil (100%), 518 dari 518 *test case* otomatis lulus (100%), dan evaluasi ahli memberikan skor rata-rata keseluruhan 4,06 dari 5,00 pada kategori Baik. Hasil ini membuktikan bahwa sistem mampu memandu penyusunan kebutuhan sesuai standar, memberikan saran perbaikan yang relevan tanpa menghilangkan kendali pengguna, serta mendeteksi cacat linguistik sejak dini, meskipun kejelasan panduan perbaikan pada panel umpan balik masih perlu ditingkatkan.

Kata Kunci: *Software Requirements Specification*, *Large Language Model*, *human-in-the-loop*, ISO/IEC/IEEE 29148, indikator linguistik

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRACT

The quality of a Software Requirements Specification (SRS) document significantly impacts the success of a software project; however, requirements defects such as ambiguity, incompleteness, and terminological inconsistencies are often discovered only after the document is finalized. This study aims to design and develop a web-based system to support structured SRS formulation by integrating three key components: a form-based interface compliant with the ISO/IEC/IEEE 29148:2018 standard, Large Language Model (LLM) assistance utilizing a human-in-the-loop approach, and a real-time requirements verification mechanism based on linguistic indicators. The system was developed using the waterfall methodology and evaluated through three testing phases: functional testing (black-box testing), internal reliability testing (automated testing), and an expert evaluation involving three respondents using a Likert scale questionnaire. The test results demonstrated a 100% success rate across 15 functional scenarios and 518 automated test cases. Furthermore, the expert evaluation yielded an overall average score of 4.06 out of 5.00, categorizing it as "Good." These findings indicate that the system effectively guides standard-compliant requirements drafting, provides relevant improvement suggestions while maintaining user control, and facilitates the early detection of linguistic defects, although the clarity of the improvement guidelines within the feedback panel requires further enhancement.

Keywords: *Software Requirements Specification, Large Language Model, human-in-the-loop, ISO/IEC/IEEE 29148, linguistic indicators*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri."
(QS. Ar-Ra'd [13]: 11)

"Keberhasilan bukanlah milik orang pintar, keberhasilan adalah milik mereka yang senantiasa berusaha"
(B.J. Habibie)

"Selesaikan apa yang telah kamu mulai."
(Penulis)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji hanya milik Allah SWT, Tuhan semesta alam, Zat Yang Maha Mengatur setiap ketetapan kehidupan. Tiada daya dan upaya selain dengan pertolongan-Nya. Seluruh proses, perjuangan, serta penyelesaian skripsi ini merupakan bagian dari rahmat dan kehendak-Nya yang senantiasa hadir pada waktu terbaik menurut hikmah-Nya. Penulis meyakini bahwa setiap kemudahan yang diperoleh merupakan wujud kasih sayang Allah SWT yang tak pernah terputus. Terima kasih ya Allah, atas nikmat kehidupan, kesehatan, kesempatan, serta kekuatan yang Engkau limpahkan hingga karya sederhana ini dapat terselesaikan.

Di antara seluruh bagian dalam skripsi ini, halaman persembahan merupakan bagian yang paling bermakna bagi penulis. Melalui halaman ini, penulis ingin menyampaikan rasa syukur, penghormatan, dan terima kasih yang mungkin tak akan pernah cukup diungkapkan dengan kata-kata. Dengan mengucapkan *Bismillahirrahmanirrahim*, karya ini penulis persembahkan kepada:

1. Mamah dan Bapak, yang selalu menjadi tempat pulang sekaligus sumber semangat dalam setiap langkah kehidupan. Terima kasih atas kasih sayang yang tidak pernah berkurang, doa yang tidak pernah terputus, serta pengorbanan yang tak dapat dinilai dengan apa pun. Segala pencapaian ini tidak akan pernah terwujud tanpa ketulusan yang kalian berikan.
2. Bapak Dr. Muhammad Mustakim, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Terima kasih atas kepemimpinan, dukungan, dan dedikasi dalam menciptakan lingkungan akademik yang kondusif sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan studi dengan baik.
3. Bapak Dr. Agus Mulyanto, S.Si., M.Kom., ASEAN Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik. Terima kasih atas arahan, perhatian, dan motivasi yang telah diberikan selama masa perkuliahan sehingga penulis dapat menjalani proses akademik dengan lebih terarah.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

4. Bapak Dr. Ir. Aulia Faqih Rifa'i, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Skripsi. Terima kasih atas kesabaran, ketelitian, serta berbagai ilmu dan masukan berharga yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Setiap arahan yang diberikan menjadi bekal penting bagi perkembangan penulis.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membagikan ilmu pengetahuan, pengalaman, dan nilai-nilai kehidupan selama masa perkuliahan. Semoga segala dedikasi yang diberikan menjadi amal kebaikan yang terus mengalir.
6. Salima Nurul Ghaniyya dan Ahmad Fauzan Bagaskara, dua manusia yang senantiasa menjadi penyemangat dalam setiap langkah penulis, yang kehadirannya menjadi salah satu hal yang tak pernah berhenti penulis syukuri. Terima kasih atas doa, kasih, dan kehadiran yang senantiasa memberikan kekuatan dalam menjalani setiap proses. Pada akhirnya, penulis dapat menunaikan janji untuk mengabadikan nama kalian dalam karya ini.
7. Teman-teman dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih atas dukungan, semangat, serta berbagai pengalaman yang telah dibagikan selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini. Semoga tali silaturahmi dan persahabatan yang telah terjalin dapat terus terjaga dengan baik.
8. Terakhir, kepada diri penulis sendiri, Firdy Dwi Aryani, terima kasih karena telah memilih untuk tetap bertahan di tengah berbagai keraguan, kegagalan, dan tantangan. Terima kasih telah terus percaya bahwa setiap mimpi layak diperjuangkan, setiap langkah memiliki makna, dan setiap proses akan menemukan waktunya untuk berbuah. Semoga perjalanan ini menjadi awal dari langkah-langkah besar berikutnya.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Penyusunan *Software Requirements Specification* dengan Dukungan *Large Language Model* (LLM)".

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki berbagai keterbatasan, baik dari segi kualitas maupun kelengkapan materi yang disajikan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna menyempurnakan karya ini. Penulis juga berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat serta menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut di masa yang akan datang.

Yogyakarta, 14 Agustus 2026

Penulis,



Firdy Dwi Aryani

NIM. 22106050011

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ..... **iii**
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR ..... **iv**
ABSTRAK ..... **v**
MOTTO ..... **vii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **viii**
KATA PENGANTAR ..... **x**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xv**
DAFTAR GAMBAR ..... **xvi**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Tugas Akhir 4
1.4 Batasan Masalah 5
1.5 Manfaat Tugas Akhir 6
BAB II KAJIAN PUSTAKA **7**
2.1 Tinjauan Pustaka 7
2.2 Landasan Teori 9
2.2.1 Rekayasa Kebutuhan dan Standar ISO/IEC/IEEE 29148:2018 9
2.2.2 Indikator Linguistik dalam Deteksi Cacat Kebutuhan 11
2.2.3 Verifikasi Berbasis Aturan untuk Kebutuhan 12
2.2.4 *Large Language Model* (LLM) dalam Rekayasa Kebutuhan 13
2.2.5 Kontrol Manusia pada Sistem Berbasis AI 14
BAB III METODE PENGEMBANGAN SISTEM **16**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

3.1 Metodologi Pengembangan 16
3.2 Analisis Kebutuhan Sistem 17
3.2.1 Kebutuhan Fungsional 18
3.2.2 Kebutuhan Nonfungsional 22
3.2.3 Aktor dan Batasan Sistem 24
3.3 Perancangan Sistem 25
3.3.1 Diagram *Use Case* 25
3.3.2 Diagram *Activity* Sistem 26
3.3.3 Diagram *Sequence* Interaksi Sistem 31
3.4 Arsitektur Sistem 36
3.4.1 Arsitektur Umum Sistem 36
3.4.2 Perancangan Modul *Frontend* 40
3.4.3 Perancangan Modul *Backend* dan *Services* 41
3.4.4 Mekanisme Pemeriksaan Kebutuhan dan *Human-in-the-loop* 43
3.5 Perancangan Struktur Data 48
3.5.1 Struktur Objek Sesi 48
3.5.2 Struktur Objek Kebutuhan 49
3.6 Perancangan Antarmuka 52
3.6.1 Antarmuka Utama (*Workspace*) 52
3.6.2 Antarmuka Modal *Dialog* 57
3.7 Lingkungan Implementasi dan Pengujian 60
3.7.1 Lingkungan Implementasi 61
3.7.2 Pengujian Fungsional (*Black-box Testing*) 62
3.7.3 Pengujian Kebutuhan Nonfungsional (KNF) 64
3.7.4 Pengujian Otomatis (*Automated Testing*) 65

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

3.7.5 Evaluasi Ahli (*Expert Evaluation*) 66
3.7.6 Teknik Analisis Data 69
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 73
4.1 Lingkungan dan Persiapan Pengujian 73
4.2 Hasil Implementasi Sistem 74
4.2.1 Implementasi Antarmuka Utama (*Workspace*) 74
4.2.2 Implementasi Langkah 1: Pengisian Informasi dan Konteks 75
4.2.3 Implementasi Langkah 2: Penyusunan Kebutuhan 77
4.2.4 Implementasi Panel Umpan Balik Kualitas (*Live Scoring*) 78
4.2.5 Implementasi Modal Konfigurasi LLM 78
4.2.6 Implementasi Modal Pengelolaan Glosarium 80
4.2.7 Implementasi Modal Keputusan *Human-in-the-loop* 81
4.2.8 Implementasi Langkah 3: Tinjauan Kualitas Kebutuhan 82
4.2.9 Implementasi Langkah 4: Penyusunan Dokumen SRS 83
4.2.10 Keterkaitan Hasil Implementasi dengan Perancangan 84
4.3 Pengujian Fungsional (*Black-box testing*) 84
4.3.1 Rancangan Skenario Pengujian 85
4.3.2 Hasil Pengujian Fungsional 86
4.4 Pengujian Kebutuhan Nonfungsional. 88
4.5 Pengujian Reliabilitas Internal (*Automated testing*) 90
4.5.1 Ringkasan Eksekusi *Test Suite* 91
4.5.2 Cakupan Pengujian per Komponen 91
4.6 Evaluasi Ahli (*Expert Evaluation*) 92
4.6.1 Profil Evaluator 93
4.6.2 Hasil Penilaian Kuantitatif (Skala Likert) 93

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

4.6.3 Hasil Pertanyaan Terbuka 94
4.7 Pembahasan dan *Traceability* Rumusan Masalah..... 95
BAB V PENUTUP..... 98
5.1 Kesimpulan 98
5.2 Saran 99
DAFTAR PUSTAKA..... 100
LAMPIRAN..... 102

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Pendekatan dalam Penyusunan Kebutuhan..... 7
Tabel 3.1 Kebutuhan Fungsional Sistem 18
Tabel 3.2 Dasar Penetapan Kebutuhan Fungsional..... 19
Tabel 3.3 Kebutuhan Nonfungsional Sistem 22
Tabel 3.4 Dasar Penetapan Kebutuhan Nonfungsional..... 23
Tabel 3.5 Kategori Aturan Pemeriksaan Kualitas Kebutuhan 45
Tabel 3.6 Struktur Objek Sesi 49
Tabel 3.7 Struktur Objek Kebutuhan 50
Tabel 3.8 Spesifikasi Perangkat Keras..... 61
Tabel 3.9 Spesifikasi Perangkat Lunak..... 61
Tabel 3.10 Format Skenario Pengujian..... 63
Tabel 4.1 Keterkaitan Hasil Implementasi dengan Perancangan..... 84
Tabel 4.2 Rancangan Skenario Pengujian Fungsional (*Black-Box*)..... 85
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Fungsional (*Black-Box*) 87
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Nonfungsional 89
Tabel 4.5 Ringkasan Eksekusi Pengujian Otomatis (*Test Suite*) 91
Tabel 4.6 Cakupan Pengujian per Komponen..... 92
Tabel 4.7 Profil Evaluator Ahli..... 93
Tabel 4.8 Hasil Penilaian Kuantitatif..... 93
Tabel 4.9 Matriks Keterlacakan (*Traceability Matrix*) Evaluasi Sistem 96

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tahapan Pengembangan Sistem dengan Model *Waterfall* 16
Gambar 3.2 Diagram *Use Case* Sistem 26
Gambar 3.3 Diagram *Activity* Pengisian Informasi dan Konteks Proyek 27
Gambar 3.4 Diagram *Activity* Penyusunan Kebutuhan 28
Gambar 3.5 Diagram *Activity* Audit AI dan *Human-in-the-loop* 29
Gambar 3.6 Diagram *Activity* Penyusunan Dokumen SRS 30
Gambar 3.7 Diagram *Sequence* Pemeriksaan Kualitas Kebutuhan 32
Gambar 3.8 Diagram *Sequence* Validasi dan Penyimpanan Kebutuhan 32
Gambar 3.9 Diagram *Sequence* Audit AI dan *Human-in-the-loop* 33
Gambar 3.10 Diagram *Sequence* Penyusunan Dokumen SRS 35
Gambar 3.11 Arsitektur Sistem Lapisan Presentasi dan API 38
Gambar 3.12 Arsitektur API, Logika Bisnis, dan Data 39
Gambar 3.13 Mekanisme Pemeriksaan Kebutuhan 44
Gambar 3.14 *Wireframe* Langkah 1 53
Gambar 3.15 *Wireframe* Langkah 2 54
Gambar 3.16 *Wireframe* Langkah 3 55
Gambar 3.17 *Wireframe* Langkah 4 56
Gambar 3.18 *Wireframe* Modal Konfigurasi LLM 57
Gambar 3.19 *Wireframe* Modal Pengelolaan Glosarium 58
Gambar 3.20 *Wireframe* Panel Umpan Balik Kualitas (*Live Scoring*) 59
Gambar 3.21 *Wireframe* Modal Keputusan *Human-in-the-loop* 60
Gambar 4.1 Implementasi Antarmuka Utama (*Workspace*) 75
Gambar 4.2 Implementasi Langkah 1 76
Gambar 4.3 Implementasi Langkah 2 77
Gambar 4.4 Implementasi Panel Umpan Balik Kualitas (*Live Scoring*) 78
Gambar 4.5 Implementasi Modal Konfigurasi LLM 79
Gambar 4.6 Implementasi Modal Pengelolaan Glosarium 80
Gambar 4.7 Implementasi Modal Keputusan *Human-in-the-loop* 81
Gambar 4.8 Implementasi Langkah 3 82
Gambar 4.9 Implementasi Langkah 4 83

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A - Registri Aturan Kualitas (*Rule Registry)* 102
Lampiran B - Tautan Repositori 106

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Survei Méndez Fernández *et al.* terhadap 228 organisasi perangkat lunak di 10 negara menemukan bahwa inkonsistensi, ketidaklengkapan, dan ambiguitas dalam dokumen kebutuhan secara konsisten masuk dalam lima besar penyebab kegagalan proyek [1]. Cacat tersebut tidak muncul ketika sistem mulai diimplementasikan. Masalahnya sudah terbentuk jauh sebelumnya, ketika kebutuhan dirumuskan dan didokumentasikan dalam *Software Requirements Specification* (SRS) yang menjadi acuan bagi proses pengembangan. Montgomery *et al.* juga menunjukkan melalui pemetaan sistematis terhadap 105 studi empiris bahwa kualitas SRS berpengaruh terhadap tahapan pengembangan berikutnya [2].

Persoalan tersebut dapat dilihat lebih jelas pada tingkat kalimat. Ferrari *et al.* menganalisis 1.866 kebutuhan dari dokumen industri perkeretaapian dan menemukan bahwa ambiguitas, ketidaklengkapan struktural, serta inkonsistensi terminologi merupakan cacat yang paling sering muncul [3]. Sebagai contoh, pernyataan "sistem harus memproses data dengan cepat" tidak memberikan batasan waktu yang dapat diukur. Pernyataan "pengguna dapat mengakses sistem dengan aman" juga tidak menjelaskan aktor maupun mekanisme keamanan yang dimaksud. Dalpiaz *et al.* menunjukkan melalui studi eksperimental bahwa pernyataan kebutuhan dapat menghasilkan interpretasi yang berbeda di antara pemangku kepentingan [4].

Masalahnya tidak berhenti pada munculnya cacat. Cacat tersebut juga sering tidak ditemukan ketika kebutuhan sedang ditulis. Kajian literatur Umar dan Lano terhadap 85 studi menemukan bahwa penyusunan SRS di banyak organisasi masih dilakukan secara manual, tanpa panduan terstruktur maupun mekanisme pemeriksaan kualitas selama proses penulisan. Pemeriksaan akhirnya lebih banyak dilakukan setelah dokumen selesai disusun [5]. Arora *et al.* mencatat bahwa pemeriksaan *post-hoc* menjadi kurang ideal karena biaya perbaikan cacat dapat meningkat seiring berjalannya siklus pengembangan [6]. Cacat yang sebenarnya

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

dapat diketahui ketika kebutuhan ditulis dapat terbawa hingga tahap pengujian atau bahkan setelah sistem digunakan.

Kondisi ini menunjukkan bahwa pemeriksaan kebutuhan tidak cukup dilakukan berdasarkan penilaian masing-masing penyusun. Diperlukan kriteria yang dapat digunakan secara konsisten untuk menentukan apakah suatu kebutuhan telah dirumuskan dengan baik. ISO/IEC/IEEE 29148:2018 *Systems and software engineering* digunakan sebagai acuan karena merupakan standar internasional yang secara khusus membahas proses rekayasa kebutuhan, termasuk karakteristik kualitas kebutuhan dan informasi yang perlu dimuat dalam SRS [7]. Dengan adanya acuan tersebut, kualitas kebutuhan dapat dinilai berdasarkan kriteria yang sama, bukan hanya berdasarkan pemahaman subjektif penyusunnya.

Namun, memiliki kriteria kualitas belum menyelesaikan persoalan pemeriksaan. Setiap kebutuhan tetap harus diperiksa berdasarkan kriteria tersebut, dan pekerjaan ini menjadi berulang ketika jumlah kebutuhan bertambah. Karena kebutuhan ditulis menggunakan bahasa alami, *Natural Language Processing* (NLP) mulai digunakan untuk membantu mendeteksi berbagai permasalahan linguistik [8][9]. Zhao *et al.* merangkum melalui survei sistematis bahwa pendekatan berbasis NLP dapat digunakan untuk mengidentifikasi berbagai kelas cacat dalam kebutuhan [8]. Akan tetapi, sebagian besar pendekatan tersebut masih berfokus pada pendeteksian dan banyak yang bekerja secara *post-hoc*, yaitu setelah dokumen selesai ditulis. Pengguna akhirnya mengetahui bahwa suatu kebutuhan bermasalah, tetapi belum tentu memperoleh bantuan untuk memperbaikinya ketika kebutuhan tersebut sedang dirumuskan.

Keterbatasan tersebut membuka peluang bagi teknologi yang tidak hanya mendeteksi masalah, tetapi juga dapat membantu merumuskan perbaikannya. Luitel *et al.* menguji model berbasis BERT terhadap lebih dari 23.000 kalimat kebutuhan dari dataset PURE untuk mendeteksi potensi ketidaklengkapan pada kebutuhan berbahasa alami. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model berbasis *transformer* dapat digunakan untuk menangkap pola linguistik dalam kebutuhan. Perkembangan kemampuan tersebut membuka peluang bagi *Large Language*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Model (LLM) generatif untuk tidak hanya mendeteksi, tetapi juga memberikan alternatif perumusan kebutuhan yang perlu diperbaiki [10].

Namun, penggunaan LLM juga membawa persoalan baru. Hemmat *et al.* dan Retzlaff *et al.* mencatat bahwa LLM tanpa pengawasan manusia dapat menghasilkan halusinasi atau keluaran yang tidak sesuai dengan konteks bisnis [11] [12]. Dalam rekayasa kebutuhan, keluaran semacam ini tidak dapat langsung dijadikan kebutuhan final karena setiap perubahan dapat memengaruhi fungsi dan karakteristik sistem yang akan dikembangkan. Kumar *et al.* mencatat bahwa pendekatan *human-in-the-loop* (HITL) dapat digunakan untuk mempertahankan kendali pengguna atas rekomendasi yang dihasilkan sistem berbasis LLM [13]. Dalam pendekatan ini, LLM memberikan saran, sedangkan pengguna tetap menentukan apakah saran tersebut diterima, diubah, atau ditolak.

Penggunaan AI bukan satu-satunya upaya untuk mendukung proses rekayasa kebutuhan. Pengelolaan kebutuhan secara digital sendiri sebenarnya bukan hal baru. IBM Engineering Requirements Management DOORS Next dan Jama Connect telah menyediakan fasilitas untuk mengelola kebutuhan, menjaga *traceability*, serta mendukung kolaborasi dalam proses rekayasa kebutuhan. Keberadaan *tools* tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan dan dokumentasi kebutuhan secara digital telah memiliki solusi yang mapan. Namun, fokus tersebut berada pada pengelolaan kebutuhan setelah kebutuhan tersedia. Persoalan yang dihadapi dalam Tugas Akhir ini berada lebih awal, yaitu ketika pengguna sedang merumuskan kebutuhan. Pada tahap tersebut, pengguna tidak hanya membutuhkan tempat untuk menyimpan dan menelusuri kebutuhan, tetapi juga membutuhkan acuan kualitas, pemeriksaan permasalahan linguistik, bantuan untuk menyempurnakan formulasi, serta kendali atas saran yang diberikan LLM.

Berbagai pendekatan tersebut pada dasarnya telah menjawab bagian masalah yang berbeda. ISO/IEC/IEEE 29148:2018 menyediakan acuan untuk menilai kualitas kebutuhan. Pemeriksaan berbasis indikator linguistik membantu menemukan permasalahan secara deterministik. LLM memberikan alternatif penyempurnaan dalam bahasa alami, sedangkan HITL memastikan keputusan akhir tetap berada pada pengguna. Sementara itu, *requirements management tools* seperti

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DOORS Next dan Jama Connect mendukung pengelolaan, penelusuran, dan kolaborasi kebutuhan. Yang belum terjawab adalah bagaimana kemampuan tersebut dapat digunakan secara terpadu dalam satu alur penyusunan SRS, mulai dari perumusan kebutuhan, pemeriksaan, hingga penyempurnaannya.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, Tugas Akhir ini merancang dan membangun sistem penyusunan *Software Requirements Specification* berbasis web yang mengintegrasikan antarmuka berbasis formulir dengan acuan ISO/IEC/IEEE 29148:2018, pemeriksaan kebutuhan berdasarkan indikator linguistik, serta bantuan LLM dengan pendekatan *human-in-the-loop*. Sistem tersebut memungkinkan pengguna menyusun kebutuhan, memeriksa potensi permasalahan linguistik, serta memperoleh saran penyempurnaan dari LLM dalam satu alur penyusunan. Setiap saran tetap ditinjau oleh pengguna sebelum digunakan dalam SRS.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem penyusunan SRS berbasis web dengan antarmuka berbasis formulir yang mengacu pada standar ISO 29148?
2. Bagaimana mengintegrasikan bantuan berbasis LLM dengan pendekatan *human-in-the-loop* dalam proses penyusunan kebutuhan?
3. Bagaimana merancang mekanisme pemeriksaan kebutuhan berbasis indikator linguistik untuk membantu proses verifikasi selama penulisan?

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem penyusunan SRS berbasis web dengan antarmuka berbasis formulir yang mengacu pada standar ISO 29148.
2. Mengintegrasikan bantuan berbasis LLM dengan pendekatan *human-in-the-loop* dalam proses penyusunan kebutuhan.

3. Merancang mekanisme pemeriksaan kebutuhan berbasis indikator linguistik untuk membantu proses verifikasi selama penulisan.

1.4 Batasan Masalah

Agar tugas akhir memiliki ruang lingkup yang jelas serta pembahasan tetap terfokus pada tujuan yang ingin dicapai, ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem dikembangkan berdasarkan standar ISO/IEC/IEEE 29148:2018 dan difokuskan pada kebutuhan perangkat lunak tingkat tinggi (*high-level requirements*), karena ruang lingkup tugas akhir ini berfokus pada tahap penyusunan spesifikasi kebutuhan sebelum memasuki tahap perancangan teknis.
2. Sistem hanya menangani kebutuhan dalam bentuk teks dan tidak mencakup kebutuhan visual, seperti diagram atau *mockup*, karena mekanisme pemeriksaan kualitas yang dikembangkan dirancang untuk menganalisis bahasa tertulis.
3. Target pengguna adalah individu yang telah memiliki pemahaman dasar mengenai rekayasa kebutuhan perangkat lunak, karena mekanisme *human-in-the-loop* mengharuskan pengguna meninjau dan mengevaluasi saran yang dihasilkan oleh sistem.
4. Sistem dirancang untuk mendukung berbagai model bahasa melalui integrasi API maupun model lokal, namun evaluasi pada tugas akhir ini dilakukan menggunakan satu model utama agar hasil pengujian diperoleh pada kondisi yang konsisten.
5. Mekanisme pemeriksaan berbasis aturan dibatasi pada deteksi indikator linguistik, sedangkan analisis semantik disediakan sebagai saran melalui LLM. Pembatasan ini dilakukan karena evaluasi semantik memerlukan pemahaman terhadap konteks bisnis yang berada di luar ruang lingkup pemeriksaan berbasis aturan.
6. Penerapan standar ISO/IEC/IEEE 29148:2018 pada sistem dibatasi pada prinsip-prinsip rekayasa kebutuhan yang mendukung proses penyusunan dan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

verifikasi kebutuhan, sedangkan aspek organisasi, tata kelola proyek, dan manajemen kebutuhan berada di luar ruang lingkup tugas akhir ini.

7. Evaluasi sistem dilakukan melalui pengujian fungsional dan penilaian oleh tiga orang ahli untuk menilai kesesuaian fungsi sistem terhadap tujuan pengembangan, tanpa mencakup studi empiris dalam skala yang lebih luas.
8. Sistem dikembangkan sebagai purwarupa fungsional (*functional prototype*), sehingga pengembangan difokuskan pada implementasi dan validasi fitur utama tanpa mempertimbangkan optimasi performa maupun skalabilitas untuk lingkungan produksi.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu pengguna menyusun SRS secara lebih terstruktur melalui antarmuka berbasis formulir yang mengacu pada standar ISO 29148.
2. Membantu pengguna dalam meninjau dan menyempurnakan kebutuhan melalui bantuan LLM dengan pendekatan *human-in-the-loop*, sehingga pengguna tetap terlibat dalam pengambilan keputusan terhadap hasil yang diberikan sistem.
3. Membantu pengguna mengidentifikasi potensi masalah pada kebutuhan melalui pemeriksaan berbasis indikator linguistik selama proses penulisan.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan evaluasi yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan yang menjawab rumusan masalah pada tugas akhir ini. Kesimpulan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Merancang sistem penyusunan SRS berbasis web dengan antarmuka berbasis formulir yang mengacu pada standar ISO 29148. Formulir tersebut dirancang untuk membantu pengguna menyusun kebutuhan perangkat lunak secara lebih terstruktur. Hasil evaluasi ahli menunjukkan skor rata-rata 4,17 dari 5,00 pada aspek kesesuaian struktur formulir terhadap standar tersebut, sehingga alur penyusunan kebutuhan dinilai sudah logis dan mudah diikuti.
2. Mengintegrasikan bantuan berbasis LLM dengan pendekatan *human-in-the-loop* ke dalam proses penyusunan kebutuhan. Melalui fitur terima, ubah, dan tolak, pengguna tetap memegang kendali atas hasil akhir, sedangkan sistem berperan memberikan saran penyempurnaan. Aspek kendali pengguna dan relevansi bantuan AI memperoleh skor rata-rata 4,00 dari 5,00 berdasarkan hasil evaluasi ahli.
3. Merancang mekanisme pemeriksaan kebutuhan berbasis indikator linguistik melalui *Requirement Quality Engine* untuk membantu proses verifikasi selama penulisan. Mekanisme ini mampu mendeteksi pelanggaran seperti unsur subjektivitas dan ketiadaan metrik kuantitatif pada kebutuhan nonfungsional secara *real-time* saat pengguna mengetik, dengan tingkat keberhasilan pengujian otomatis sebesar 100%. Aspek kecukupan informasi memperoleh skor rata-rata 3,67 dari 5,00 berdasarkan hasil evaluasi ahli, yang menunjukkan bahwa informasi pemeriksaan dapat digunakan sebagai panduan dalam memperbaiki kebutuhan.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi yang diperoleh, pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan untuk memperluas kemampuan dan penerapan sistem. Beberapa pengembangan yang dapat dipertimbangkan adalah sebagai berikut.

1. Pengembangan sistem dapat diperluas untuk mendukung keterkaitan antara kebutuhan tekstual dan artefak visual, seperti diagram atau *mockup*. Pengembangan ini dapat memungkinkan artefak visual disimpan dan ditautkan pada kebutuhan yang bersangkutan sehingga informasi kebutuhan dapat disajikan secara lebih lengkap.
2. Mekanisme pemeriksaan kualitas dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggabungkan pemeriksaan berbasis indikator linguistik dan analisis semantik. Integrasi tersebut dapat memperluas kemampuan sistem dalam memberikan masukan terhadap kualitas kebutuhan, terutama pada aspek yang memerlukan pemahaman terhadap makna dan konteks kalimat.
3. Pengembangan sistem pada skala penggunaan yang lebih besar dapat dilanjutkan melalui pengujian performa dan beban. Hasil pengujian tersebut dapat menjadi dasar untuk menentukan penyesuaian arsitektur dan mekanisme pemrosesan yang sesuai agar sistem tetap dapat memberikan respons yang baik ketika jumlah kebutuhan dan pengguna meningkat. Pengembangan ini berkaitan dengan Batasan Masalah 8 yang membatasi sistem sebagai purwarupa fungsional tanpa pengujian optimasi performa dan skalabilitas.
4. Penggunaan model LLM yang berbeda dapat menjadi salah satu arah pengembangan untuk mengetahui pengaruh karakteristik model terhadap hasil rekomendasi yang diberikan sistem. Pada tugas akhir ini, evaluasi menggunakan Groq dengan model `llama-3.1-8b-instant` sesuai dengan Batasan Masalah 4. Perbandingan dengan model LLM lain dapat digunakan untuk melihat konsistensi dan akurasi bantuan dalam berbagai kondisi penyusunan kebutuhan.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. M. Fernández and S. Wagner, "Naming the Pain in Requirements Engineering: Design of a Global Family of Surveys and First Results from Germany," Nov. 2016, doi: 10.1145/2460999.2461027.

[2] L. Montgomery, D. Fucci, A. Bouraffa, L. Scholz, and W. Maalej, "Empirical research on requirements quality: a systematic mapping study," *Requir. Eng*., vol. 27, no. 2, pp. 183–209, Jun. 2022, doi: 10.1007/s00766-021-00367-z.

[3] A. Ferrari et al., "Detecting requirements defects with NLP patterns: an industrial experience in the railway domain," *Empir. Softw. Eng*., vol. 23, no. 6, pp. 3684–3733, Dec. 2018, doi: 10.1007/s10664-018-9596-7.

[4] F. Dalpiaz, I. van der Schalk, S. Brinkkemper, F. B. Aydemir, and G. Lucassen, "Detecting terminological ambiguity in user stories: Tool and experimentation," *Inf. Softw. Technol*., vol. 110, pp. 3–16, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.infsof.2018.12.007.

[5] M. A. Umar and K. Lano, "Advances in automated support for requirements engineering: a systematic literature review," *Requir. Eng*., vol. 29, no. 2, pp. 177–207, Jun. 2024, doi: 10.1007/s00766-023-00411-0.

[6] C. Arora, J. Grundy, and M. Abdelrazek, "Advancing Requirements Engineering through Generative AI: Assessing the Role of LLMs," Nov. 2023, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2310.13976

[7] International Organization for Standardization ISO/IEC/IEEE 29148:2018, "Systems and software engineering-Life cycle processes-Requirements engineering," 2018.

[8] L. Zhao et al., "Natural Language Processing for Requirements Engineering," Apr. 17, 2021, *Association for Computing Machinery*. doi: 10.1145/3444689.

[9] A. Ferrari and A. Esuli, "An NLP approach for cross-domain ambiguity detection in requirements engineering," *Automated Software Engineering*, vol. 26, no. 3, pp. 559–598, Sep. 2019, doi: 10.1007/s10515-019-00261-7.

[10] D. Luitel, S. Hassani, and M. Sabetzadeh, "Improving Requirements Completeness: Automated Assistance through Large Language Models," Feb. 2024, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2308.03784

[11] A. Hemmat, M. Sharbaf, S. Kolahdouz-Rahimi, K. Lano, and S. Y. Tehrani, "Research directions for using LLM in software requirement engineering: a systematic review," *Front. Comput. Sci*., vol. 7, 2025, doi: 10.3389/fcomp.2025.1519437.

[12] C. O. Retzlaff et al., "Human-in-the-loop Reinforcement Learning: A Survey and Position on Requirements, Challenges, and Opportunities," *Journal of Artificial Intelligence Research,* vol. 79, pp. 359–415, 2024.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

[13] S. Kumar, S. Datta, V. Singh, D. Datta, S. Kumar Singh, and R. Sharma, "Applications, Challenges, and Future Directions of Human-in-the-loop Learning," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 75735–75760, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3401547.

[14] S. Lubos, A. Felfernig, T. N. T. Tran, D. Garber, M. E. Mansi, S. P. Erdeniz, and V. M. Le, "Leveraging LLMs for the Quality Assurance of Software Requirements," 2024.

[15] G. Quattrocchi, L. Pasquale, P. Spoletini, and L. Baresi, "Can LLMs Generate User Stories and Assess Their Quality?," Jul. 2025, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2507.15157

[16] J. J. Norheim, E. Rebentisch, D. Xiao, L. Draeger, A. Kerbrat, and O. L. De Weck, "Challenges in applying large language models to requirements engineering tasks," *Design Science*, vol. 10, Sep. 2024, doi: 10.1017/dsj.2024.8.

[17] P. Kummler and H. Fromm, "A Closer Look on the Difficulties to Determine the Quality of Software Requirements," in *Proc. 2019 Workshops of the Software Engineering Conference (SEW 2019).* CEUR Workshop Proceedings vol. 2308, pp. 53–60, 2019.

[18] P. Vasudevan and S. Reddivari, "The Role of Generative AI Models in Requirements Engineering: A Systematic Literature Review," in *Proceedings of the 2025 ACM Southeast Conference, ACMSE 2025*, Association for Computing Machinery, Inc, May 2026, pp. 188–194. doi: 10.1145/3696673.3723053.

[19] C. Kumar Sahu, V. Rai, and V. Roshan, "Well-Formed Quality of System Requirements for Verifying to ISO 29148-2018: A Natural Language Processing (NLP) Based Framework and Quantitative Metric," in *Volume 2B: 44th Computers and Information in Engineering Conference (CIE)*, American Society of Mechanical Engineers, Aug. 2024. doi: 10.1115/DETC2024-139583.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA