

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Rekam Medis Patologi Anatomi merupakan dokumen yang memuat catatan spesifik mengenai hasil pemeriksaan spesimen jaringan tubuh pasien, mulai dari deskripsi makroskopik, mikroskopik, hingga kesimpulan diagnostik yang menjadi dasar penentuan stadium penyakit dan terapi lanjutan. Laporan hasil pemeriksaan merupakan bagian integral dari Rekam Medis pasien yang menjadi dasar pengambilan keputusan klinis oleh dokter bedah maupun dokter rawat inap. Electronic Medical Record (RME) merupakan sistem yang memuat Riwayat kesehatan serta penyakit, hasil tes diagnostik, informasi biaya pengobatan dan data-data medis lainnya. Tertanggal 12 September 2022, Kementerian Kesehatan (Kemenkes) Republik Indonesia menerbitkan aturan RME yang terdapat dalam Peraturan Menteri Kesehatan atau disingkat Permenkes No. 24 Tahun 2022 tentang Rekam Medis [1].

Patologi berasal dari kata *pathos* yang berarti penyakit dan *logos* yang berarti ilmu sehingga patologi dapat diartikan ilmu yang mempelajari tentang struktur tubuh dan perubahan yang berkaitan dengan penyakit atau cedera [2]. Patologi terbagi menjadi dua bagian, yaitu patologi anatomi dan patologi klinik. Patologi Anatomi memegang peranan vital dalam penegakan diagnosis penyakit melalui pemeriksaan spesimen jaringan tubuh. Patologi anatomi mempelajari kelainan-kelainan pada organ tubuh, baik secara makro maupun mikro dan

akibat akibat yang dapat ditimbulkannya. Sedangkan patologi klinik mempelajari tentang perubahan abnormal dari cairan tubuh, sebagai akibat dari kondisi tubuh yang abnormal. Dari berbagai sumber patologi anatomi juga diartikan sebagai cabang ilmu kedokteran yang melakukan pemeriksaan sampel jaringan dari organ yang diduga mengalami kerusakan untuk menemukan penyakit yang menjadi penyebabnya. Hasil pemeriksaan ini kemudian dijadikan untuk mendiagnosis suatu penyakit, menentukan jenis perawatan, hingga penelitian ilmiah [3].

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di Laboratorium Patologi Anatomi RSUD Kardinah Tegal, ditemukan bahwa proses dokumentasi saat ini masih menghadapi kendala efisiensi. Selama proses pengamatan makroskopik dan mikroskopik, kedua tangan dokter berfokus penuh untuk memegang spesimen jaringan, pisau bedah, serta mengatur lensa mikroskop. Kondisi ini menyulitkan dokter untuk melakukan pengetikan laporan secara langsung pada komputer saat pengamatan berlangsung. Alur kerja saat ini dokter mencatat deskripsi naratif secara manual menggunakan tulisan tangan pada kertas, yang selanjutnya membutuhkan proses pengetikan ulang oleh petugas laboratorium ke dalam sistem informasi rumah sakit dan perangkat pengolah kata untuk pengiriman email. Tahapan pencatatan berulang dan interaksi manual ini tidak hanya memicu pemborosan waktu, tetapi juga meningkatkan risiko kesalahan pengetikan istilah medis serta kehilangan detail pengamatan klinis.

Salah satu inovasi yang mendapatkan perhatian dalam sektor kesehatan adalah teknologi pengenalan suara dalam dokumentasi dan pelaporan.

Teknologi ini menjanjikan efisiensi yang tinggi dengan memungkinkan tenaga kesehatan untuk mencatat informasi secara verbal, menggantikan metode manual tradisional [4]. Berangkat dari potensi dan permasalahan sebelumnya, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem dokumentasi rekam medis otomatis yang mengintegrasikan teknologi *Speech-to-Text* dan *Natural Language Processing* (NLP) menggunakan model Qwen 3.6-27B melalui *Groq API*. Sistem ini memungkinkan dokter melakukan dokumentasi melalui input suara secara *real-time* untuk memunculkan transkripsi teks mentah, yang dilengkapi dengan modul asisten suara (*voice command*). Modul ini dapat memproses perintah verbal seperti menghentikan, melanjutkan perekaman, memicu fungsi eksekusi peringkasan teks secara otomatis hingga perintah save hasil pemeriksaan guna menghasilkan draf rekam medis terstruktur sesuai format laporan patologi anatomi di rumah sakit.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem dokumentasi otomatis yang mampu mengintegrasikan teknologi *Speech-to-Text* dan *Natural Language Processing* untuk mempermudah dokter dalam proses pencatatan hasil pemeriksaan?
2. Seberapa efektifkah pemanfaatan model kecerdasan buatan mengonversi transkripsi suara menjadi laporan rekam medis patologi anatomi yang terstruktur secara otomatis?

3. Seberapa tinggi tingkat keterpakaian (*usability*) sistem dan efisiensi alur kerja baru yang dihasilkan dibandingkan dengan metode konvensional dalam mendukung integrasi rekam medis elektronik di rumah sakit?
4. Bagaimana merancang fitur distribusi laporan medis melalui mekanisme ekspor dokumen ke format PDF serta pengiriman otomatis via email guna mempercepat penyebaran hasil diagnosa secara aman dan efisien?

1.3. Pembatasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian ini, beberapa pembatasan masalah yang akan diambil adalah:

1. Sistem dibatasi pada dokumentasi hasil pemeriksaan Patologi Anatomi sebagai bagian dari Rekam Medis Elektronik pasien dan tidak mencakup pengelolaan keseluruhan rekam medis pasien pada unit pelayanan lainnya.
2. Implementasi kecerdasan buatan dibatasi dalam penggunaan model yang telah tersedia (*pre-trained*).
3. Validasi struktur data medis dibatasi pada kesesuaian format pelaporan standar rumah sakit tanpa mencakup sistem diagnosis mandiri oleh kecerdasan buatan.
4. Produk akhir adalah aplikasi berbasis web.

1.4. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian dan pengembangan aplikasi ini Adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem dokumentasi rekam medis otomatis berbasis website yang mengintegrasikan teknologi *Speech-to-Text* dan *Natural Language Processing* (NLP).
2. Menerapkan teknologi kecerdasan buatan berbasis *Large Language Model* (LLM) untuk meringkas narasi dokter menjadi laporan patologi anatomi yang terstruktur sesuai format laporan.
3. Mengukur tingkat usability sistem PathoNote menggunakan instrumen *System Usability Scale* (SUS) untuk mengetahui tingkat keterpakaian sistem dalam mendukung proses dokumentasi hasil pemeriksaan.
4. Memfasilitasi efisiensi distribusi laporan medis melalui fitur berbagi via email dan unduh format PDF secara otomatis.

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Peneliti
 - a. Menerapkan ilmu teknik informatika, khususnya dalam bidang pengembangan web (*Next.js & Flask*) dan implementasi *Artificial Intelligence* (AI).
 - b. Mendalami pemanfaatan *Large Language Models* (LLM) untuk penyelesaian masalah spesifik di dunia kesehatan.
2. Bagi Mitra
 - a. Meningkatkan efisiensi waktu dengan memangkas durasi pencatatan laporan karena dokter dapat melakukan dokumentasi secara *hands-free* saat melakukan pemeriksaan spesimen.

- b. Mengurangi redundansi data dengan menghilangkan tahapan pengetikan ulang yang berulang-ulang dari draf manual ke sistem informasi atau dokumen Word.
 - c. Akurasi dokumentasi lebih terjamin, aplikasi dapat meminimalisir risiko kehilangan detail informasi medis karena proses dikte dilakukan secara *real-time* saat pengamatan berlangsung.
3. Bagi Universitas Harkat Negeri
- a. Menambah koleksi inovasi teknologi terapan menjadi bukti nyata kontribusi mahasiswa dalam menciptakan aplikasi praktis yang bermanfaat langsung untuk efisiensi di dunia kerja nyata (mitra rumah sakit).
 - b. Meningkatkan capaian HKI kampus, berkontribusi dalam menambah jumlah Hak Kekayaan Intelektual (HKI) yang terdaftar atas nama institusi, sehingga mendukung penilaian akreditasi Program Studi Sarjana Terapan Teknik Informatika.
 - c. Memperkuat hubungan dengan mitra, menjadi contoh implementasi kerja sama yang baik antara pihak kampus dengan RSUD Kardinah Tegal dalam hal digitalisasi layanan rekam medis.

1.5. Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka ini bertujuan untuk mengkaji secara kritis penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan pengembangan aplikasi voice to text dan dokumentasi terstruktur, yang berfungsi mengidentifikasi kesenjangan penelitian yang menjadi landasan kebaruan dari skripsi ini.

Penelitian mengenai transkrip dan dokumentasi medis telah dilakukan secara luas, namun teridentifikasi keterbatasan pada metodologi dan pemrosesan narasi verbal menjadi data terstruktur. Sebagai contoh, pada penelitian yang berjudul *Implementasi Teknologi Voice Recognition Dalam Dokumentasi Elektronik Health Record (EHR), Studi Kasus Implementasi Sistem Informasi Klinik Bunda Medical Center Pekanbaru*. Penelitian tersebut dilatar belakangi oleh kebutuhan transformasi digital di layanan Kesehatan yang menuntut efisiensi dan akurasi dokumentasi rekam medis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *voice recognition* ke dalam aplikasi *Electronic Health Record (EHR)* untuk mendukung pencatatan data medis secara otomatis di Klinik Bunda Medical Center, Pekanbaru dengan menggunakan metode *Rapid Application Development (RAD)* dengan desain pemrograman terstruktur berbasis PHP dan database MySQL. Implementasi sistem berhasil meningkatkan efisiensi waktu dokumentasi dari rata-rata 6–8 menit menjadi 4–6 menit. Selain itu, kelengkapan data SOAP (*Subjective, Objective, Assessment, Plan*) meningkat secara signifikan dari 73% menjadi 90%. Namun, ditemukan kendala pada akurasi di lingkungan bising (*noisy environment*) dan keterbatasan sistem dalam mengenali kosakata medis lokal [5].

Keterbatasan akurasi pada istilah medis lokal yang ditemukan pada penelitian tersebut menjadi peluang yang diselesaikan dalam penelitian ini. PathoNote telah mengimplementasikan integrasi antara *Web Speech API* dengan model bahasa Qwen untuk memperhalus hasil transkripsi kasar menjadi narasi

medis yang baku. Dengan demikian, hambatan berupa kesalahan pengenalan kosakata teknis dapat diminimalisir melalui kemampuan pemahaman konteks yang dimiliki oleh model bahasa besar (LLM).

Kemudian pada penelitian terdahulu yang berjudul *Implementasi Aplikasi Peringkasan Teks Otomatis Untuk Atlas Penyakit Menular Pada Manusia Menggunakan Metode Ordered Abstractive Summarization*. Penelitian tersebut mengangkat permasalahan mengenai penyajian data pada *Atlas of Human Infectious Disease* (AHID) yang masih berbentuk semi-terstruktur dan belum memiliki ringkasan kunci serta visualisasi yang memadai. Kondisi ini menjadi hambatan bagi masyarakat umum tanpa latar belakang medis untuk memahami informasi penyakit menular secara cepat dan akurat. Tujuan utama dari penelitian tersebut adalah melakukan otomasi representasi data AHID ke dalam model pengetahuan melalui teknik peringkasan teks otomatis, yang juga diharapkan dapat mempermudah penambahan data penyakit baru secara efisien. Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah model *abstractive summarization* bernama BRIO (*Bringing in Order to Abstractive Summarization*). Model ini diterapkan untuk menghasilkan ringkasan otomatis pada berbagai atribut penyakit di dalam dataset AHID. Hasil penelitian menunjukkan performa yang cukup baik dengan raihan skor ROUGE-1 sebesar 43,86%. Output dari sistem ini kemudian diintegrasikan ke dalam sebuah aplikasi kamus berbasis web yang berfungsi sebagai media edukasi publik mengenai penyakit menular [6].

Hasil penelitian tersebut memberikan peluang baru untuk mengimplementasikan peringkasan medis pada data yang lebih dinamis. Dalam penelitian ini, teknik peringkasan tidak lagi terbatas pada teks statis dari *database*, melainkan telah diimplementasikan untuk mengolah transkripsi suara dokter secara *real-time* menjadi laporan terstruktur. Hal ini memungkinkan sistem untuk langsung menghasilkan poin-poin penting diagnosa segera setelah proses observasi laboratorium selesai.

Selanjutnya pada penelitian yang berjudul *Potensi Penggunaan Kecerdasan Buatan dalam Penegakkan Diagnosis Patologi Penyakit Ginjal Kronik*. Penelitian tersebut dilatarbelakangi oleh permasalahan krusial dalam praktik patologi ginjal nontumor, yaitu tingginya nilai *interobserver variability* pada penggunaan alat penilaian penentu prognosis seperti klasifikasi Banff dan MEST-C. Kondisi ini menuntut adanya optimalisasi dan efisiensi kerja melalui pemanfaatan teknologi patologi digital. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan kecerdasan buatan untuk membantu identifikasi, segmentasi, dan kuantifikasi struktur jaringan pada gambar digital guna meminimalisir subjektivitas penilaian antar dokter. Metode yang digunakan berfokus pada implementasi Convolutional Neural Network (CNN) untuk melakukan pengolahan gambar pada *Whole Slide Image* (WSI). Teknologi ini diterapkan untuk mengidentifikasi komponen glomerulus, tubulus, serta berbagai lesi seperti sklerosis glomerulus dan fibrosis interstisial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CNN terbukti mampu melakukan tugas-tugas identifikasi dan kuantifikasi struktur jaringan secara presisi pada sediaan patologi ginjal,

yang diharapkan dapat meningkatkan akurasi prognosis dan efisiensi kerja di laboratorium patologi [7].

Fokus penelitian tersebut pada aspek visual memberikan peluang bagi PathoNote untuk mengisi sisi administratif dari alur kerja patologi. Dalam penelitian ini, telah diimplementasikan sistem yang mendukung efisiensi dokter dari aspek dokumentasi verbal. Jika AI pada penelitian sebelumnya membantu dokter dalam 'melihat' jaringan, maka implementasi AI dalam penelitian ini membantu dokter dalam 'menyusun' laporan diagnosa secara otomatis, sehingga mengurangi beban kerja kognitif dan administratif di laboratorium.

Pada penelitian yang berjudul *Digital transformation of pathology - the European Society of Pathology expert opinion paper*. Penelitian tersebut dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan transformasi digital di departemen patologi guna meningkatkan kualitas perawatan pasien melalui modernisasi layanan medis. Transisi dari metode konvensional menuju penerapan patologi digital memerlukan standar yang jelas untuk memastikan keamanan, keberlanjutan, dan efisiensi dalam operasional laboratorium. Tujuan utama dari panduan strategis ini adalah memberikan kerangka kerja dan arahan bagi para profesional patologi dalam mengimplementasikan patologi digital secara aman, dengan penekanan pada standarisasi alur kerja dan kontrol kualitas yang ketat.

Metode yang digunakan dalam menyusun rekomendasi ini adalah melalui tinjauan kelompok ahli lintas disiplin yang ditunjuk oleh *European Society of Pathology* (ESP). Pendekatan ini mencakup analisis mendalam terhadap kebutuhan infrastruktur teknologi informasi, pengembangan sumber

daya manusia melalui pelatihan berkelanjutan, serta kebijakan pengelolaan data yang mengedepankan aspek interoperabilitas antar-sistem medis. Hasil dari penelitian ini menekankan bahwa transformasi digital yang sukses hanya dapat dicapai melalui investasi signifikan pada sumber daya struktural dan informatika yang kuat. ESP menyimpulkan bahwa prioritas pada digitalisasi alur kerja patologi, yang didukung oleh kolaborasi antar organisasi dan kepatuhan terhadap standar kualitas global, merupakan langkah krusial untuk menghasilkan pelaporan diagnostik yang tepat waktu dan akurat [8].

Penelitian tersebut memberikan landasan bahwa transformasi digital pada bidang patologi memerlukan dukungan infrastruktur informatika dan interoperabilitas antar-sistem. Namun, pembahasan tersebut masih berada pada tingkat rekomendasi strategis dan belum secara khusus menerapkan mekanisme pengolahan narasi hasil pemeriksaan menjadi data terstruktur pada kasus dokumentasi Patologi Anatomi di lingkungan rumah sakit. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan PathoNote dengan memanfaatkan NLP berbasis LLM untuk mengolah narasi hasil pemeriksaan Patologi Anatomi menjadi data terstruktur serta menyediakan endpoint *REST API* sebagai mekanisme pendukung pertukaran data dengan sistem informasi rumah sakit.

Pada penelitian dengan judul *Evaluating the performance of artificial intelligence-based speech recognition for clinical documentation: a systematic review*. Penelitian tersebut dilatarbelakangi oleh peran dokumentasi klinis dalam komunikasi medis, akuntabilitas hukum, dan kesinambungan layanan kesehatan. Namun, metode dokumentasi tradisional seperti transkripsi manual

dinilai memakan waktu, rentan terhadap kesalahan, serta berkontribusi pada fenomena *burnout* di kalangan klinisi. Oleh karena itu, sistem transkripsi berbasis AI yang memanfaatkan *Automatic Speech Recognition* (ASR) dan *Natural Language Processing* (NLP) hadir sebagai solusi untuk meningkatkan akurasi serta efisiensi dokumentasi klinis. Tujuan utama dari penelitian ini adalah melakukan tinjauan sistematis terhadap berbagai studi yang telah dipublikasikan untuk mengevaluasi performa sistem transkripsi AI di berbagai pengaturan klinis yang berbeda.

Metode yang digunakan adalah pencarian komprehensif pada pangkalan data medis seperti MEDLINE, Embase, dan Cochrane Library untuk mengidentifikasi studi relevan hingga Februari 2025. Kriteria inklusi mencakup studi yang melibatkan penggunaan perangkat lunak transkripsi berbasis AI oleh klinisi dengan melaporkan hasil berupa akurasi (seperti *Word Error Rate*), efisiensi waktu, dan kepuasan pengguna. Hasil penelitian dari 29 studi yang memenuhi syarat menunjukkan adanya variabilitas akurasi yang signifikan, di mana tingkat kesalahan kata (*Word Error Rate*) berkisar dari 0,087 pada kondisi pendiktean terkontrol hingga lebih dari 50% pada skenario percakapan multi-pembicara. Meskipun AI terbukti mampu mengurangi waktu dokumentasi dan meningkatkan kelengkapan catatan, penelitian ini mencatat adanya hambatan berupa beban pengeditan yang meningkat serta kesalahan pada terminologi khusus. Penelitian ini menyimpulkan bahwa meskipun pendekatan berbasis LLM menawarkan fitur peringkasan otomatis, pengawasan manusia tetap diperlukan untuk menjaga keamanan klinis [9].

Berdasarkan tantangan integrasi alur kerja dan perlunya pengawasan manusia yang ditekankan dalam tinjauan sistematis tersebut, terdapat peluang bagi PathoNote untuk menutup celah teknis melalui pendekatan yang lebih terkontrol dan terintegrasi. Jika penelitian internasional tersebut menyoroti bahwa AI masih memerlukan tinjauan manusia demi keamanan klinis, penelitian ini mengimplementasikan konsep tersebut dengan membatasi peran LLM Qwen khusus pada pengolahan hasil pemeriksaan medis, sementara data administratif tetap dikelola melalui fitur edit untuk menjamin akurasi. Peluang ini kemudian disempurnakan melalui fitur penyediaan data otomatis via API yang menjawab kebutuhan akan interoperabilitas dengan sistem rekam medis. Melalui arsitektur ini, laporan Patologi Anatomi yang telah divalidasi oleh dokter akan tersedia di *endpoint* sistem untuk dijemput oleh sistem rumah sakit, menjamin integrasi data yang aman, terkontrol, dan efisien.

Tabel 1.1 Gap Research

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Pembeda
	Terdahulu	Terdahulu	
1.	Implementasi Teknologi V`Oice Recognition Dalam Dokumentasi Elektronik	Berhasil mengimplementasikan voice recognition pada EHR sehingga waktu dokumentasi berkurang dari 6–8 menit menjadi 4–6 menit dan kelengkapan	Penelitian ini mengintegrasikan <i>Web Speech API</i> dengan <i>Large Language Model</i> (Qwen 3.6-27B) untuk memperbaiki hasil transkripsi melalui

	Health Record (EHR): Studi Kasus Implementasi Sistem Informasi Klinik Bunda Medical Center Pekanbaru Baru	data SOAP meningkat hingga 90%. Namun masih memiliki keterbatasan dalam mengenali istilah medis lokal dan lingkungan yang bising.	pemahaman konteks sehingga kesalahan istilah medis dapat diminimalkan. Selain itu, sistem menghasilkan laporan patologi anatomi terstruktur dalam format <i>JSON</i> .
2.	Implementasi Aplikasi Peringkasan Teks Otomatis Untuk Atlas Penyakit Menular Pada Manusia Menggunakan Metode Ordered Abstractive Summarization	Menghasilkan ringkasan otomatis menggunakan model BRIO dengan nilai ROUGE-1 sebesar 43,86% untuk data penyakit pada Atlas of Human Infectious Disease (AHID).	Penelitian ini tidak melakukan peringkasan terhadap data statis, tetapi memanfaatkan LLM untuk mengolah hasil transkripsi suara dokter secara <i>real-time</i> menjadi laporan pemeriksaan patologi anatomi yang terstruktur dan siap disimpan ke database.

3.	Potensi Penggunaan Kecerdasan Buatan dalam Penegakkan Diagnosis Patologi Penyakit Ginjal Kronik	Memanfaatkan CNN untuk identifikasi dan kuantifikasi struktur jaringan pada Whole Slide Image (WSI) sehingga membantu meningkatkan akurasi diagnosis patologi.	Penelitian terdahulu berfokus pada analisis citra medis, sedangkan penelitian ini berfokus pada otomatisasi dokumentasi hasil pemeriksaan melalui <i>Speech-to-Text</i> dan LLM untuk mengurangi beban administrative dokter.
4.	Digital transformation of pathology - the European Society of Pathology expert opinion paper	Memberikan rekomendasi strategis mengenai transformasi digital laboratorium patologi melalui standarisasi, interoperabilitas, dan penguatan infrastruktur digital.	Penelitian ini mengimplementasikan rekomendasi tersebut dalam bentuk aplikasi nyata melalui penyediaan <i>endpoint</i> API terstruktur, sehingga hasil pemeriksaan Patologi Anatomi di database dapat disinkronisasikan dan ditarik secara

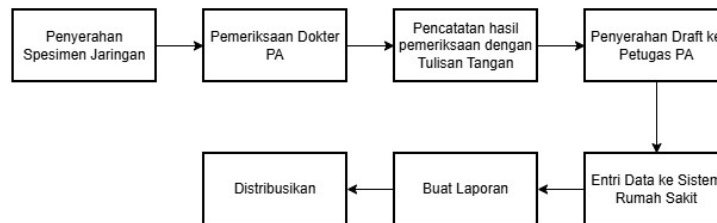
			otomatis oleh sistem informasi rumah sakit.
5.	Evaluating the performance of artificial intelligence-based speech recognition for clinical documentation: a systematic review	Menunjukkan bahwa AI Speech Recognition mampu meningkatkan efisiensi dokumentasi, namun masih memerlukan validasi manusia karena terdapat kesalahan terminologi medis serta variasi akurasi.	Penelitian ini menerapkan pendekatan <i>human-in-the-loop</i> , yaitu LLM hanya membantu menyusun laporan medis, sedangkan pengguna tetap dapat melakukan validasi dan penyuntingan sebelum data tersebut diekspos melalui API untuk diintegrasikan ke sistem rumah sakit.

1.6. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian pengembangan aplikasi *PathoNote* ini dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Adapun rincian data penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Data primer merupakan data yang diperoleh dan dikumpulkan secara langsung dari narasumber atau sumber asli di lokasi penelitian, meliputi:

- a. Data kebutuhan pengguna dari hasil wawancara dan observasi menunjukkan informasi mengenai alur kerja (*workflow*) konvensional pencatatan dokumen medis di laboratorium, kendala penulisan hasil pemeriksaan secara manual dikertas oleh dokter dan pengetikan ulang draf laporan oleh petugas, serta analisis kebutuhan fungsional aplikasi yang diperoleh langsung dari kepala ruangan laboratorium patologi anatomi dan petugas laboratorium RSUD Kardinah Tegal. Berikut alur kerja di laboratorium patologi anatomi:



Gambar 1.1 Alur Kerja Laboratorium Patologi Anatomi

- b. Data transkripsi suara berupa draf teks naratif hasil konversi perekaman suara (*Speech-to-Text*) secara *real-time* dari dikte langsung Dokter Spesialis Patologi Anatomi saat memeriksa spesimen jaringan.

Data Transkrip Suara

Pemeriksaan patologi anatomi untuk spesimen jaringan Lien dan colon yang didapat melalui tindakan laparotomi eksplorasi eksperimen dikirimkan dalam wadah dengan cairan fiksasi formalin 10% diagnosa klinik perforasi colon suspek peritonitis purulen keterangan klinik pasien mengalami nyeri seluruh lapangan perut mendadak disertai tanda-tanda Shock sepsis deskripsi makroskopik sediaan terdiri dari Lion seberat 139 gram dan colon seberat 279 gram berukuran 11 * 6 * 3 cm dengan permukaan dalam berwarna coklat kemerahan Jalan memiliki panjang 28 cm dengan diameter 4 hingga 7,5 cm Pada pengamatan ditemukan area perforasi dengan jaringan berwarna coklat kehitaman permukaan mukosa sebagian tampak perforasi dan sebagian lainnya tampak normal deskripsi mikroskopik sediaan menunjukkan dinding usus besar dengan nekrosis transmural yang luas disertai infiltrasi sel radang neutrofil yang padat tampak adanya perdarahan dan edema pada lapisan submukosa jaringan limfa menunjukkan kongesti pada pulpa merah tanpa tanda keganasan kesimpulannya perforasi colon dengan infaq hemoragik dan plenomegali ringan lokasi pada colon sigmoid.

Gambar 1.2 Data Transkripsi Dikte

- c. Data administratif pengguna berupa data profil personil Laboratorium Patologi Anatomi yang terdiri dari Nama Lengkap, Nomor Induk Pegawai (NIP), Email Aktif, dan Jabatan Administratif (diidentifikasi sebagai Dokter PA atau Asisten PA) guna pengujian manajemen hak akses pengguna aplikasi.

Tabel 1.2 Data Pengguna Aplikasi

No.	Nama Lengkap	Jabatan/Role	Email Aktif
1.	Dr. Diana Amaliawat Yusuf, SP.PA	Dokter PA	Dianaamaliawat.dr.@gmail.com
2.	Rizki Laelia Ulfa	Petugas PA	ulfarizkilaelia@gmail.com

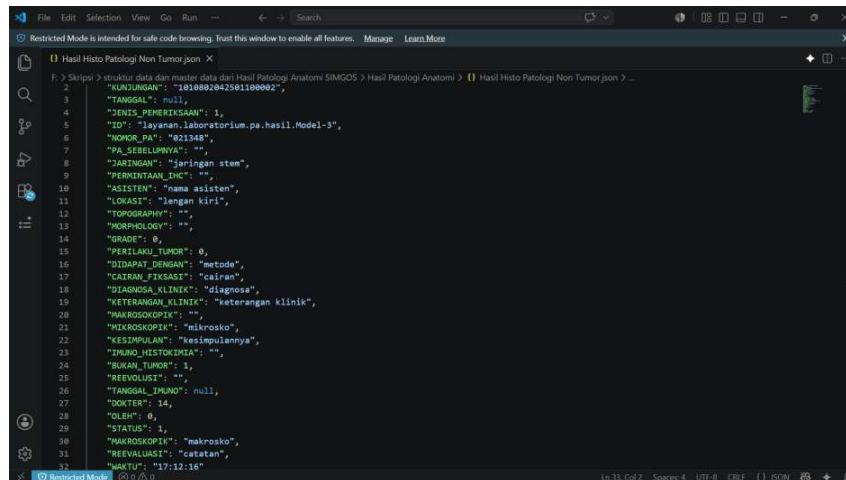
2. Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh secara tidak langsung dari dokumen internal instansi, sistem eksternal, atau regulasi resmi yang mendasari penelitian ini, meliputi:
 - a. Dokumen struktur hasil pemeriksaan patologi anatomi berupa draf contoh dokumen laporan resmi dari RSUD Kardinah Tegal dengan format pdf yang memuat struktur, komponen, dan tata letak pemeriksaan Patologi Anatomi. Sebagai parameter acuan instruksi *Prompt engineering* pada model LLM Qwen agar mampu mengolah teks narasi medis secara terstruktur dan sebagai acuan desain fungsional komponen *Export PDF* pada sistem aplikasi, guna memastikan dokumen hasil cetak digital akhir sesuai dengan standar legalitas rekam medis laboratorium rumah sakit.

HASIL PEMERIKSAAN HISTOPATOLOGI			
No. PA	: PA.25.1130	Diterima Tgl.	: 23/06/2025 11:28:07
No. RM/No. Reg	: 034050521010802042508230004	Dijawab Tgl	: 25/06/2025 09:11:05
Nama	: MUNASEH	Jenis Jaringan	: Jaringan sedang
Jenis Kelamin	: Laki-Laki	Rumah Sakit	: RSU KARDINAH Tegal
Tgl Lahir / Umur	: 18-03-1960 (65 TH 5 bl 5 hr)	Dokter Perujuk	: dr. WAHYUDIN, Sp.B.
Alamat	: JL. PURBALINGGA	Unit Pengantar	: RI Lavender Bawah
Lokasi/Sahan Jaringan : Anus Cara Mendapatkan Jaringan : Operasi Cairan Fiksasi : Formalin			
Diagnosa Klinik	Suspek Hemoroid, Dd/ Ca		
Ket. Klinik	-		
Makroskopik	Diterima sebuah jaringan ukuran 1 x 0,5 x 0,2 cm. Putih kecoklatan kenyal		
Mikroskopik	Sediaan Anus, ditapisi sel epitel gepeng bertapis yang ulseratif, sebagian berubah menjadi sel sel bulat oval sampai spinoid yang tumbuh hiperplastis memadat berkelompok, inti sel polimorf, hiperkromatis, mitosis ditemukan, stroma edematous beresekukan masif sel limfosit, bercak perdarahan.		
Kesimpulan	Spindel Cell Carcinoma Anus		
Catatan	-		
Asisten Patologi		KOTA TEGAL, 25-03-2026 12:11:56 Ahli Patologi Anatomi  dr. DIANA AMALIAWATI YUSUF, Sp.PA	
Waktu Cetak : 25-03-2026 12:11:56			

Gambar 1.3 Struktur Laporan

- b. Dokumentasi spesifikasi skema data berbentuk *payload JSON* (*JavaScript Object Notation*) standar yang berlaku pada Instalasi Pengolahan Data Elektronik (PDE) rumah sakit. Struktur data ini mencakup aturan penamaan kunci (*key*), tipe data, serta hierarki parameter wajib yang digunakan untuk mengidentifikasi informasi klinis pasien ke dalam pangkalan data rumah sakit. Di dalam penelitian ini, skema *JSON* tersebut bertindak sebagai parameter acuan sekaligus batasan teknis (*constraint*). Sistem aplikasi PathoNote yang dibangun wajib melakukan pemetaan (*mapping*) dan menghasilkan luaran data terstruktur yang patuh terhadap format standar tersebut. Hal ini bertujuan agar dokumentasi API yang diserahkan nantinya dapat

menjamin proses injeksi data rekam medis elektronik berjalan secara presisi dan *interoperable* tanpa memicu terjadinya kegagalan sistem (*system crash*) pada arsitektur rumah sakit. Skema acuan format *payload JSON* dari rumah sakit tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Struktur Data dan Master Data

1.7. Alat Penelitian

Alat penelitian adalah seluruh perangkat yang digunakan dalam proses pengembangan aplikasi. alat-alat tersebut terdiri dari:

1. Perangkat keras

Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan yaitu laptop untuk pengembangan kode, integrasi sistem dan pengujian, dengan spesifikasi:

- Name : Lenovo IdeaPad 3 14ABA7
- GPU : AMD Radeon Graphics
- RAM : 8 GB
- Processor : AMD Ryzen 7

2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Sistem Operasi : Microsoft Windows 11
- b. Database : Supabase
- c. Web Browser : Google Chrome
- d. Model AI : Qwen 3.6-27B
- e. Framework Web : Flask, Next.js