



Development of a Cross-Platform Digital Medical Record System Based on the Tauri Framework

Pengembangan Sistem Rekam Medis Digital Multiplatform Berbasis Tauri Framework

Rizkia Adhy Syahputra^{1*}, Joko Aryanto²

^{1,2}Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia

E-Mail: ¹rizkia.as.ac@gmail.com, ²joko.aryanto@uty.ac.id

Received Aug 18th 2025; Revised Oct 08th 2025; Accepted Oct 29th 2025; Available Online Nov 09th 2025

Corresponding Author Rizkia Adhy Syahputra

Copyright © 2025 by Authors, Published by Institut Riset dan Publikasi Indonesia (IRPI)

Abstract

The Regulation of the Minister of Health No. 24 of 2022 requires all healthcare facilities in Indonesia to implement an Electronic Medical Record (EMR) system. Yet, by 2022 only about 40 percent of 2,800 hospitals had adopted it. Unimuda Medical Center (UMC) still relied on manual record-keeping, leading to service delays and potential data errors. This research develops a digital medical record system based on the Tauri Framework, aligned with the SATUSEHAT standard, to support medical record digitalization at UMC. The system was built using the Go programming language, PostgreSQL database, and Redis for session management, applying Clean Architecture on the backend and a Feature-Driven Layered Architecture on the frontend. The user interface uses Tauri to enable cross-platform operation on both desktop and mobile environments through web technology. Employing the Waterfall model, the development phases include requirement analysis, system design, implementation, and testing using Black-Box and User Acceptance Test (UAT) methods. Test results indicate that all main features function according to specifications and meet user expectations. The system proved stable, responsive across devices, and easy to develop, maintain, and distribute, marking an important step toward digital transformation and interoperability within Indonesia's national SATUSEHAT health ecosystem.

Keyword: Digital Medical Record System, Electronic Medical Record, Health Information System, Tauri Framework

Abstrak

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2022 mewajibkan seluruh fasilitas pelayanan kesehatan untuk menerapkan sistem Rekam Medis Elektronik (RME). Namun, tingkat adopsi RME di Indonesia masih rendah, di mana pada tahun 2022 hanya sekitar 40% dari 2.800 rumah sakit yang telah mengimplementasikannya. Klinik Unimuda Medical Center (UMC) masih menghadapi kendala pencatatan medis manual yang menyebabkan keterlambatan layanan dan potensi kesalahan data. Penelitian ini menawarkan solusi melalui pengembangan sistem rekam medis digital berbasis *framework* Tauri sesuai standar SATUSEHAT untuk mendukung digitalisasi pencatatan medis di Klinik UMC. Sistem dikembangkan menggunakan bahasa Go, basis data PostgreSQL, dan integrasi Redis untuk manajemen sesi, dengan penerapan Clean Architecture pada *backend* serta Feature-Driven Layered Architecture pada *frontend*. Antarmuka pengguna dibangun menggunakan *framework* Tauri agar dapat berjalan lintas platform berbasis teknologi *web*. Metode yang digunakan adalah Waterfall dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian menggunakan Black-Box dan UAT. Hasil pengujian menunjukkan seluruh fitur utama berjalan sesuai spesifikasi, mampu memenuhi kebutuhan dan kepuasan pengguna. Sistem terbukti stabil, responsif lintas perangkat, mudah dikembangkan, dipelihara dan didistribusikan, serta menjadi langkah awal transformasi digital menuju ekosistem kesehatan nasional SATUSEHAT.

Kata Kunci: Rekam Medis Elektronik, Sistem Informasi Kesehatan, Sistem Rekam Medis Digital, Tauri Framework

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penerapan teknologi informasi kesehatan (*health IT*) di Amerika Serikat telah meningkatkan mutu layanan, hasil kesehatan, dan keterlibatan pasien, didukung oleh berbagai kebijakan, regulasi, serta inisiatif peningkatan mutu berbasis nilai [1]. Di Indonesia sendiri melalui Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2022 menegaskan kewajiban setiap fasilitas pelayanan kesehatan untuk menyelenggarakan RME yang terhubung dengan platform SATUSEHAT, menggantikan



Permenkes Nomor 269 Tahun 2008, serta mengatur kewajiban, isi, mekanisme, dan kerahasiaan penyelenggaraannya [2]. SATUSEHAT merupakan platform transformasi digital kesehatan nasional yang memungkinkan pertukaran data kesehatan (*Health Information Exchange*) antar sistem informasi dari seluruh ekosistem kesehatan Indonesia, termasuk fasilitas layanan, regulator, dan penjamin [3]. Namun, tingkat adopsi RME di Indonesia masih rendah, di mana data dari PERSI tahun 2022 menunjukkan hanya sekitar 40% dari 2.800 rumah sakit yang telah mengimplementasikan sistem tersebut [4]. Hambatan utama dalam penerapan RME meliputi keterbatasan sumber daya manusia, kurangnya kemampuan teknis, sarana dan prasarana yang belum memadai, serta kendala biaya di berbagai fasilitas kesehatan [5]. Kondisi ini berdampak pada keterlambatan pelayanan, tingginya risiko kesalahan pencatatan, dan kesulitan dalam pelacakan riwayat medis pasien.

Klinik UMC menghadapi situasi serupa, di mana proses pencatatan medis masih dilakukan secara manual menggunakan dokumen fisik. Sistem konvensional ini menyebabkan duplikasi data, kesalahan pencatatan, dan keterlambatan dalam proses administrasi pasien. Petugas administrasi dan tenaga medis sering kali harus memeriksa ulang berkas untuk memastikan kesesuaian data pasien, yang mengakibatkan antrian panjang dan keterlambatan pelayanan. Selain itu, dokumen fisik yang disimpan di beberapa lokasi berbeda menyulitkan koordinasi antarbagian dan meningkatkan risiko kehilangan data medis pasien. Keterbatasan akses terhadap data yang terintegrasi juga berdampak pada efisiensi pelayanan, terutama ketika pasien memerlukan rujukan atau pemeriksaan lanjutan di fasilitas lain. Kondisi ini tidak hanya menghambat mutu layanan, tetapi menunjukan klinik belum mematuhi Permenkes No. 24 Tahun 2022 yang mewajibkan setiap fasilitas kesehatan menerapkan RME terintegrasi dengan SATUSEHAT sebagai bagian dari transformasi digital nasional.

Transformasi digital melalui penerapan sistem RME yang terintegrasi dengan SATUSEHAT menjadi langkah strategis sekaligus keharusan bagi Klinik UMC. Penelitian ini mengembangkan Sistem Rekam Medis Digital Multiplatform Berbasis *framework* Tauri sebagai solusi yang mampu mengintegrasikan seluruh data pasien secara terpusat dan memenuhi standar pertukaran data nasional. Klinik membutuhkan aplikasi yang dapat digunakan di dalam ruangan melalui komputer dan di luar ruangan melalui perangkat *mobile*. Penggunaan teknologi konvensional umumnya mengharuskan pengembangan dan pemeliharaan dua aplikasi berbeda dengan basis kode terpisah, yang tidak memungkinkan untuk skala klinik kecil dengan sumber daya terbatas. Pemanfaatan *framework* Tauri menjawab permasalahan tersebut karena memungkinkan pembangunan satu aplikasi lintas platform yang dapat dijalankan di berbagai perangkat dengan tampilan dan fungsi yang konsisten. Pendekatan memungkinkan pengembangan, pemeliharaan dan distribusi aplikasi dilakukan oleh klinik dengan sumber daya terbatas, serta meningkatkan efisiensi dan akurasi sekaligus memastikan kepatuhan terhadap kebijakan digitalisasi rekam medis terintegrasi SATUSEHAT.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan di klinik Rahma Medika mengembangkan sistem berbasis *web* dengan metode Prototyping, yang membantu pengelolaan data rekam medis pasien, obat-obatan dan pembuatan laporan otomatis, namun belum mengikuti standar SATUSEHAT dan hanya tersedia di *platform web* [6]. Selain itu, di Puskesmas Suwawa Tengah juga mengembangkan sistem serupa menggunakan metode Prototyping untuk mempermudah registrasi pasien dan pelaporan medis, tetapi belum mendukung entitas medis terperinci dan hanya tersedia di *platform web* [7]. Pada tahun 2025 Wijayanti dan kawan-kawan menambahkan *quick-response code* (QR Code) dan WhatsApp Bot pada sistem pelayanan gizi, namun terbatas pada domain gizi [8]. Penelitian pada [9] berfokus pada sistem imunisasi bayi baru lahir, sedangkan penelitian pada [10] mengembangkan sistem berbasis *web* untuk puskesmas. Secara umum, penelitian terdahulu belum sepenuhnya mengikuti standar pertukaran data SATUSEHAT dan masih terbatas pada implementasi berbasis *web*.

Sebagian besar penelitian terdahulu masih menghasilkan sistem RME yang belum mengikuti standar SATUSEHAT, terbatas pada *platform web*, serta memiliki cakupan sistem yang terlalu umum atau terlalu spesifik, sehingga menghambat integrasi dan akses lintas perangkat. Penelitian ini menjawab kesenjangan tersebut dengan mengembangkan sistem RME berbasis *framework* Tauri, pemilihan *framework* Tauri didasarkan pada studi komparatif oleh [11], yang menunjukkan bahwa Tauri memiliki efisiensi memori tertinggi dan ukuran aplikasi paling kecil di antara *framework* sejenis, sehingga tepat digunakan untuk pengembangan sistem rekam medis digital di klinik dengan sumber daya terbatas.

Selain itu, dengan menggunakan standar SATUSEHAT, hal ini sejalan dengan tren *global interoperabilitas data kesehatan*. *Platform* ini mengadopsi FHIR (*Fast Healthcare Interoperability Resources*), standar pertukaran data medis yang didukung berbagai perusahaan teknologi besar seperti Microsoft, IBM, Amazon, dan Google. Menurut [12], FHIR memungkinkan pengembangan aplikasi berbasis *web* yang dapat mengakses data klinis dari berbagai sistem dan perangkat. Dengan dukungan global dan kemampuan lintas *platform* tersebut, diekspektasikan FHIR akan segera menjadi acuan utama dalam pertukaran informasi kesehatan digital [12].

Kombinasi *framework* Tauri dan standar tersebut menghasilkan sistem yang mendukung penggunaan lintas *platform* pada perangkat *desktop* maupun *mobile* dengan antarmuka responsif, serta mampu menangani berbagai jenis layanan dan kasus medis di Klinik UMC yang tentunya mematuhi regulasi pemerintah.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem RME yang mematuhi regulasi pemerintah dengan mengikuti standar SATUSEHAT, guna mendukung pertukaran data medis serta membuat sistem mampu menangani berbagai jenis kasus yang muncul dalam kegiatan klinik sehari-hari. Sistem dibangun menggunakan *framework* Tauri agar dapat diakses lintas *platform* pada perangkat *desktop* dan *mobile* untuk meningkatkan efisiensi layanan di Klinik UMC.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Literatur

2.1.1. Rekam Medis Elektronik

Menurut ISO 15489, *record* adalah informasi yang dibuat, diterima, dan disimpan sebagai bukti oleh individu atau organisasi untuk keperluan hukum maupun operasional. Sejalan dengan itu, *Electronic Medical Record (EMR)* atau Rekam Medis Elektronik merupakan bentuk digital data kesehatan pasien yang mencakup teks, grafik, numerik, gambar, dan informasi digital lainnya yang dikelola melalui sistem komputer. RME meningkatkan efisiensi, keamanan, dan akurasi data kesehatan, memungkinkan pencatatan, penyimpanan, serta akses informasi medis secara cepat, sekaligus mendukung integrasi dan interoperabilitas antar sistem layanan kesehatan [13].

2.1.2. Framework Multiplatform Berbasis Web (Tauri Framework)

Konsep pengembangan lintas platform (*cross-platform development*) berlandaskan filosofi “*Write Once, Run Everywhere*” dari Java (1995), yang memungkinkan satu basis kode dijalankan di berbagai sistem operasi tanpa penyesuaian besar. Berbagai *framework* terkini seperti Qt, Electron, Neutralinojs, dan Tauri muncul untuk memanfaatkan teknologi *web* dalam membangun aplikasi lintas platform secara efisien [11].

Tauri, yang ditulis dengan bahasa Rust dan menggunakan WebView bawaan sistem operasi, menawarkan performa ringan dibandingkan Electron yang menyertakan *runtime* Chromium. Studi [11] menunjukkan Tauri memiliki penggunaan memori paling efisien dan ukuran installer terkecil. Rust juga direkomendasikan pemerintah Amerika Serikat sebagai bahasa untuk pengembangan perangkat lunak aman. Dengan efisiensi memori, performa tinggi, dan keamanan unggul, Tauri menjadi pilihan ideal untuk sistem digital modern seperti RME.

2.2. Penelitian Terdahulu

Penelitian ini juga memerlukan kajian terhadap jurnal atau literatur dengan tema serupa sebagai acuan untuk mendukung penulisan dan penyusunan penelitian. Berikut beberapa jurnal yang digunakan sebagai referensi dalam studi ini:

1. Penelitian pertama berjudul "Perancangan Sistem Informasi Rekam Medis Pasien Berbasis Web Di Klinik Rahma Medika" oleh Taufiq Purnomo Aji, Sutarman (2025) membahas permasalahan pencatatan rekam medis secara manual yang sering menimbulkan kendala, seperti ketidakakuratan data, duplikasi informasi, dan kesulitan dalam pengelolaan data pasien. Sebagai solusi, dikembangkanlah sistem informasi rekam medis berbasis *web* yang memiliki fitur utama seperti pendaftaran pasien, pencatatan pemeriksaan dan tindakan medis serta resep obat dan pembuatan laporan rekam medis otomatis. Hasil pengujian black-box menunjukkan seluruh fitur berjalan sesuai spesifikasi dan mudah digunakan oleh pengguna [6].
2. Penelitian kedua berjudul "Rancang Bangun Sistem Informasi Rekam Medis Berbasis Web dengan Framework Laravel" oleh Ahmad Azhar Kadim dan tim (2025) dilakukan di Puskesmas Suwawa Tengah, Gorontalo. Penelitian ini bertujuan mengatasi berbagai kendala dalam pencatatan rekam medis secara manual. Data dikumpulkan melalui diskusi langsung dengan petugas medis untuk memahami kebutuhan di lapangan. Sistem kemudian dikembangkan secara bertahap menggunakan metode prototype. Hasilnya, sistem berhasil mempermudah akses informasi medis, mengurangi ketergantungan pada dokumen fisik, serta meningkatkan ketepatan dan keakuratan data yang dicatat [7].
3. Penelitian ketiga berjudul "Implementasi Manajemen Pelayanan Gizi Menggunakan RME dengan QR Code" oleh Rossalina Adi Wijayanti dan tim (2025) di Nutrition Care Center (NCC) Politeknik Negeri Jember mengembangkan sistem RME terintegrasi dengan QR Code dan WhatsApp Bot. Sistem ini memudahkan pasien mengakses riwayat diet dan *skrining* gizi. Alur layanan dijelaskan lengkap dengan desain antarmuka di Figma. Peningkatan jumlah pasien tiap bulan memperkuat urgensi penerapan sistem ini [8].
4. Penelitian keempat berjudul "Perancangan Sistem Rekam Medis Elektronik (RME) Guna Pelaporan Imunisasi Vaksin Bayi Baru Lahir Dengan Metode V-Model" oleh Muhlisin dan rekan-rekan (2025) bertujuan mengatasi masalah pencatatan imunisasi yang masih dilakukan secara manual, yang rentan terhadap duplikasi data, kesalahan input, dan keterlambatan pelaporan. Dengan menggunakan

pendekatan V-Model, sistem RME ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi serta akurasi dalam pelaporan data imunisasi. Proses penelitian dilakukan selama tiga bulan, meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengujian, hingga implementasi [9].

5. Jurnal kelima berjudul "Sistem Informasi Rekam Medis Elektronik (RME) Puskesmas di Lingkungan Dinas Kesehatan, Pengendalian Penduduk dan Keluarga Berencana Kabupaten Batu Bara" oleh Dedek Haryati Damanik (2025) membahas solusi atas pencatatan manual di puskesmas yang rawan kesalahan, kehilangan data, dan lambatnya akses informasi. Data dikumpulkan melalui observasi, studi pustaka, dan penelitian lapangan. Hasilnya, sistem RME yang terintegrasi dengan BPJS berhasil mempercepat administrasi dan meningkatkan kualitas layanan [10].

3. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)*, pendekatan ini memadukan proses penelitian dengan penerapan praktis guna menghasilkan sistem yang siap digunakan secara langsung. Model pengembangan yang digunakan adalah Waterfall, karena memiliki tahapan yang sistematis dan mudah diterapkan. Model ini membantu perencanaan serta pembagian tugas yang jelas pada setiap tahap, sehingga meskipun dikembangkan oleh satu pengembang, proses tetap terarah dan terukur [14].

Lebih lanjut, Waterfall memberikan struktur kerja yang berurutan dan memungkinkan fokus penuh pada satu tahap sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Karakteristik ini menjadikan model Waterfall cocok diterapkan pada pengembangan sistem yang kebutuhan dan ruang lingkupnya sudah stabil sejak awal, seperti sistem RME. Dengan pendekatan linier, setiap tahapan dapat diselesaikan secara menyeluruh, meminimalkan potensi kesalahan, serta memastikan proses pengembangan berjalan lebih efisien dan terkontrol [14].



Gambar 1. Model Waterfall

Gambar 1 menunjukkan model waterfall yang digunakan pada penelitian ini, menurut [15], model pengembangan Waterfall terdiri atas beberapa tahapan berurutan, yaitu analisis kebutuhan (*requirement*), perancangan sistem (*design*), implementasi (*implementation*), pengujian (*testing*), serta pemeliharaan (*maintenance*). Dalam penelitian ini, setiap tahap diterapkan secara sistematis untuk menghasilkan sistem rekam medis digital yang sesuai kebutuhan pengguna.

3.1. Analisis Kebutuhan (*Requirement*)

Pada tahap analisis kebutuhan, data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan kuesioner terhadap tenaga medis serta staf administrasi di Klinik UMC, disertai studi literatur terkait standar SATUSEHAT dan FHIR. Pengumpulan data dilakukan bertahap dari 25 Maret hingga 7 April 2025, dimulai dengan observasi dan wawancara, dilanjutkan penyebaran kuesioner pada minggu berikutnya, serta kuesioner lanjutan setelah implementasi awal. Semua proses ini dilakukan guna memahami kebutuhan sistem dan permasalahan yang dihadapi di lokasi penelitian. Informasi yang diperoleh kemudian digunakan dalam merumuskan kebutuhan fungsional serta non-fungsional. Kebutuhan fungsional mencakup proses dan informasi yang harus dijalankan serta dihasilkan oleh sistem, sedangkan kebutuhan non-fungsional berkaitan dengan perangkat pendukung yang menunjang perancangan dan kinerja sistem [16].

3.2. Perancangan Sistem (*Design*)

Tahap perancangan sistem mencakup pembuatan 5 rancangan sistem berikut:

1. Arsitektur sistem untuk menjelaskan interaksi antar komponen-komponen utama dalam sistem.
2. Diagram konteks untuk menggambarkan batas sistem, alur data masuk dan keluar, serta pihak yang berinteraksi [17].
3. Diagram alir data (*Data Flow Diagram/ DFD*) yang menurut [17], DFD menunjukkan aliran data, proses yang terjadi, serta lokasi penyimpanan tanpa menjelaskan logika program secara teknis.
4. Diagram alir (*flowchart*) yang digunakan sebagai cara visual untuk menunjukkan urutan proses menggunakan simbol terstandar [18], dalam penelitian ini flowchart digunakan untuk menggambarkan alur penggunaan sistem.
5. *Entity Relationship Diagram (ERD)* yang menurut [19], ERD digunakan untuk menggambarkan hubungan antar data secara konseptual sebelum disusun menjadi skema permanen, sedangkan [20] menjelaskan bahwa ERD memvisualisasikan data menggunakan bentuk sederhana seperti kotak untuk entitas dan garis relasi dengan simbol kardinalitas.

Seluruh diagram tersebut dibuat menggunakan *software draw.io*. Sedangkan untuk rancangan antarmuka pengguna dibuat menggunakan *Figma* karena aplikasi ini mudah dipelajari dan memudahkan pembuatan desain interaktif, serta mampu menghasilkan tampilan yang fungsional dan mudah digunakan oleh pengguna [21].

3.3. Implementasi (Implementation)

Pada tahap implementasi, sistem mulai dibangun berdasarkan perancangan sistem yang sudah dilakukan sebelumnya. Pada sisi *server* dibangun menggunakan bahasa pemrograman Go dengan *framework* Fiber, serta basis data PostgreSQL. Integrasi Redis digunakan untuk mempercepat pengelolaan sesi dan akses data melalui mekanisme *caching* yang mampu meningkatkan kinerja aplikasi serta mengurangi beban *server* [22]. Antarmuka aplikasi dibangun menggunakan *framework* Tauri, yang memungkinkan sistem berjalan lintas platform pada perangkat *web* dan *mobile* dengan performa ringan dan antarmuka responsif.

3.4. Pengujian (Testing)

Tahap pengujian dilakukan menggunakan metode *Black-box Testing* untuk memastikan seluruh fitur berfungsi sesuai spesifikasi. Metode *Black-Box* merupakan pengujian yang memverifikasi hasil eksekusi aplikasi berdasarkan masukan yang diberikan untuk memastikan fungsionalitas sistem sesuai kebutuhan pengguna tanpa menguji kode program secara langsung [23]. Pengujian mencakup proses *Create*, *Read*, dan *Update* (CRU) pada modul organisasi, lokasi, praktisi, kunjungan, serta data medis. Setiap kesalahan yang ditemukan dicatat dan diperbaiki agar sistem tetap stabil dan siap digunakan.

Tahap pengujian dilakukan menggunakan metode *Black-box Testing* dan juga *User Acceptance Test* (UAT) untuk memastikan seluruh fitur berfungsi sesuai kebutuhan dan kriteria yang telah ditentukan. Metode *Black-Box* merupakan pengujian yang memverifikasi hasil eksekusi aplikasi berdasarkan masukan yang diberikan untuk memastikan fungsionalitas sistem sesuai kebutuhan pengguna tanpa menguji kode program secara langsung [23]. Pengujian mencakup sejumlah skenario yang disusun berdasarkan alur penggunaan nyata aplikasi. Setelah pengujian *Black-box* dilakukan pengujian UAT, UAT merupakan tahap pengujian akhir yang dilakukan oleh pengguna akhir untuk menilai apakah sistem telah memenuhi kebutuhan operasional dan dapat diterima dalam kondisi penggunaan nyata [24].

3.5. Pemeliharaan (Maintenance)

Tahap pemeliharaan dilakukan setelah sistem lolos uji dan berfungsi sesuai spesifikasi. Fokus utamanya memperbaiki *bug* yang baru ditemukan, dan penyesuaian kebutuhan baru. Dengan prinsip *Clean Architecture*, tiap lapisan terpisah jelas sehingga pembaruan tidak mengganggu modul lain. Pemeliharaan juga mencakup pengujian lintas *platform*, pembaruan keamanan, dan sinkronisasi berkala dengan standar SATUSEHAT.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

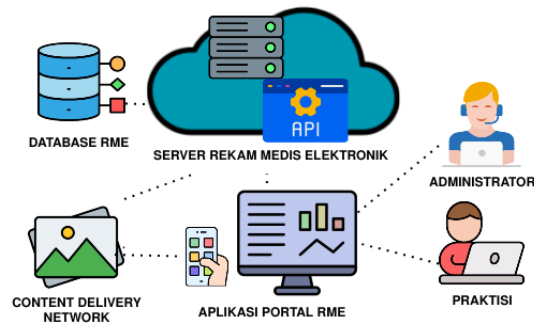
4.1. Hasil

Pada tahap analisis kebutuhan dihasilkan dua kelompok utama kebutuhan sistem yaitu kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Hasil ini didasarkan dari kegiatan pengumpulan data yang dilakukan sebelumnya melalui observasi, wawancara, dan kuesioner tahap awal terhadap tenaga medis serta staf administrasi di Klinik UMC, disertai studi literatur terkait standar SATUSEHAT dan FHIR.

Tabel 1. Kebutuhan Fungsional dan Non-fungsional Sistem

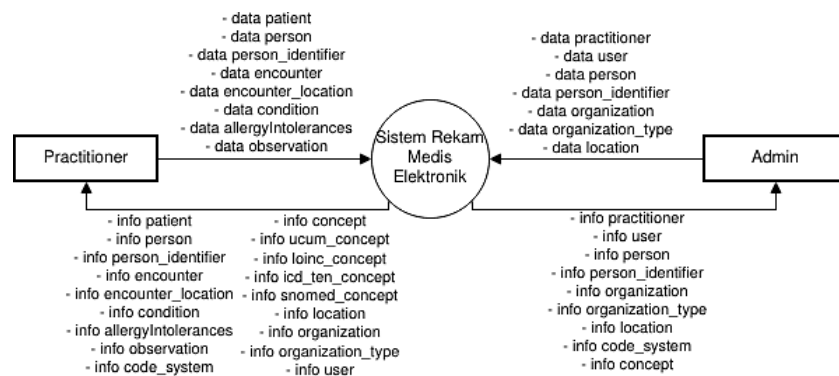
No	Kebutuhan Fungsional	Kebutuhan Non-fungsional
1	Pendaftaran dan pengelolaan data pasien	Keamanan data medis
2	Pengelolaan data rekam medis	Kecepatan respons yang baik
3	Pengelolaan data praktisi, organisasi, dan lokasi	Ketersediaan sistem yang tinggi
4	Akses melalui komputer dan smartphone	Integrasi dengan ekosistem pertukaran data kesehatan nasional sesuai standar SATUSEHAT

Berdasarkan kebutuhan sistem yang sudah dihasilkan di atas, penelitian dilanjutkan ke tahap perancangan sistem. Pada Gambar 2 adalah arsitektur sistem RME menunjukkan bagaimana komponen-komponen utama sistem saling berinteraksi, mulai dari antarmuka pengguna, *server*, basis data, hingga layanan seperti *Content Delivery Network* (CDN) yang saling terhubung.



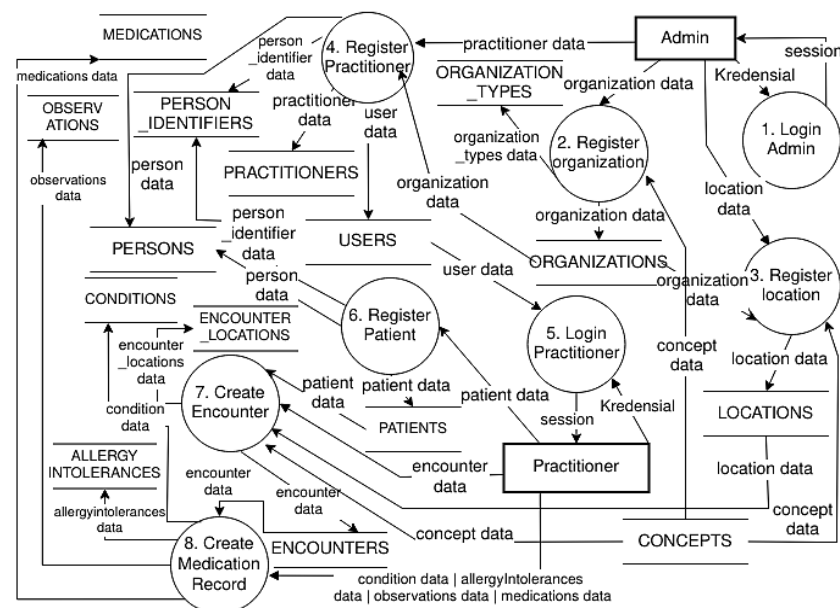
Gambar 2. Arsitektur Sistem

Pada Gambar 3 adalah diagram konteks yang menunjukkan hubungan antara sistem rekam medis digital dan entitas eksternal.



Gambar 3. Diagram Konteks

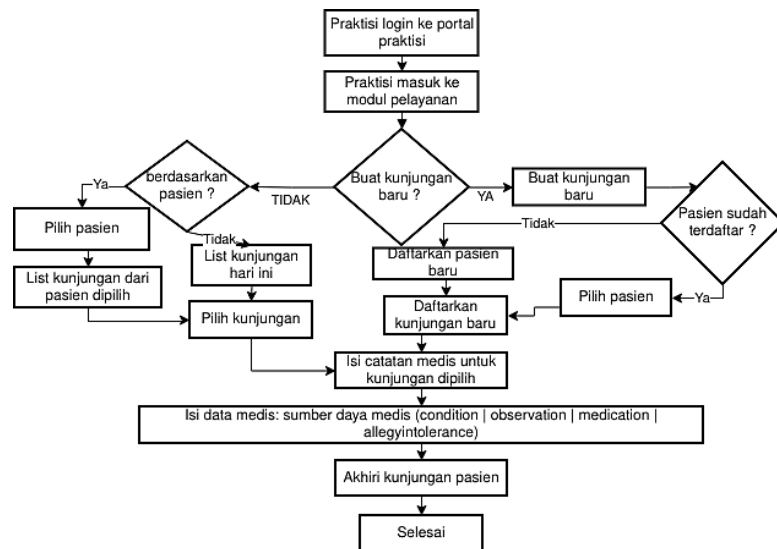
Gambar 3 menunjukkan bahwa sistem RME memiliki dua entitas eksternal yaitu praktisi dan admin. Sistem berinteraksi dengan admin dalam pengelolaan data praktisi, organisasi, lokasi. Bersama praktisi dalam pengelolaan data pasien dan informasi medis secara terintegrasi. Pada Gambar 4 ditampilkan *DFD Level 1* yang menggambarkan pergerakan dan pengelolaan data dalam sistem.



Gambar 4. Data Flow Diagram (DFD) Level 1

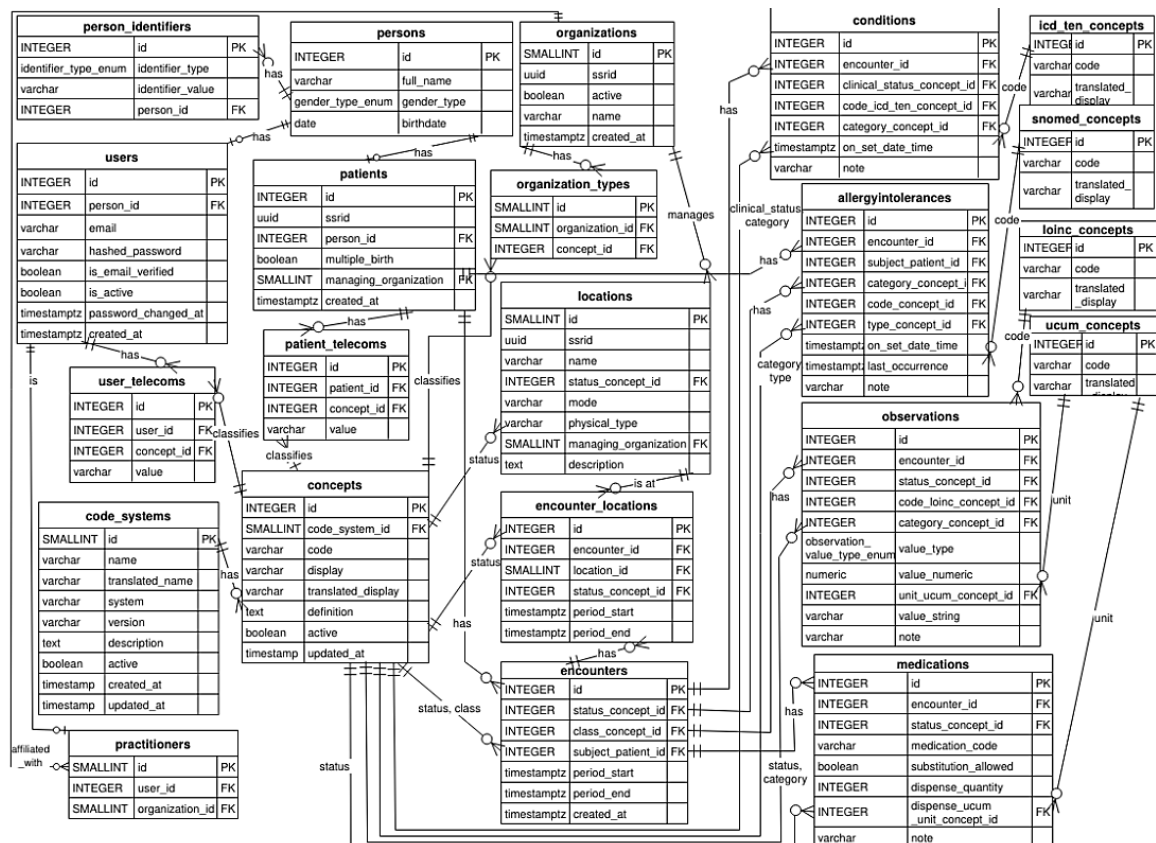
Diagram pada gambar 4 menunjukkan bahwa sistem memiliki 8 proses utama dan 17 tabel utama untuk menangani berbagai aktivitas klinik. Aktivitas ini seperti *login* aplikasi, pendaftaran pasien, dan kunjungannya,

pencatatan rekam medis serta pengelolaan data praktisi, organisasi dan lokasi. Gambar 5 ditampilkan *flowchart* untuk alur penggunaan aplikasi untuk kegiatan pelayanan pasien.



Gambar 5. Flowchart Input Rekam Medis

Diagram ini menjelaskan alur sistem mulai dari *login* hingga pengakhiran kunjungan pasien. Proses dimulai saat praktisi masuk ke aplikasi dan memilih antara membuat kunjungan baru atau melanjutkan kunjungan yang ada. Jika melanjutkan, praktisi dapat memilih dari daftar kunjungan hari ini atau berdasarkan pasien tertentu. Jika membuat kunjungan baru, praktisi memasukkan NIK untuk mencari data pasien. Bila pasien belum terdaftar, sistem akan meminta pendaftaran pasien terlebih dahulu. Setelah kunjungan dibuat, praktisi mengisi data rekam medis pasien. Ketika seluruh data telah lengkap, kunjungan dapat diakhiri dan seluruh informasi rekam medis akan tersimpan dalam sistem. Gambar 6 ditampilkan *ERD* yang menggambarkan hubungan antar data secara konseptual.

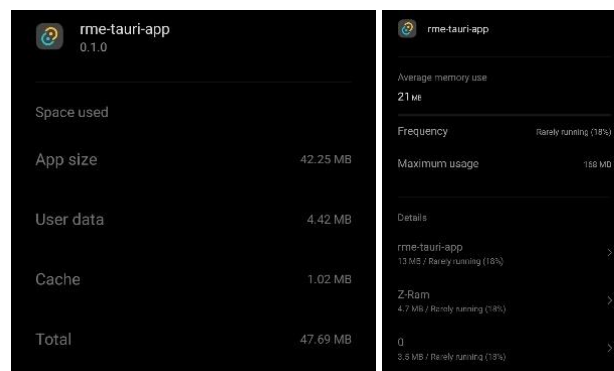


Gambar 6. Entity Relationship Diagram (ERD)

ERD ini menggunakan notasi *Crow's Foot* dan menampilkan hubungan antara entitas utama seperti *patients*, *practitioners*, *organizations*, *encounters*, dan *medications*, yang terhubung dengan entitas pendukung seperti *persons*, *locations*, serta *concepts* untuk menggambarkan keterkaitan data administratif dan klinis.

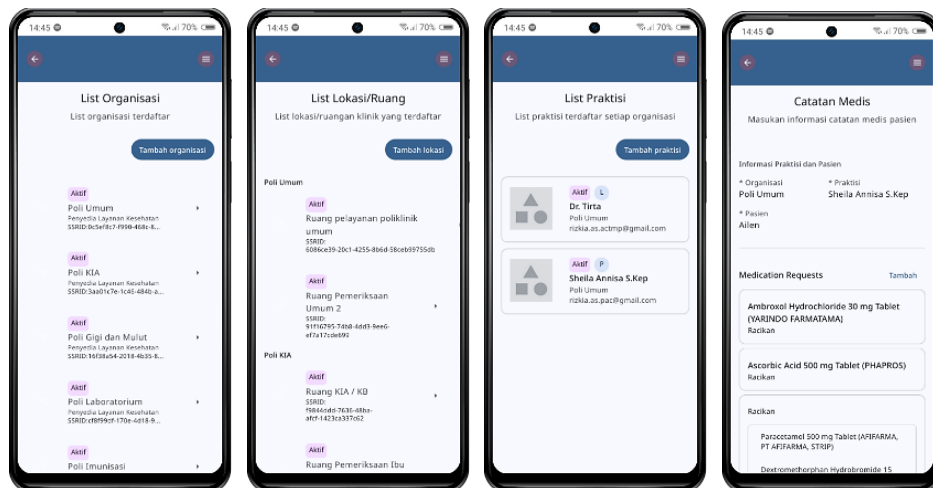
Setelah tahap desain selesai, kemudian dilanjutkan dengan tahap implementasi. Pada *backend*, diterapkan Clean Architecture untuk memisahkan lapisan *domain*, *application*, *interface*, dan *infrastructure*. Arsitektur ini mengintegrasikan *framework* Fiber dengan basis data PostgreSQL serta berbagai layanan pendukung dalam struktur kode yang terorganisir dan independen.

Pada *frontend*, diterapkan pendekatan yang terinspirasi dari Feature-Driven Layered Architecture with Riverpod State Management yang disesuaikan untuk aplikasi berbasis *framework* Tauri. Pendekatan ini menjaga keteraturan kode, mempermudah *debugging*, serta memastikan alur data dan status terkelola dengan baik. Pada gambar 7 terlihat aplikasi yang dihasilkan berukuran 42,25 MB. Setelah digunakan aktif selama 1 jam dan dibiarkan berjalan di latar belakang selama 2 jam, rata-rata penggunaan memorinya tercatat sebesar 21 MB dengan status “rarely running”, yang berarti bahwa aplikasi tidak banyak berjalan di latar belakang.



Gambar 7. Ukuran dan Penggunaan Memori Aplikasi

Pada gambar 8 berikut tampilan antarmuka dari aplikasi untuk portal admin untuk mengelola data organisasi, lokasi atau ruangan, serta praktisi di Klinik UMC.



Gambar 8. Tampilan Manajemen Organisasi, Lokasi, Praktisi dan Rekam Medis

Halaman ini digunakan admin untuk menambah, memperbaharui, dan memantau data secara terpusat melalui halaman daftar organisasi, lokasi, dan praktisi yang terdaftar. Kemudian tampilan antarmuka dari aplikasi untuk antarmuka modul pencatatan rekam medis yang digunakan praktisi untuk mencatat data pasien, seperti resep obat, kondisi, hasil pengamatan, dan alergi serta intoleransi.

Tantangan utama dalam pengembangan atau implementasi dari sistem ini adalah menjaga kompatibilitas lintas *platform*, karena satu basis kode digunakan untuk dua lingkungan berbeda. Beberapa fungsi memerlukan penyesuaian khusus, sehingga dilakukan pengujian rutin dan penyesuaian logika agar kedua *platform* berjalan stabil.

Setelah implementasi selesai dilanjutkan tahap pengujian. Pada tahap ini dilakukan uji Black-box pada fitur-fitur utama yang ada pada sistem ini. Sistem diuji pada laptop dengan Linux (Ubuntu 22.04), Windows 10, serta *smartphone* Android 13 untuk memastikan kompatibilitas lintas *platform*.

Tabel 2. Pengujian Black-box

Fitur	Langkah Pengujian	Ekspektasi	Hasil
Menambah data organisasi	Input data organisasi baru melalui portal admin	Data tersimpan dan muncul di daftar organisasi	Valid
Memperbarui data organisasi	Pilih organisasi, ubah nama atau status aktif	Data organisasi berubah sesuai input terbaru	Valid
Menambah data lokasi	Input data lokasi baru	Data lokasi tersimpan dan muncul di daftar lokasi	Valid
Memperbarui data lokasi	Pilih lokasi, ubah nama atau deskripsi	Data lokasi berhasil diperbarui sesuai input	Valid
Menambah data praktisi	Input data praktisi baru	Data praktisi tersimpan dan tampil di daftar praktisi	Valid
Memperbarui data praktisi	Ubah data praktisi seperti nama, email, atau status	Data praktisi berhasil diperbarui dan tersimpan	Valid
Mencari pasien	Data pasien dicari menggunakan NIK	Data pasien tampil saat ada dan menampilkan pilihan untuk registrasi jika belum ada	Valid
Mendaftarkan pasien baru	Praktisi mendaftarkan pasien baru yang belum ada datanya	Data pasien baru tersimpan dan muncul ketika dicari lagi	Valid
Menambah kunjungan pasien	Praktisi membuat kunjungan baru dan menambahkan data medis	kunjungan tersimpan dan muncul di daftar pasien	Valid
Menambah data medis	Tambahkan <i>condition, observation, allergy intolerance</i> , atau <i>medication</i> ke kunjungan aktif	Data medis tersimpan, terhubung dengan kunjungan, dan dapat dilihat kembali	Valid

Pengujian sistem dilakukan menggunakan 10 skenario Black-box yang disusun berdasarkan alur penggunaan nyata aplikasi. Proses dimulai dari admin yang mendaftarkan data dasar seperti organisasi, lokasi, dan praktisi, kemudian dilanjutkan oleh praktisi yang melakukan pelayanan melalui pencarian atau pendaftaran pasien, pembuatan kunjungan, serta pengisian data rekam medis. Seluruh skenario menghasilkan status valid dengan tingkat keberhasilan 100% dan rata-rata waktu respon sistem adalah 0,9 detik pada akses lokal dan 1,2 detik pada jaringan publik. Hasil menunjukkan seluruh fitur utama berfungsi baik tanpa kesalahan, menandakan sistem stabil dan siap diimplementasikan di Klinik UMC.

Dilakukan juga UAT untuk menilai kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna dan kelayakannya dalam operasional klinik. Responden berjumlah 10 orang yang terdiri dari praktisi medis, petugas rekam medis/administrasi, dan admin sistem di UMC. Kuesioner UAT ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kuesioner UAT

No	Pernyataan
1	Tampilan antarmuka mudah dipahami dan alur kerja jelas
2	Fitur pencarian dan registrasi pasien mudah digunakan
3	Input rekam medis mudah dilakukan
4	Aplikasi mencegah duplikasi data
5	Kecepatan respons aplikasi memadai saat navigasi & penyimpanan
6	Stabilitas sistem baik (minim bug/error)
7	Konsistensi antar platform sudah baik
8	Kejelasan label & validasi input membantu mengurangi kesalahan
9	Riwayat kunjungan & catatan rekam medis mudah ditelusuri kembali

Masing-masing pernyataan dinilai menggunakan skala Likert dengan rentang nilai 1 (sangat tidak setuju) hingga 5 (sangat setuju), dengan hasil uji UAT ditunjukkan pada tabel 3. Tabel 3 menampilkan ringkasan hasil UAT. Mayoritas responden memberi skor tertinggi pada aspek kemudahan antarmuka (4,6), kecepatan respon (4,6), dan konsistensi lintas *platform* (4,5). Rata-rata skor yang diperoleh sebesar 4,5 dari 5, yang menandakan bahwa sistem dinilai mudah digunakan, cepat, dan stabil.

Tabel 3. Hasil Kuesioner UAT

Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Rata-Rata	Keterangan
1	5	5	4	4	5	4	5	4	5	4,6	diterima
2	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4,7	diterima
3	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4,2	diterima
4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4,7	diterima
5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4,1	diterima
6	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4,9	diterima
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4,0	diterima
8	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4,8	diterima

Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Rata-Rata	Keterangan
9	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4,2	diterima
10	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4,9	diterima
Rata-rata per butir	4.6	4.6	4.4	4.4	4.6	4.4	4.5	4.6	4.4	4,5 (Grand Mean)	-

4.2. Pembahasan

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi yang dapat dijalankan lintas *platform* menggunakan *framework* Tauri. Dengan satu basis kode, aplikasi dapat dihasilkan untuk berbagai sistem operasi tanpa memerlukan pengembangan terpisah antara versi *web* dan *mobile*. Pendekatan ini menyederhanakan proses pengembangan, pemeliharaan dan distribusi aplikasi serta memastikan tampilan antarmuka dan fungsi yang seragam di seluruh perangkat. Hal ini menunjukkan peningkatan pada aspek kompatibilitas lintas *platform* dari penelitian-penelitian sebelumnya yang menghasilkan aplikasi yang hanya bisa berjalan di *web*.

Penelitian [8] dan [9] hanya berfokus pada domain gizi dan imunisasi bayi, dan sebagian penelitian lainnya bahkan belum menerapkan standar pertukaran data nasional SATUSEHAT. Penelitian ini memiliki keunggulan dengan menerapkan FHIR yang digunakan dalam SATUSEHAT, sehingga sistem ini dapat melakukan integrasi dengan ekosistem pertukaran data kesehatan nasional yang merupakan mandat permenkes RI No 24 Tahun 2022 yang mewajibkan setiap fasilitas pelayanan kesehatan untuk menyelenggarakan RME yang terhubung dengan platform SATUSEHAT, Integrasi ini juga sejalan dengan temuan [12] yang menyatakan bahwa FHIR akan segera menjadi acuan utama dalam pertukaran informasi kesehatan digital.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem RME berbasis *framework* Tauri yang dikembangkan berfungsi stabil di berbagai platform, mampu memenuhi kebutuhan dan kepuasan pengguna dengan tingkat keberhasilan pengujian Black-box sebesar 100 % dari 10 skenario yang diujikan dan nilai kepuasan pengguna UAT rata-rata 4,5 dari 5. Nilai tertinggi terdapat pada aspek kemudahan antarmuka (4,6), kecepatan respon (4,6), dan konsistensi lintas platform (4,5).

Dalam pengujian performa, aplikasi hanya berukuran 42,25 MB dengan rata-rata penggunaan memori 21 MB setelah tiga jam pengoperasian (1 jam aktif + 2 jam latar belakang) dan berstatus “rarely running”, yang menandakan bahwa proses latar belakang berjalan minimal serta tidak membebani perangkat pengguna. Hasil ini sejalan dengan temuan [11], yang menjelaskan bahwa *framework* Tauri memiliki efisiensi memori tertinggi dan ukuran aplikasi paling kecil di antara *framework* sejenis, sehingga tepat digunakan untuk pengembangan sistem RME di klinik dengan sumber daya terbatas.

Secara teknis, sistem ini memiliki keunggulan dibandingkan penelitian sebelumnya oleh [6], [7], [8], [9] dan [10], yang umumnya masih berbasis *web*, tanpa dukungan interoperabilitas nasional atau belum mengikuti standar SATUSEHAT, serta memiliki cakupan sistem yang terlalu umum atau terlalu spesifik. Penelitian ini menjawab kesenjangan tersebut dengan mengembangkan sistem rekam medis digital berbasis *framework* Tauri yang sesuai standar SATUSEHAT dan sesuai dengan regulasi pemerintah, mendukung lintas platform, responsif, dan mampu menangani berbagai layanan serta kasus medis di Klinik UMC. Namun, penerapan sistem ini juga menghadapi tantangan, terutama dalam menjaga kompatibilitas lintas platform, karena satu basis kode digunakan di dua lingkungan berbeda, sehingga memerlukan penyesuaian dan pengujian rutin.

Pada tahap implementasi, sistem dibangun berdasarkan hasil analisis dan desain menjadi aplikasi siap pakai. Proses ini mencakup integrasi antarmuka, basis data, dan logika bisnis untuk mendukung kegiatan pelayanan medis. Penerapan *Clean Architecture* pada *backend* dan *Feature-Driven Layered Architecture* pada *frontend* menghasilkan sistem yang terstruktur, mudah dipelihara, dan mudah diperbarui. Penggunaan *Tauri Framework* memungkinkan satu basis kode menghasilkan aplikasi lintas platform dengan performa ringan dan efisien. Pendekatan ini meningkatkan ketahanan serta keandalan sistem. Hasil implementasi menunjukkan aplikasi berjalan stabil, konsisten di desktop maupun mobile, responsif, dan memiliki ketersediaan tinggi.

Hasil pengujian *Black-box* menunjukkan seluruh fitur utama berjalan sesuai kebutuhan. Proses pengelolaan data organisasi, praktisi, dan kunjungan pasien, termasuk penambahan serta pembaruan rekam medis, berfungsi dengan baik dan konsisten, menandakan sistem telah siap digunakan dalam operasional pelayanan klinik. Pada tahap pemeliharaan, struktur sistem yang dibangun dengan prinsip *Clean Architecture* memudahkan proses perbaikan dan pengembangan lanjutan. Pemisahan yang jelas antara lapisan *domain*, aplikasi, antarmuka, dan infrastruktur memudahkan pengembang melacak kesalahan serta memperbarui fitur tanpa memengaruhi modul lain.

Secara teknis, sistem ini memiliki keunggulan dibandingkan penelitian sebelumnya oleh [6], [7], [8], [9] dan [10], yang umumnya masih berbasis *web*, belum mengikuti standar SATUSEHAT, serta memiliki cakupan sistem yang terlalu umum atau terlalu spesifik. Penelitian ini menjawab kesenjangan tersebut dengan mengembangkan sistem RME berbasis *framework* Tauri yang sesuai standar SATUSEHAT, mendukung lintas platform, responsif, dan mampu menangani berbagai layanan serta kasus medis di Klinik UMC. Namun, penerapan sistem ini juga menghadapi tantangan, terutama dalam menjaga kompatibilitas lintas platform, karena satu basis kode digunakan di dua lingkungan berbeda, sehingga perlu penyesuaian dan pengujian rutin.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menghasilkan sistem rekam medis digital yang mendukung standar *SATUSEHAT* dan dapat dioperasikan lintas platform melalui *Tauri Framework*. Sistem ini mampu mengelola data organisasi, lokasi, praktisi, pasien, serta rekam medis secara terintegrasi dan responsif. Selain itu, sistem dapat menangani berbagai layanan serta kasus medis di Klinik UMC. Penerapan arsitektur yang terstruktur menjadikan sistem mudah dikembangkan dan dipelihara. Hasil pengujian menunjukkan seluruh fitur utama berjalan sesuai spesifikasi tanpa kesalahan, menandakan sistem stabil dan siap digunakan untuk mendukung digitalisasi pencatatan medis di Klinik Unimuda Medical Center.

Penelitian ini menghasilkan Sistem RME *Multiplatform* berbasis *framework* Tauri yang mampu menjawab permasalahan pencatatan manual di Klinik UMC serta mematuhi Permenkes No. 24 Tahun 2022 mengenai penerapan RME terintegrasi *SATUSEHAT*. Penelitian ini menghasilkan aplikasi lintas platform yang kecil, ringan dan responsif, sehingga efisien digunakan di klinik dengan keterbatasan perangkat. Dengan mematuhi standar *SATUSEHAT*, sistem dapat menangani berbagai layanan serta kasus medis di Klinik UMC. Penerapan arsitektur yang terstruktur dan penggunaan *framework* Tauri menjadikan sistem mudah dikembangkan, dipelihara dan didistribusikan untuk klinik dengan sumber daya terbatas.

Hasil pengujian menunjukkan seluruh fitur utama berfungsi sesuai spesifikasi, dan hasil UAT memperoleh nilai tinggi, yang menunjukkan pengguna merasa puas terhadap kemudahan, kecepatan, dan stabilitas sistem. Dengan demikian, sistem ini terbukti mampu mengatasi kendala duplikasi data, pencatatan konvensional, pengelolaan serta akses manual untuk data-data seperti organisasi, lokasi, praktisi, pasien, serta rekam medis serta meningkatkan efisiensi dan keandalan pertukaran data medis. Dari pengujian tersebut mengindikasikan sistem stabil dan siap digunakan sebagai solusi digitalisasi rekam medis di Klinik Unimuda Medical Center. Pengembangan kedepannya dapat difokuskan pada perluasan interoperabilitas dan penyempurnaan visualisasi informasi medis agar sistem semakin optimal dalam mendukung kegiatan klinik sehari-hari.

REFERENSI

- [1] W. Barker *et al.*, "The Evolution of Health Information Technology for Enhanced Patient-Centric Care in the United States: Data-Driven Descriptive Study," *J Med Internet Res*, vol. 26, p. e59791, Oct. 2024, doi: 10.2196/59791.
- [2] M. Sholkhan, "Implementasi Rekam Medis Elektronik Dan Kajian Hukumnya," *Konstitusi : Jurnal Hukum, Administrasi Publik, dan Ilmu Komunikasi*, vol. 1, no. 3, pp. 39–54, Jun. 2024, doi: 10.62383/konstitusi.v1i3.8.
- [3] Yesica Tria Enggriani and Rr Tutik Sri Haryati, "Opportunities and Challenges of Utilising Big Data on SATUSEHAT Platform in Nursing: A Literature Review," *Lentera Perawat*, vol. 5, no. 2, pp. 226–231, Jul. 2024, doi: 10.52235/lp.v5i2.318.
- [4] F. Ikawati and M. S. Haris, "Challenges in Implementing Digital Medical Records in Indonesian Hospitals: Perspectives on Technology, Regulation, and Data Security," *Proceeding of The International Conference of Inovation Science Technology Education Children and Health*, vol. 4, pp. 1–25, Sep. 2024, doi: 10.62951/icistech.v4i2.70.
- [5] R. Belrado, H. Harmendo, and S. Wahab, "Analisis Penggunaan Rekam Medis Elektronik di Rumah Sakit," *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, vol. 6, no. 4, Mar. 2024, doi: 10.37287/jppp.v6i4.3039.
- [6] T. P. Aji and Sutarman, "Perancangan Sistem Informasi Rekam Medis Pasien Berbasis Web Di Klinik Rahma Medika," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 6, no. 1, 2025, doi: 10.46576/djtechno.v6i1.6145.
- [7] A. A. Kadim, L. Hadjaratie, M. Mokoginta, and A. Zakaria, "Rancang Bangun Sistem Informasi Rekam Medis Berbasis Web dengan Framework Laravel," *Journal Of System And Information Technology*, vol. 5, no. 1, 2025, doi: 10.37031/diffusion.v5i1.30066.
- [8] R. A. Wijayanti, R. D. C. Dewi, N. Nuraini, and A. S. N. Kholili, "Implementasi Manajemen Pelayanan Gizi Menggunakan Rekam Medis Elektronik dengan QR Code Implementation of Nutrition Care Management Using Electronic Medical Record with QR Code," *Pengabdian Masyarakat Rekam Medis dan Informasi Kesehatan Indonesia*, 2025, doi: 10.62951/masmiki.v1i1.1.
- [9] Muhlisin, A. Purbayanti, A. Yulianto, M. Rosita, and A. Pauziah, "Perancangan Sistem Rekam Medis Elektronik (Rme) Guna Pelaporan Imunisasi Vaksin Bayi Baru Lahir Dengan Metode V-Model," *Jurnal Aisyiyah Medika*, 2025, doi: 10.36729/jam.v10i1.1322.
- [10] Dedek Haryati Damanik, "Sistem Informasi Rekam Medis Elektronik (RME) Puskesmas di Lingkungan Dinas Kesehatan, Pengendalian Penduduk dan Keluarga Berencana Kabupaten Batu Bara," *Repeater : Publikasi Teknik Informatika dan Jaringan*, vol. 3, no. 1, pp. 121–128, Jan. 2025, doi: 10.62951/repeater.v3i1.354.
- [11] R. Milichiewicz and M. Badurowicz, "Comparative analysis of cross-platform application development tools in terms of operating system integration," *Journal of Computer Sciences Institute*, vol. 36, pp. 357–364, Sep. 2025, doi: 10.35784/jcsi.7831.

- [12] M. Ayaz, M. F. Pasha, M. Y. Alzahrani, R. Budiarto, and D. Stiawan, "The Fast Health Interoperability Resources (FHIR) Standard: Systematic Literature Review of Implementations, Applications, Challenges and Opportunities," *JMIR Med Inform*, vol. 9, no. 7, p. e21929, Jul. 2021, doi: 10.2196/21929.
- [13] Md. K. Hossain, J. Sutanto, P. W. Handayani, A. A. Haryanto, J. Bhowmik, and V. Frings-Hessami, "An exploratory study of electronic medical record implementation and recordkeeping culture: the case of hospitals in Indonesia," *BMC Health Serv Res*, vol. 25, no. 1, p. 249, 2025, doi: 10.1186/s12913-025-12399-0.
- [14] M. N. H. A. Jaelani and Y. Asriningtias, "Optimalisasi Aplikasi Financial Tracker berbasis Mobile dengan Penerapan Design Pattern MVVM untuk Mengelola Keuangan," *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 545–554, Dec. 2024, doi: 10.29408/edumatic.v8i2.27709.
- [15] P. M. Purba and S. Suendri, "Aplikasi E-Commerce Produk UMKM menggunakan Metode Filtrasi Kolaboratif berbasis Mobile," *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 8, no. 1, pp. 300–309, Jun. 2024, doi: 10.29408/edumatic.v8i1.25880.
- [16] E. Yonatan Koentjoro, O. Oktaviani, and Y. Mirza Maulana, "Analisis Kebutuhan Sistem Website Company Profile Pusat Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Dinamika," *JURNAL ILMIAH INFORMATIKA*, vol. 12, no. 01, pp. 8–14, Mar. 2024, doi: 10.33884/jif.v12i01.8267.
- [17] A. Bibi and N. Syuhada, *Data Flow Diagram, System Analysis and Design*. Ungku Omar Polytechnic Ministry of Higher Education, 2022. Accessed: Oct. 18, 2025. [Online]. Available: <https://anyflip.com/wrwro/fytx/basic>
- [18] S. T. Siska *et al.*, *Algoritma Pemrograman Python*. Sleman: PT Penamuda Media, 2023. Accessed: Oct. 18, 2025. [Online]. Available: <https://anyflip.com/tdezn/ftts/basic>
- [19] Sikha. Bagui and Richard. Earp, *Database design using entity-relationship diagrams*. Auerbach, 2003. Accessed: Oct. 18, 2025. [Online]. Available: <https://lira.epac.to/DOCS-TECH/DataBase/Design/Database%20Design%20Using%20Entity-Relationship%20Diagram.pdf>
- [20] C. Painter-Wakefield, *A Practical Introduction to Databases*. Runestone Academy, 2022. Accessed: Oct. 18, 2025. [Online]. Available: https://runestone.academy/ns/books/published/practical_db/index.html?mode=browsing
- [21] T. Tepe, "Students' Experiences and Usability Evaluation in Interactive Digital Interface Development Process," *Journal of Computer and Education Research*, vol. 10, no. 20, pp. 434–451, 2022, doi: 10.18009/jcer.1109158.
- [22] M. V. Privalov and M. V. Stupina, "Improving web-oriented information systems efficiency using Redis caching mechanisms," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 33, no. 3, pp. 1667–1675, Mar. 2024, doi: 10.11591/ijeecs.v33.i3.pp1667-1675.
- [23] M. Mintarsih, "Pengujian Black Box Dengan Teknik Transition Pada Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Dengan Metode Waterfall Pada SMC Foundation," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 5, no. 1, Feb. 2023, doi: 10.47233/jteksis.v5i1.727.
- [24] R. T. Y. Tong, Y. K. Yuan, N. W. Dong, and R. K. Ramasamy, "A Review: Methods of Acceptance Testing," in *Proceedings of the International Conference on Technology and Innovation Management (ICTIM 2022)*, Atlantis Press, 2022, pp. 76–86. doi: 10.2991/978-94-6463-080-0_7.