

Aplikasi Assistive Technology Parkinson dengan FSM dan Risk Stratification Berbasis Mobile

William Susilo*) dan Joko Susilo

Program Studi Sistem Informasi, Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie, Jl. Yos Sudarso Kav 87, Sunter Jakarta 14350, Indonesia.

*) Surel korespondensi : williamsusilo2827@gmail.com

Abstract. *The development of mobile application-based health technology provided opportunities to support the care of patients with Parkinson's disease who experienced progressive motor disorders. Within the family context, common challenges included medication non-compliance, a high risk of falls associated with freezing of gait without early monitoring, and limited caregiver involvement in continuous supervision. Therefore, mobile-based assistive technology was required to support medication management, fall risk monitoring, and patient-caregiver coordination. This study applied assistive technology for Parkinson's management by implementing a Finite State Machine as a multi-stage model for detecting movement conditions, combined with risk stratification to translate sensor signals into interpretable risk levels. The system also involved caregivers through monitoring and notification mechanisms to enable early intervention. The system was developed iteratively using Extreme Programming, including planning, design, coding, and testing phases. Implementation was conducted on Android using Kotlin and Jetpack Compose, utilizing accelerometer and gyroscope sensors, as well as Firebase for authentication, data storage, synchronization, and notifications. Functional testing was performed using black-box testing. The results indicated that the application provided medication management and fall risk monitoring, while improving coordination between patients and caregivers. The system demonstrated potential as an assistive technology to support Parkinson's care within the family environment*

Keywords: *parkinson, finite state machine, risk stratification, freezing of gait, mobile health*



This work is licensed under Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Diterbitkan oleh LPPM Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie, Jl. Yos Sudarso Kav 87, Sunter Jakarta 14350, Indonesia.

DOI : <https://doi.org/10.46806/jib.v15i1.2002>

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi digital telah menghadirkan perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk bidang kesehatan. Berbagai inovasi telah memungkinkan peningkatan kualitas layanan, mulai dari sistem pemantauan kondisi pasien secara jarak jauh, hingga penerapan teknologi cerdas untuk mendukung pengelolaan penyakit kronis. Potensi besar ini telah terbukti mampu meningkatkan kualitas hidup banyak orang, khususnya mereka yang memiliki penyakit kronis yang membutuhkan pemantauan jangka panjang. Namun, di balik semua kemajuan tersebut, masih terdapat kelompok populasi dengan kebutuhan khusus yang belum sepenuhnya terlayani secara optimal, yaitu sekelompok populasi yang memiliki gangguan neurodegeneratif. Kelompok ini menghadapi tantangan yang lebih kompleks karena penyakit yang diderita bersifat progresif dan berdampak pada

banyak aspek kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, meskipun teknologi telah memberikan banyak solusi kesehatan, masih terdapat kesenjangan dalam pemanfaatannya untuk mendukung penderita gangguan neurodegeneratif secara khusus.

Salah satu gangguan neurodegeneratif yang paling umum adalah penyakit Parkinson, yang menempati urutan kedua setelah Alzheimer. Penyakit ini bersifat progresif dan memengaruhi fungsi motorik maupun non-motorik, sehingga sangat berdampak pada kemandirian dan kualitas hidup penderitanya. Tantangan yang sering dihadapi adalah ketidakpatuhan pasien terhadap rutinitas pengobatan. Radojevic et al. (2022) menyatakan bahwa kepatuhan terhadap pengobatan merupakan faktor penting yang dapat memengaruhi pengendalian penyakit Parkinson. Asupan obat yang tidak teratur dapat menyebabkan hilangnya efek terapeutik secara progresif yang kemudian menimbulkan fluktuasi motorik, diskinesia, serta memperburuk gejala. Fakta ini diperkuat dengan temuan bahwa sebanyak 74,1% pasien Parkinson melaporkan kepatuhan yang lebih rendah terhadap pengobatan mereka. Ketidakpatuhan ini sering dipicu salah satunya oleh kompleksitas jadwal pengobatan maupun keterbatasan daya ingat pasien, sehingga diperlukan mekanisme pendukung yang mampu membantu pasien dalam menjaga konsistensi pengobatan sekaligus memberikan laporan yang dapat diakses oleh pihak terkait.

Selain kendala kepatuhan obat, penderita Parkinson juga menghadapi risiko jatuh yang sangat tinggi. Lima et al. (2022) menyatakan bahwa risiko jatuh tahunan pada pasien Parkinson berkisar antara 45 hingga 68%, dengan faktor penyebab meliputi hipotensi ortostatik, pembekuan gaya berjalan, ketidakstabilan postural, serta tingkat keparahan penyakit. Risiko ini tidak hanya berdampak pada keselamatan fisik pasien, tetapi juga memengaruhi tingkat kemandirian serta kualitas hidup mereka secara keseluruhan. Dampak tersebut menjadikan proses pendampingan dalam lingkungan keluarga menjadi jauh lebih kompleks, karena anggota keluarga harus mampu mengantisipasi perubahan kondisi pasien yang sering kali terjadi secara tiba-tiba. Dalam situasi tersebut, diperlukan sistem monitoring yang lebih responsif agar dapat membantu keluarga untuk memberikan intervensi yang cepat sesuai dengan kondisi pasien dan mengidentifikasi kondisi berbahaya sebelum jatuh terjadi.

Tingginya risiko jatuh tersebut juga tidak terlepas dari dominasi *freezing of gait* (FoG) sebagai salah satu penyebab utamanya. Pelicioni et al. (2019, sebagaimana dikutip dalam Camicioli et al., 2023) melaporkan bahwa sekitar 61% insiden jatuh pada penderita Parkinson berhubungan dengan *freezing of gait* berdasarkan analisis prospektif terhadap 2.043 kejadian jatuh melalui wawancara telepon. Jatuh berulang kali bahkan dianggap sebagai salah satu indikator progresivitas penyakit Parkinson. Dampaknya cukup serius karena dapat mengakibatkan cedera, penurunan mobilitas, kualitas hidup yang lebih rendah, hingga meningkatkan risiko kematian. Kondisi ini menunjukkan bahwa *freezing of gait* bukan sekadar gejala motorik biasa, tetapi sebuah titik kritis yang memengaruhi stabilitas dan keamanan pasien secara langsung. Oleh

karena itu, pemantauan yang mampu mengenali pola kemunculan *freezing of gait* menjadi esensial dalam upaya pencegahan jatuh.

Di sisi lain, peran *caregiver* atau pendamping menjadi bagian penting dalam membantu penderita Parkinson menghadapi permasalahan sehari-hari. *Caregiver* tidak hanya membantu pasien dalam aktivitas dasar, tetapi juga memastikan kepatuhan pengobatan dan memberikan dukungan ketika terjadi keadaan darurat. Sayangnya, dukungan terhadap *caregiver* di Indonesia masih sangat terbatas. Rahmawati dan Mulyanto (2025) menegaskan bahwa dukungan bagi *caregiver*, yang merupakan bagian integral dalam manajemen penyakit Parkinson, belum mendapatkan perhatian yang memadai di tingkat layanan kesehatan primer. Padahal, beban yang ditanggung *caregiver* seringkali sangat berat, baik dari sisi fisik, emosional, maupun sosial.

Keterbatasan dalam dukungan struktural dan beban kerja membuat kebutuhan akan solusi yang melibatkan *caregiver* secara langsung menjadi semakin mendesak. Kondisi beban kerja yang tinggi dan minimnya dukungan struktural menempatkan *caregiver* pada situasi yang rawan kelelahan serta menurunkan kualitas pendampingan yang mereka berikan. Tanpa adanya dukungan yang komprehensif, baik pasien maupun *caregiver* akan sama-sama menghadapi kesulitan dalam manajemen penyakit. Dari beberapa uraian tersebut, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang ada, antara lain: (1) ketidakpatuhan penderita Parkinson dalam mengonsumsi obat secara teratur, (2) tingginya risiko jatuh akibat *freezing of gait* pada penderita Parkinson tanpa sistem pemantauan dini, dan (3) terbatasnya dukungan bagi *caregiver* dalam mendampingi penderita Parkinson.

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dijabarkan di atas, maka peneliti menetapkan beberapa masalah. (1) Ketidakpatuhan penderita Parkinson dalam mengonsumsi obat secara teratur dalam lingkup keluarga, khususnya bagi pengguna aplikasi *mobile*. (2) Tingginya risiko jatuh akibat *freezing of gait* pada penderita Parkinson tanpa sistem pemantauan dini dalam lingkup keluarga, dengan fokus pada pengguna aplikasi *mobile*. (3) Terbatasnya dukungan bagi *caregiver* antar anggota keluarga dalam mendampingi penderita Parkinson pengguna aplikasi *mobile*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan merancang mekanisme pemantauan serta pengingat konsumsi obat dalam aplikasi *mobile* untuk meningkatkan kepatuhan minum obat pada penderita Parkinson, mengembangkan fitur deteksi risiko jatuh dalam aplikasi *mobile* untuk penderita Parkinson di lingkungan keluarga, dan menyediakan mekanisme dukungan dan koordinasi antar *caregiver* dalam keluarga melalui aplikasi *mobile* untuk meningkatkan kualitas pendampingan bagi penderita Parkinson.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Parkinson

Menurut Ridwan (2021:7), “Penyakit parkinson merupakan sebuah penyakit yang diakibatkan oleh gangguan pada *ganglia basalis* di otak sehingga terjadi penurunan atau tidak adanya pengiriman *dopamin* dari *substansia nigra* ke *globus palidus/neostriatum*. Jika seseorang mengidap Parkinson akan mengakibatkan degenerasi sel-sel otaknya secara bertahap menuju disfungsi sel-sel otak secara permanen.”

Menurut Tunjungsari et al. (2024: 2), “Penyakit parkinson adalah suatu kelainan fungsi otak yang secara patologi ditandai dengan degenerasi sel-sel saraf dalam otak yang disebut *ganglia basalis*, hilangnya pigmentasi di *substansia nigra*, adanya *inklusi sitoplasmik* yang disebut badan Lewy, serta penurunan *dopamin* di *substansia nigra pars kompakta* (SNc) dan *korpus striatum*.” Pada umumnya Penyakit Parkinson muncul pada usia 40-70 tahun, rata-rata di atas usia 55 tahun dan lebih sering ditemukan pada laki-laki dibandingkan perempuan dengan rasio 3:2.”

2.2. Assistive Technology

Cook dan Polgar (2015:2) berpendapat bahwa secara formal *assistive technology* merujuk pada berbagai perangkat, sistem, atau produk yang digunakan untuk meningkatkan, mempertahankan, atau memperbaiki kemampuan fungsional individu dengan disabilitas. Definisi ini mencakup teknologi yang tersedia secara komersial maupun yang dimodifikasi atau dirancang khusus untuk mendukung fungsi individu. Dalam konteks penelitian ini, sistem yang dikembangkan berupa aplikasi *mobile* berbasis sensor dapat dipandang sebagai bentuk *assistive technology* digital, karena dirancang untuk membantu penderita Parkinson dalam mempertahankan fungsi motorik, meningkatkan keamanan melalui pemantauan risiko jatuh, serta mendukung kualitas hidup pengguna.

Sejalan dengan itu, World Health Organization (2019:1) menjelaskan bahwa *assistive technology* merupakan bagian dari teknologi kesehatan yang mencakup produk, sistem, dan layanan yang dirancang untuk membantu individu mempertahankan atau meningkatkan kemampuan fungsional sehingga mendukung kesejahteraan. Kehadiran *assistive technology* memungkinkan individu dengan keterbatasan fungsi, termasuk penderita penyakit kronis dan lansia tetap dapat hidup mandiri, produktif, dan bermartabat, sekaligus mengurangi dampak penurunan fungsi yang bertahap serta menekan kebutuhan pendampingan *caregiver*. WHO juga menegaskan bahwa *assistive technology* tidak terbatas pada alat bantu fisik, tetapi mencakup teknologi informasi dan komunikasi seperti perangkat lunak atau sistem digital yang mendukung fungsi tertentu.

2.3. Finite State Machine

Gorman dan Sproat (2021) menjelaskan bahwa *finite state machine* (FSM) merupakan bentuk khusus dari *state machine* yang perilakunya dapat dijelaskan sepenuhnya

melalui sekumpulan *state* (keadaan) dan *arc*/transisi yang menghubungkan antar *state* tersebut. Dalam pemodelan ini, *state* merepresentasikan “memori” sistem, sedangkan transisi merepresentasikan operasi atau komputasi yang terjadi ketika suatu masukan diberikan. Secara konseptual, *state machine* dapat dipandang sebagai graf berarah karena adanya transisi dari satu *state* ke *state* lain tidak selalu berarti transisi sebaliknya juga tersedia. FSM sendiri dibatasi oleh jumlah *state* yang berhingga dan telah ditentukan, serta transisinya diberi label untuk menggambarkan perubahan keadaan akibat input tertentu beserta output yang dihasilkan.

Sejalan dengan penjelasan tersebut, Sipser (2013) memandang *Finite State Machine* (FSM) atau *finite automaton* merupakan model komputasi sederhana yang digunakan untuk merepresentasikan cara kerja sistem dengan kapasitas memori yang sangat terbatas. Dalam teori komputasi, model ini digunakan sebagai bentuk penyederhanaan dari komputer nyata yang terlalu kompleks untuk dianalisis secara langsung. FSM bekerja berdasarkan sejumlah keadaan (*state*) terbatas dan transisi antar keadaan tersebut untuk menghasilkan respons tertentu terhadap masukan yang diterima.

2.4. Risk Stratification

Prime Registry (2023) menjelaskan *risk stratification* pada dasarnya dirancang agar tidak hanya menghitung skor tingkat risiko kesehatan setiap pasien, tetapi juga menurunkannya menjadi rencana tindak lanjut (*action plan*) yang membantu menentukan langkah layanan yang perlu dilakukan pada pasien.

Selaras dengan itu, Health Economics Unit (2024) mendefinisikan *risk stratification* juga dapat dipahami sebagai metode untuk mengelompokkan pasien ke kategori risiko tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan potensi kejadian merugikan di masa depan, sehingga perencanaan layanan kesehatan bisa disesuaikan secara lebih tepat sasaran melalui intervensi yang bertujuan mencegah kejadian tersebut sebelum benar-benar terjadi.

2.5. Accelerometer

Zeng dan Fa (2016) berpendapat bahwa *accelerometer* dapat dipahami sebagai transduser yang menghasilkan keluaran sebanding dengan percepatan yang dialami. Sensor ini mengukur *proper acceleration*, yaitu percepatan relatif terhadap kondisi jatuh bebas, yang secara konseptual setara dengan percepatan inersial dikurangi pengaruh percepatan gravitasi lokal. Dengan demikian, *accelerometer* dapat digunakan untuk mendeteksi besar dan arah percepatan sebagai besaran vektor.

Sejalan dengan definisi tersebut, Colliot (2023:362) menjelaskan bahwa *accelerometer* merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan linear, yaitu perubahan kecepatan terhadap waktu pada suatu objek berdasarkan sumbu acuan tertentu. Data percepatan yang diperoleh dapat diintegrasikan terhadap waktu untuk memperoleh informasi kecepatan. Dalam sistem satuan internasional (SI), percepatan dinyatakan dalam meter per detik kuadrat (m/s^2), meskipun dalam praktiknya sering pula digunakan satuan *g-force* untuk merepresentasikan percepatan gravitasi, dengan

nilai standar 1 g setara dengan $9,81 \text{ m/s}^2$. Secara prinsip kerja, *accelerometer* umumnya dimodelkan sebagai sistem massa yang digantung pada mekanisme suspensi mekanik di dalam suatu kerangka referensi, di mana pergerakan massa tersebut mencerminkan percepatan yang dialami sistem.

2.6. Gyroscope

Colliot (2023:363) menjelaskan bahwa *gyroscope* merupakan sensor inersial yang digunakan untuk mengukur perubahan posisi sudut terhadap waktu dalam suatu kerangka acuan inersial, yang dikenal sebagai kecepatan sudut (*angular velocity* atau *angular rate*). Pada *gyroscope* berbasis MEMS, prinsip kerjanya memanfaatkan efek Coriolis, yaitu gaya semu yang bekerja pada benda yang bergerak di dalam sistem yang berotasi relatif terhadap kerangka inersial, sehingga perubahan gerak tersebut dapat dideteksi dan dikonversi menjadi sinyal pengukuran sudut.

Sejalan dengan penjelasan tersebut, Usubamatov (2025:4) menyatakan bahwa *gyroscope* merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur atau mempertahankan orientasi suatu objek dengan memanfaatkan prinsip momentum sudut pada cakram yang berputar. Secara teoritis, konsep *gyroscope* berlandaskan pada cabang mekanika yang membahas gerak rotasi benda tegar terhadap suatu titik tetap.

2.7. Notifikasi

Costanich (2011) menjelaskan bahwa notifikasi pada perangkat *mobile* berfungsi sebagai mekanisme untuk memberi tahu pengguna ketika terjadi suatu peristiwa spesifik pada aplikasi, terutama saat aplikasi tidak sedang berada di latar depan. Notifikasi tetap dapat muncul pada berbagai kondisi perangkat maupun aplikasi, misalnya ketika perangkat terkunci, ketika perangkat sedang aktif tetapi aplikasi tidak berjalan di *foreground*, hingga ketika aplikasi sedang digunakan.

Sejalan dengan fungsi tersebut, Mehrotra dan Musolesi (2020) menekankan bahwa notifikasi merupakan elemen kunci dalam penyampaian informasi berbasis *push* pada ponsel karena mampu mengarahkan perhatian pengguna agar informasi yang dikirim lebih efektif. Pada implementasi umum sistem operasi *mobile*, notifikasibiasanya ditampilkan secara terpadu, misalnya pada *lock screen* dan bilah notifikasi dengan ringkasan singkat seperti identitas pengirim, deskripsi isi/peristiwa pemicu, serta waktu pengiriman. Selain itu, notifikasi dapat dipicu baik oleh aktivitas manusia maupun proses otomatis dari sistem/aplikasi.

2.8. Android

Menurut Prabowo et al. (2021:4), "Android merupakan sistem operasi berbasis linux yang digunakan untuk telepon seluler (*mobile*), seperti telepon pintar (*smartphone*) dan komputer tablet (PDA)."

Menurut Prasetyo et al. (2023:1), "Android adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat *mobile* berbasis Linux yang mencakup sistem operasi, *middleware* dan

aplikasi. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk membuat aplikasi mereka.”

2.9. Kotlin

Menurut Prasetyo et al. (2023:2), “Kotlin adalah bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh JetBrains, perusahaan perangkat lunak yang terkenal dengan produk-produk seperti IntelliJ IDEA (sebuah lingkungan pengembangan terintegrasi, atau IDE) dan Kotlin sendiri. Kotlin dirancang untuk menjadi bahasa yang ekspresif, ringkas, dan mudah dipahami, sambil tetap kompatibel dengan Java, bahasa pemrograman yang telah lama digunakan dalam pengembangan aplikasi Android.”

Menurut Suradi et al. (2024:18), “Kotlin adalah bahasa pemrograman modern yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi pengembangan aplikasi Android dibandingkan dengan Java. Salah satu keunggulan Kotlin adalah kemampuannya mengurangi jumlah kode *boilerplate* yang harus ditulis, sehingga memungkinkan pengembang untuk fokus pada logika aplikasi daripada sintaksis yang berulang. Kotlin juga lebih ekspresif dan mendukung fitur seperti *extension functions*, yang mempermudah penambahan fungsi baru tanpa mengubah kode asli.”

2.10. Model-View-ViewModel (MVVM)

Gaudioso (2010) menjelaskan bahwa MVVM (*Model-View-ViewModel*) merupakan pola desain perangkat lunak yang menyediakan solusi terstruktur untuk memisahkan tampilan antarmuka pengguna (*View*) dari pengelolaan data dan logika aplikasi (*Model*), dengan *ViewModel* berperan sebagai penghubung di antara keduanya. Melalui pemisahan tanggung jawab ini, pengembangan *View* dan *Model* dapat dilakukan secara independen, pengujian menjadi lebih mudah karena logika interaksi terpusat pada *ViewModel* tanpa bergantung pada komponen UI, serta memungkinkan penggunaan satu *ViewModel* untuk mendukung berbagai tampilan berbeda.

Sehubungan dengan itu, Stonis (2022:9) berpendapat bahwa MVVM (*Model-View-ViewModel*) merupakan pola arsitektur yang dirancang untuk memisahkan logika bisnis dan logika presentasi dari antarmuka pengguna (UI) agar aplikasi lebih mudah diuji, dipelihara, dan dikembangkan. Pola ini terdiri dari tiga komponen utama, yaitu *Model* sebagai pengelola data dan aturan bisnis, *View* sebagai representasi tampilan, serta *ViewModel* sebagai penghubung yang menyiapkan data dan perilaku untuk ditampilkan pada *View*. Dalam interaksinya, *View* berhubungan dengan *ViewModel* dan *ViewModel* berinteraksi dengan *Model*, sehingga *Model* dapat berkembang secara independen tanpa bergantung pada tampilan. Pemisahan tanggung jawab tersebut membantu mengurangi keterikatan langsung antara kontrol UI dan logika aplikasi, meningkatkan peluang penggunaan ulang kode, memudahkan pengujian unit pada *Model* dan *ViewModel* tanpa melibatkan *View*, serta memungkinkan pengembang dan perancang UI bekerja paralel pada komponen masing-masing.

2.11. Firebase

Moroney (2017:2) menjelaskan bahwa Firebase sebagai platform layanan *backend* (*Backend-as-a-Service/BaaS*) yang menyatukan beragam kapabilitas pengembangan

aplikasi ke dalam tiga domain fungsional, yakni *Develop* (penyediaan layanan inti untuk membangun dan menjalankan aplikasi), *Grow* (dukungan akuisisi serta keterlibatan pengguna), dan *Earn* (fasilitasi monetisasi). Ketiga domain tersebut diorkestrasi melalui *analytics* sebagai komponen pemersatu yang memungkinkan pengukuran dan evaluasi penggunaan layanan maupun perilaku pengguna. Dalam kerangka ini, Firebase bersifat modular, sehingga pengembang dapat memilih layanan yang relevan tanpa kewajiban mengadopsi seluruh ekosistem.

Sehubungan dengan itu, Kumar (2018:7) juga menekankan bahwa Firebase berkembang sebagai salah satu platform *Backend-as-a-Service* (BaaS) yang berfokus pada penyediaan infrastruktur *backend* secara praktis dan terintegrasi, khususnya melalui layanan *Realtime Database* yang memungkinkan sinkronisasi data secara otomatis dan langsung antarperangkat. Ia menjelaskan bahwa Firebase dirancang untuk mempercepat proses pengembangan aplikasi dengan menyediakan fitur siap pakai, skalabilitas yang fleksibel, serta dukungan penyimpanan dan pengelolaan data berbasis *cloud*. Selain itu, Kumar menggarisbawahi bahwa keunggulan utama Firebase terletak pada kemampuannya menangani kebutuhan data *real-time* dengan waktu pengembangan yang relatif singkat.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif untuk memperoleh hasil yang komprehensif. Pendekatan kualitatif diterapkan melalui penelitian lapangan (*field research*) guna memahami kondisi, pengalaman, serta interaksi antara penderita Parkinson dan *caregiver* dalam aktivitas pendampingan sehari-hari, khususnya terkait pengingat konsumsi obat dan penanganan kondisi darurat. Pendekatan ini memungkinkan peneliti memperoleh gambaran nyata terhadap sistem pendampingan yang berlangsung secara alami tanpa manipulasi, sehingga hasilnya dapat dijadikan dasar dalam perancangan dan implementasi sistem yang dikembangkan.

Selain itu, metode kuantitatif digunakan untuk mendukung pengukuran data secara terstruktur. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa evaluasi terhadap sistem tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga didukung oleh data empiris yang diperoleh melalui pengolahan data sensor dan perhitungan kuantitatif. Dengan demikian, hasil penelitian dapat memberikan gambaran yang lebih objektif dan terukur terhadap kinerja sistem yang dihasilkan.

3.1. Teknik Pengumpulan Data

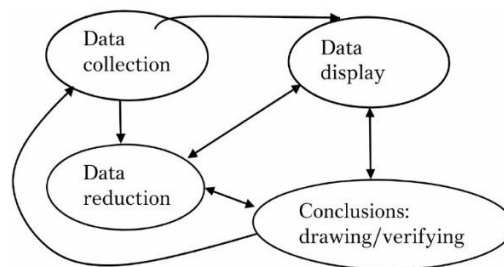
Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi, wawancara, studi pustaka, dan dokumentasi. Observasi dilakukan secara langsung terhadap aktivitas penderita Parkinson bersama *caregiver* untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari, seperti keterlambatan konsumsi obat, keterbatasan komunikasi, serta kesulitan dalam meminta bantuan. Selain itu, wawancara tidak terstruktur dilakukan dengan *caregiver* guna memperoleh

informasi yang lebih mendalam terkait pengalaman, kendala, serta kebutuhan dalam proses pendampingan pasien.

Data sekunder dikumpulkan melalui studi pustaka dengan menelaah berbagai literatur seperti buku, jurnal ilmiah, dan penelitian terdahulu yang relevan, khususnya terkait penyakit Parkinson, penerapan *Finite State Machine* (FSM), serta pengembangan aplikasi *mobile*. Selain itu, teknik dokumentasi digunakan untuk melengkapi data penelitian melalui pengumpulan dokumen yang dibutuhkan. Kombinasi teknik ini bertujuan untuk memperoleh data yang komprehensif sebagai dasar dalam perancangan dan pengembangan sistem.

3.2. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis terhadap data yang diperoleh dari hasil observasi, wawancara, studi pustaka, dan dokumentasi. Proses analisis bertujuan untuk mengorganisasi, menyusun, serta menginterpretasikan data sehingga menjadi informasi yang bermakna dan mudah dipahami. Dalam penelitian ini, teknik analisis data mengacu pada model interaktif Miles dan Huberman yang meliputi tiga tahapan utama, yaitu reduksi data, penyajian data, serta penarikan kesimpulan atau verifikasi. Ketiga tahapan ini yang ditunjukkan pada Gambar 1 dilakukan secara berulang dan saling berkaitan untuk memastikan hasil analisis yang valid dan komprehensif.



Gambar 1. Diagram Alur Analisis Data berdasarkan Model Miles dan Huberman

3.2.1. Reduksi Data (*Data Reduction*)

Reduksi data merupakan proses pemilihan, penyederhanaan, dan pemfokusan data yang diperoleh dari lapangan. Pada tahap ini, data yang relevan dengan tujuan penelitian diseleksi dan dirangkum, sementara data yang kurang relevan disisihkan. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola, tema, serta informasi penting yang mendukung analisis, sehingga data menjadi lebih terarah dan mudah dipahami untuk tahap selanjutnya.

3.2.2. Penyajian Data (*Data Display*)

Penyajian data dilakukan dengan menyusun informasi yang telah direduksi ke dalam bentuk yang terstruktur, seperti teks naratif atau bentuk visual lainnya. Tahap ini bertujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap data serta membantu dalam mengidentifikasi pola dan hubungan antar informasi. Dengan penyajian data yang

sistematis, peneliti dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai fenomena yang diteliti dan menentukan langkah analisis berikutnya.

3.2.3. Penarikan Kesimpulan/Verifikasi (*Conclusion Drawing/Verification*)

Penarikan kesimpulan merupakan tahap akhir dalam analisis data yang dilakukan dengan menginterpretasikan hasil temuan penelitian. Kesimpulan yang diperoleh bersifat sementara dan akan diverifikasi secara berkelanjutan dengan membandingkan berbagai sumber data yang tersedia. Proses verifikasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa kesimpulan yang dihasilkan valid, konsisten, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

3.3. Teknik Pengukuran Data

Teknik pengukuran data dalam penelitian ini dilakukan melalui ekstraksi fitur gerakan yang diperoleh dari sensor pada perangkat *mobile*, yaitu *accelerometer* dan *gyroscope*. Ekstraksi fitur bertujuan untuk merepresentasikan intensitas gerakan serta perubahan orientasi tubuh dalam bentuk nilai yang lebih ringkas dan terukur. Fitur utama yang digunakan adalah *Total Acceleration* (TA) dan *Total Gyroscope Signal* (TGS), yang dihitung berdasarkan magnitudo vektor tiga dimensi dari masing-masing sumbu *x*, *y*, dan *z*.

Perhitungan *Total Acceleration* (TA) digunakan untuk merepresentasikan intensitas gerakan tubuh secara keseluruhan, yang diperoleh dari data *accelerometer* dengan rumus sebagai berikut:

$$TA = \sqrt{Ax^2 + Ay^2 + Az^2}$$

di mana Ax^2 , Ay^2 , dan Az^2 merupakan nilai percepatan pada masing-masing sumbu. Nilai TA memberikan gambaran total intensitas gerakan yang relatif stabil meskipun terjadi perubahan orientasi perangkat.

Selanjutnya, untuk mengukur intensitas rotasi atau perubahan orientasi, digunakan *Total Gyroscope Signal* (TGS) yang dihitung dari data *gyroscope* dengan rumus:

$$TGS = \sqrt{Gx^2 + Gy^2 + Gz^2}$$

di mana Gx^2 , Gy^2 , dan Gz^2 merupakan nilai kecepatan sudut pada masing-masing sumbu. Nilai TGS digunakan untuk mengidentifikasi perubahan gerakan yang cepat, ketidakstabilan postur, serta pola gerakan yang tidak normal.

Dengan menggunakan kedua parameter tersebut, sistem mampu merepresentasikan kondisi gerakan pengguna secara kuantitatif sebagai dasar dalam proses analisis dan deteksi risiko.

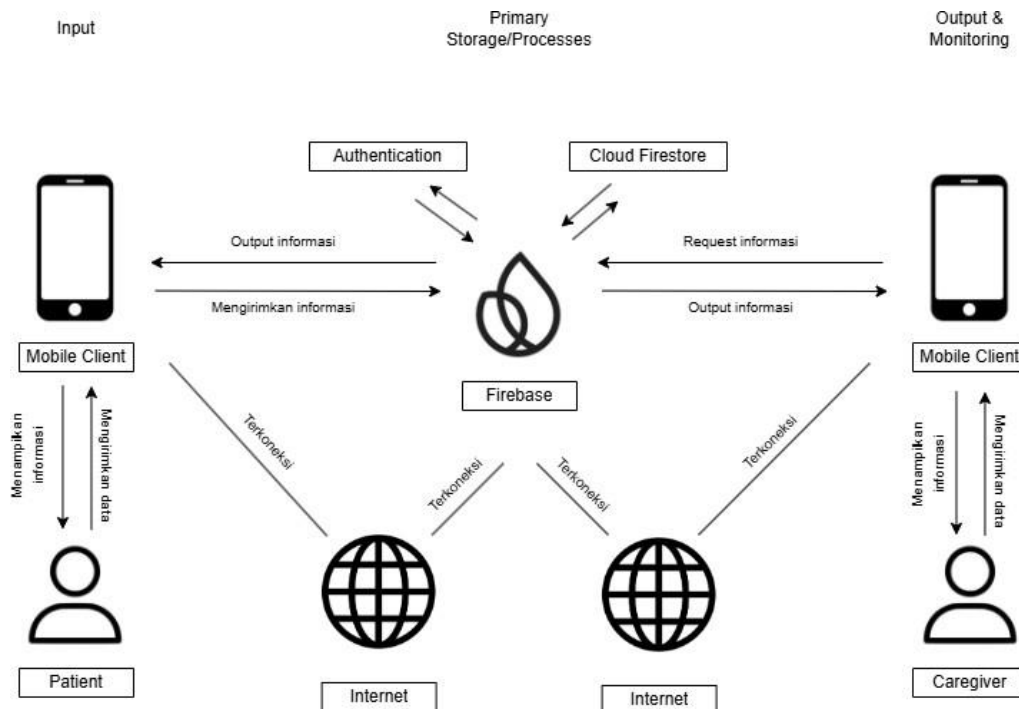
4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Arsitektur Rancangan Sistem

Sistem yang dikembangkan merupakan aplikasi *mobile* berbasis Android yang memanfaatkan layanan *cloud* sebagai pusat pengolahan dan pertukaran data.

Arsitektur sistem pada Gambar 2 menggambarkan alur pengolahan informasi mulai dari input, proses, hingga output dan penyimpanan data. Proses dimulai dari pengguna yang memasukkan data melalui aplikasi, yang kemudian dikirimkan ke layanan *cloud* Firebase melalui koneksi internet. Firebase berperan dalam proses autentikasi pengguna melalui *Authentication* serta penyimpanan dan pengelolaan data melalui *Cloud Firestore*.

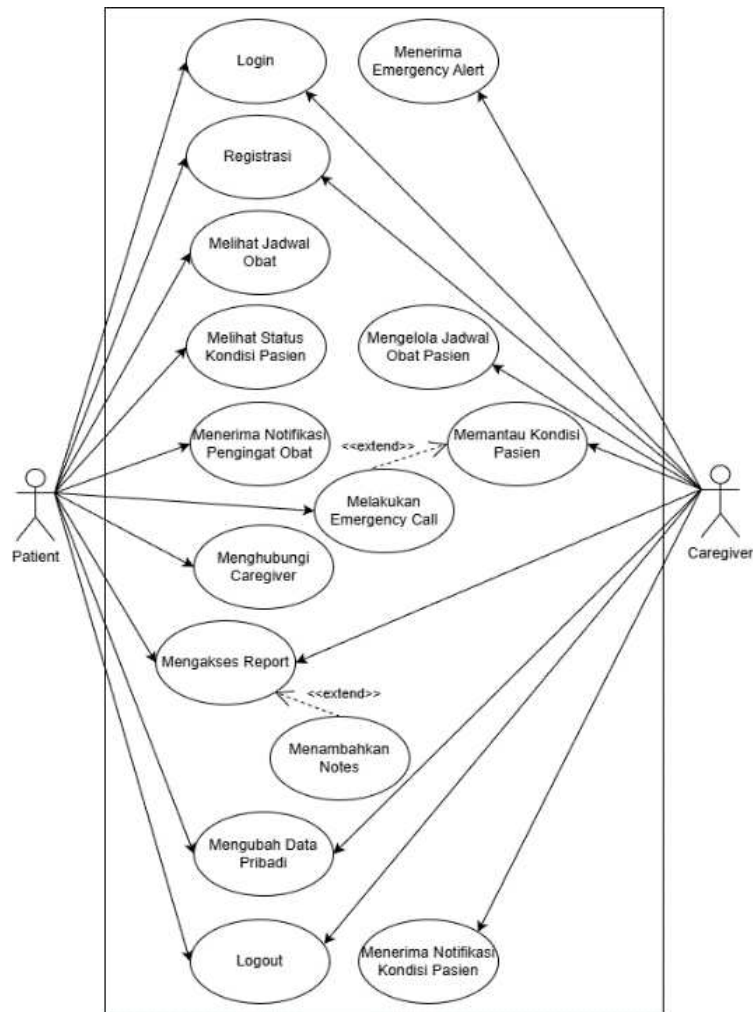
Data yang telah diproses selanjutnya dikirimkan kembali ke aplikasi untuk ditampilkan dalam bentuk antarmuka yang informatif dan mudah dipahami oleh pengguna. Dengan arsitektur ini, sistem mampu mendukung pertukaran data secara *real-time*, terintegrasi, dan dapat diakses kapan saja selama perangkat terhubung dengan jaringan internet.



Gambar 2. Arsitektur Rancangan Sistem

4.2. Use Case Diagram

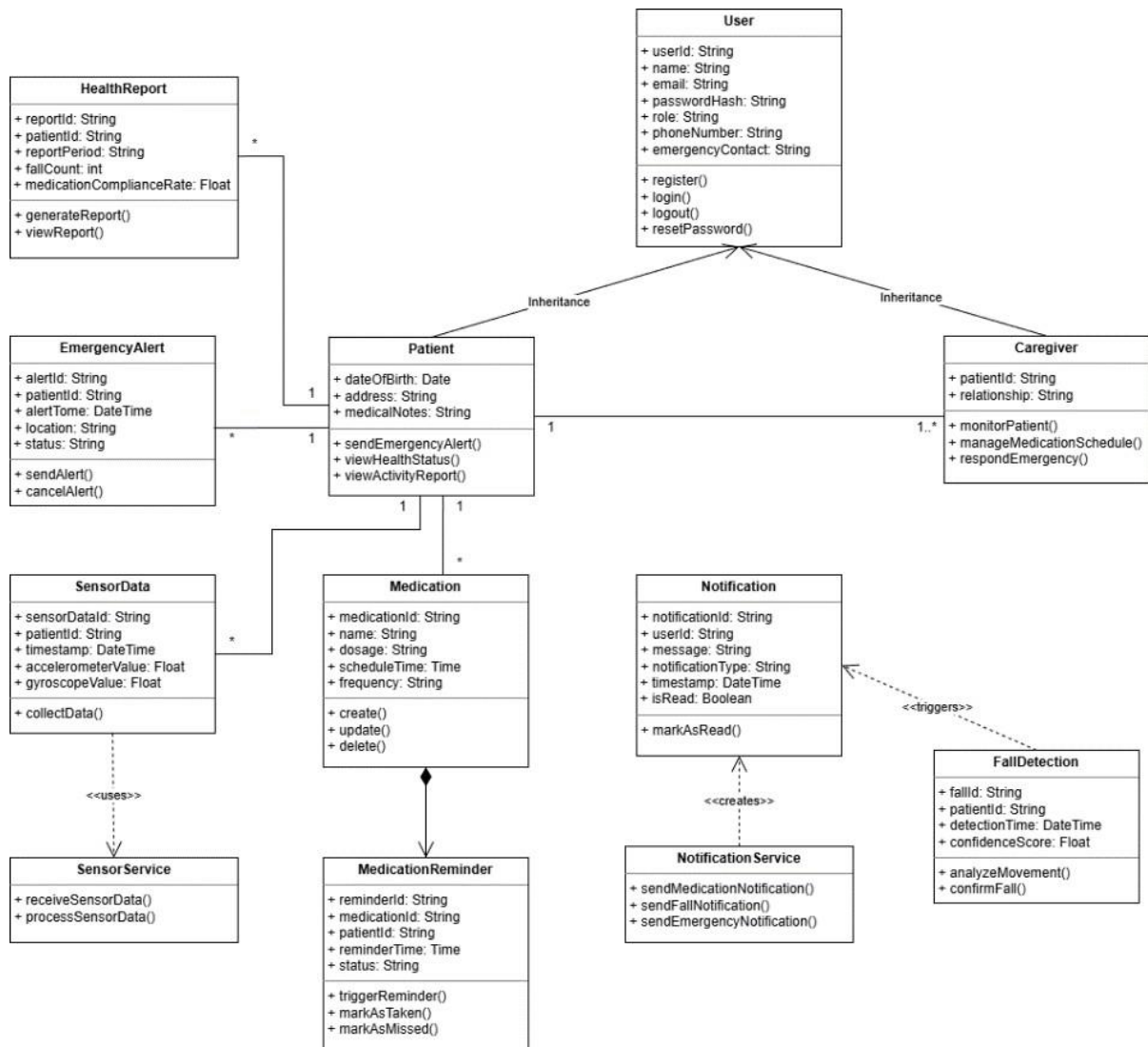
Use Case Diagram pada Gambar 3 menggambarkan interaksi antara dua aktor utama, yaitu *Patient* dan *Caregiver*, dalam sistem yang dikembangkan. Aktor *Patient* memiliki akses untuk autentikasi, melihat jadwal obat, menerima notifikasi pengingat, memantau kondisi, menghubungi *caregiver*, mengakses laporan, mengelola data pribadi, serta melakukan panggilan darurat. Sementara itu, *Caregiver* berperan dalam memantau kondisi pasien, mengelola jadwal obat, menerima notifikasi, mengakses laporan, menambahkan catatan, serta merespons kondisi darurat. Relasi *extend* digunakan untuk menunjukkan fitur tambahan yang bersifat kondisional, seperti penambahan catatan dan aktivasi panggilan darurat. Diagram ini memberikan gambaran umum mengenai fungsi sistem dan interaksi pengguna sesuai perannya.



Gambar 3. Use Case Diagram

4.3. Class Diagram

Class Diagram pada Gambar 4 digunakan untuk menggambarkan struktur sistem melalui identifikasi kelas, atribut, metode, serta hubungan antar kelas. Diagram ini merepresentasikan entitas utama yang terlibat dalam sistem, seperti pengguna, data sensor, notifikasi, dan pengelolaan medis, beserta relasi yang terbentuk di antaranya. Dengan demikian, *Class Diagram* memberikan gambaran menyeluruh mengenai struktur dan organisasi sistem yang dikembangkan.

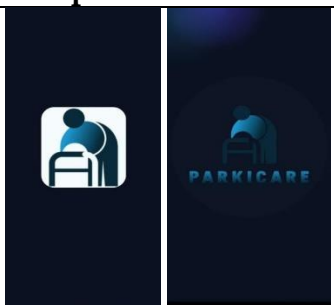


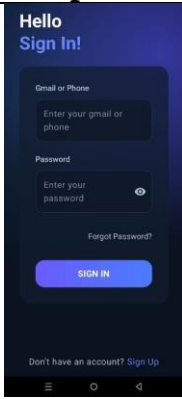
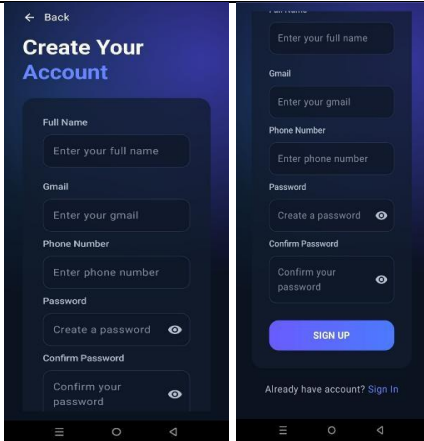
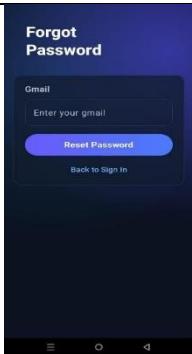
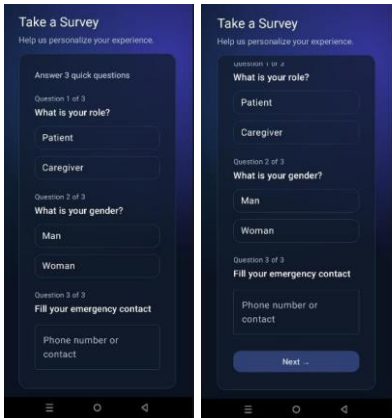
Gambar 4. Class Diagram

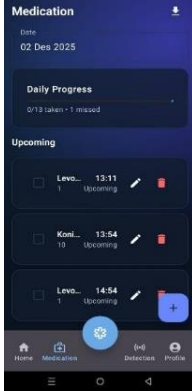
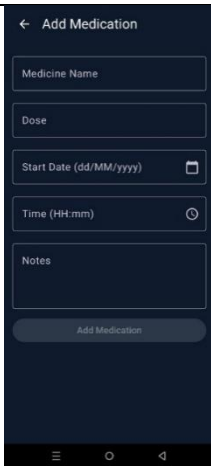
4.4 Aplikasi yang Dihasilkan

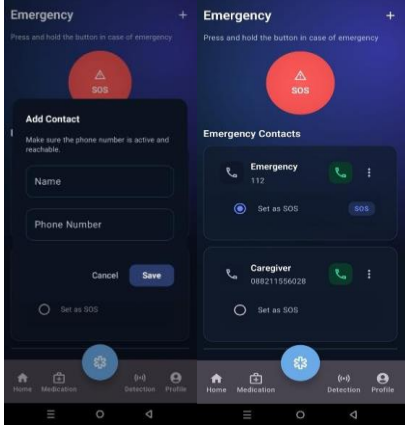
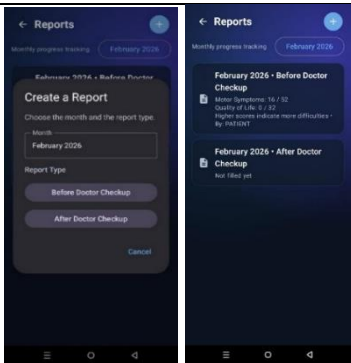
Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi *assistive technology* untuk penderita Parkinson berbasis *mobile* yang mengimplementasikan metode *Finite State Machine* (FSM) dan *risk stratification*. Informasi mengenai tampilan serta deskripsi fitur aplikasi disajikan pada Tabel 1.

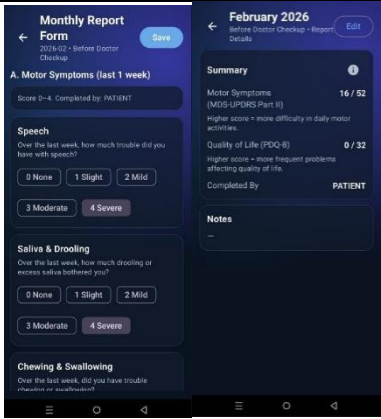
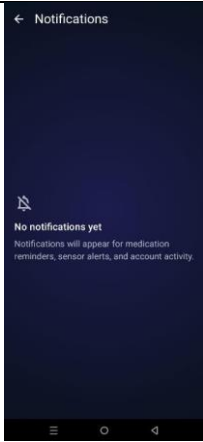
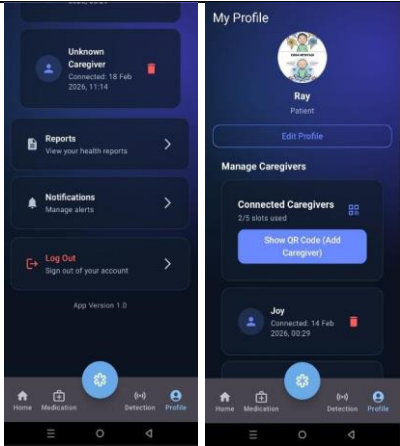
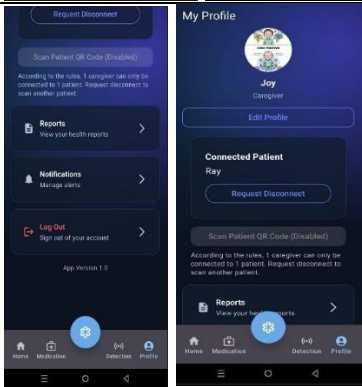
Tabel 1 Tampilan Aplikasi *Assistive Technology* Parkinson dengan FSM dan *Risk Stratification* Berbasis *Mobile*

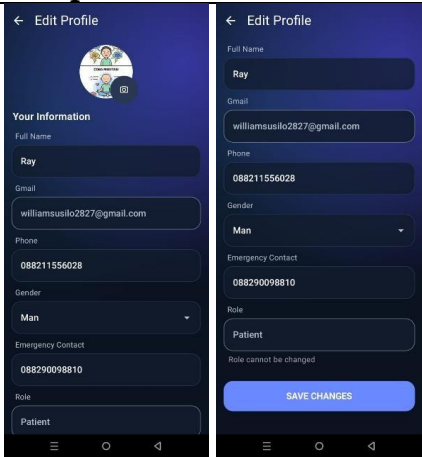
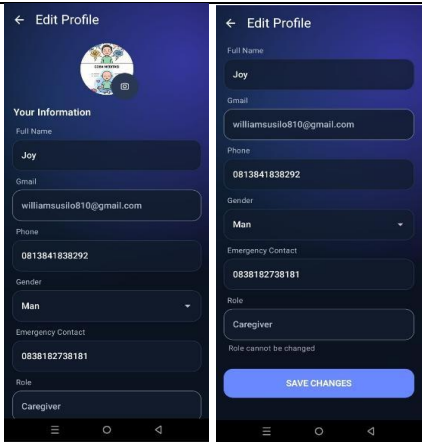
No	Tampilan	Keterangan
1		Laman <i>Splash Screen</i> Menampilkan halaman pembuka aplikasi yang berisi logo dan identitas sistem saat pertama kali dijalankan. Pada tahap ini sistem melakukan proses inisialisasi awal sebelum mengarahkan pengguna ke halaman berikutnya.

No	Tampilan	Keterangan
2		Laman untuk <i>Login</i> Digunakan untuk proses autentikasi pengguna dengan memasukkan kredensial akun. Halaman ini terintegrasi dengan sistem keamanan sehingga pengguna dapat masuk sesuai peran sebagai pasien atau <i>caregiver</i> .
3		Laman untuk Registrasi Digunakan untuk pembuatan akun baru dengan mengisi data identitas pengguna. Sistem melakukan validasi data sebelum akun terdaftar dan dapat digunakan.
4		Laman <i>Forgot Password</i> Digunakan untuk pemulihan akun ketika pengguna lupa kata sandi. Sistem akan memproses permintaan reset melalui <i>email</i> yang terdaftar.
5		Laman <i>Questionnaire</i> Berfungsi sebagai pengisian data awal pengguna untuk kebutuhan personalisasi sistem. Informasi yang diinput digunakan sebagai dasar penyesuaian fitur dan alur penggunaan aplikasi.

No	Tampilan	Keterangan
6		Laman Beranda Pasien Menampilkan ringkasan kondisi pasien seperti aktivitas, risiko jatuh, dan progres konsumsi obat. Halaman ini juga menyediakan akses cepat ke fitur darurat.
7		Laman Beranda <i>Caregiver</i> Digunakan untuk memantau kondisi pasien secara jarak jauh. Informasi yang ditampilkan meliputi aktivitas, risiko jatuh, dan progres konsumsi obat.
8		Laman <i>Medication</i> Menampilkan jadwal dan progres konsumsi obat harian. Pengguna dapat melihat serta mengelola data obat dalam satu tampilan terintegrasi.
9		Laman <i>Add/Edit Medication</i> Digunakan untuk menambahkan atau memperbarui data obat. Informasi yang dimasukkan akan digunakan dalam sistem pengingat dan pemantauan konsumsi obat.

No	Tampilan	Keterangan
10		Laman <i>Emergency</i> Menyediakan fitur darurat berupa tombol SOS dan daftar kontak penting. Halaman ini memungkinkan pengguna melakukan panggilan bantuan secara cepat.
11		Laman <i>Fall Detection Pasien</i> Menampilkan hasil pemantauan kondisi gerak dan risiko jatuh berdasarkan sensor. Informasi ditampilkan dalam bentuk status kondisi dan tingkat risiko.
12		Laman <i>Fall Detection Caregiver</i> Digunakan <i>caregiver</i> untuk memantau kondisi pasien secara jarak jauh. Halaman ini menampilkan status sensor dan indikator risiko jatuh.
13		Laman <i>Report</i> Menampilkan daftar laporan perkembangan kondisi pasien berdasarkan periode tertentu. Pengguna dapat membuat dan mengakses laporan secara terstruktur.

No	Tampilan	Keterangan
14		Laman <i>Detail Report</i> Menampilkan informasi detail dari laporan pasien, termasuk penilaian kondisi dan data evaluasi. Halaman ini mendukung proses monitoring yang lebih mendalam.
15		Laman <i>Notifications</i> Menampilkan berbagai notifikasi seperti pengingat obat dan peringatan kondisi. Informasi disajikan secara terpusat untuk memudahkan pemantauan.
16		Laman <i>Profile Pasien</i> Digunakan untuk melihat dan mengelola informasi akun pasien. Halaman ini juga menyediakan pengelolaan koneksi dengan <i>caregiver</i>.
17		Laman <i>Profile Caregiver</i> Menampilkan informasi akun <i>caregiver</i> serta status keterhubungan dengan pasien. Digunakan untuk pengelolaan relasi pemantauan.

No	Tampilan	Keterangan
18		Laman <i>Edit Profile Pasien</i> Digunakan untuk memperbarui data pribadi pasien seperti identitas dan kontak darurat. Perubahan data akan langsung tersimpan pada sistem.
19		Laman <i>Edit Profile Caregiver</i> Digunakan untuk memperbarui informasi akun <i>caregiver</i>. Data yang diperbarui terintegrasi dengan sistem pemantauan pasien.

5. Kesimpulan dan Saran

Implementasi *assistive technology* berbasis *mobile* untuk penderita Parkinson dapat menyediakan manajemen medikasi yang mendukung pengingat, pencatatan, serta pemantauan konsumsi obat secara terstruktur dalam satu platform terintegrasi. Sistem juga memanfaatkan sensor *smartphone* berupa *accelerometer* dan *gyroscope* yang dimodelkan menggunakan *Finite State Machine* (FSM) untuk mendeteksi kondisi gerak, kemudian diterjemahkan ke dalam tingkat risiko melalui pendekatan *risk stratification* sehingga indikator risiko jatuh dapat disajikan secara bertingkat. Selain itu, sistem mengintegrasikan konektivitas antara pasien dan *caregiver* dalam satu ekosistem monitoring berbasis *mobile*, yang memungkinkan akses terhadap informasi status sensor, indikator risiko, notifikasi, serta perkembangan konsumsi obat sesuai peran pengguna, sehingga mendukung proses pemantauan dan koordinasi dalam lingkup keluarga.

Sistem yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut melalui integrasi dengan perangkat *wearable* atau sensor berbasis *Inertial Measurement Unit* (IMU) untuk memperkaya sumber data gerakan dan mengurangi ketergantungan pada posisi *smartphone*. Selain itu, pendekatan berbasis *machine learning* dapat

dipertimbangkan sebagai alternatif pemodelan untuk memanfaatkan pola dari data historis pengguna dan meningkatkan akurasi deteksi.

Perdagangan internasional melalui jalur maritim memiliki peran penting dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia, karena memungkinkan pertukaran barang, jasa, dan sumber daya dalam skala besar. Efektivitas transportasi laut menjadi faktor utama kelancaran arus perdagangan, sementara perusahaan logistik maritim berperan penting dalam memastikan setiap pengiriman berjalan sesuai rencana. Sebagai negara maritim, Indonesia sangat bergantung pada transportasi laut yang

Daftar Pustaka

- Alia, P. A., Prayogo, J. S., Kartiko, E. Y., Prasetyo, D., Khairunusi, Y., Na'am, J., Wijaya, A., Setyadi, A. T., Remawati, D., Mair, Z. R., Febriana, R. W., Setyadinsa, R., Maspupah, A., & Cahyono, W. A. (2023). *Sistem Basis Data*. PT Penamuda Media.
- Banerjee, P., Kumar, B., Singh, A., Kumar, R., & Kumar, R. (2019). Comparative performance analysis of optimized round robin scheduling (ORR) using dynamic time quantum with round robin scheduling using static time quantum in Real Time System. *International Journal of Engineering and Computer Science*, *8*(12), 24890–24893. <https://doi.org/10.18535/ijecs/v8i12.4399>
- Fauziyah, S., & Sugiarti, Y. (2022). Literature Review: Analisis Metode Perancangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, *8*(2), 87–93. <https://doi.org/10.35329/jiik.v8i2.229>
- Ginting, D. (2021). Penanganan Pengangkutan Barang Melalui Container Pada Pt. Elang Sriwijaya Perkasa Palembang. *Agriprimatech*, *5*(1), 23–30. <https://doi.org/10.34012/agriprimatech.v5i1.2074>
- Jatmiko, Y. A., Padmadisastra, S., & Chadidjah, A. (2019). Analisis Perbandingan Kinerja Cart Konvensional, Bagging Dan Random Forest Pada Klasifikasi Objek: Hasil Dari Dua Simulasi. *Media Statistika*, *12*(1), 1–12. <https://doi.org/10.14710/medstat.12.1.1-12>
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm* (16th ed.). Pearson Education Limited.
- Mahamat, A. A., Boukar, M. M., Leklou, N., Celino, A., Obianyo, I. I., Bih, N. L., Stanislas, T. T., & Savastanos, H. (2024). Decision Tree Regression vs. Gradient Boosting Regressor Models for the Prediction of Hygroscopic Properties of Borassus Fruit Fiber. *Applied Sciences (Switzerland)*, *14*(17). <https://doi.org/10.3390/app14177540>
- Mallach, E. G. (2020). *Information Systems: What Every Business Student Needs to Know* (2nd ed.). Routledge.
- Muslim, M. A., Prasetyo, B., Mawarni, E. L. H., Herowati, A. J., Mirqotussa'adah, S., Rukmana, S. H., & Nurzahputra, A. (2019). *Data Mining: Algoritma C4.5, Disertai Contoh Kasus dan Penerapannya dengan Program Computer*.
- Ningtyas, D. F., & Setiyawati, N. (2021). Implementasi Flask Framework pada Pembangunan Aplikasi Purchasing Approval Request. *Jurnal Janitra Informatika Dan Sistem Informasi*, *1*(1), 19–34. <https://doi.org/10.25008/janitra.v1i1.120>
- Pradhan, M., & Kumar, U. D. (2019). *Machine Learning Using Python*. Wiley.
- Putra, A. I., & Santika, R. R. (2020). Implementasi Machine Learning dalam Penentuan Rekomendasi Musik dengan Metode Content-Based Filtering. *Edumatic : Jurnal Pendidikan Informatika*, *4*(1), 121–130. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v4i1.2162>

- Putri Primawanti, E., & Ali, H. (2022). Pengaruh Teknologi Informasi, Sistem Informasi Berbasis Web Dan Knowledge Management Terhadap Kinerja Karyawan (Literature Review Executive Support Sistem (Ess) for Business). *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, *3*(3), 267–285. <https://doi.org/10.31933/jemsi.v3i3.818>
- Putri, M. P., Barovih, G., Azdy, R. A., Yuniansyah, Saputra, A., Sriyeni, Y., Rini, A., & Admojo, F. T. (2022). *Algoritma dan Struktur Data*. Widina Bhakti Persada.
- Putri, R. A. (2022). *Buku Ajar Basis Data* (Edisi Kedua). Media Sains Indonesia.
- Rayadin, M. A., Musaruddin, M., Saputra, R. A., & Isnawaty, I. (2024). Implementasi Ensemble Learning Metode XGBoost dan Random Forest untuk Prediksi Waktu Penggantian Baterai Aki. *BLOS: Jurnal Teknologi Informasi Dan Rekayasa Komputer*, *5*(2), 111–119.
- Raharjo, B. (2021). *Sistem Manajemen Database*. Yayasan Prima Agus Teknik.
- Saadah, S., & Salsabila, H. (2021). Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Metode Random Forest. *Jurnal Komputer Terapan*, *7*(1), 24–32. <https://doi.org/10.35143/jkt.v7i1.4618>
- Salsabil, M., Lutvi, N., & Eviyanti, A. (2024). Implementasi Data Mining Dalam Melakukan Prediksi Penyakit Diabetes Menggunakan Metode Random Forest Dan Xgboost. *Jurnal Ilmiah Komputasi*, *23*(1), 51–58. <https://doi.org/10.32409/jikstik.23.1.3507>
- Saputra, D. B., Atina, V., & Nastiti, F. E. (2024). Penerapan Model Crisp-Dm Pada Prediksi Nasabah Kredit. *Idealis: Indonesia Journal Information System*, *7*, 240–247.
- Siji George, C. G., & Sumathi, B. (2020). Grid search tuning of hyperparameters in random forest classifier for customer feedback sentiment prediction. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *11*(9), 173–178. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110920>
- Sinambela, D. P., Naparin, H., Zulfadhilah, M., & Hidayah, N. (2023). Implementasi Algoritma Decision Tree dan Random Forest dalam Prediksi Perdarahan Pascasalin. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, *5*(3), 58–64. <https://doi.org/10.60083/jidt.v5i3.393>
- Stair, R. M., Reynolds, G. W., Bryant, J., Frydenberg, M., Greenberg, H., & Schell, G. (2021). *Principles of Information Systems*. Cengage Learning.
- Sunarko, B., Hasanah, U., Hidayat, S., Muhammad, N., Ardiansyah, M. I., Ananda, B. P., Hakiki, M. K., & Baroroh, L. T. (2023). Penerapan Stacking Ensemble Learning untuk Klasifikasi Efek Kesehatan Akibat Pencemaran Udara. *Edu Komputika Journal*, *10*(1), 55–63. <https://doi.org/10.15294/edukomputika.v10i1.72080>
- Syahputri, K., Irwan, M., & Nasution, P. (2023). Peran Database Dalam Sistem Informasi Manajemen. *Jurnal Akuntansi Keuangan Dan Bisnis*, *1*(2), 54–58. <https://jurnal.ittc.web.id/index.php/jakbs/article/view/36>
- Ucha Putri, S., Irawan, E., Rizky, F., Tunas Bangsa, S., -Indonesia Jln Sudirman Blok No, P. A., & Utara, S. (2021). Implementasi Data Mining Untuk Prediksi Penyakit Diabetes Dengan Algoritma C4.5. *Jurnal*, *2*(1), 39–46.
- Umam, K. (2021). *Algoritma dan Pemrograman Komputer dengan Python*. Duta Media Publishing.
- Umar, R., Hadi, A., Widiandana, P., & Anwar, F. (2019). Perancangan Database Point of Sales Apotek Dengan Menerapkan Model Data Relasional. *Query: Journal of Information Systems*, 33–41.
- Zahra, R. A. (2016). *Penerapan Algoritma Random Forest Dengan Hyperparameter Tuning Untuk Memprediksi Harga Sewa Kost Di Kota Bandar Lampung*. Skripsi.