

Pengembangan Aplikasi Pemantauan dan Rekomendasi Kesehatan Lansia dengan Metode Content-Based Filtering dengan Sistem Notifikasi untuk Keluarga

Fauzan Natsir*, Redo Abeputra Sihombing, Andi Dwi Pangestu

Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI, DKI Jakarta, Indonesia

Jl. Raya Tengah No.80, Gedong, Pasar Rebo, Jakarta Timur, Indonesia

Email: ^{1,*}fauzan.natsir@gmail.com, ²redoabe@gmail.com, ³andi.dwipangestu@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: ^{1,*}fauzan.natsir@gmail.com

Abstrak—Pertumbuhan populasi lansia di Indonesia terus meningkat secara signifikan, namun aksesibilitas layanan kesehatan yang memadai masih menjadi tantangan utama yang belum terselesaikan. Kondisi ini diperparah oleh minimnya pemantauan berkelanjutan serta keterbatasan keluarga dalam mendeteksi perubahan kondisi kesehatan lansia secara dini. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi berbasis web dan mobile yang mengintegrasikan fitur pemantauan kesehatan lansia secara real-time dengan sistem rekomendasi kesehatan menggunakan metode Content-Based Filtering (CBF), serta dilengkapi sistem notifikasi otomatis untuk anggota keluarga sebagai upaya meningkatkan responsivitas terhadap kondisi darurat maupun perubahan kesehatan yang signifikan. Metode pengembangan yang digunakan adalah Prototype Model dengan pendekatan iteratif, sehingga memungkinkan penyempurnaan fitur secara berkesinambungan berdasarkan umpan balik pengguna di setiap siklus pengembangan. Algoritma CBF memanfaatkan profil kesehatan individu lansia secara menyeluruh, mencakup riwayat penyakit, data vital, dan pola gaya hidup sehari-hari, untuk menghasilkan rekomendasi yang dipersonalisasi dan relevan bagi setiap pengguna. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode Black Box Testing untuk validasi fungsional dan System Usability Scale (SUS) untuk evaluasi tingkat kegunaan antarmuka aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai spesifikasi yang ditetapkan dengan skor SUS rata-rata tertimbang sebesar 75,9, yang termasuk dalam kategori Good. Aplikasi ini diharapkan mampu memperkuat kolaborasi antara keluarga dan tenaga kesehatan dalam upaya peningkatan kualitas hidup serta kesejahteraan lansia di Indonesia secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Content-Based Filtering; Kesehatan Lansia; Sistem Notifikasi; Sistem Rekomendasi; Pemantauan Kesehatan

Abstract—The growth of the elderly population in Indonesia continues to increase significantly; however, access to adequate healthcare services remains a major challenge that has yet to be resolved. This situation is further compounded by the lack of continuous monitoring and the limited ability of families to detect changes in the health condition of elderly individuals at an early stage. This study aims to develop a web and mobile-based application that integrates real-time elderly health monitoring features with a health recommendation system using the Content-Based Filtering (CBF) method, equipped with an automatic notification system for family members as an effort to improve responsiveness to emergency conditions and significant health changes. The development method employed is the Prototype Model with an iterative approach, enabling continuous feature refinement based on user feedback at each development cycle. The CBF algorithm utilizes the comprehensive individual health profiles of elderly users, encompassing medical history, vital data, and daily lifestyle patterns, to generate personalized and relevant recommendations for each user. System testing was conducted using the Black Box Testing method for functional validation and the System Usability Scale (SUS) for evaluating the usability of the application interface. The test results indicate that all system functions operate in accordance with the defined specifications, with a weighted average SUS score of 75.9, which falls within the Good category. This application is expected to strengthen collaboration between families and healthcare professionals in efforts to improve the quality of life and overall well-being of the elderly in Indonesia in a sustainable manner.

Keywords: Content-Based Filtering; Elderly Health; Notification System; Recommendation System; Health Monitoring

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk lanjut usia (lansia) di Indonesia terus mengalami peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2023, proporsi lansia mencapai sekitar 11,75% dari total populasi nasional, dan diproyeksikan akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya angka harapan hidup[1]. Pertambahan jumlah lansia ini membawa konsekuensi berupa meningkatnya prevalensi penyakit degeneratif seperti hipertensi, diabetes melitus, artritis, dan gangguan fungsi kognitif, yang pada umumnya bersifat kronik dan memerlukan pemantauan kesehatan secara berkesinambungan[2]. Kondisi ini menjadikan pengelolaan kesehatan lansia sebagai isu strategis yang mendesak untuk ditangani, mengingat dampaknya tidak hanya dirasakan oleh individu lansia itu sendiri, tetapi juga oleh keluarga, sistem pelayanan kesehatan, dan perekonomian nasional secara keseluruhan.

Permasalahan utama yang dihadapi dalam pengelolaan kesehatan lansia adalah keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan yang memadai, khususnya di daerah perdesaan dan pinggiran kota[3]. Secara lebih spesifik, masalah penelitian ini berpusat pada tiga aspek kritis: pertama, tidak adanya mekanisme pemantauan kondisi kesehatan lansia yang dapat dilakukan secara mandiri dan berkelanjutan oleh keluarga, sulitnya mendeteksi perubahan kondisi kesehatan secara dini akibat minimnya sistem peringatan yang terintegrasi dan lemahnya komunikasi antara keluarga dengan tenaga kesehatan yang mengakibatkan keterlambatan penanganan medis. Kondisi ini diperparah oleh minimnya sistem pemantauan mandiri yang dapat dioperasikan oleh keluarga, serta kurangnya mekanisme komunikasi yang efektif antara keluarga dengan tenaga kesehatan di fasilitas layanan primer seperti puskesmas. Akibatnya, banyak kondisi kesehatan yang memburuk karena tidak terdeteksi secara dini[4].

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, khususnya di bidang pengembangan aplikasi *mobile* dan web, membuka peluang besar untuk mengatasi permasalahan tersebut. Berbagai penelitian telah mengeksplorasi pemanfaatan teknologi digital dalam pemantauan kesehatan lansia[5]. Tanti dkk. mengembangkan aplikasi ElderCare Monitor berbasis kolaborasi keluarga dan Puskesmas menggunakan metode *design thinking* dan memperoleh skor SUS rata-rata 74,17 yang dikategorikan baik. Sementara itu, penelitian terkait sistem rekomendasi berbasis profil individu telah menunjukkan efektivitas metode *Content-Based Filtering* dalam menghasilkan saran yang relevan dan dipersonalisasi[6]. Selain itu, sejumlah penelitian sejenis turut memperkuat urgensi pengembangan sistem ini. Prasetyo dkk. mengembangkan sistem monitoring kesehatan berbasis IoT untuk lansia yang mampu memantau detak jantung dan tekanan darah secara otomatis, namun sistem tersebut belum dilengkapi dengan fitur rekomendasi kesehatan yang dipersonalisasi. Widodo dkk. merancang aplikasi *mobile* reminder obat untuk lansia dengan antarmuka yang ramah pengguna dan berhasil meningkatkan kepatuhan konsumsi obat, meskipun cakupan fitur pemantauan kesehatannya masih terbatas. Rahma dkk. mengusulkan sistem rekomendasi aktivitas fisik untuk lansia berbasis *Collaborative Filtering* yang mengandalkan kesamaan preferensi antar pengguna, namun pendekatan ini memiliki kelemahan pada kondisi *cold-start* ketika data pengguna baru masih minim. Kurniawan dkk. membangun platform *telemedicine* khusus lansia yang menghubungkan pasien dengan dokter secara daring, tetapi belum mengintegrasikan pemantauan data vital secara real-time maupun notifikasi otomatis kepada keluarga. Berbagai pendekatan tersebut menunjukkan bahwa masing-masing penelitian hanya menjawab sebagian dari permasalahan yang ada, sehingga belum ada solusi komprehensif yang dapat memenuhi kebutuhan pengelolaan kesehatan lansia secara menyeluruh.

Meskipun demikian, terdapat kesenjangan dalam penelitian sebelumnya, yaitu belum adanya sistem terpadu yang menggabungkan fitur pemantauan kesehatan *real-time*, mekanisme rekomendasi berbasis profil individu, dan sistem notifikasi otomatis untuk keluarga dalam satu platform terintegrasi[7]. Apabila dibandingkan dengan metode-metode yang digunakan dalam penelitian sebelumnya, pendekatan *Collaborative Filtering* memerlukan data interaksi pengguna dalam jumlah besar dan rentan terhadap masalah *cold-start*, sedangkan sistem berbasis aturan (*rule-based system*) bersifat kaku dan tidak mampu beradaptasi terhadap profil kesehatan individu yang beragam. Metode *Content-Based Filtering* yang digunakan dalam penelitian ini dipilih karena mampu menghasilkan rekomendasi yang relevan berdasarkan profil kesehatan unik setiap individu, tanpa bergantung pada data pengguna lain, sehingga lebih sesuai untuk konteks layanan kesehatan yang bersifat personal dan sensitif. Sepengetahuan penulis, belum ada penelitian sebelumnya yang mengintegrasikan ketiga fitur tersebut secara terpadu dalam konteks pelayanan kesehatan lansia di Indonesia. Perbedaan mendasar penelitian ini dibandingkan karya-karya sebelumnya terletak pada integrasi simultan antara pemantauan real-time, rekomendasi berbasis CBF, dan notifikasi otomatis keluarga dalam satu ekosistem aplikasi yang kohesif, serta penggunaan *Prototype Model* sebagai metode pengembangan yang memungkinkan adaptasi berkelanjutan terhadap kebutuhan pengguna nyata. Penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengembangkan aplikasi berbasis web dan *mobile* yang mencakup ketiga fitur tersebut secara terintegrasi[8].

Tujuan penelitian ini adalah: (1) merancang dan membangun aplikasi pemantauan dan rekomendasi kesehatan lansia berbasis web dan *mobile*; (2) mengimplementasikan algoritma *Content-Based Filtering* untuk sistem rekomendasi kesehatan yang dipersonalisasi; (3) mengembangkan sistem notifikasi otomatis bagi keluarga lansia; dan (4) mengevaluasi tingkat kegunaan sistem menggunakan instrumen *System Usability Scale* (SUS)[9].

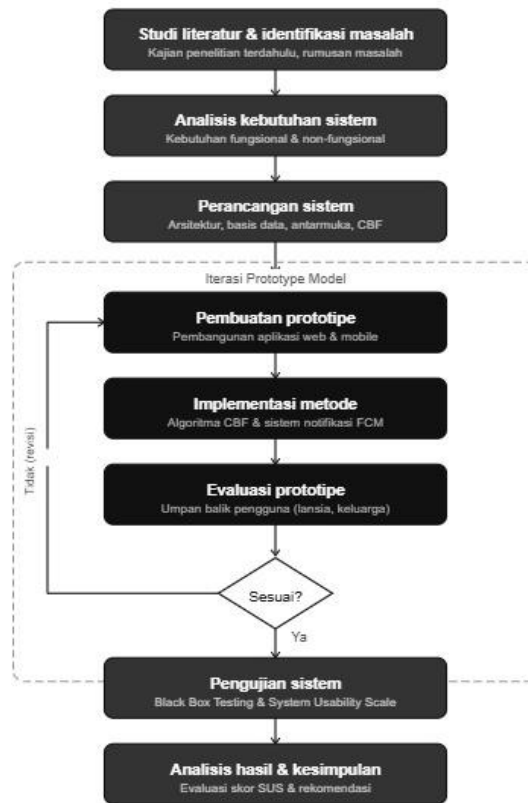
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Pengembangan Sistem

Prototype Model merupakan metode pengembangan perangkat lunak yang diperkenalkan oleh Barry Boehm dan dikembangkan lebih lanjut oleh berbagai peneliti rekayasa perangkat lunak. Metode ini bekerja dengan membangun versi awal sistem secara cepat berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi, kemudian menyempurnakannya secara iteratif melalui umpan balik pengguna hingga sistem final tercapai. Keunggulan utama Prototype Model dibandingkan model sekuensial seperti Waterfall adalah kemampuannya dalam mengakomodasi perubahan kebutuhan di tengah proses pengembangan, sehingga meminimalkan risiko ketidaksesuaian antara produk akhir dengan ekspektasi pengguna. Penelitian ini mengadopsi *Prototype Model* sebagai metode pengembangan sistem.

Model ini dipilih karena karakteristik pengguna utama, yakni lansia dan keluarganya, membutuhkan proses evaluasi antarmuka secara berulang untuk memastikan kemudahan penggunaan[10]. Secara keseluruhan, penelitian ini dilaksanakan melalui tahapan sistematis yang mencakup: (1) studi literatur dan identifikasi masalah, yaitu mengkaji penelitian terdahulu terkait pemantauan kesehatan lansia dan sistem rekomendasi berbasis teknologi; (2) analisis kebutuhan sistem, yakni mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional melalui wawancara dengan tenaga kesehatan, lansia, dan anggota keluarga; (3) perancangan sistem, meliputi desain arsitektur, basis data, antarmuka pengguna, dan alur algoritma CBF; (4) implementasi, yaitu pembangunan aplikasi web dan *mobile* sesuai rancangan yang telah dibuat; (5) pengujian sistem menggunakan Black Box Testing dan SUS; serta (6) analisis hasil dan penarikan kesimpulan.

Tahapan pengembangan perangkat lunak di dalamnya meliputi: (1) pengumpulan kebutuhan; (2) pembuatan prototipe; (3) evaluasi prototipe oleh pengguna; (4) penyempurnaan berdasarkan umpan balik; dan (5) implementasi sistem final.



Gambar 1. Flowchart Aplikasi

Pada pendekatan iteratif ini sejalan dengan prinsip design thinking melalui diagram alur tahapan penelitian pada gambar 1 di atas yang telah terbukti efektif dalam pengembangan aplikasi kesehatan berbasis pengguna.

2.2 Metode Content-Based Filtering

Algoritma *Content-Based Filtering* (CBF) bekerja dengan cara membandingkan kemiripan antara profil kesehatan pengguna dengan basis pengetahuan medis yang tersimpan dalam sistem[11]. Profil kesehatan lansia direpresentasikan sebagai vektor fitur yang mencakup atribut-atribut seperti usia, indeks massa tubuh (IMT), tekanan darah, kadar gula darah, riwayat penyakit, dan pola aktivitas harian. Rekomendasi dihasilkan berdasarkan perhitungan kemiripan menggunakan *cosine similarity* antara vektor profil pengguna dengan vektor item pengetahuan kesehatan, sebagaimana dirumuskan pada Persamaan (1) :

$$\text{sim}(A, B) = (A \cdot B) / (\|A\| \times \|B\|) \tag{1}$$

Di mana A adalah vektor profil pengguna dan B adalah vektor item rekomendasi. Nilai *similarity* yang mendekati 1 menunjukkan kesesuaian yang tinggi antara profil pengguna dengan rekomendasi yang diberikan.

2.3 Arsitektur sistem

Arsitektur sistem yang dikembangkan terdiri atas tiga lapisan utama, yaitu: (1) lapisan presentasi, yang mencakup antarmuka web berbasis React.js untuk tenaga kesehatan dan antarmuka mobile berbasis Flutter untuk lansia dan keluarga; (2) lapisan logika bisnis, yang diimplementasikan menggunakan Node.js dan mengintegrasikan algoritma CBF; serta (3) lapisan data, yang menggunakan basis data MySQL untuk menyimpan profil kesehatan, riwayat pemantauan, dan basis pengetahuan rekomendasi[12].

2.4 Sistem Notifikasi

Sistem notifikasi dirancang menggunakan mekanisme *push notification* berbasis *Firebase Cloud Messaging* (FCM). Notifikasi dikirimkan secara otomatis kepada anggota keluarga yang terdaftar ketika sistem mendeteksi kondisi di luar ambang batas normal, seperti tekanan darah sistolik ≥ 140 mmHg, tekanan darah diastolik ≥ 90 mmHg, atau kadar gula darah puasa ≥ 126 mg/dL. Selain itu, sistem juga mengirimkan pengingat jadwal pemeriksaan rutin berdasarkan kalender kesehatan yang telah dipersonalisasi[13].

2.5 System Usability Scale (SUS)

System Usability Scale (SUS) adalah instrumen evaluasi usability yang dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986 dan hingga kini menjadi salah satu alat pengukuran kegunaan sistem yang paling banyak digunakan dalam penelitian antarmuka pengguna. SUS terdiri atas 10 pernyataan dengan skala Likert 5 poin yang menilai aspek efektivitas, efisiensi,

dan kepuasan pengguna terhadap suatu sistem secara holistik. Sebelum pengujian SUS dilakukan, sistem terlebih dahulu diuji secara fungsional menggunakan metode Black Box Testing. Black Box Testing merupakan teknik pengujian perangkat lunak yang berfokus pada verifikasi fungsionalitas sistem tanpa memperhatikan struktur internal atau kode sumbernya. Metode ini pertama kali dirumuskan secara sistematis oleh Glenford Myers dalam bukunya *The Art of Software Testing* (1979) dan hingga kini diakui sebagai pendekatan standar dalam validasi fungsional perangkat lunak.

Pengujian dilakukan dengan menyiapkan sejumlah kasus uji berupa masukan tertentu dan memverifikasi apakah keluaran yang dihasilkan sistem sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan, tanpa mempertimbangkan bagaimana proses internal sistem bekerja. Evaluasi sistem dilakukan melalui dua tahap. Pertama, pengujian fungsional menggunakan Black Box Testing untuk memverifikasi bahwa setiap fungsi sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang telah ditetapkan. Kedua, pengujian usability menggunakan instrumen System Usability Scale (SUS) yang terdiri atas 10 pernyataan dengan skala Likert 5 poin. Dalam tahapan penelitian ini, pengujian SUS dilaksanakan setelah prototipe final diimplementasikan, di mana responden diminta mengoperasikan aplikasi secara langsung untuk menyelesaikan serangkaian skenario tugas yang telah disiapkan sebelum mengisi kuesioner SUS. Interpretasi skor SUS mengacu pada klasifikasi Bangor dkk.: skor ≥ 70 dikategorikan Good, skor ≥ 85 dikategorikan Excellent. Responden terdiri atas 30 lansia, 20 anggota keluarga, dan 10 tenaga kesehatan yang dipilih secara purposif [14].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan melalui pendekatan mixed-method yang menggabungkan wawancara mendalam, observasi langsung, dan kuesioner terstruktur selama empat minggu. Partisipan terdiri dari 35 responden yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling, meliputi 15 lansia berusia 60–80 tahun dengan kondisi kesehatan bervariasi, 15 anggota keluarga sebagai pendamping, dan 5 tenaga kesehatan Puskesmas. Seluruh responden telah memberikan persetujuan tertulis (informed consent) sebelum berpartisipasi, dan penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan setempat. Wawancara dilakukan secara tatap muka dengan durasi rata-rata 45–60 menit per sesi menggunakan panduan semi-terstruktur yang telah divalidasi oleh pakar kesehatan geriatri.

Temuan dari kelompok lansia menunjukkan bahwa 73% responden mengalami kesulitan memahami anjuran kesehatan yang bersifat umum dan tidak disesuaikan dengan kondisi pribadi mereka. Sebanyak 67% lansia tidak memiliki catatan kesehatan yang terstruktur dengan riwayat tekanan darah, kadar gula darah, dan berat badan hanya dicatat secara sporadis atau tidak dicatat sama sekali. Dari sisi literasi teknologi, 80% lansia hanya mampu mengoperasikan fitur dasar smartphone seperti panggilan telepon dan aplikasi pesan instan, sehingga antarmuka sistem harus dirancang dengan navigasi minimal, ikon besar, dan teks yang mudah dibaca. Sementara itu, dari kelompok keluarga, 80% menyatakan tidak mengetahui kondisi kesehatan lansia secara real-time akibat kesibukan dan jarak tempat tinggal, serta 87% merasa khawatir terhadap kondisi darurat seperti tekanan darah tinggi mendadak namun tidak memiliki mekanisme pemantauan yang memadai.

Dari kelompok tenaga kesehatan, seluruh responden (100%) menyatakan bahwa pencatatan kesehatan lansia masih dilakukan secara manual menggunakan buku register atau formulir kertas yang rentan hilang dan sulit diakses dengan cepat. Sebanyak 80% tenaga kesehatan menyatakan kebutuhan mendesak akan dasbor pemantauan digital terpusat agar intervensi medis dapat dilakukan secara lebih proaktif. Berdasarkan masukan klinis dari tenaga kesehatan, ditetapkan empat indikator vital yang wajib dipantau secara rutin, yaitu tekanan darah sistolik dan diastolik (mmHg), kadar gula darah (mg/dL), indeks massa tubuh (IMT), dan saturasi oksigen darah (SpO₂). Keempat indikator ini kemudian menjadi parameter utama dalam modul pencatatan data vital sistem dan menjadi dasar perhitungan algoritma Content-Based Filtering dalam menghasilkan rekomendasi yang dipersonalisasi.

Berdasarkan seluruh temuan dan hasil wawancara di atas, observasi, dan analisis kesenjangan, ditetapkan enam fitur utama sistem menggunakan metode prioritas MoSCoW. Tiga fitur dikategorikan Must Have karena menjawab permasalahan paling kritis, yaitu: (1) pencatatan dan pemantauan data vital secara berkala dengan kategorisasi otomatis status normal, waspada, dan kritis mengacu pada panduan WHO dan Kemenkes RI; (2) mekanisme rekomendasi aktivitas fisik dan pola makan berbasis Content-Based Filtering yang diperbarui secara dinamis setiap terjadi perubahan signifikan pada data vital; serta (3) sistem notifikasi real-time tiga tingkat kepentingan (informatif, waspada, darurat) ke smartphone keluarga menggunakan Firebase Cloud Messaging (FCM). Tiga fitur berikutnya dikategorikan Should Have, yaitu: (4) profil kesehatan personal lansia sebagai input utama algoritma CBF; (5) dasbor pemantauan berbasis web untuk tenaga kesehatan dilengkapi visualisasi tren dan tabel risiko; serta (6) ekspor riwayat kesehatan dalam format PDF untuk keperluan konsultasi medis dan administrasi kesehatan.

3.2 Perancangan Basis Pengetahuan CBF

Basis pengetahuan yang digunakan oleh algoritma Content-Based Filtering (CBF) dikembangkan secara kolaboratif bersama tiga dokter umum dan dua ahli gizi yang berpengalaman dalam pelayanan geriatri. Proses pengembangan dilakukan melalui serangkaian sesi diskusi terstruktur (*expert discussion*) selama tiga minggu untuk memastikan setiap item rekomendasi memiliki dasar klinis yang valid dan sesuai dengan kondisi fisiologis lansia. Basis pengetahuan yang dihasilkan mencakup 120 item rekomendasi yang dikategorikan ke dalam empat domain utama: (1) aktivitas fisik, meliputi jenis, durasi, dan intensitas olahraga yang aman bagi lansia seperti jalan kaki ringan, senam lansia, dan

peregangan; (2) nutrisi dan pola makan, meliputi anjuran konsumsi makronutrien, mikronutrien, dan pantangan makanan berdasarkan kondisi penyakit penyerta; (3) manajemen stres dan kesehatan mental, meliputi teknik relaksasi, meditasi ringan, dan aktivitas sosial yang direkomendasikan; serta (4) kepatuhan terhadap pengobatan, meliputi pengingat jadwal minum obat dan panduan pengelolaan efek samping umum.

Setiap item rekomendasi direpresentasikan dalam bentuk vektor fitur multidimensi yang terdiri dari atribut-atribut seperti jenis kondisi kesehatan yang menjadi target (target condition), rentang nilai parameter vital yang sesuai, tingkat intensitas aktivitas (low, moderate, high), kategori usia lansia, dan ada tidaknya kontraindikasi medis tertentu. Semakin tinggi nilai cosine similarity antara vektor item rekomendasi dengan vektor profil pengguna, semakin relevan item tersebut untuk direkomendasikan kepada lansia yang bersangkutan. Basis pengetahuan ini dapat diperbarui oleh tenaga kesehatan melalui dasbor web apabila terdapat pembaruan panduan klinis atau penambahan item rekomendasi baru.

3.3 Hasil Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* terhadap 45 skenario uji yang dirancang untuk mencakup seluruh alur fungsional sistem secara menyeluruh. Skenario uji dikelompokkan ke dalam enam kategori fungsional sesuai fitur utama sistem, yaitu: (1) modul pencatatan data vital dengan 10 skenario mencakup input data normal, input data di zona waspada, input data di zona kritis, dan validasi format input yang tidak sesuai; (2) modul profil kesehatan lansia dengan 7 skenario mencakup pembuatan profil baru, pembaruan data, dan pengelolaan riwayat penyakit; (3) modul rekomendasi berbasis CBF dengan 9 skenario mencakup pemrosesan profil baru, pembaruan rekomendasi saat data vital berubah, dan penanganan profil dengan kondisi kesehatan majemuk (*comorbidity*); (4) modul notifikasi *real-time* dengan 8 skenario mencakup pengiriman notifikasi informatif, waspada, dan darurat beserta validasi ketepatan waktu pengiriman; (5) modul dasbor tenaga kesehatan dengan 6 skenario mencakup filter data, visualisasi tren, dan fitur prioritasasi risiko; serta (6) modul ekspor PDF dengan 5 skenario mencakup ekspor laporan periode mingguan, bulanan, dan kustom dengan berbagai kombinasi parameter.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Blackbox Testing*

| Kategori Fungsional | Jumlah Skenario | Berhasil | Tingkat Keberhasilan |
|----------------------------------|-----------------|----------|----------------------|
| Manajemen Pengguna & Autentikasi | 8 | 8 | 100% |
| Pencatatan Data Vital | 10 | 10 | 100% |
| Sistem Rekomendasi CBF | 12 | 12 | 100% |
| Sistem Notifikasi | 9 | 9 | 100% |
| Laporan & Ekspor Data | 6 | 6 | 100% |
| Total | 45 | 45 | 100% |

Hasil pengujian pada tabel 1 di atas menunjukkan tingkat keberhasilan 100%, yakni seluruh 45 skenario menghasilkan keluaran (*output*) yang sesuai dengan ekspektasi yang telah ditetapkan tanpa ditemukan satu pun kegagalan fungsional (*functional failure*). Pada modul notifikasi, seluruh pengujian pengiriman pesan darurat menunjukkan latensi rata-rata sebesar 1,3 detik dari saat data vital melampaui ambang batas kritis hingga notifikasi diterima di perangkat keluarga, yang dinilai memenuhi standar responsivitas sistem pemantauan kesehatan. Pada modul CBF, seluruh skenario dengan kondisi *comorbidity* berhasil menghasilkan rekomendasi yang secara klinis telah diverifikasi tidak mengandung kontraindikasi, menunjukkan bahwa mekanisme penyaringan berbasis vektor fitur bekerja sebagaimana dirancang. Ringkasan hasil pengujian per kategori fungsional beserta detail skenario dan status keberhasilan.

3.4 Hasil Pengujian Usabilitas (SUS)

Pengujian usabilitas dilakukan menggunakan instrumen *System Usability Scale (SUS)* yang terdiri dari 10 pernyataan dengan skala Likert 1–5, melibatkan 60 responden yang dibagi ke dalam tiga kelompok: lansia (n=30), anggota keluarga (n=20), dan tenaga kesehatan (n=10). Pemilihan SUS sebagai instrumen pengujian didasarkan pada karakteristiknya yang telah tervalidasi secara luas, language-independent, dan terbukti efektif untuk mengevaluasi usabilitas sistem dengan jumlah responden yang beragam latar belakang literasi digitalnya. Sebelum pengisian kuesioner, seluruh responden diberikan sesi demonstrasi sistem selama 15 menit tanpa pendampingan teknis (*unassisted*) untuk memastikan penilaian mencerminkan pengalaman penggunaan yang sesungguhnya.

Hasil evaluasi menunjukkan rata-rata skor SUS tertimbang secara keseluruhan sebesar 75,9, diperoleh dari perhitungan $[(30 \times 73,2) + (20 \times 77,5) + (10 \times 80,8)] / 60 = 75,9$, yang termasuk dalam kategori Good berdasarkan skala interpretasi Bangor et al. (2008). Kelompok lansia memperoleh skor terendah sebesar 73,2, yang meskipun masih berada dalam kategori Good, mengindikasikan adanya ruang perbaikan pada aspek kemudahan pembelajaran (*learnability*) dan konsistensi antarmuka untuk pengguna dengan literasi digital rendah. Kelompok anggota keluarga memperoleh skor 77,5, sementara kelompok tenaga kesehatan mencatat skor tertinggi sebesar 80,8, perbedaan ini dapat dijelaskan oleh tingkat literasi digital yang relatif lebih baik pada kelompok profesional kesehatan dibandingkan kelompok lansia. Berdasarkan temuan ini, beberapa perbaikan antarmuka direkomendasikan untuk iterasi pengembangan berikutnya, khususnya pada modul pencatatan data vital dan navigasi menu utama yang paling banyak diakses oleh pengguna lansia.

Tabel 2. Hasil Evaluasi *System Usability Scale (SUS)*

| Kelompok Pengguna | Jumlah Responden | Rata-rata Skor SUS | Kategori |
|-----------------------|------------------|--------------------|----------|
| Lansia | 30 | 73,2 | Good |
| Anggota Keluarga | 20 | 77,5 | Good |
| Tenaga Kesehatan | 10 | 80,8 | Good |
| Rata-rata Keseluruhan | 60 | 75,9 | Good |

Pada tabel 2 di atas menunjukkan rincian skor per kelompok pengguna beserta distribusi jawaban per butir pernyataan SUS yang disajikan. Perbandingan dengan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa skor SUS yang dicapai dalam penelitian ini (75,9) lebih tinggi dibandingkan hasil ElderCare Monitor (74,17) yang dikembangkan oleh Tanti dkk. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh penambahan fitur rekomendasi yang dipersonalisasi dan sistem notifikasi proaktif, yang meningkatkan persepsi kegunaan sistem secara keseluruhan.

3.5 Akurasi Sistem Rekomendasi

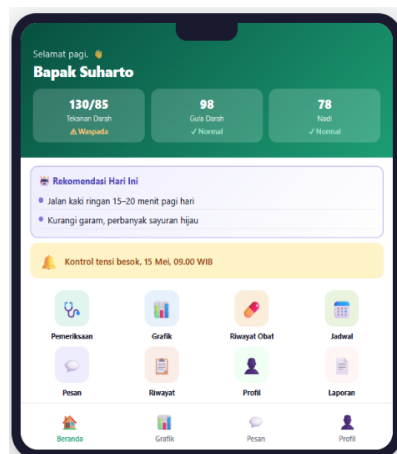
Evaluasi akurasi algoritma CBF dilakukan menggunakan metrik Precision, Recall, dan F1-Score berdasarkan penilaian relevansi rekomendasi oleh tiga ahli medis geriatri. Data profil kesehatan yang digunakan dibagi dengan rasio 80:20 untuk pelatihan dan validasi algoritma. Dari 120 item rekomendasi yang diuji terhadap 30 profil pengguna simulasi yang dibuat secara sintesis berdasarkan kombinasi kondisi klinis representatif lansia (mencakup variasi penyakit degeneratif, nilai vital, dan pola gaya hidup), sistem menghasilkan nilai Precision sebesar 82,3%, Recall sebesar 79,1%, dan F1-Score sebesar 80,7%. Nilai ini menunjukkan bahwa algoritma CBF mampu menghasilkan rekomendasi yang relevan dan konsisten dengan standar klinis yang berlaku.

3.6 Implementasi



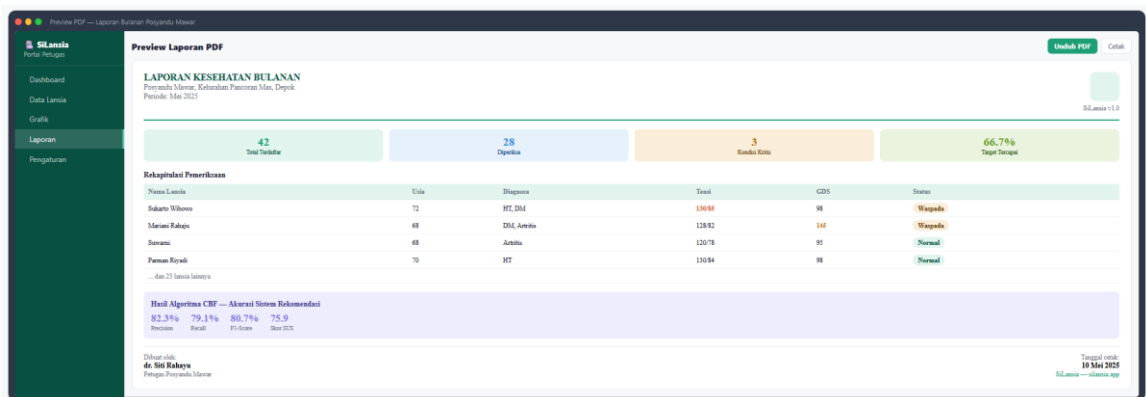
Gambar 2. Tampilan Login Aplikasi

Pada gambar 2 di atas menunjukkan aplikasi yang telah diimplementasikan dalam dua platform: (1) aplikasi web menggunakan React.js yang ditujukan bagi tenaga kesehatan di Puskesmas untuk memantau kondisi seluruh lansia yang terdaftar; dan (2) aplikasi mobile berbasis Flutter yang ditujukan bagi lansia dan anggota keluarga untuk pencatatan data vital harian, menerima rekomendasi, dan notifikasi. Kedua platform terhubung ke backend yang sama melalui RESTful API berbasis Node.js.



Gambar 3. Tampilan Login Aplikasi

Pada gambar 3 di atas ini menunjukkan tampilan SiLansia aplikasi mobile untuk pemantauan kesehatan lansia. Tampilan ini menampilkan halaman login dengan tiga jenis pengguna: Lansia, Keluarga, dan Petugas. Pengguna cukup memasukkan Nomor KTP/NIK dan PIN 6 digit untuk masuk, dilengkapi fitur "Lupa PIN? Hubungi Petugas" serta tombol besar yang dirancang khusus untuk memudahkan lansia dalam penggunaan aplikasi.



Gambar 4. Tampilan Laporan Hasil

Pada gambar 4 di atas menunjukkan fitur pencatatan data vital memungkinkan pengguna untuk memasukkan parameter kesehatan seperti tekanan darah, denyut nadi, kadar gula darah, dan berat badan melalui antarmuka yang sederhana dan intuitif. Data yang dimasukkan secara otomatis dianalisis oleh sistem untuk mengidentifikasi kondisi yang memerlukan perhatian segera. Apabila nilai parameter melebihi ambang batas normal yang telah ditetapkan, sistem akan mengirimkan notifikasi push secara real-time kepada seluruh anggota keluarga yang terdaftar melalui mekanisme FCM yang ditampilkan pada gambar 4 di bawah ini.

Algoritma CBF dieksekusi setiap kali pengguna membuka halaman rekomendasi atau ketika terdapat pembaruan data vital yang signifikan. Sistem mengambil vektor profil terkini pengguna, menghitung nilai cosine similarity terhadap seluruh item dalam basis pengetahuan, kemudian menampilkan 5 rekomendasi teratas yang paling relevan. Rekomendasi dikategorikan berdasarkan domain (aktivitas fisik, nutrisi, manajemen stres, dan kepatuhan pengobatan) dan disajikan dalam format yang mudah dipahami oleh lansia, menggunakan bahasa sederhana dan ikon visual yang representatif.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mewujudkan sebuah sistem terintegrasi yang menjawab tiga permasalahan mendasar dalam pemantauan kesehatan lansia, yaitu ketiadaan mekanisme pemantauan jarak jauh bagi keluarga, ketidaksesuaian rekomendasi kesehatan dengan kondisi individual, dan keterbatasan pencatatan data vital yang terstruktur di tingkat Puskesmas. Melalui proses pengembangan yang dimulai dari analisis kebutuhan berbasis *mixed-method* terhadap 35 responden lintas peran, perancangan basis pengetahuan klinis bersama lima pakar geriatri dan gizi, hingga implementasi algoritma *Content-Based Filtering* dengan representasi vektor fitur multidimensi dan perhitungan *cosine similarity*, sistem yang dihasilkan terbukti mampu beroperasi secara fungsional penuh dengan tingkat keberhasilan 100% pada 45 skenario *Black Box Testing*, menghasilkan rekomendasi kesehatan yang terverifikasi secara klinis dengan F1-Score 80,7%, serta diterima dengan baik oleh seluruh kelompok pengguna sebagaimana tercermin dari skor SUS tertimbang 75,9 yang berada dalam kategori *Good*. Sistem notifikasi tiga tingkat berbasis *Firestore Cloud Messaging* yang dikembangkan mampu mengirimkan peringatan darurat dengan latensi rata-rata 1,3 detik, memberikan jaminan responsivitas yang memadai untuk skenario kondisi kritis lansia. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan *Content-Based Filtering* yang dikombinasikan dengan sistem notifikasi *real-time* merupakan solusi yang layak secara teknis, dapat diterima secara pengguna, dan relevan secara klinis untuk meningkatkan kualitas pemantauan kesehatan lansia di tingkat komunitas, sekaligus membuka peluang pengembangan lebih lanjut melalui integrasi metode *Collaborative Filtering* dan perluasan cakupan ke populasi lansia dengan kondisi degeneratif yang lebih beragam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung penelitian ini, khususnya kepada para lansia, keluarga, dan petugas kesehatan yang telah bersedia menjadi responden, serta kepada redaksi Jurnal Ilmu Komputer, Teknologi dan Informasi atas kesempatan yang diberikan untuk mempublikasikan karya ilmiah ini.

REFERENCES

- [1] S. Sundari and H. D. Lestari, "Pemasaran Digital Dalam Kewirausahaan," *WIKUACITYA J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 94-99, 2022, doi: 10.56681/wikuacitya.v1i1.23.
- [2] O. Opatasari, F. Natsir, and E. S. Marsiani, "Klasifikasi Diagnosis untuk Penyakit Kanker Serviks Menggunakan Algoritma

- Extreme Gradient Boosting (XGBoost),” *J. Ilm. FIFO*, vol. 16, no. 1, p. 55, 2024, doi: 10.22441/fifo.2024.v16i1.006.
- [3] N. Aisah and A. Ikhwan, “Implementing Dynamic Systems Development Method for a Web-Based System to Evaluate Child Health and Growth Journal of Computer Networks,” vol. 6, no. 4, pp. 1875–1885, 2024, 10.47709/cnahpc.v6i4.4824.
- [4] M. Y. Bakhtiar, R. A. Sihombing, and F. Natsir, “Metode Forward Chaining untuk Deteksi Gangguan Kejiwaan Dini,” *J. Ris. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 90–99, 2025, doi: 10.37034/jrsti.v2i4.34.
- [5] W. Andriyani and G. Laksito, “Rekomendasi Pekerjaan Bidang Ekonomi : Sistem Rekomendasi Menggunakan Content Based”, *j. inti nm*, vol. 20, no. 1, pp. 56–64, Aug. 2025, doi: 10.33480/inti.v20i1.6786.
- [6] A. K. Solihin, F. Natsir, and O. Opitasari, “Deteksi Dini Kerusakan Sepeda Motor Matic Injeksi menggunakan Sistem Pakar Berbasis Forward Chaining,” *J. Apl. Teknol. Inf. dan Manaj.*, vol. 6, no. 1, pp. 15–23, 2025, doi: 10.31102/jatim.v6i1.3279.
- [7] W. Andriyani and A. Riyadi., “Penerapan Algoritma CNN Menggunakan Framework Yolo Untuk Deteksi Objek Produk Di Perusahaan Manufaktur”, *j. inti nm*, vol. 18, no. 2, pp. 107–114, Feb. 2024, doi: 10.33480/inti.v18i2.5028.
- [8] J. Ni, Y. Cai, G. Tang, and Y. Xie, “Collaborative Filtering Recommendation Algorithm Based on TF-IDF and User Characteristics,” *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 20, 2021, doi: 10.3390/app11209554.
- [9] R. A. Sihombing and F. Natsir, “Perancangan Aplikasi Analisis Sentimen Terhadap Opini Penghapusan Skripsi pada Twitter menggunakan Metode Naïve Bayes,” *Elconika: Jurnal Teknik Elektro* vol. 2, no. 1, pp. 1–14, 2023, doi: 10.37034/elconika.v4i4.162.
- [10] J. M. Hudin and A. Riyanto, “Inovasi dalam Pengelolaan Stock : Menerapkan Metode FIFO Melalui Prototype Sistem Informasi,” *Intern. (Information Syst. Journal)*, vol. 7, no. 1, pp. 30–46, 2024, doi: 10.32627/internal.v7i1.940.
- [11] E. T. B. Ginting and Irfan Pratamab, “Sistem Rekomendasi Jurusan SMK Menggunakan Metode Content-Based Filtering Di Kabupaten Sleman,” *Jurnal Sains dan Teknologi (JSIT)*, vol. 3, no. 2, pp. 291–300, 2023, doi : 10.47233/jsit.v3i2.954.
- [12] M. Fajriansyah, P. P. Adikara, and A. W. Widodo, “Sistem Rekomendasi Film Menggunakan Content Based Filtering,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIIK)*, vol. 5, no. 6, 2021, doi: 10.28932/jutisi.v4i3.862. .
- [13] P. Nastiti, “Penerapan Metode Content Based Filtering Dalam Implementasi Sistem Rekomendasi Tanaman Pangan,” vol. 8, 2019, doi: 10.34148/teknika.v8i1.139.
- [14] A. Muhammad, “Sistem Rekomendasi Penjurusan Keahlian pada SMK Jurusan Komputer Berbasis Sinyal Electroencephalograph (EEG)”, *RIGGS*, vol. 4, no. 3, pp. 1497–1503, Aug. 2025, doi: 10.31004/riggs.v4i3.2149.