

Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Web untuk Diagnosis Anemia dengan Metode *Certainty Factor*

Muhammad Nurwegiono^{1*}, Bitu Parga Zen²

Sistem Informasi, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Ma Chung¹
Teknik Informatika, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Ma Chung²
Villa Puncak Tidar N-01, 65151, Malang, Jawa Timur, Indonesia
muhammad.nurwegiono@machung.ac.id¹, bitu.parga@machung.ac.id²

Submitted : 18/09/2025; Reviewed : 06/10/2025; Accepted : 14/10/2025; Published : 31/10/2025

Abstract

Adolescent girls are a vulnerable group prone to anemia due to increased iron requirements during puberty. Undiagnosed anemia can negatively impact health, productivity, and academic performance. This study aims to design and develop a web-based Decision Support System (DSS) to assist in diagnosing various types of anemia based on symptoms experienced by users, using the Certainty Factor (CF) method. The system was developed using the Waterfall model, which includes requirement analysis, system design, coding, and testing through the blackbox method. System testing was conducted among adolescent girls in the Sumber Sekar area and showed that all main features of the system functioned properly, with a functional accuracy rate of approximately 95% in blackbox testing. The system is also considered user-friendly and capable of providing early diagnostic insights and recommendations efficiently and accurately. It is expected to serve as an initial support tool to raise awareness and facilitate early detection of anemia, particularly among adolescent girls.

Keywords : anemia, certainty factor, decision support system, laravel

Abstrak

Remaja wanita merupakan kelompok yang rentan mengalami anemia karena kebutuhan zat besi yang meningkat selama masa pubertas. Anemia yang tidak terdeteksi secara dini dapat berdampak pada kesehatan, produktivitas, serta prestasi belajar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis website yang dapat membantu dalam mendiagnosis jenis-jenis anemia berdasarkan gejala yang dialami pengguna, dengan menggunakan metode *Certainty Factor* (CF). Pengembangan sistem dilakukan melalui pendekatan *Waterfall* yang mencakup tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengkodean, dan pengujian menggunakan metode *blackbox*. Pengujian sistem dilakukan pada populasi remaja putri di wilayah Sumber Sekar dan menunjukkan bahwa seluruh fitur utama sistem berjalan dengan baik, dengan tingkat keberhasilan fungsional mencapai 95% pada pengujian *blackbox*. Sistem ini juga dinilai mudah digunakan dan memberikan informasi diagnosis serta rekomendasi awal secara cepat dan tepat. Diharapkan sistem ini dapat menjadi media bantu awal untuk meningkatkan kesadaran dan deteksi dini anemia, khususnya di kalangan remaja wanita.

Kata kunci : anemia, *certainty factor*, laravel, sistem pendukung keputusan

1. Pendahuluan

Anemia adalah kondisi medis yang ditandai dengan rendahnya kadar hemoglobin atau jumlah sel darah merah di bawah batas normal, sehingga mengurangi kapasitas darah untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh [1]. Kondisi ini dapat menimbulkan berbagai gejala seperti kelelahan, lemas, dan gangguan konsentrasi, serta berdampak serius apabila tidak ditangani secara dini. Di Indonesia, remaja putri merupakan kelompok paling rentan terhadap anemia akibat kombinasi antara kebutuhan zat besi yang meningkat, pola makan yang kurang seimbang, dan faktor menstruasi [2]. Data menunjukkan bahwa hingga 51% wanita hamil di Indonesia mengalami anemia, yang mengindikasikan bahwa banyak kasus anemia sudah terjadi sejak masa remaja [3][4].

Sayangnya, banyak penderita anemia tidak menyadari kondisi mereka karena gejala yang tidak khas dan proses diagnosis yang masih bergantung pada pemeriksaan laboratorium [5]. Tidak semua masyarakat memiliki akses atau waktu untuk melakukan pemeriksaan tersebut, terutama di daerah pedesaan. Oleh karena itu, diperlukan alat bantu diagnosis awal yang mudah diakses dan dapat digunakan secara mandiri

oleh masyarakat. Teknologi informasi telah berperan besar dalam inovasi di bidang kesehatan, salah satunya melalui pengembangan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) [6]. SPK merupakan sistem berbasis komputer yang dirancang untuk membantu proses pengambilan keputusan dalam situasi semi-terstruktur, termasuk dalam bidang diagnosis kesehatan [7]. Salah satu metode yang umum digunakan dalam SPK adalah metode Certainty Factor (CF), yang mampu menangani ketidakpastian dan memberikan bobot keyakinan atas hubungan antara gejala dan penyakit berdasarkan pengetahuan pakar [8][9][10]. Metode ini telah digunakan dalam berbagai studi diagnosa penyakit, seperti penyakit mata, kulit, hingga anemia, dan menunjukkan performa yang menjanjikan [11].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan SPK atau sistem pakar untuk diagnosis anemia, seperti studi oleh Oktavianus et al. [1] dan Budi et al. [8] yang menggunakan kombinasi metode CF dan forward chaining. Hasilnya menunjukkan bahwa metode CF cukup akurat dalam memberikan diagnosis berdasarkan gejala yang dilaporkan pengguna [12]. Namun, masih terdapat kebutuhan akan sistem yang lebih *user-friendly*, berbasis web, serta ditujukan langsung kepada masyarakat, terutama remaja putri sebagai kelompok sasaran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan berbasis website untuk mendiagnosis jenis anemia menggunakan metode Certainty Factor. Sistem ini dikembangkan menggunakan framework Laravel dan diujicobakan kepada remaja putri di Desa Sumber Sekar, Kabupaten Dau, sebagai bagian dari keterlibatan masyarakat dalam proses pengembangan. Dengan sistem ini, pengguna dapat mengisi gejala yang dialami dan memperoleh diagnosis awal serta rekomendasi penanganan. Sistem ini diharapkan dapat menjadi alat bantu skrining awal anemia yang cepat, akurat, dan mudah diakses sebelum memutuskan untuk melakukan pemeriksaan lebih lanjut ke fasilitas kesehatan.

2. Metodologi

2.1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan terapan dengan tahapan utama meliputi: pengumpulan data, pengembangan sistem, dan pengujian. Fokus penelitian ditujukan untuk mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) diagnosis anemia berbasis *web* dengan metode *Certainty Factor* (CF). Pengumpulan data dilakukan melalui:

- Kuesioner online yang disebarakan kepada remaja putri di Desa Sumber Sekar, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang.
- Studi literatur yang mencakup artikel jurnal, buku teks kedokteran, dan referensi daring untuk menyusun basis pengetahuan penyakit anemia.

Sebanyak 22 responden remaja berpartisipasi dalam survei ini, melampaui target awal sebanyak 15 responden. Kuesioner mengumpulkan informasi tentang gejala-gejala anemia seperti pusing, lemah, wajah pucat, dan keluhan lainnya yang lazim ditemukan pada penderita anemia. Setiap responden juga diminta mencantumkan nilai hemoglobin (Hb) terbaru mereka sebagai data pembandingan diagnosis. Partisipasi aktif dari mitra desa sangat membantu dalam proses pengumpulan data yang relevan dan valid.

2.2 Metode Perancangan Sistem

Pengembangan sistem dilakukan menggunakan model Waterfall yang terstruktur dari tahapan analisis, perancangan sistem, pengkodean, hingga pengujian [8][11]. Model ini dipilih karena alurnya yang sistematis dan cocok untuk proyek yang kebutuhan sistemnya telah didefinisikan secara jelas sejak awal seperti pada Gambar 1. Metode Pengembangan Sistem menggunakan Waterfall.

a. Analisis Sistem

Tahap ini diawali dengan penyusunan basis pengetahuan (*knowledge base*) yang memuat aturan-aturan diagnosis anemia. Pengetahuan diperoleh dari hasil studi literatur medis serta konsultasi informal dengan pakar kesehatan. Setiap gejala anemia diidentifikasi dan dikaitkan dengan jenis anemia tertentu, dilengkapi dengan nilai bobot keyakinan (*Certainty Factor*) sesuai tingkat korelasi yang disarikan dari referensi dan pengalaman pakar.

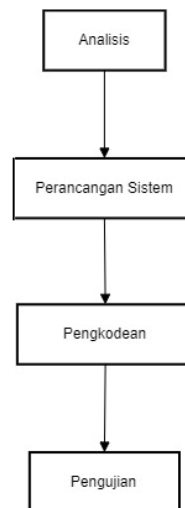
b. Perancangan Sistem

Perancangan sistem menghasilkan desain arsitektur sistem dan rancangan antarmuka pengguna yang meliputi: Formulir input gejala, Hasil diagnosis dan tingkat keyakinan, *Dashboard* admin untuk mengelola data aturan, gejala, dan jenis anemia. Diagram alur inferensi dan struktur *database* disiapkan untuk mendukung proses perhitungan berbasis CF.

c. Pengkodean

Sistem diimplementasikan menggunakan: Laravel (PHP) sebagai *framework* utama sisi *backend*, MySQL sebagai basis data, HTML/CSS dan JavaScript untuk sisi antarmuka pengguna. Pengembangan difokuskan pada kesederhanaan tampilan agar dapat diakses dan digunakan oleh masyarakat umum tanpa latar belakang teknis.

Inti dari sistem adalah modul inferensi CF, yang menghitung tingkat kepastian diagnosis anemia berdasarkan kombinasi gejala yang diinput pengguna [13]. Setiap rule dalam basis pengetahuan memiliki nilai CF yang telah ditentukan, misalnya: "Jika pengguna mengalami gejala G1 dan G2, maka kemungkinan anemia defisiensi besi dengan $CF = 0.85$ ". Ketika pengguna memasukkan beberapa gejala sekaligus, sistem akan menghitung nilai gabungan CF berdasarkan rumus *Certainty Factor* untuk menghasilkan diagnosis akhir yang paling mungkin.



Gambar 1: Metode Pengembangan Waterfall menggunakan Waterfall

Setelah pembangunan sistem selesai, dilakukan pengujian fungsional menggunakan metode *black-box testing* [14]. Setiap fungsi diuji dengan berbagai skenario *input* untuk memastikan keluaran yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian mencakup: (1) modul input gejala dan perhitungan CF – memverifikasi bahwa hasil perhitungan tingkat kepastian diagnosa sudah benar; (2) tampilan hasil diagnosa – memastikan informasi yang ditampilkan (jenis anemia dan persentase keyakinan) sesuai dengan kalkulasi di *backend*; (3) modul manajemen data – memastikan penambahan, pengubahan, dan penghapusan data gejala/penyakit pada *knowledge base* berjalan lancar. Selain pengujian internal oleh peneliti, sistem juga diujicobakan kepada responden sesungguhnya dalam lingkungan mitra untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna.

Evaluasi pengguna dilakukan dengan menyebarkan kuesioner setelah responden mencoba sistem. Responden diminta menilai aspek kemudahan penggunaan, kejelasan informasi yang disampaikan sistem, dan kesiapan untuk merekomendasikan sistem kepada orang lain. Pertanyaan terbuka juga disertakan untuk menangkap saran perbaikan. Hasil tanggapan ini divisualisasikan dalam bentuk grafik dan *word cloud* untuk memudahkan identifikasi kata-kata yang paling sering muncul dari masukan setiap pertanyaan. Seluruh proses pengembangan dan pengujian ini dilaksanakan dalam rentang waktu yang sesuai dengan jadwal penelitian yang telah ditetapkan.

d. Pengujian Sistem

Setelah implementasi selesai, sistem diuji melalui dua pendekatan:

1. *Black-box Testing*
Pengujian dilakukan pada seluruh fungsi sistem tanpa melihat kode sumber, mencakup: Input gejala dan kalkulasi C, *Output* diagnosis dan tampilan keyakinan (%), Modul manajemen data (penambahan, pengubahan, penghapusan data gejala dan penyakit).
2. Uji Pengguna (*User Evaluation*)
Sistem diuji langsung oleh responden dari Desa Sumber Sekar. Setelah mencoba sistem, mereka diminta mengisi kuesioner evaluasi pengguna yang meliputi: Kemudahan penggunaan, Kejelasan informasi diagnosis, Kemauan merekomendasikan sistem kepada orang lain, Pertanyaan terbuka untuk saran perbaikan[15]. Data dari kuesioner dianalisis menggunakan grafik dan *word cloud* untuk mengidentifikasi umpan balik terbanyak dari pengguna terkait sistem.

3. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan hasil penelitian berdasarkan tahapan pengembangan sistem menggunakan model Waterfall, yang meliputi: analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengkodean, dan pengujian. Setiap tahapan dideskripsikan secara terperinci untuk menggambarkan bagaimana Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis *Certainty Factor* dikembangkan guna mendeteksi anemia secara mandiri oleh remaja putri.

3.1 Analisis Kebutuhan

Tahapan analisis kebutuhan bertujuan untuk mengidentifikasi dan merumuskan komponen-komponen sistem yang diperlukan, baik dari segi fungsional maupun non-fungsional, dalam pengembangan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk diagnosis anemia berbasis web.

3.1.1. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional mencakup fitur-fitur utama yang wajib dimiliki oleh sistem untuk menjalankan fungsi diagnosis dan pemberian rekomendasi secara optimal. Fitur-fitur tersebut antara lain:

1. Manajemen basis pengetahuan, yang mencakup pengelolaan data gejala, klasifikasi jenis anemia, serta aturan inferensi *Certainty Factor* (CF);
2. Pemberian rekomendasi tindak lanjut, berdasarkan hasil diagnosis jenis anemia;
3. Autentikasi pengguna, yang terdiri dari proses registrasi dan login untuk menjaga privasi data pengguna;
4. Fitur administratif, yang memungkinkan admin untuk mengelola data gejala, penyakit, aturan diagnosa, serta melihat laporan riwayat diagnosis pengguna.

Pengetahuan medis yang menjadi dasar dalam sistem ini diperoleh melalui studi literatur kedokteran terkini dan hasil pengumpulan data primer dari responden remaja perempuan di Desa Sumber Sekar, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. Berdasarkan hasil studi, sistem dikembangkan untuk mampu mendiagnosis delapan jenis anemia yang paling umum terjadi pada remaja, yaitu: Anemia Defisiensi Zat Besi (*Iron Deficiency Anemia*), Anemia Defisiensi Asam Folat (*Folate Deficiency Anemia*), Anemia Aplastik (*Aplastic Anemia*), Anemia Fanconi (*Fanconi Anemia*), Anemia Hemolitik (*Hemolytic Anemia*), Anemia Pernisiosa (*Pernicious Anemia*), Anemia Sel Sabit (*Sickle Cell Anemia*), Anemia Thalassemia (*Thalassemia Anemia*).

Untuk masing-masing jenis anemia, ditetapkan daftar gejala yang relevan beserta nilai bobot kepercayaan (CF) yang ditentukan oleh pakar berdasarkan rujukan ilmiah. Contoh gejala yang digunakan antara lain: (G1) mudah lelah, (G2) wajah tampak pucat, (G3) pusing atau berkunang-kunang saat berdiri, (G4) penurunan nafsu makan, dan (G5) pica (kebiasaan mengonsumsi benda bukan makanan, yang dapat menjadi indikasi kekurangan zat besi). Sebagai ilustrasi aturan inferensi dalam sistem: “Jika $G1 \wedge G2 \wedge G3$, maka kemungkinan Anemia Defisiensi Zat Besi dengan nilai $CF = 0.85$ ”. Aturan-aturan ini dikembangkan sebagai dasar perhitungan tingkat keyakinan sistem terhadap diagnosis yang dihasilkan.

3.1.2. Kebutuhan Non-Fungsional

Selain kebutuhan fungsional, sistem juga dirancang dengan memperhatikan aspek non-fungsional yang mendukung keberlangsungan dan kenyamanan penggunaan sistem. Beberapa aspek yang dianalisis meliputi:

1. Antarmuka pengguna yang ramah dan responsif, untuk memudahkan pengguna dalam melakukan konsultasi mandiri;
2. Keamanan sistem, dengan penerapan teknik hashing (menggunakan *bcrypt Laravel*) pada kata sandi serta sanitasi input untuk mencegah kerentanan seperti *SQL injection*;
3. Aksesibilitas berbasis web, sehingga dapat diakses secara luas melalui perangkat yang memiliki koneksi internet.

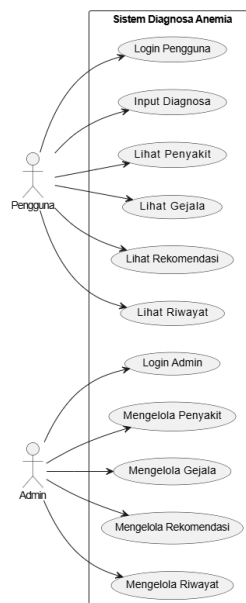
Dengan pendekatan ini, sistem diharapkan dapat memberikan pengalaman yang optimal dan aman bagi pengguna, serta mendukung kegiatan deteksi dini anemia secara mandiri dan efisien.

3.2. Perancangan Sistem

Merujuk pada hasil identifikasi kebutuhan sistem, tahapan perancangan mencakup penyusunan *use case diagram*, *class diagram*, serta rancangan antarmuka pengguna [16]. Secara umum, sistem ini diimplementasikan dengan arsitektur *client-server*, di mana pengguna berinteraksi melalui *web browser* sebagai klien, sementara sisi server dikembangkan menggunakan *framework Laravel*.

Perancangan basis data dilakukan dengan memanfaatkan *Relational Database Management System* (RDBMS) MySQL. Beberapa tabel utama yang dirancang meliputi: tabel gejala (berisi kode dan nama gejala), tabel penyakit (jenis anemia), tabel basis pengetahuan, tabel rekomendasi, tabel riwayat konsultasi, serta tabel aturan yang memetakan relasi antara gejala dan jenis anemia beserta nilai *Certainty Factor* (CF). Struktur penyimpanan aturan pengetahuan umumnya menggunakan format {ID_penyakit, ID_gejala, CF}. Selain itu, disediakan tabel users untuk menyimpan informasi pengguna sistem, termasuk data autentikasi dan riwayat konsultasi.

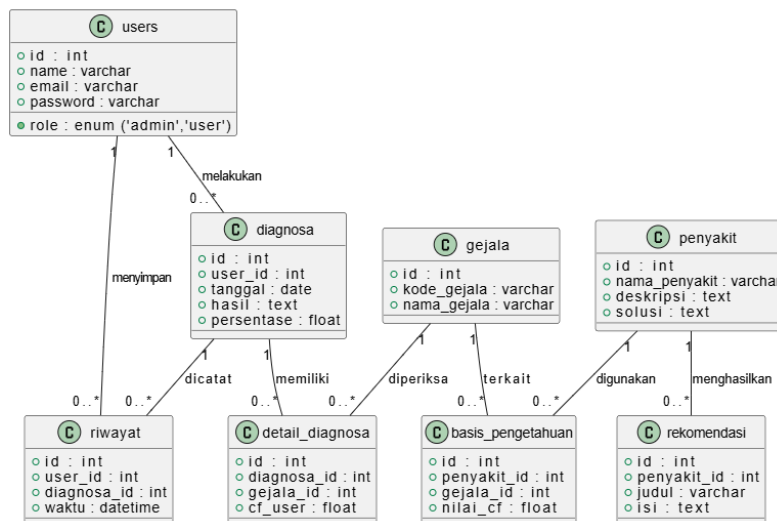
Untuk menjamin konsistensi dan integritas struktur data, dibuat *Entity Relationship Diagram* (ERD) yang merepresentasikan hubungan antar-entitas dalam sistem. Sementara itu, *use case diagram* disusun guna menggambarkan peran aktor dan skenario interaksi mereka terhadap sistem. Terdapat dua aktor utama dalam sistem ini, yakni Admin dan Pengguna. Admin memiliki otoritas untuk mengelola basis pengetahuan, termasuk input data gejala, penyakit, dan nilai CF. Sementara itu, Pengguna berperan sebagai individu yang melakukan konsultasi dengan memilih gejala yang dialaminya dan memperoleh hasil diagnosis dari sistem. *Use Case Diagram* Diagnosa dapat dilihat pada Gambar 2. *Use Case Diagram* Sistem.



Gambar 2: *Use case diagram* system

Use Case Diagram yang ditampilkan pada Gambar 2 mengilustrasikan pola interaksi antara dua aktor utama dalam sistem pendukung keputusan diagnosis anemia, yaitu Pengguna dan Admin. Aktor Pengguna memiliki hak akses terbatas yang mencakup proses autentikasi (*login*), input data gejala untuk proses diagnosis, serta penelusuran informasi terkait penyakit, gejala yang relevan, rekomendasi

penanganan, dan riwayat hasil diagnosis sebelumnya. Sementara itu, aktor Admin memiliki peran yang lebih luas dalam pengelolaan sistem. Hak akses Admin mencakup autentikasi dan fungsi manajerial terhadap data induk (master data), meliputi data penyakit, gejala, rekomendasi pengobatan, serta pengelolaan riwayat interaksi pengguna. Peran ini bersifat krusial dalam menjaga validitas basis pengetahuan dan memastikan sistem berjalan secara optimal sesuai logika inferensi yang ditetapkan.



Gambar 3: ER Diagram SPK Anemia

Gambar 3 menyajikan diagram *Entity Relationship Diagrams* (ERD) atau hubungan antar entitas pada sistem pendukung keputusan untuk diagnosis anemia, yang menggambarkan keterkaitan logis antara berbagai komponen utama. Terdapat delapan entitas inti dalam sistem ini, yakni users, penyakit, gejala, basis_pengetahuan, diagnosa, detail_diagnosa, rekomendasi, dan riwayat.

Entitas users mewakili seluruh pengguna sistem, yang terdiri dari dua peran utama: admin dan user (pengguna umum). Hubungan antara users dan diagnosa maupun riwayat bersifat one-to-many, menunjukkan bahwa seorang pengguna dapat melakukan beberapa kali konsultasi dan memiliki sejumlah histori interaksi dengan sistem. Selanjutnya, entitas penyakit dan gejala dihubungkan melalui entitas basis_pengetahuan, yang berfungsi sebagai repository relasi antara gejala dan jenis anemia, disertai nilai *Certainty Factor* (CF) sebagai dasar inferensi dalam proses diagnosis. Tiap entri dalam basis_pengetahuan menunjukkan bahwa suatu gejala memiliki kontribusi tertentu terhadap kemungkinan suatu jenis anemia.

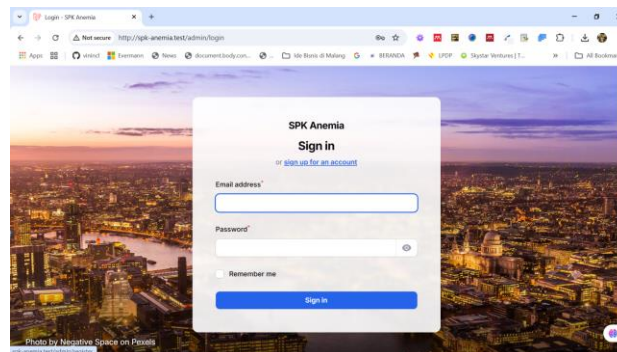
Entitas diagnosa berperan sebagai pencatatan hasil konsultasi pengguna. Hubungan antara diagnosa dan detail_diagnosa bersifat satu ke banyak, karena dalam satu sesi diagnosa dapat terdapat beberapa gejala yang dipilih oleh pengguna. Nilai CF input dari pengguna untuk setiap gejala direkam pada detail_diagnosa. Entitas rekomendasi menyediakan informasi penunjang yang berkaitan langsung dengan entitas penyakit. Rekomendasi ini memuat saran lanjutan atau tindakan pencegahan yang dapat diambil pengguna setelah menerima hasil diagnosis. Sementara itu, entitas riwayat menyimpan data log aktivitas pengguna dalam melakukan diagnosis, termasuk waktu dan hasil akhir diagnosis, yang berguna untuk pelacakan longitudinal.

3.3. Desain Antarmuka Pengguna

Sistem dirancang dengan antarmuka yang sederhana dan intuitif, mencakup halaman login/registrasi, halaman konsultasi (berisi form gejala dalam bentuk daftar centang), dan halaman hasil diagnosis. Pada halaman konsultasi, pengguna memilih gejala yang dirasakan, kemudian sistem akan memproses input dan menampilkan hasil berupa kemungkinan jenis anemia beserta tingkat kepastiannya, misalnya: “Kemungkinan Anda mengalami anemia defisiensi zat besi dengan tingkat kepastian 80%.”

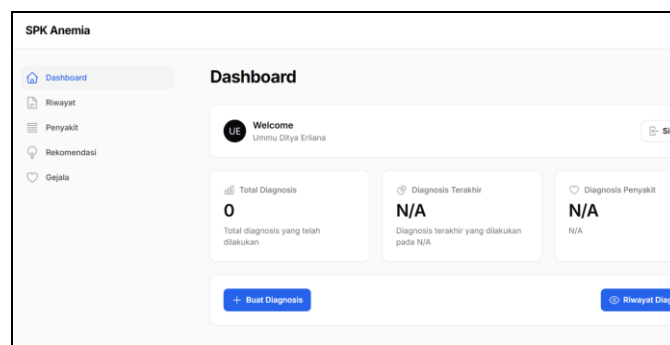
Selain hasil diagnosis, halaman juga dilengkapi dengan informasi edukatif singkat mengenai anemia yang terdeteksi serta rekomendasi tindakan awal, seperti konsumsi makanan tinggi zat besi atau anjuran

pemeriksaan laboratorium lebih lanjut. Pendekatan ini mengacu pada prinsip *user-centered design*, memastikan kemudahan penggunaan bagi pengguna awam, khususnya remaja yang menjadi sasaran utama sistem ini.



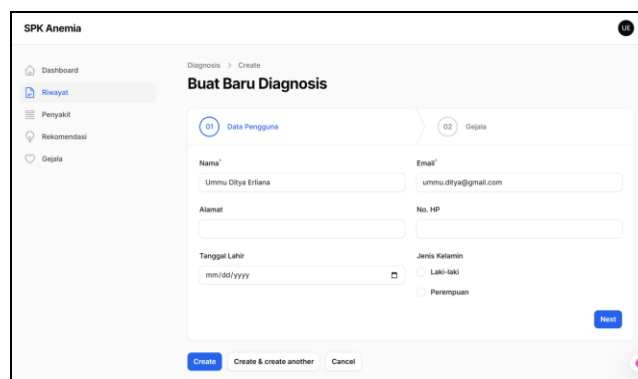
Gambar 4: Login User dan Admin

Gambar 4 memperlihatkan antarmuka awal sistem ketika pengguna pertama kali mengakses aplikasi Sistem Pendukung Keputusan (SPK) Diagnosis Anemia. Tampilan ini merupakan halaman otentikasi pengguna yang mencakup *form login* untuk mengakses sistem. Baik pengguna umum maupun admin diwajibkan memasukkan alamat *email* dan *password* yang telah terdaftar sebelumnya. Bagi pengguna yang belum memiliki akun, tersedia tautan pendaftaran ("*sign up for an account*") yang memungkinkan pembuatan akun baru secara mandiri. Desain antarmuka ini mengedepankan kesederhanaan dan aksesibilitas guna memastikan pengalaman pengguna yang optimal sejak awal penggunaan sistem.



Gambar 5: Halaman Dashboard User

Gambar 5 menampilkan tampilan awal *Dashboard* Pengguna setelah berhasil masuk ke dalam sistem. Halaman ini menyajikan informasi ringkas terkait aktivitas pengguna, seperti jumlah total diagnosis yang pernah dilakukan, hasil diagnosis terakhir, serta jenis penyakit anemia yang terdeteksi sebelumnya. *Dashboard* ini juga menyediakan navigasi ke berbagai fitur lain seperti Riwayat, Penyakit, Rekomendasi, dan Gejala, yang dapat diakses melalui menu samping.



Gambar 6: Buat Baru Diagnosis

Untuk memulai proses diagnosis baru, pengguna dapat menekan tombol "Buat Diagnosis", yang kemudian mengarahkan ke halaman seperti yang ditampilkan pada Gambar 6. Halaman ini menyajikan formulir input data pengguna, yang mencakup nama, email, alamat, nomor telepon, tanggal lahir, dan jenis kelamin. Pengisian data ini bersifat wajib dan berfungsi sebagai dasar penyesuaian sistem dalam memberikan hasil diagnosis yang lebih personal. Langkah ini merupakan tahap awal sebelum pengguna diarahkan ke halaman berikutnya, yaitu formulir gejala, di mana mereka dapat memilih gejala yang sedang dialami. Data ini kemudian diproses oleh sistem menggunakan algoritma *Certainty Factor* untuk menghasilkan hasil diagnosis anemia.

Gambar 7: Mengisi Pertanyaan-pertanyaan Gejala yang dialami User

Gambar 7 menggambarkan tahap lanjutan dalam proses diagnosis, di mana pengguna diminta untuk mengisi kuesioner terkait gejala yang sedang dialami. Setelah menyelesaikan pengisian data diri, sistem akan secara otomatis menampilkan serangkaian pertanyaan yang bersifat tertutup, seperti contoh "Apakah mengalami gejala: Kelelahan?". Pertanyaan tersebut merupakan bagian dari 33 item gejala yang telah dikompilasi dan dimasukkan ke dalam knowledge base sistem. Setiap respons dari pengguna selanjutnya akan diproses menggunakan metode *Certainty Factor* (CF), yang menghubungkan antara masing-masing gejala dan klasifikasi anemia dalam basis data. Nilai-nilai CF yang telah ditetapkan sebelumnya akan dikombinasikan untuk menghitung derajat kepastian terhadap suatu diagnosis, sehingga sistem dapat memberikan hasil yang lebih akurat dan sesuai dengan kondisi pengguna.

Gambar 8: Contoh Hasil Diagnosis salah satu pengguna

Gambar 8 menunjukkan tampilan hasil diagnosis dari salah satu pengguna sistem setelah menyelesaikan proses konsultasi gejala. Di bagian atas, informasi identitas pengguna seperti nama, email, nomor HP, jenis kelamin, dan tanggal lahir ditampilkan secara ringkas. Kemudian, sistem menampilkan hasil diagnosis berupa: Tanggal konsultasi, Nilai Faktor Kepastian (*Certainty Factor*/CF), Jenis Anemia yang

terdeteksi (misalnya: Anemia Pernisiosa/Pernicious Anemia). Nilai CF ini dihitung berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna dan bobot aturan yang ada dalam basis pengetahuan sistem. Semakin tinggi nilai CF (maksimum 1.0), semakin besar tingkat keyakinan sistem terhadap jenis anemia tersebut. Di bawah hasil diagnosis, pengguna juga diberikan penjelasan penyakit secara ringkas untuk memberikan edukasi awal terkait kondisi mereka.

Sistem juga menyajikan bagian rekomendasi yang berisi saran penanganan awal seperti konsumsi makanan kaya vitamin B12, saran untuk melakukan pemeriksaan darah lanjutan, atau rujukan ke fasilitas kesehatan terdekat. Tampilan ini memperlihatkan peran sistem dalam mendukung pengambilan keputusan awal secara mandiri, namun tetap mendorong pengguna untuk mencari verifikasi lanjutan dari tenaga medis profesional.

3.4. Pengkodean

Tahap pengkodean merupakan proses implementasi sistem berdasarkan hasil desain yang telah ditetapkan sebelumnya. Dalam penelitian ini, bahasa pemrograman PHP dengan *framework* Laravel versi 8 digunakan pada sisi server (*backend*), sedangkan antarmuka pengguna (*frontend*) dikembangkan menggunakan kombinasi HTML, CSS, dan JavaScript.

Komponen utama dalam sistem ini adalah *Inference Engine* yang diintegrasikan dalam Laravel, berfungsi sebagai modul utama untuk perhitungan diagnosis berdasarkan metode *Certainty Factor* (CF). Proses inferensi dilakukan menggunakan pendekatan *forward chaining*, di mana sistem akan secara aktif menelusuri basis pengetahuan berdasarkan input gejala yang dipilih oleh pengguna. Setiap gejala yang teridentifikasi akan dicocokkan dengan aturan-aturan yang terdapat dalam *knowledge base*, dan nilai CF dari masing-masing gejala akan dikombinasikan menggunakan rumus CF terstandar untuk menghasilkan tingkat keyakinan terhadap setiap jenis anemia yang mungkin dialami pengguna.

Struktur kode dibuat modular agar mudah dikembangkan dan dipelihara, dengan pemisahan antara logika bisnis, tampilan, dan manajemen data. Hal ini memungkinkan sistem untuk berjalan secara efisien, serta memudahkan validasi dan pengujian terhadap tiap komponen aplikasi.

```
for each penyakit in daftar_penyakit:
    CF_total[penyakit] = 0
    for each gejala yang dipilih pengguna:
        if ada aturan(gejala, penyakit) with CF = cf_rule:
            if CF_total[penyakit] == 0:
                CF_total[penyakit] = cf_rule
            else:
                CF_total[penyakit] = CF_total[penyakit] + cf_rule * (1 - CF_total[penyakit])
    endfor
endfor
```

Pseudokode diatas menjelaskan logika implementasi metode *Certainty Factor* (CF) yang digunakan dalam sistem untuk menghitung tingkat kepastian terhadap kemungkinan diagnosis jenis anemia tertentu. Prosesnya diawali dengan iterasi terhadap seluruh daftar penyakit (*daftar_penyakit*), di mana untuk setiap penyakit, sistem akan menghitung total nilai CF berdasarkan gejala-gejala yang dipilih oleh pengguna.

Apabila ditemukan aturan (*rule*) dalam basis pengetahuan yang menghubungkan suatu gejala dengan penyakit tertentu dan memiliki nilai *cf_rule*, maka nilai tersebut akan digunakan dalam perhitungan. Rumus kombinasi CF yang digunakan mengacu pada aturan penggabungan nilai *Certainty Factor* menurut metode *Shortliffe*, yaitu:

- Jika nilai CF awal adalah nol (belum ada nilai sebelumnya), maka nilai CF tersebut langsung diisi dengan *cf_rule*.
- Jika sudah ada nilai sebelumnya, maka CF dikombinasikan dengan menggunakan rumus:

$$CF_{\text{combine}} = CF_{\text{lama}} + CF_{\text{baru}} \times (1 - CF_{\text{lama}})$$

Rumus di atas memungkinkan akumulasi nilai kepastian secara bertahap berdasarkan input gejala yang bertambah, hingga menghasilkan tingkat keyakinan akhir terhadap setiap kemungkinan diagnosis anemia. Pendekatan ini meniru cara berpikir pakar dalam pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based reasoning*), dan memberikan hasil diagnosis yang bersifat probabilistik berdasarkan kontribusi masing-masing gejala terhadap diagnosis akhir.

Setelah iterasi, CF_total akan berisi nilai derajat kepastian untuk masing-masing penyakit (jenis anemia). Sistem kemudian memilih penyakit dengan nilai CF tertinggi sebagai diagnosis utama, selama nilai tersebut melewati ambang tertentu (misal ≥ 0.5). Bila semua di bawah ambang, sistem dapat menyimpulkan "tidak terindikasi anemia berat" atau sejenisnya.

Dalam implementasi basis data, penelitian ini memanfaatkan Eloquent ORM Laravel untuk memetakan tabel ke model PHP, sehingga operasi basis data lebih mudah dan aman dari SQL injection. Sebagai contoh, untuk mendapatkan semua gejala yang dipilih *user* dan menghitung CF, cukup melakukan:

```
$gejalaDipilih = Gejala::whereIn('id', $request->gejala_ids->get());
foreach ($jenisAnemia as $penyakit) {
    $scf = 0;
    foreach ($gejalaDipilih as $G) {
        $aturan = Aturan::where('penyakit_id', $penyakit->id)->where('gejala_id', $G->id)->first();
        if ($aturan) {
            $scf_rule = $aturan->cf;
            if ($scf == 0) $scf = $scf_rule;
            else $scf = $scf + $scf_rule * (1 - $scf);
        }
    }
    $hasilCF[$penyakit->nama] = $scf;
}
```

Potongan kode di atas menerangkan bahwa menghitung CF_total untuk setiap jenis anemia. Hasil disimpan dalam array \$hasilCF dengan key nama penyakit dan *value* nilai CF.

Aplikasi web ini di-*deploy* secara local terlebih dahulu untuk pengujian menggunakan server *built-in* Laravel (artisan serve). Selanjutnya, untuk akses komunitas mitra, aplikasi di-hosting pada layanan cloud dan dapat diakses melalui jaringan internet (dengan URL khusus proyek). Keamanan dasar diterapkan, termasuk *hashing password* pengguna (menggunakan *bcrypt* Laravel), validasi input form, dan middleware otentikasi sehingga fitur konsultasi hanya diakses setelah pengguna login.

3.5. Pengujian

Pengujian dilakukan dalam dua level, yaitu pengujian fungsional (*black-box testing*) dan evaluasi penerimaan pengguna (*user acceptance testing*).

3.5.1. Black-Box Testing

Metode black-box difokuskan pada verifikasi bahwa setiap fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan, tanpa memeriksa logika internal atau struktur kode program. Penelitian ini menyusun skenario uji untuk setiap fitur utama sistem. Dari total skenario uji yang dijalankan, sebanyak 95% berhasil memenuhi kriteria keberhasilan, menunjukkan bahwa sebagian besar fitur sistem bekerja dengan baik sesuai ekspektasi pengguna. Namun, terdapat sedikit ketidaksesuaian minor yang tidak memengaruhi fungsi utama sistem, seperti pada tampilan *front-end* tertentu yang tidak responsif di perangkat layar kecil. Tabel 3 merangkum hasil pengujian black-box pada fitur-fitur utama yang telah diuji.

Tabel 3. Hasil Pengujian Black-Box pada Fitur Utama Sistem

ID Uji	Fitur yang Diuji	Skenario Input	Output yang Diharapkan	Hasil Uji
TC-1	Registrasi Pengguna	Input data pengguna baru (<i>email & password valid</i>)	Akun berhasil dibuat, tersimpan di DB, redirect ke dashboard	Lulus

TC-2	Login Pengguna	Input email & password benar	Berhasil login, masuk ke halaman konsultasi pengguna	Lulus
TC-3	Konsultasi Gejala (kasus anemia)	Pilih gejala: mudah lelah, pucat, pusing, dll.	Sistem menampilkan diagnosa "Anemia Defisiensi Besi" dengan CF tinggi ($\geq 50\%$)	Lulus
TC-4	Konsultasi Gejala (kasus bukan anemia)	Pilih gejala: (misal hanya 1 gejala ringan)	Sistem menampilkan pesan "Anda kemungkinan tidak anemia" atau serupa (CF rendah)	Lulus
TC-5	Pengelolaan Basis Aturan (Admin)	Admin menambah aturan baru (gejala X berhubungan dengan anemia Y, CF=0.6)	Aturan tersimpan dan dipakai dalam perhitungan diagnosa selanjutnya	Lulus
TC-6	Keamanan Akses	Akses URL <i>dashboard</i> tanpa login	Sistem seharusnya menolak akses (middleware auth) → Namun, halaman masih dapat diakses pada kondisi tertentu (responsive bug)	Tidak Lulus
TC-7	Responsivitas tampilan	Buka halaman dari perangkat mobile dengan resolusi kecil	Layout tetap rapi dan elemen tidak tumpang tindih	Minor bug

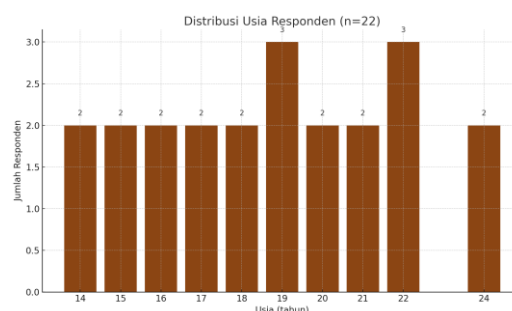
3.5.2. Evaluasi Pengguna (User Acceptance)

Evaluasi dilanjutkan dengan uji penerimaan pengguna menggunakan kuesioner. Sebanyak 22 responden remaja dari Desa Sumber Sekar, Kabupaten Malang, yang menjadi mitra pengabdian, diminta mencoba sistem ini dan mengisi kuisisioner setelahnya. Aspek yang dinilai meliputi:

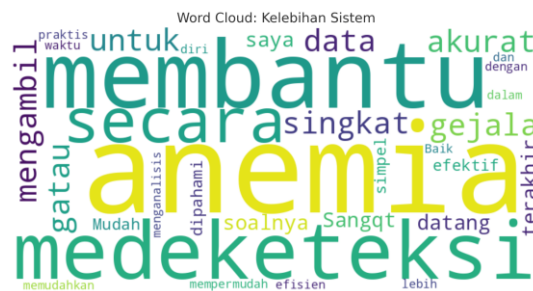
1. Kemudahan penggunaan antarmuka
2. Kejelasan informasi yang ditampilkan
3. Daya tarik tampilan visual
4. Kegunaan sistem untuk mendeteksi anemia
5. Kesesuaian hasil diagnosis dengan kondisi pengguna secara nyata

Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert 4 poin (1 = sangat tidak setuju, 4 = sangat setuju). Selain itu, disediakan pula kolom terbuka untuk saran. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa:

- 95% responden menyatakan setuju atau sangat setuju bahwa aplikasi mudah digunakan dan dipahami.
- Lebih dari 90% responden menilai konten informasi dan hasil diagnosis cukup jelas.
- 100% responden memahami pentingnya rekomendasi yang diberikan (misalnya, saran konsumsi zat besi atau pemeriksaan lanjutan).
- Sekitar 20% responden menyarankan peningkatan visual, seperti penambahan warna dan ilustrasi.
- Responden mengakui bahwa sistem ini bermanfaat untuk mengetahui kondisi kesehatan mereka. Beberapa dari mereka bahkan termotivasi untuk melakukan pemeriksaan lebih lanjut di puskesmas, terutama jika hasil diagnosis mengindikasikan anemia sedang atau berat. Gambar 9 berikut menunjukkan distribusi usia responden.



Gambar 9: Distribusi Usia Responden di Desa Sumber Sekar, Malang



Gambar 10: Jawaban Responden untuk Kelebihan Sistem

Secara umum, dominasi jawaban “setuju” dan “sangat setuju” pada hampir semua pertanyaan menunjukkan tingkat kepuasan pengguna yang tinggi terhadap SPK anemia ini. Responden menilai sistem ini mudah, efektif, dan membantu mereka menganalisis kondisi anemia secara mandiri. Adapun beberapa masukan konstruktif pengguna telah dicatat untuk pengembangan selanjutnya, misalnya: “menambah animasi atau ilustrasi agar lebih menarik”, “akan lebih baik jika aplikasi bisa digunakan *offline*”, dan “penambahan fitur pengingat untuk cek Hb”. Saran-saran ini sangat berharga dan akan ditindaklanjuti pada iterasi pengembangan berikutnya. Temuan menarik lainnya, beberapa responden awalnya ragu dengan hasil diagnosa aplikasi, namun setelah dilakukan pemeriksaan hemoglobin in situ (menggunakan alat digital hemometer oleh tim kesehatan desa), hasilnya ternyata konsisten – ini meningkatkan kepercayaan mereka terhadap sistem. Dari perspektif mitra (perangkat desa dan tenaga kesehatan setempat), aplikasi ini dianggap berguna sebagai alat skrining awal di lapangan. Hal ini terbukti saat demonstrasi lapangan, perangkat desa mampu mengoordinir remaja untuk menggunakan aplikasi dan mendapati data agregat yang menunjukkan persentase remaja dengan indikasi anemia, yang kemudian ditindaklanjuti dengan program pemberian suplemen zat besi di desa.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pendukung keputusan diagnosis anemia berbasis web menggunakan *framework* Laravel dan metode *Certainty Factor*. Sistem dirancang untuk memberikan diagnosis awal terhadap kemungkinan anemia berdasarkan input gejala yang diberikan pengguna. Hasil pengujian fungsional (*black-box*) menunjukkan tingkat keberhasilan sistem mencapai 95%, di mana sebagian besar fitur utama berjalan sesuai dengan skenario pengujian, kecuali satu kasus yang memerlukan validasi tambahan untuk jumlah minimal gejala. Proses penalaran dilakukan melalui pendekatan *forward chaining* untuk menelusuri aturan berdasarkan gejala yang dipilih, dan selanjutnya menghitung tingkat keyakinan menggunakan metode *Certainty Factor*. Sistem ini juga mendapat tanggapan positif dari mitra dan pengguna akhir di Desa Sumber Sekar, yang menilai sistem ini mudah digunakan, informatif, dan bermanfaat sebagai alat skrining awal anemia.

Evaluasi pengguna yang melibatkan 22 remaja menunjukkan bahwa lebih dari 90% menyatakan puas terhadap kemudahan antarmuka, kejelasan informasi, serta kebermanfaatan sistem. Beberapa masukan kualitatif seperti kebutuhan ilustrasi, fitur *offline*, dan pengingat cek Hb menjadi masukan berharga untuk pengembangan lebih lanjut. Di masa depan, sistem ini berpotensi ditingkatkan melalui integrasi teknologi cerdas seperti logika fuzzy untuk menangani ketidakpastian data, pengembangan versi *mobile* agar lebih mudah diakses, serta koneksi dengan sistem informasi di fasilitas kesehatan [17]. Dengan pengembangan berkelanjutan, sistem ini diharapkan dapat menjadi inovasi strategis dalam upaya deteksi dini anemia di komunitas, khususnya pada kelompok remaja.

Daftar Pustaka

- [1] M. Oktavianus *et al.*, “Diagnosis of Anemia in Expert System Programming with Certainty Factor,” *3rd Int. Conf. Cybern. Intell. Syst. ICORIS 2021*, 2021, doi: 10.1109/ICORIS52787.2021.9649593.
- [2] H. Nasruddin, R. Faisal Syamsu, and D. Permatasari, “Angka Kejadian Anemia Pada Remaja di Indonesia,” *Cerdika J. Ilm. Indones.*, vol. 1, no. 4, pp. 357–364, 2021, doi: 10.59141/cerdika.v1i4.66.
- [3] M. Munawaroh, D. Anggraini, and R. Helmizar, “Universitas baiturrahmah,” *Nusant. Hasana J.*, vol. 4, no. 0751, p. 463069, 2023.

- [4] P. I. B. U. Hamil, "Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Kejadian Anemia," vol. 4, no. 1, pp. 67–77, 2025.
- [5] R. D. Haninggar, A. Mahmud, and N. Nurdiana, "Pemberdayaan Kader Dalam Pencegahan Dan Penanganan Anemia Pada Ibu Hamil," *JMM (Jurnal Masy. Mandiri)*, vol. 8, no. 2, p. 2175, 2024, doi: 10.31764/jmm.v8i2.22023.
- [6] D. C. E. Saputra, K. Sunat, and T. Ratnaningsih, "A New Artificial Intelligence Approach Using Extreme Learning Machine as the Potentially Effective Model to Predict and Analyze the Diagnosis of Anemia," *Healthc.*, vol. 11, no. 5, 2023, doi: 10.3390/healthcare11050697.
- [7] R. Setiani, W. Djatmiko, R. A. Kurniawan, and V. Abdullayev, "Expert System for Early Detection of Thalassemia Disease Using Case-Based Reasoning Method," *Indones. J. Electron. Electromed. Eng. Med. Informatics*, vol. 7, no. 1, pp. 123–135, 2025, doi: 10.35882/gt9h2k22.
- [8] Budi Permana Putra and Dori Gusti Alex Candra, "Diagnosis Penyakit Gizi Buruk Pada Anak Menggunakan Metode Certainty Factor," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 13, no. 6, pp. 10321–10332, 2024, doi: 10.33022/ijcs.v13i6.4469.
- [9] Desi Anggreani and Lukman, "Implementasi Metode Certainty Factor (Cf) Pada Aplikasi Sehat Organik Dalam Mendiagnosa Penyakit," *Zo. J. Sist. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 61–71, 2024, doi: 10.31849/zn.v6i1.17877.
- [10] M. H. Botutihe and T. L. Rahman, "Penerapan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Certainty Factor (CF) pada Dinas Pertanian Kabupaten Pohuwato," vol. 8, no. 3, pp. 1748–1757, 2025.
- [11] M. Sajida, Y. Yuhandri, and G. W. Nurcahyo, "Perancangan Sistem Pakar Dengan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor Untuk Mendeteksi Penyakit Kelinci," *J. KomtekInfo*, vol. 11, pp. 98–105, 2024, doi: 10.35134/komtekinfo.v11i3.546.
- [12] G. Novilia, M. K. Aulia, and E. Utaminingsih, "Web-Based Medical Expert System For Diagnosing Kidney Diseases : The Systematic Literature Review," pp. 322–328, 2021.
- [13] Fernando Ramadhan, Yuhandri, and Gunadi Widi Nurcahyo, "Penerapan Forward Chaining dan Metode Certainty Factor dalam Merancang Sistem Pakar Diagnosa Gangguan Kepribadian," *J. KomtekInfo*, vol. 11, no. 4, pp. 213–221, 2024, doi: 10.35134/komtekinfo.v11i4.548.
- [14] M. Nurwegiono, A. Abelia, and K. Mariska, "Sistem Manajemen Pengetahuan Untuk Perbaikan Pelayanan Pelanggan di Forenoon Cafe Araya menggunakan metode KLMSLC," *Riau J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 72–80, 2025, doi: 10.30606/rjti.v4i1.3263.
- [15] F. Fahrullah, H. Haerullah, and A. Ridhawani, "Analisis Blackbox Testing dan User Acceptance Testing terhadap Sistem Informasi Posyandu Dondang," *J. Pract. Comput. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 42–50, 2025, doi: 10.37366/jpcs.v5i1.5780.
- [16] S. Ramdany, "Penerapan UML Class Diagram dalam Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web," *J. Ind. Eng. Syst.*, vol. 5, no. 1, 2024, doi: 10.31599/2e9afp31.
- [17] A. N. H. Ierarchy, P. R. Fahp, S. I. A. Dditive, and W. E. Saw, "Analisis Aksesibilitas Website Berita Online Menggunakan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fahp) Dan Simple Additive Weighting (Saw)," vol. 18, no. 1, pp. 71–81, 2024.