VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal 8, 2 (2026): 152-161
Website: http://ojs.aknacehbarat.ac.id/index.php/vocatech/index
ISSN 2716-5183 (online) ISSN 2686-4770 (print)

SISTEM PAKAR DIAGNOSA ANEMIA PADA REMAJA PUTRI MENGGUNAKAN METODE *CERTAINTY FACTOR*

Ellya Nora*
Yesy Afrillia
Nunsina

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Jalan Batam Kampus Bukit Indah Blang Pulo, Lhokseumawe, Aceh 24355, INDONESIA

Abstract

Anemia poses a significant health threat to adolescent girls, primarily driven by iron deficiency during rapid growth phases and monthly menstruation cycles. The limited access to independent screening facilities motivated this study to develop a web-based expert system for the early detection of anemia among young females. The computational approach implemented in this system utilizes the Certainty Factor (CF) method, which accommodates diagnostic uncertainty by calculating confidence levels (Measure of Belief and Measure of Disbelief) based on expert knowledge across 15 symptoms covering physical-clinical, physiological, and lifestyle factors. Software engineering was executed using PHP with the Laravel framework and MySQL for database management. System performance was evaluated through Black Box Testing to ensure all features operated seamlessly, followed by an accuracy assessment comparing system outputs against clinical diagnoses across 50 data samples. The findings revealed that 47 computational cases yielded decisions identical to the expert's judgment, while 3 cases showed discrepancies. Consequently, the system achieved an accuracy rate of 94%, demonstrating that the application is highly feasible and effective as a supportive tool for the early identification of anemia risk in adolescents.

Keywords:
Adolescent Girls; *anaemia*; *certainty factor*; *diagnosis*; *expert system*

Abstrak

Kasus anemia masih menjadi ancaman kesehatan yang signifikan bagi kelompok remaja putri, yang umumnya dipicu oleh defisiensi zat besi selama masa pertumbuhan dan siklus menstruasi bulanan. Keterbatasan akses untuk melakukan pemeriksaan awal secara mandiri melatarbelakangi penelitian ini untuk merancang sebuah sistem pakar berbasis web guna mendeteksi penyakit anemia pada remaja putri sedini mungkin. Pendekatan komputasi yang diimplementasikan pada sistem ini adalah metode *Certainty Factor* (CF), yang berfungsi mengakomodasi nilai ketidakpastian diagnosa melalui kalkulasi tingkat keyakinan (*Measure of Belief* dan *Measure of Disbelief*) dari pengetahuan pakar terhadap 15 indikator gejala fisik klinis, fisiologis, dan pola hidup sehat. Rekayasa perangkat lunak dikembangkan menggunakan bahasa PHP dengan *framework* Laravel serta pengelolaan basis data MySQL. Evaluasi kinerja sistem diukur melalui Black Box Testing untuk memastikan fungsionalitas fitur berjalan tanpa hambatan, dilanjutkan dengan pengujian akurasi yang mengomparasi hasil perhitungan sistem dengan diagnosis ahli medis berdasarkan 50 sampel data uji. Temuan penelitian menunjukkan bahwa 47 data komputasi menghasilkan keputusan yang identik dengan vonis pakar medis, sedangkan 3 data menunjukkan perbedaan. Dengan demikian, persentase tingkat akurasi sistem mencapai angka 94%, membuktikan bahwa aplikasi ini sangat layak dan efektif diandalkan sebagai instrumen pendukung dalam identifikasi awal risiko anemia pada remaja.

Kata Kunci:
Anemia; *certainty factor*; diagnosa; remaja putri; sistem pakar

DOI: dx.doi.org/10.38038/vocatech.v8i2.353
Received: 08 July 2026; Accepted: 26 October 2026; Published: 30 October 2026

***Corresponding author:**
Ellya Nora, Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh, Jalan Batam Kampus Bukit Indah Blang Pulo, Lhokseumawe, Aceh, INDONESIA
Email: ellya.220170013@mhs.unimal.ac.id

Citation in APA Style: Nora., E., Afrillia, Y., & Nunsina. (2026). Sistem pakar diagnosa Anemia pada remaja putri menggunakan metode certainty factor. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal, 8*(2), 152-161.

1. PENDAHULUAN

Anemia merupakan suatu kondisi medis yang diindikasikan oleh penurunan kadar hemoglobin di bawah ambang batas normal, yang berdampak pada terhambatnya kapasitas darah dalam mendistribusikan oksigen secara optimal (Nurwegiono & Zen, 2025). Kondisi kesehatan ini sangat rentan dialami oleh kelompok remaja putri akibat fluktuasi hormon, peningkatan kebutuhan nutrisi selama masa pertumbuhan yang pesat, serta kehilangan darah secara rutin melalui siklus menstruasi bulanan. Lebih jauh, jika tidak dideteksi dan ditangani sejak dini, anemia berpotensi menurunkan daya ingat dan konsentrasi belajar, hingga meningkatkan risiko komplikasi kehamilan di masa depan seperti kelahiran prematur maupun berat bayi lahir rendah (Pratiwi et al., 2025;Oktariana et al., n.d.).

Secara ideal (*das sollen*), penanganan gizi masyarakat menuntut adanya fasilitas skrining kesehatan yang proaktif, cepat, dan mudah diakses secara mandiri. Namun pada kenyataannya (*das sein*), proses pemeriksaan awal anemia, khususnya di fasilitas kesehatan tingkat pertama seperti di Kecamatan Peusangan Siblah Krueng, masih dilakukan secara konvensional. Keterbatasan akses terhadap instrumen diagnostik yang praktis ini menyebabkan remaja tidak memiliki sarana pemantauan kondisi kesehatan mandiri, sehingga memicu keterlambatan intervensi medis. Oleh sebab itu, diperlukan inovasi teknologi berupa sistem pakar, yakni salah satu implementasi kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yang mereplikasi kemampuan analisis dan penalaran manusia ke dalam perangkat lunak, sehingga masyarakat awam dapat mengakses layanan konsultasi secara efisien (Apriliyani et al., 2022). Sebuah sistem pakar diklasifikasikan berhasil apabila mampu menghasilkan keluaran diagnosa yang selaras dengan pertimbangan pakar manusia sesungguhnya (Putri et al., 2025).

Dalam ranah sistem pakar medis, fenomena ketidakpastian saat menganalisis keluhan dan gejala penyakit merupakan tantangan utama. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakan pendekatan *Certainty Factor* (CF), sebuah algoritma matematis yang difungsikan untuk menyelesaikan permasalahan ketidakpastian melalui pemodelan derajat keyakinan pakar (Dick & Rallis, 2020; Kautsar et al., 2025; Wiharja & Firnanda, 2021). Nilai komputasi CF direpresentasikan dalam rentang angka -1,0 (ketidakyakinan mutlak) hingga +1,0 (keyakinan absolut) (Arif & Islami, 2024). Secara matematis, Certainty Factor mengukur tingkat keyakinan terhadap suatu hipotesis berdasarkan bukti gejala klinis melalui selisih antara derajat kepercayaan (*Measure of Belief* / MB) dan derajat ketidakpercayaan (*Measure of Disbelief* / MD) dengan persamaan dasar sebagai berikut (Heckerman, 2025),

$$CF(H,E) = MB\ (H,E) - MD\ (H,E) \quad \text{..... (1)}$$

Keterangan:
CF(H,E) : *Certainty Factor* (H penyakit dan E gejala)
MB : *Measure of Belief*
MD : *Measure of Disbelief*

Untuk mengakomodasi bobot keyakinan mandiri dari pengguna (pasien) terhadap intensitas gejala yang dialami, komputasi sistem akan mengalikan nilai CF pakar dengan bobot CF pengguna:

$$Certainty\ Factor = CF_{pakar} \times CF_{user} \quad \text{..... (2)}$$

Keterangan:
CFpakar : Nilai keyakinan pakar
CFuser : Nilai keyakinan pengguna

Sedangkan untuk mengombinasikan nilai kepastian dari berbagai gejala penyakit yang merujuk pada satu kesimpulan diagnosa yang sama, digunakan persamaan akumulasi kombinasi berikut:

$$CF_{kombinasi} = CF_{lama} + CF_{baru} \times (1 - CF_{lama}) \quad \text{..... (3)}$$

Berbagai kajian literatur (*literature review*) terdahulu telah membuktikan efektivitas sistem pakar dalam ranah medis remaja (Herman & Gultom, 2024) memanfaatkan metode CF untuk mengidentifikasi gangguan kecemasan (*anxiety*) pada remaja. Studi serupa (Nurfalah & MS, 2024) sukses menerapkan CF pada deteksi penyakit kolesterol remaja berbasis *web*. Pada kasus yang berkaitan dengan anemia, (Supriadi & Suhendi, 2024) Yusuf Supriyadi pada tahun 2024 mengembangkan sistem pakar menggunakan algoritma Fuzzy Mamdani, namun berfokus pada hasil diagnosa secara umum tanpa spesifikasi pada kebiasaan serta demografi remaja putri.

Dari berbagai literatur tersebut, terlihat adanya kesenjangan (*gap analysis*) sekaligus menjadi letak kebaruan (*state of the art*) dari penelitian ini. Mayoritas pengembangan sistem pakar kesehatan saat ini masih didominasi oleh variabel gejala klinis dasar saja. Belum ada studi komprehensif yang mengintegrasikan

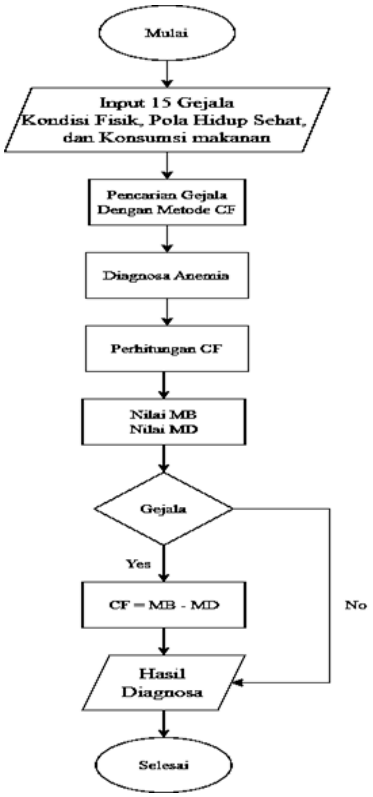
metode CF untuk mendiagnosa anemia pada remaja putri dengan memadukan parameter multidimensi yang mencakup: kondisi fisik klinis, respons fisiologis, pola hidup sehat, serta kebiasaan konsumsi gizi. Metode CF sangat relevan diimplementasikan karena kemampuannya dalam mengakomodasi ketidakpastian penalaran ahli klinis dengan memberikan bobot keyakinan secara presisi (Putra et al., 2024).

Secara teknis, arsitektur sistem pakar pada penelitian ini dibangun pada ekosistem *web* dinamis menggunakan bahasa pemrograman PHP dan *framework* Laravel. Penerapan struktur *Model-View-Controller* (MVC) pada Laravel memastikan logika komputasi CF terkelola dengan rapi dan aman (Pelango et al., 2024), didukung oleh basis data relasional MySQL untuk menjaga integritas arsip kepakaran dan riwayat pengguna (Patel et al., 2023). Mengacu pada uraian permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pakar pendeteksi anemia pada remaja putri yang dapat memfasilitasi skrining secara mandiri, mengimplementasikan algoritma *Certainty Factor* secara komputasional berbasis *web*, serta menguji tingkat akurasinya jika dikomparasikan dengan hasil diagnosa tenaga medis ahli.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian terapan (*applied research*) yang memadukan bidang rekayasa perangkat lunak dan sistem informasi medis. Pendekatan yang digunakan berfokus pada analisis kuantitatif komputasional melalui implementasi algoritma sistem pakar. Proses pengumpulan data dan observasi lapangan dilaksanakan di fasilitas Puskesmas Peusangan Siblah Krueng, Kabupaten Bireuen, dengan memfokuskan populasi dan subjek kajian pada data rekam medis kelompok remaja putri tahun 2025. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui tiga tahapan komprehensif, yakni: (1) studi literatur untuk menghimpun dan mensintesis landasan teoretis dari berbagai jurnal maupun dokumen terkait; (2) observasi guna meninjau proses pemeriksaan dan pencatatan kondisi pasien secara langsung; serta (3) wawancara mendalam bersama tenaga ahli medis (pakar) puskesmas untuk mengakuisisi parameter kepakaran berupa 15 indikator gejala fisik klinis, psikologis, dan kebiasaan pola hidup yang memicu penyakit anemia.

Tahap perancangan dan pengembangan sistem direalisasikan menggunakan lingkungan perangkat lunak berbasis *web*. Proses penulisan kode sumber dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP yang diintegrasikan dengan arsitektur *Model-View-Controller* (MVC) dari *framework* Laravel, sementara MySQL difungsikan sebagai sistem manajemen basis data relasional guna menyimpan aturan kepakaran dan riwayat pasien. Alur kerja sistem didesain secara dinamis agar responden dapat memasukkan parameter gejala yang dialaminya secara mandiri, yang selanjutnya akan diproses oleh mesin inferensi (*inference engine*) untuk dicocokkan dengan basis aturan (*rule base*) pakar medis. Skema operasional sistem pakar ini diilustrasikan pada gambar berikut:



Gambar 1. Skema Sistem

Metode analisis data utama yang diterapkan untuk penarikan kesimpulan diagnosa adalah metode *Certainty Factor*. Algoritma ini beroperasi dengan mengalkulasi persentase tingkat kepastian penyakit berdasarkan selisih maupun kombinasi nilai bobot *Measure of Belief* (MB) dan *Measure of Disbelief* (MD) yang melekat pada tiap gejala yang diverifikasi oleh pengguna. Guna memastikan keandalan instrumen penelitian, sistem yang telah dibangun dievaluasi melalui dua metode pengujian. Pertama, pengujian *Black Box* untuk memvalidasi kelancaran fungsionalitas fitur, masukan (*input*), serta keluaran (*output*) antarmuka aplikasi. Kedua, metode analisis komparatif untuk menguji akurasi algoritma dengan menerapkan teknik pengambilan sampel (*sampling*) terhadap 50 data uji kasus. Hasil komputasi persentase yang dikeluarkan oleh sistem pakar dikomparasikan secara langsung dengan vonis diagnosa dari pakar medis untuk mengukur validitas dan persentase tingkat kecocokan perangkat lunak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan sistem pakar untuk mendeteksi penyakit anemia pada remaja putri telah berhasil diimplementasikan ke dalam lingkungan berbasis *web*. Pemanfaatan *framework* Laravel mempermudah penerapan arsitektur *Model-View-Controller* (MVC), yang membuat proses pengelolaan basis pengetahuan, inferensi algoritma *Certainty Factor* (CF), serta interaksi pengguna menjadi lebih terstruktur dan efisien. Perangkat lunak ini dirancang untuk memfasilitasi pengguna dalam melakukan konsultasi kesehatan secara mandiri dengan menganalisis keluhan klinis yang dialami.

3.1. Pemodelan Basis Pengetahuan dan Algoritma *Certainty Factor*

Fondasi utama dari proses diagnosa dalam sistem ini adalah basis pengetahuan (*knowledge base*) yang diekstraksi dari kepakaran seorang ahli medis. Setiap parameter gejala, yang mencakup kondisi fisik klinis, psikologis, dan kebiasaan pola hidup, diberikan bobot *Measure of Belief* (MB) dan *Measure of Disbelief* (MD). Bobot ini merepresentasikan derajat keyakinan pakar terhadap keterkaitan antara suatu gejala dengan risiko anemia. Bobot nilai ini diperoleh secara empiris melalui wawancara klinis mendalam (in-depth interview) terstruktur dan pengisian instrumen kuesioner pembobotan bersama pakar medis, Ns. Fitriana, S.Kep. Penentuan nilai MB dan MD merepresentasikan derajat keyakinan pakar terhadap keterkaitan antara suatu manifestasi gejala dengan risiko anemia berdasarkan pedoman klinis dan pengalaman observasi lapangan di fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama. Namun demikian, ketergantungan pada satu orang pakar domain (single expert) diakui sebagai salah satu keterbatasan (threat to validity) dalam penelitian ini, karena membuka potensi subjektivitas persepsi klinis individual. Pada pengembangan sistem skala luas di masa depan, pelibatan panel multi-pakar (seperti metode Delphi bersama dokter spesialis anak atau hematologi) sangat dianjurkan untuk memvalidasi dan mengalibrasi matriks pembobotan agar semakin objektif.

Tabel 1. Tabel Gejala dan Bobot Nilai Keyakinan Pakar

No	Kode Gejala	Nama Gejala	MB	MD	Nilai CF (MB–MD)
1	G01	Wajah Pucat	0,85	0,05	0,80
2	G02	Mata berkunang-kunang	0,80	0,10	0,70
3	G08	Tubuh terasa lemas	0,80	0,15	0,65
4	G07	Mudah merasa lelah	0,75	0,15	0,60
5	G04	Cepat lelah saat beraktivitas ringan	0,70	0,15	0,55
6	G09	Pusing atau sakit kepala	0,65	0,15	0,50
7	G10	Konsentrasi menurun	0,60	0,15	0,45
8	G11	Mudah mengantuk saat beraktivitas	0,55	0,15	0,40
9	G03	Jarang mengonsumsi makanan kaya zat besi	0,45	0,10	0,35
10	G06	Jarang mengonsumsi protein hewani	0,40	0,10	0,30
11	G05	Tidak rutin mengonsumsi sayuran hijau	0,35	0,10	0,25
12	G12	Pola makan tidak teratur	0,25	0,05	0,20
13	G13	Sering melewatkan waktu makan	0,20	0,05	0,15
14	G14	Sering begadang atau kurang tidur	0,20	0,05	0,15
15	G15	Jarang berolahraga	0,15	0,05	0,10

Berdasarkan Tabel 1, indikator gejala fisik seperti "Wajah Pucat" (G01) memiliki nilai konversi CF tertinggi yakni 0,80, yang menjadikannya parameter dominan dalam penentuan hasil akhir diagnosa. Sebagai pembuktian komputasional algoritma, dilakukan uji coba perhitungan manual pada kasus pengguna yang mengonfirmasi lima gejala secara bersamaan dengan tingkat keyakinan penuh (CF User = 1,0): Wajah pucat (G01), Mata berkunang-kunang (G02), Tubuh terasa lemas (G08), Mudah merasa lelah (G07), dan Cepat lelah saat beraktivitas ringan (G04). Melalui proses akumulasi menggunakan rumus kombinasi CF secara

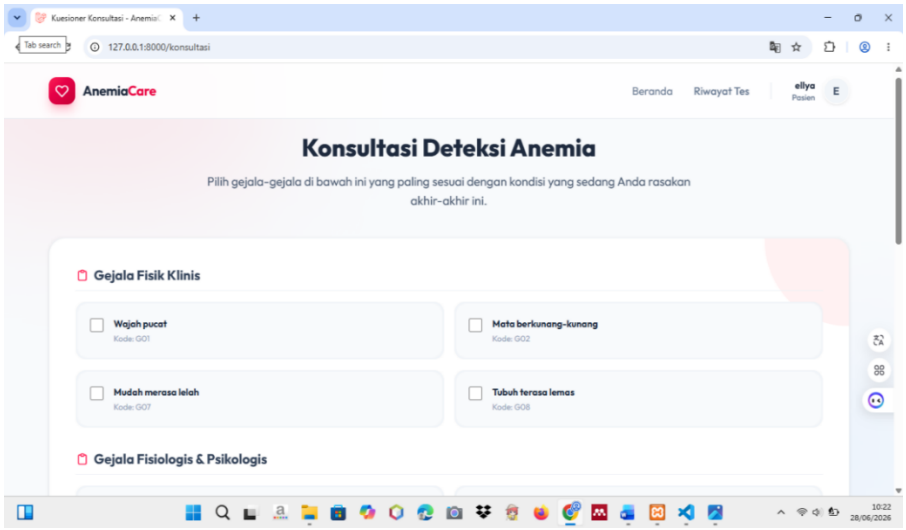
iteratif, sistem menghasilkan persentase kepastian akhir sebesar 99,46%. Tingginya angka kalkulasi ini membuktikan bahwa kombinasi gejala-gejala berbobot mayor secara langsung mengarahkan sistem pada kesimpulan identifikasi “Terindikasi Anemia” "Terindikasi Anemia".

Sistem pakar yang dikembangkan memetakan keluaran inferensi ke dalam 3 (tiga) kelas diagnosis anemia dengan batasan ambang batas (*threshold*) matematis yang tegas:

1. Normal (Tidak Anemia): Ditetapkan apabila nilai Certainty Factor komputasi berada di bawah batas ambang 40% (CF < 0,40). Kategori ini mengindikasikan bahwa responden tidak menunjukkan klaster keluhan patologis yang bermakna dan kadar hemoglobin stabil (Hb ≥ 12,0 g/dL).
2. Indikasi Ringan Anemia: Ditetapkan apabila nilai Certainty Factor berada pada rentang 40% hingga 69,9% (0,40 ≤ CF < 0,70). Status ini mencerminkan fase awal defisiensi mikronutrien zat besi dengan keluhan kelelahan moderat, di mana pengguna disarankan meningkatkan asupan nutrisi hewani dan Tablet Tambah Darah (TTD).
3. Terindikasi Anemia: Ditetapkan apabila nilai Certainty Factor mencapai 70% ke atas (CF ≥ 0,70). Kategori ini secara konvergen mengonfirmasi keberadaan klaster gejala anemia klinis yang berbanding lurus dengan penurunan kadar hemoglobin secara drastis (Hb < 11,0 g/dL), sehingga sistem memunculkan peringatan rujukan medis segera ke fasilitas kesehatan.

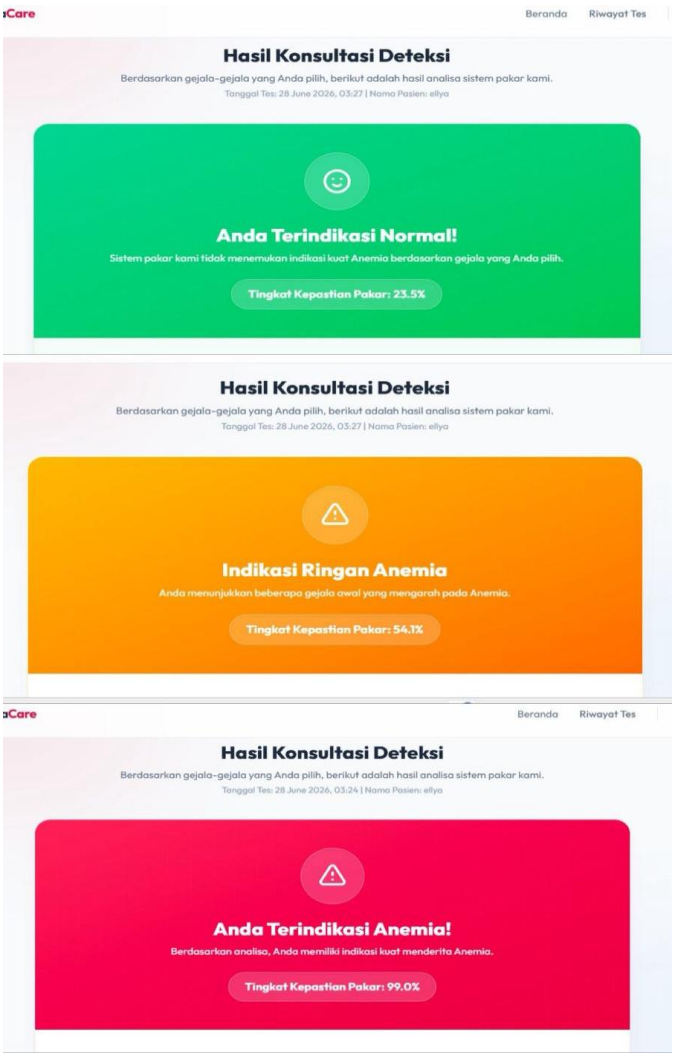
3.2. Implementasi Antarmuka Sistem

Sistem menyediakan antarmuka pengguna yang interaktif dan mudah dioperasikan. Pada tahap awal interaksi, pengguna akan diarahkan menuju halaman konsultasi. Halaman ini dirancang secara sistematis dengan mengelompokkan keluhan ke dalam beberapa kategori, seperti gejala fisik klinis dan gejala fisiologis. Melalui antarmuka ini, remaja putri dapat dengan leluasa memilih gejala-gejala spesifik yang paling mendeskripsikan kondisi harian mereka dengan cara mencentang kotak pilihan (*checkbox*) yang tersedia, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Antarmuka Halaman Konsultasi Pengguna

Setelah pengguna menyimpan pilihannya, sistem kemudian memproses masukan (*input*) tersebut secara otomatis menggunakan mesin inferensi *Certainty Factor*. Keluaran dari proses matematis tersebut langsung divisualisasikan pada halaman hasil diagnosa. Halaman ini didesain secara komprehensif untuk menampilkan kategori diagnosis akhir (seperti Normal, Indikasi Ringan, atau Terindikasi Anemia), nilai persentase tingkat keyakinan sistem, serta penjabaran saran penanganan medis lanjutan yang relevan dengan kondisi pengguna, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Visualisasi Hasil Diagnosa dan Persentase Keyakinan

Penyajian informasi diagnosis yang transparan dan terstruktur pada antarmuka hasil ini tidak hanya sekadar menampilkan vonis komputasi, tetapi juga dirancang untuk memberikan nilai edukasi. Dengan adanya persentase keyakinan dan rekomendasi penanganan, pengguna mendapatkan pemahaman dasar yang komprehensif sebagai acuan untuk mengambil langkah preventif sebelum berkonsultasi lebih lanjut dengan tenaga kesehatan di fasilitas pelayanan medis.

3.3. Pengujian Perangkat Lunak dan Evaluasi Akurasi

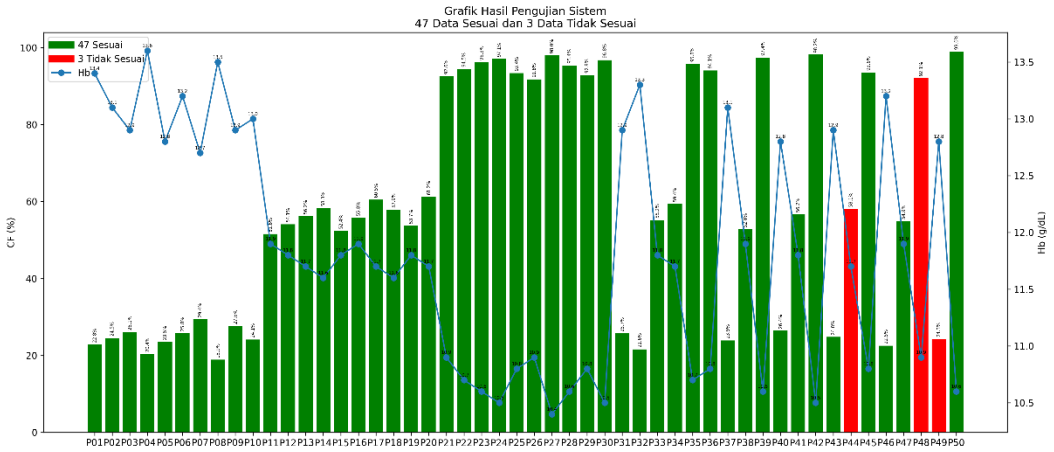
Fase pengujian sistem dilakukan melalui dua tahapan, yakni *Black Box Testing* dan Uji Akurasi Diagnosa. Evaluasi *Black Box* mengonfirmasi bahwa seluruh fungsionalitas fitur operasional aplikasi, mulai dari manajemen data pakar hingga pencetakan laporan PDF, berjalan optimal tanpa ditemukan adanya kecacatan sistem (*error*).

Pada tahap uji akurasi, performa algoritma komputasi diukur dengan mengomparasi hasil perhitungan CF sistem terhadap validasi diagnosa dari pakar medis menggunakan 50 sampel data uji yang memiliki informasi rentang kadar Hemoglobin (Hb). Rincian perbandingan klasifikasi diagnosa antara komputasi perangkat lunak dengan keputusan ahli klinis tersebut dipaparkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komparasi Hasil Diagnosa Sistem terhadap Keputusan Pakar

No	Kode Pasien	Kadar Hb (g/dL)	Gejala yang Dialami (Kode Gejala)	Hasil Diagnosis Pakar	Persentase Sistem (CF)	Hasil Diagnosis Sistem	Keterangan Evaluasi
1	P01	13,4	G13, G15	Normal	22,80%	Normal	Sesuai (TN)
2	P02	13,1	G12, G15	Normal	24,50%	Normal	Sesuai (TN)
3	P04	13,6	G12, G14	Normal	20,40%	Normal	Sesuai (TN)
4	P07	12,7	G02, G09, G14	Normal	70,00%	Terindikasi Anemia	Tidak Sesuai (FP)
5	P08	13,5	G14, G15	Normal	18,90%	Normal	Sesuai (TN)
6	P11	11,9	G10, G14	Indikasi Ringan Anemia	47,00%	Normal	Tidak Sesuai (FN)
7	P12	11,8	G03, G06	Indikasi Ringan Anemia	54,10%	Indikasi Ringan Anemia	Sesuai (TP)
8	P13	11,7	G03, G05, G12	Indikasi Ringan Anemia	56,20%	Indikasi Ringan Anemia	Sesuai (TP)
9	P14	11,6	G04, G13	Indikasi Ringan Anemia	58,30%	Indikasi Ringan Anemia	Sesuai (TP)
10	P21	10,9	G01, G08, G09	Terindikasi Anemia	92,60%	Terindikasi Anemia	Sesuai (TP)
11	P22	10,7	G01, G02, G07, G08	Terindikasi Anemia	94,50%	Terindikasi Anemia	Sesuai (TP)
12	P38	11,9	G11, G15	Indikasi Ringan Anemia	46,00%	Normal	Tidak Sesuai (FN)
13	P48	10,9	G01, G07, G08	Terindikasi Anemia	92,10%	Terindikasi Anemia	Sesuai (TP)
14	P49	12,8	G12, G13	Normal	24,30%	Normal	Sesuai (TN)
15	P50	10,6	G01, G02, G04, G07, G08	Terindikasi Anemia	99,00%	Terindikasi Anemia	Sesuai (TP)

Data pada tabel 2 di atas merangkum hasil komputasi keseluruhan sampel uji, yang secara spesifik menyoroti nilai persentase keyakinan sistem (*Certainty Factor*) dan status kesesuaiannya dengan rekam medis asli. Guna memberikan analisis yang lebih komprehensif terkait pola sebaran data khususnya untuk melihat korelasi antara fluktuasi kadar Hemoglobin (Hb) pasien dengan lonjakan persentase keyakinan sistem data tabular tersebut divisualisasikan ke dalam bentuk grafik linier dan batang majemuk seperti yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Kadar Hemoglobin dengan Persentase *Certainty Factor*

Merujuk pada visualisasi grafik dan komparasi 50 observasi sampel di atas, sebanyak 47 data menunjukkan keselarasan identik antara hasil kalkulasi *software* dengan vonis ahli klinis, sementara 3 kasus mengalami diskrepansi atau ketidaksesuaian klasifikasi, yaitu pada pasien P07, P11, dan P38 (sebagaimana ditunjukkan oleh batang merah pada Gambar 4). Melalui pengujian ini, sistem pakar yang dikembangkan mencatatkan persentase akurasi akhir sebesar 94,00%, presisi 96,88%, recall 93,94%, dan F1-score 95,39%. Terdapat temuan analisis yang sangat signifikan dari grafik luaran sistem, di mana nilai persentase CF berbanding terbalik secara konsisten dengan fluktuasi kadar hemoglobin pasien. Pasien dengan kadar Hb normal (12,7–13,6 g/dL) menghasilkan CF komputasi yang rendah di kisaran 18,9% hingga 29,4%. Di sisi lain, pasien pada klasifikasi Terindikasi Anemia (Hb drop di bawah 11,0 g/dL) mencatatkan nilai CF diagnostik yang sangat tinggi, yakni mencapai 92,10% hingga 99,00%.

Penyimpangan pada 3 data uji yang tidak selaras memberikan wawasan penting terkait karakteristik penalaran algoritma Certainty Factor. Pada kasus P07 (*False Positive*), pasien memiliki kadar Hb normal 12,7 g/dL, namun mengonfirmasi beberapa keluhan fisik subjektif dan pola tidur tidak teratur (G02, G09, G14), sehingga akumulasi bobot CF menghasilkan persentase keyakinan 70,00% yang secara matematis melampaui ambang batas sistem (terindikasi anemia oleh sistem). Sebaliknya, pada kasus P11 dan P38 (False Negative), kedua pasien secara klinis divonis anemia ringan oleh pakar karena kadar Hb berada pada batas borderline 11,9 g/dL (< 12,0 g/dL standar WHO), namun pasien hanya melaporkan gejala yang sangat minim (G10 dan G14 pada P11; G11 dan G15 pada P38), sehingga kalkulasi CF menghasilkan persentase masing-masing 47,00% dan 46,00% yang berada sedikit di bawah ambang batas (threshold) 50%. Rigiditas ambang batas matematis inilah yang membedakan komputasi mesin dengan intuisi klinis pakar medis yang memadukan rekam medis holistik batas ambang (*threshold*)

Terkait perilaku komputasi pada sampel dengan kepastian tinggi, terlihat dinamika menarik pada pasien dengan kombinasi gejala mayor (seperti P21, P22, P48, dan P50). Ketika pasien melaporkan kumpulan gejala klinis patologis seperti Wajah Pucat (G01, MB 0,85), Mata berkunang-kunang (G02, MB 0,80), dan Tubuh terasa lemas (G08, MB 0,80), formula kombinasi Certainty Factor secara asimptotik mengakumulasikan nilai keyakinan mendekati 1,0 (100%), yang mengonfirmasi kondisi anemia defisiensi berat. Di samping itu, penting untuk dicatat adanya potensi bias data (threat to external validity) karena lokasi penelitian terpusat pada satu fasilitas pelayanan, yakni Puskesmas Peusangan Siblah Krueng, Kabupaten Bireuen. Homogenitas latar belakang demografis dan pola pangan lokal pada sampel ini membatasi tingkat generalisasi hasil ke populasi remaja putri di wilayah lain. Oleh karena itu, pengujian lanjutan melalui studi multisentris (multi-center evaluation) sangat disarankan untuk mengonfirmasi stabilitas dan keandalan sistem pakar pada populasi yang lebih luas.

4. SIMPULAN

Merespons urgensi akan ketiadaan fasilitas skrining kesehatan mandiri yang proaktif seperti yang dikemukakan pada bagian pendahuluan, penelitian ini telah berhasil menjembatani kesenjangan tersebut dengan merealisasikan sebuah sistem pakar pendeteksi anemia pada remaja putri berbasis *web*. Implementasi parameter multidimensi, yang mencakup kondisi fisik klinis, psikologis, dan riwayat pola hidup sehat, yang dikomputasikan menggunakan algoritma *Certainty Factor* terbukti sangat efektif dalam mentransformasikan derajat kepastian pakar medis ke dalam sistem penalaran kecerdasan buatan. Efektivitas ini divalidasi oleh hasil pengujian komparatif yang mencatatkan tingkat akurasi sebesar 94% terhadap 50 sampel data pasien,

menegaskan bahwa keluaran perangkat lunak ini sangat selaras dan representatif untuk mereplikasi keputusan ahli klinis sesungguhnya. Walaupun terdapat sebagian kecil deviasi yang diakibatkan oleh rigiditas ambang batas matematis (*threshold*) sistem dibandingkan dengan intuisi holistik pakar, aplikasi ini tetap membuktikan kelayakannya sebagai instrumen intervensi dini di masyarakat. Guna memperkaya prospek temuan dan memaksimalkan potensi pemanfaatan teknologi di masa depan, sistem ini direkomendasikan untuk dikembangkan lebih lanjut dengan mengintegrasikan fitur pembobotan tingkat keyakinan mandiri dari pengguna (*CF User*), memperluas cakupan basis aturan untuk penyakit penyerta lain yang memiliki kemiripan gejala klinis, serta mentransformasikan arsitektur sistem menjadi aplikasi *mobile* terapan (*Android/iOS*) agar aksesibilitas deteksi dini bagi demografi remaja menjadi jauh lebih praktis dan inklusif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak Puskesmas Peusangan Siblah Krueng, Kabupaten Bireuen, yang telah memberikan izin penelitian, akses data observasi, serta dukungan informasi ahli medis yang sangat esensial bagi pengembangan basis pengetahuan sistem pakar ini. Terima kasih juga diucapkan kepada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh atas dukungan akademis dan fasilitas selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

Apriliyani, R., Tyas, F. A., & Permatasari, E. K. (2022). Perbandingan metode forward chaining dan backward chaining pada sistem pakar identifikasi gaya belajar. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Komputer*, *3*(2), 84–92.

Arif, M., & Islami, H. A. (2024). Sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit dalam dan menentukan jenis tanaman herbal serta cara pengolahannya dengan menggunakan metode certainty factor (CF). *Jurnal Ilmu Komputer, Teknik Dan Multimedia*, *2*(2), 230–242.

Dick, T. P., & Rallis, S. F. (2020). Factors and influences on high school students' career choices. *Journal for Research in Mathematics Education*, *22*(4). https://doi.org/10.5951/jresematheduc.22.4.0281

Heckerman, D. (2025). The certainty factor model. *Jurnal Computer Science and Pathology*, *1*(1), 1–21.

Herman, S. T., & Gultom, H. (2024). Sistem pakar mendiagnosa penyakit anxiety pada remaja dengan menggunakan metode certainty factor (CF). *Jurnal Ilmu Komputer Dan Pendidikan*, *2*(3), 529–539.

Kautsar, A., Asrianda, & Afrillia, Y. (2025). Stunting risk detection and food recommendation via maternal diagnosis using the CF method. *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, *9*(4), 131–1440. https://doi.org/https://doi.or10.30871/jaic.v9i4.9949

Nurfalah, & MS, R. D. (2024). Penerapan metode certainty factor pada sistem pakar diagnosa penyakit kolesterol bagi remaja berbasis web. *Jurnal Sains Dan Teknologi Informasi*, *2*(6), 69–85. https://doi.org/https://doi.org/10.62951/switch.v2i6.283

Nurwegiono, M., & Zen, B. P. (2025). Pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis web untuk diagnosis anemia dengan metode certainty factor. *Jurnal Ilmiah Media Sisfo*, *19*(2), 152–164. https://doi.org/10.33998/mediasisfo.2025.19.2.2581

Oktariana, D., Lusiana, E., Tamzil, N. S., & Prasasty, G. D. (n.d.). Pendampingan manajemen pencegahan anemia pada remaja Abstrak. *Jurnal Pengamdian Masyarakat*, 36–45. https://doi.org/10.32539/Hummed.V1I1.8

Patel, S., Choudhary, J., & Patil, G. (2023). Revolution of database management system: a literature survey. *International Jurnal of Engineering Trends and Tecnology*, *71*(7), 189–200. https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V71I7P218

Pelango, N., Weku, W. C. D., Soewoeh, C. A. J., Ketaren, E., Kampus, J., Bahu, U., Manado, K., & Utara, S. (2024). Pengembangan sistem informasi untuk administrasi data dosen fmipa unsrat bagian akademik berbasis web menggunakan framework Laravel dengan arsitektur MVC. *Junal Tecnology Informatics \& Co*, *13*(2), 84–92.

Pratiwi, W. R., Hasriani, S., & Sukarta, A. (2025). Edukasi tentang makanan bergizi seimbang untuk cegah anemia pada remaja. *Jurnal ALTIFANI*, *5*(2), 155–160. https://doi.org/10.59395/altifani.v5i2.662

Putra, B. P., Gusti, D., & Candra, A. (2024). The Indonesian journal of computer science. *The Indonesian Journal of Computer Science*, *13*(6), 10321–10332. https://doi.org/10.33022/ijcs.v13i6.4469

Putri, V. E., Budiman, H., Arfan, M., Oleo, U. H., & Kendari, K. (2025). Sistem pakar penyakit kolestrol pada usia muda dengan menggunakan certainty factor. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, *1*(1), 31–43.

Supriadi, Y., & Suhendi, H. (2024). Perancangan sistem pakar mendiagnosa anemia menggunakan metode Fuzzy Mamdani. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, *4*(5), 2739–2748.

https://doi.org/https://doi.org/10.53625/jirk.v4i5.8696
Wiharja, H., & Firnanda, A. (2021). Career Understanding, motivation, and students' decision-making to choose vocational high school (SMK) in Non-Industrial Area. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, *4*(2). https://doi.org/10.24036/jptk.v4i2.20923