



Implementasi Forward Chaining dan Certainty Factor pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Kulit Berbasis Android

Ahnaf Raihan Aziz*, Supriyono, Feri Wibowo, Muhammad Hamka

Fakultas Teknik dan Sains, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto, Indonesia

Email: ^{1,*}ahnafraihanaziz@gmail.com, ²supriyono@ump.ac.id, ³feriwibowo@ump.ac.id, ⁴muhammadhamka@ump.ac.id

Email Penulis Korespondensi: ahnafraihanaziz@gmail.com

Abstrak—Penyakit kulit merupakan permasalahan kesehatan yang umum dialami masyarakat dan sering menunjukkan gejala yang saling tumpang tindih, sehingga identifikasi awal sulit dilakukan secara mandiri. Keterbatasan akses terhadap dokter spesialis kulit mendorong praktik swamedikasi tanpa informasi yang memadai dan berpotensi memperburuk kondisi penyakit. Penelitian ini menerapkan metode Forward Chaining dan Certainty Factor pada SkinCheck, yaitu aplikasi sistem pakar diagnosis awal penyakit kulit berbasis Android. Metode Forward Chaining digunakan sebagai mesin inferensi data-driven untuk menentukan kandidat penyakit berdasarkan fakta gejala yang dipilih pengguna, sedangkan metode Certainty Factor digunakan untuk mengukur tingkat keyakinan diagnosis melalui kombinasi bobot keyakinan pakar menggunakan rumus CF Combine. Basis pengetahuan sistem terdiri atas 20 jenis penyakit kulit, 52 gejala, dan 59 aturan diagnosis yang telah divalidasi oleh tenaga medis profesional, serta dilengkapi fitur riwayat diagnosis dan artikel edukasi kesehatan otomatis berbasis Large Language Model. Kesesuaian antara hasil perhitungan manual dan keluaran aplikasi menunjukkan proses inferensi serta perhitungan tingkat keyakinan berjalan konsisten dengan rancangan algoritma. Pengujian fungsionalitas menggunakan Black Box Testing menunjukkan seluruh fitur utama berjalan valid, sedangkan pengujian System Usability Scale terhadap 30 responden memperoleh skor rata-rata 71,67 yang termasuk kategori Acceptable dengan Grade Scale C. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penerapan kombinasi metode Forward Chaining dan Certainty Factor berbasis Android yang mencakup 20 jenis penyakit kulit untuk menyajikan diagnosis awal dengan tingkat keyakinan terukur, penyusunan basis pengetahuan tervalidasi oleh tenaga medis profesional, serta integrasi fitur riwayat diagnosis dan artikel edukasi kesehatan otomatis berbasis Large Language Model (LLM) untuk meningkatkan literasi kesehatan pengguna.

Kata Kunci: Sistem Pakar; Forward Chaining; Certainty Factor; Penyakit Kulit; Android

Abstract—Skin diseases are common health problems in the community and frequently present overlapping symptoms, making independent early identification difficult. Limited access to dermatologists encourages self-medication without adequate information, which may worsen the condition. This study applies the Forward Chaining and Certainty Factor methods to SkinCheck, an Android-based expert system application for the early diagnosis of skin diseases. Forward Chaining serves as a data-driven inference engine to determine disease candidates from the symptom facts selected by the user, while Certainty Factor measures the confidence level of the diagnosis by combining expert confidence weights using the CF Combine formula. The system's knowledge base consists of 20 skin diseases, 52 symptoms, and 59 diagnostic rules validated by a medical professional, complemented by a diagnosis history feature and automatically generated health education articles based on a Large Language Model. The agreement between manual calculations and the application's output indicates that the inference process and confidence level calculations operate consistently with the algorithm design. Functional testing using Black Box Testing indicates that all main features operate validly, while System Usability Scale testing involving 30 respondents obtained an average score of 71.67, falling within the Acceptable category with Grade Scale C. The main contribution of this study lies in applying the combined Forward Chaining and Certainty Factor methods on the Android platform covering 20 skin diseases to provide an early diagnosis accompanied by a measurable confidence level, developing a knowledge base validated by medical professionals, and integrating a diagnosis history feature alongside automated health education articles powered by a Large Language Model (LLM) to enhance user health literacy.

Keywords: Expert System; Forward Chaining; Certainty Factor; Skin Disease; Android

1. PENDAHULUAN

Penyakit kulit merupakan salah satu permasalahan kesehatan yang sering dialami masyarakat dan dapat terjadi pada berbagai kelompok usia [1]. Gangguan kulit memiliki karakteristik gejala yang beragam, seperti rasa gatal, kemerahan, perubahan warna kulit, timbulnya lesi, pembengkakan, hingga rasa nyeri pada area tertentu. Beberapa manifestasi klinis tersebut, seperti pruritus, eritema, edema, vesikel, skuama, dan nyeri, telah dilaporkan sebagai gambaran klinis pada penyakit kulit inflamasi tertentu [2]. Dalam praktik klinis, beberapa penyakit kulit juga dapat menunjukkan manifestasi gejala yang saling tumpang tindih (*overlapping symptoms*), sehingga proses identifikasi gejala secara tepat diperlukan untuk membantu membedakan kemungkinan diagnosis [3]. Kondisi ini menyebabkan sebagian individu melakukan swamedikasi tanpa pemahaman medis yang memadai, yang berpotensi memperburuk kondisi penyakit akibat keterlambatan diagnosis dan penanganan yang tepat [4].

Deteksi dini penyakit kulit menjadi aspek penting dalam upaya pencegahan komplikasi serta peningkatan efektivitas penanganan medis. Namun demikian, akses masyarakat terhadap dokter spesialis kulit masih menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan waktu konsultasi, biaya pemeriksaan, serta keterbatasan fasilitas layanan kesehatan di wilayah tertentu [4]. Beban penyakit kulit secara global juga menunjukkan kecenderungan yang terus meningkat dan menjadi perhatian kesehatan masyarakat [5]. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya suatu media bantu yang mampu memberikan informasi awal secara cepat, terstruktur, dan mudah diakses untuk membantu proses identifikasi penyakit kulit sejak tahap awal.

Sistem pakar (*expert system*) merupakan salah satu pendekatan yang banyak dimanfaatkan untuk membantu proses diagnosis awal di bidang kesehatan. Sistem pakar bekerja dengan meniru pola penalaran seorang ahli melalui pengolahan



fakta gejala yang dicocokkan terhadap basis aturan (*rule base*) hingga menghasilkan suatu kesimpulan diagnosis [6]. Salah satu metode inferensi yang banyak diterapkan adalah *Forward Chaining*, yaitu metode berbasis *data-driven reasoning* yang menelusuri fakta awal berupa gejala yang dipilih pengguna menuju kesimpulan diagnosis sesuai aturan yang telah ditetapkan [7]. Metode ini dinilai relevan untuk domain penyakit kulit karena hubungan antara gejala dan penyakit dapat direpresentasikan melalui aturan logika yang sistematis dan transparan, sehingga proses penarikan kesimpulannya dapat ditelusuri kembali [8].

Selain *Forward Chaining*, terdapat pendekatan lain yang digunakan sebagai metode pembandingan pada sistem pakar diagnosis penyakit kulit. *Fuzzy Inference System* merepresentasikan gejala dalam bentuk himpunan samar untuk menangani ketidakpastian [9], sedangkan kombinasi *Best First Search* dan *Fuzzy Tsukamoto* menekankan optimasi penelusuran aturan [6]. Kedua pendekatan tersebut memerlukan penyusunan fungsi keanggotaan yang relatif kompleks, sementara *Forward Chaining* memiliki keunggulan pada kesederhanaan struktur aturan dan kemudahan penelusuran hasil, sehingga lebih sesuai diterapkan pada aplikasi diagnosis awal yang ditujukan bagi pengguna umum.

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit kulit menggunakan berbagai metode dan platform. Syarif dkk. (2022) menerapkan *Fuzzy Expert System* berbasis web, namun memerlukan penyusunan fungsi keanggotaan yang kompleks [9]. Cahyo dkk. (2024), Yuni dkk. (2025), dan Rifai dkk. (2025) menggunakan metode *Forward Chaining* berbasis web, tetapi belum menyertakan mekanisme untuk merepresentasikan tingkat keyakinan diagnosis [8], [10], [11]. Fahry dkk. (2025) mengombinasikan *Best First Search* dan *Fuzzy Tsukamoto* untuk optimasi aturan, namun belum menyediakan informasi edukatif lanjutan [6]. Sementara itu, Nuraeni dkk. (2025) telah menggabungkan *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*, tetapi cakupannya masih terbatas pada penyakit kulit wajah dan berbasis web [12]. Ringkasan penelitian terdahulu beserta keterbatasannya disajikan secara rinci pada Tabel 1.

Tabel 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Kulit

Peneliti (Tahun)	Metode	Platform	Keterbatasan
Syarif dkk. (2022) [9]	<i>Fuzzy Expert System</i>	Web	Memerlukan penyusunan fungsi keanggotaan yang kompleks
Cahyo dkk. (2024) [8]	<i>Forward Chaining</i>	Web	Belum menyertakan mekanisme representasi tingkat keyakinan
Nuraeni dkk. (2025) [12]	<i>Forward Chaining</i> + <i>Certainty Factor</i>	Web	Cakupan terbatas pada penyakit kulit wajah; belum tersedia versi <i>mobile</i>
Fahry dkk. (2025) [6]	<i>Best First Search</i> + <i>Fuzzy Tsukamoto</i>	Web	Fokus pada optimasi penelusuran aturan, belum menyediakan edukasi lanjutan
Yuni dkk. (2025) [10]	<i>Forward Chaining</i>	Web	Diagnosis bersifat tunggal tanpa nilai kepastian; belum ada riwayat diagnosis
Rifai dkk. (2025) [11]	<i>Forward Chaining</i>	Web	Terbatas pada inferensi berbasis aturan tanpa penanganan ketidakpastian
Saragih (2025) [13]	<i>Forward Chaining</i>	Web	Belum menyediakan informasi edukatif lanjutan bagi pengguna

Berdasarkan Tabel 1, terdapat tiga celah penelitian (*research gap*) utama yang menjadi pembeda penelitian ini dengan penelitian terdahulu. Pertama, dari segi platform, seluruh penelitian terdahulu dikembangkan berbasis web [6], [8] – [13], sedangkan penelitian ini memanfaatkan platform Android untuk meningkatkan aksesibilitas secara *mobile*. Kedua, dari segi metode dan cakupan, mayoritas sistem terdahulu hanya menggunakan inferensi berbasis aturan tanpa nilai kepastian [8], [10], [11], sedangkan sistem yang menggabungkan *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* masih terbatas pada penyakit kulit wajah [12]. Penelitian ini memperluas penerapan kombinasi kedua metode tersebut pada 20 jenis penyakit kulit umum. Ketiga, dari segi fitur pendukung, sistem terdahulu umumnya berhenti pada hasil diagnosis [6], [13], sementara penelitian ini mengintegrasikan riwayat diagnosis dan edukasi kesehatan otomatis berbasis *Large Language Model* (LLM) [14], [15].

Ketidakpastian dalam proses diagnosis dapat diakomodasi menggunakan metode *Certainty Factor* (CF), yaitu pendekatan yang merepresentasikan tingkat keyakinan terhadap suatu hipotesis berdasarkan gejala yang muncul dan nilai kepercayaan yang diberikan pakar [16]. Dalam sistem pakar medis, metode CF memungkinkan hasil diagnosis disajikan dalam bentuk tingkat keyakinan terhadap kemungkinan penyakit tertentu, sehingga pengguna memperoleh gambaran yang lebih terukur dibandingkan keluaran diagnosis tunggal [17]. Kombinasi *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* dengan demikian menempatkan proses inferensi sebagai penentu kandidat penyakit, sementara perhitungan tingkat keyakinan berperan menyeleksi kandidat yang paling mendekati kondisi pengguna.

Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan kombinasi metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* pada aplikasi sistem pakar diagnosis awal penyakit kulit berbasis Android bernama *SkinCheck*, serta mengukur tingkat penerimaan pengguna. Kontribusi penelitian ini adalah: (1) penerapan kombinasi *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* pada platform Android dengan cakupan 20 jenis penyakit kulit, yang memperluas penerapan sebelumnya yang masih terbatas pada platform web dan cakupan penyakit tertentu; (2) penyusunan basis pengetahuan berupa 52 gejala dan 59 aturan diagnosis beserta bobot keyakinan pakar yang telah divalidasi tenaga medis profesional, yang dapat menjadi acuan bagi pengembangan sistem pakar sejenis; serta (3) integrasi fitur riwayat diagnosis dan artikel edukasi kesehatan

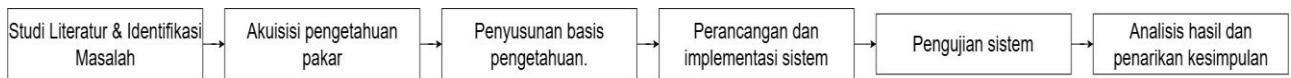


otomatis berbasis *Large Language Model* [14][15], sehingga sistem tidak berhenti pada hasil diagnosis melainkan turut mendukung peningkatan literasi kesehatan pengguna.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alur Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui enam tahapan yang dilakukan secara berurutan, mulai dari identifikasi masalah hingga penarikan kesimpulan. Alur tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Alur Tahapan Penyelesaian Penelitian

Dari Gambar 1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Studi literatur dan identifikasi masalah
Tahap awal dilakukan dengan menelaah literatur mengenai penyakit kulit, sistem pakar, serta penelitian terdahulu yang menerapkan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*, untuk merumuskan permasalahan dan celah penelitian.
- Akuisisi pengetahuan pakar
Data jenis penyakit kulit, gejala, hubungan gejala–penyakit, serta bobot keyakinan pakar dikumpulkan melalui studi literatur medis dan dikonsultasikan dengan tenaga medis profesional (dokter umum) untuk memastikan kesesuaian klinisnya.
- Penyusunan basis pengetahuan
Hasil akuisisi pengetahuan disusun menjadi basis pengetahuan yang terdiri atas kode gejala, aturan produksi (*rule base*) dalam bentuk pernyataan IF–THEN, serta nilai bobot *certainty factor* untuk setiap hubungan gejala dan penyakit.
- Perancangan dan implementasi sistem
Basis pengetahuan diterjemahkan ke dalam rancangan alur diagnosis, struktur basis data, dan antarmuka pengguna, kemudian diimplementasikan menjadi aplikasi Android dengan mesin inferensi *Forward Chaining* dan perhitungan *Certainty Factor*.
- Pengujian sistem
Sistem diuji menggunakan dua metode, yaitu *Black Box Testing* untuk menilai kesesuaian fungsional dan *System Usability Scale* (SUS) untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan.
- Analisis hasil dan penarikan kesimpulan
Hasil pengujian dianalisis dan dibandingkan dengan penelitian terdahulu untuk menilai capaian penelitian serta merumuskan kesimpulan.

2.2 Forward Chaining

Forward Chaining merupakan metode inferensi berbasis aturan (*rule-based inference*) yang bekerja dengan pendekatan *data-driven reasoning*, yaitu proses penalaran yang dimulai dari sekumpulan fakta awal dan ditelusuri menuju suatu kesimpulan [8]. Pada penelitian ini, fakta awal diperoleh dari jawaban pengguna terhadap pertanyaan gejala penyakit kulit yang ditampilkan sistem.

Variabel masukan (*input variable*) berupa gejala klinis penyakit kulit disajikan dalam bentuk pertanyaan tertutup dengan pilihan jawaban Ya atau Tidak [10]. Jawaban Ya diperlakukan sebagai fakta (*fact*) dan digunakan dalam proses inferensi, sedangkan jawaban Tidak tidak dimasukkan ke dalam basis fakta. Variabel keluaran (*output variable*) berupa hasil diagnosis penyakit kulit beserta tingkat keyakinannya.

Proses inferensi dilakukan dengan mencocokkan fakta yang terbentuk dari jawaban pengguna terhadap aturan yang tersimpan dalam basis pengetahuan. Apabila suatu aturan memenuhi kondisi premis (IF), maka sistem menghasilkan penyakit pada bagian konklusi (THEN) sebagai kandidat diagnosis. Pendekatan ini memungkinkan proses inferensi berlangsung secara transparan karena setiap kesimpulan dapat ditelusuri kembali pada aturan yang memicunya [13]. Pada penelitian ini, *Forward Chaining* hanya digunakan untuk menentukan kandidat penyakit, sedangkan tingkat keyakinan diagnosis dihitung menggunakan metode *Certainty Factor*.

2.3 Certainty Factor

Satu gejala dapat muncul pada lebih dari satu jenis penyakit kulit, sehingga diperlukan mekanisme untuk merepresentasikan tingkat keyakinan terhadap hasil diagnosis. Metode *Certainty Factor* (CF) digunakan untuk menangani unsur ketidakpastian tersebut dengan merepresentasikan derajat kepercayaan terhadap suatu hipotesis berdasarkan gejala yang muncul [16].

Setiap gejala memiliki bobot *certainty factor* yang diperoleh melalui validasi tenaga medis profesional dan merepresentasikan tingkat keyakinan pakar terhadap keterkaitan gejala dengan penyakit tertentu [17]. Pengguna



memberikan jawaban Ya atau Tidak pada setiap pertanyaan gejala, dengan nilai 1 untuk Ya dan 0 untuk Tidak. Nilai *certainty factor* setiap gejala dihitung menggunakan Persamaan (1):

$$CF(H,E) = CF_{user} \times CF_{pakar} \quad (1)$$

dengan $CF(H,E)$ adalah nilai *certainty factor* gejala, CF_{user} adalah nilai keyakinan pengguna terhadap gejala, dan CF_{pakar} adalah bobot keyakinan pakar terhadap gejala.

Apabila lebih dari satu gejala terpenuhi pada suatu penyakit, nilai *certainty factor* dikombinasikan menggunakan Persamaan (2):

$$CF_{combine} = CF_1 + CF_2 (1 - CF_1) \quad (2)$$

dengan CF_1 adalah nilai *certainty factor* hasil perhitungan sebelumnya dan CF_2 adalah nilai *certainty factor* gejala berikutnya. Penggabungan dilakukan secara bertahap (*iterative combination*) hingga seluruh gejala pada suatu penyakit selesai dihitung [12]. Hasil akhir dikonversi ke dalam bentuk persentase, kemudian penyakit dengan nilai *certainty factor* tertinggi dipilih sebagai hasil diagnosis utama.

2.4 Artikel Edukasi Berbasis Large Language Model

Aplikasi *SkinCheck* dilengkapi fitur edukasi kesehatan yang memanfaatkan *Large Language Model* (LLM) melalui *API* Groq untuk menghasilkan artikel edukasi secara otomatis. Penerapan LLM memungkinkan sistem menyajikan informasi yang lebih kontekstual dibandingkan artikel statis yang disusun manual [15]. Artikel dibentuk setelah proses diagnosis selesai, dengan penyakit bernilai *certainty factor* tertinggi sebagai konteks utama, dan memuat definisi penyakit, gejala umum, faktor penyebab, langkah pencegahan, serta saran penanganan awal [14].

2.5 Metode Pengujian

Pengujian sistem dilakukan menggunakan dua metode. *Black Box Testing* digunakan untuk menguji kesesuaian fungsional sistem berdasarkan hubungan masukan dan keluaran tanpa memperhatikan struktur kode internal [18]. Pengujian mencakup seluruh fitur utama aplikasi, yaitu autentikasi pengguna, pengisian gejala, proses inferensi dan perhitungan tingkat keyakinan, penyimpanan riwayat diagnosis, serta pemanggilan artikel edukasi, dengan skenario masukan valid maupun tidak valid.

System Usability Scale (SUS) digunakan untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan aplikasi berdasarkan persepsi pengguna [19]. Responden ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria pegawai di lingkungan Puskesmas 2 Baturaden yang telah mencoba aplikasi *SkinCheck*, berjumlah 30 orang. Instrumen SUS terdiri atas 10 butir pernyataan dengan skala 1–5. Skor pernyataan bernomor ganjil dihitung menggunakan rumus ($\text{skor} - 1$), sedangkan pernyataan bernomor genap menggunakan rumus ($5 - \text{skor}$). Total skor kemudian dikalikan 2,5 sehingga menghasilkan skor akhir pada rentang 0–100 [20].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Dataset Penelitian

Dataset penelitian ini berupa basis pengetahuan yang mencakup 20 jenis penyakit kulit, 52 gejala, dan 59 aturan diagnosis. Data diperoleh melalui studi literatur medis dan divalidasi oleh tenaga medis profesional (dokter umum) untuk memastikan kesesuaian hubungan klinis antara gejala dan penyakit serta ketepatan bobot keyakinan pakar yang digunakan pada metode *Certainty Factor*.

Setiap gejala direpresentasikan menggunakan kode untuk menjaga keterbacaan penyajian aturan. Daftar kode gejala penyakit kulit yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Kode Gejala Penyakit Kulit

Kode	Gejala	Kode	Gejala	Kode	Gejala
G01	Lesi mutiara	G02	Lesi kasar	G03	Tepi luka terangkat
G04	Sensitif	G05	Tertarik	G06	Gatal
G07	Nyeri	G08	Dua warna	G09	Cairan
G10	Titik hitam tengah	G11	Benjolan keras	G12	Bercak coklat/hitam
G13	Batas tidak beraturan	G14	Bercak merah	G15	Diameter > 6 mm
G16	Lepuhan	G17	Mengelupas	G18	Bersisik
G19	Mengkilap	G20	Licin seperti lilin	G21	Kulit menebal
G22	Perubahan bentuk	G23	Lesi melebar	G24	Permukaan tidak rata
G25	Plak tebal	G26	Luka membesar	G27	Luka berdarah
G28	Lesi kawah	G29	Perih	G30	Ruam
G31	Panas	G32	Retak	G33	Pinggiran bergerigi
G34	Tahi lalat berubah	G35	Simetris	G36	Asimetris
G37	Mati rasa	G38	Sangat kering	G39	Terbakar



Kode	Gejala	Kode	Gejala	Kode	Gejala
G40	Benjolan berkilau	G41	Benjolan pucat	G42	Benjolan merah muda
G43	Bercak gelap	G44	Kerak tebal	G45	Koreng
G46	Luka tidak sembuh	G47	Nanah	G48	Bengkak
G49	Lesi baru	G50	Pertumbuhan jaringan	G51	Hiperpigmentasi
G52	Hipopigmentasi				

Berdasarkan kode gejala pada Tabel 2, hubungan antara gejala dan penyakit disusun menjadi aturan produksi dalam bentuk pernyataan IF-THEN. Ringkasan basis aturan diagnosis untuk 20 penyakit kulit ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 3. Basis Aturan Diagnosis Penyakit Kulit

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Premis Gejala (IF)	Jumlah Aturan
P01	Abses	G11 $\wedge$ G47 $\wedge$ G07	3
P02	Biduran/Urtikaria	G30 $\wedge$ G06 $\wedge$ G48	3
P03	Dermatitis Kontak	G14 $\wedge$ G06 $\wedge$ G16	3
P04	Eksim/Dermatitis Atopik	G06 $\wedge$ G38 $\wedge$ G17	3
P05	Folikulitis	G11 $\wedge$ G47 $\wedge$ G04	3
P06	Herpes Simplex	G16 $\wedge$ G29 $\wedge$ G04	3
P07	Herpes Zoster	G16 $\wedge$ G07 $\wedge$ G39	3
P08	Impetigo	G45 $\wedge$ G09 $\wedge$ G47	3
P09	Jerawat	G42 $\wedge$ G47 $\wedge$ G07	3
P10	Kadas/Tinea Cruris	G14 $\wedge$ G06 $\wedge$ G23	3
P11	Karsinoma Sel Basal	G01 $\wedge$ G40 $\wedge$ G46	3
P12	Karsinoma Sel Skuamosa	G02 $\wedge$ G26 $\wedge$ G27	3
P13	Kurap/Tinea Corporis	G14 $\wedge$ G18 $\wedge$ G23	3
P14	Melanoma	G36 $\wedge$ G12 $\wedge$ G33	3
P15	Melasma	G51 $\wedge$ G12 $\wedge$ G35	3
P16	Molluscum Contagiosum	G41 $\wedge$ G10	2
P17	Panu/Tinea Versicolor	G43 $\wedge$ G52 $\wedge$ G18	3
P18	Psoriasis	G25 $\wedge$ G18 $\wedge$ G14	3
P19	Skabies	G06 $\wedge$ G32 $\wedge$ G30	3
P20	Vitiligo	G52 $\wedge$ G08 $\wedge$ G13	3

Berdasarkan Tabel 3, setiap penyakit memiliki kombinasi gejala yang menjadi premis dalam proses inferensi. Sebagian besar penyakit memiliki tiga gejala premis, kecuali Molluscum Contagiosum yang memiliki dua gejala, sehingga keseluruhan basis pengetahuan mencakup 59 aturan diagnosis.

3.2 Penerapan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor

Penerapan metode diuraikan melalui simulasi perhitungan manual untuk menunjukkan proses sistem mengubah jawaban pengguna menjadi fakta gejala, menentukan kandidat penyakit menggunakan *Forward Chaining*, kemudian menghitung tingkat keyakinan diagnosis menggunakan *Certainty Factor*. Jawaban "Ya" diberikan nilai CF *user* sebesar 1, sedangkan jawaban "Tidak" diberikan nilai 0.

Kasus 1: Seluruh gejala premis terpenuhi

Pengguna menjawab "Ya" pada tiga pertanyaan gejala yang mengarah pada penyakit Herpes Zoster (P07). Data masukan pengguna beserta bobot keyakinan pakar ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Contoh Data Masukan Pengguna

Kode	Parameter Masukan Pengguna	Jawaban Pengguna	Nilai CF User	Nilai CF Pakar
G16	Lepuhan	Ya	1.0	0.8
G07	Nyeri	Ya	1.0	1.0
G39	Terbakar	Ya	1.0	1.0

Berdasarkan Tabel 4, sistem membaca jawaban "Ya" sebagai fakta awal. Mesin inferensi *Forward Chaining* kemudian mencocokkan ketiga fakta tersebut terhadap basis aturan pada Tabel 3. Ketiga fakta memenuhi seluruh premis aturan P07, sehingga sistem menetapkan Herpes Zoster sebagai kandidat penyakit.

Nilai *certainty factor* setiap gejala dihitung menggunakan Persamaan (1), dengan hasil sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Contoh Hasil Perhitungan

Kode	CF User	Cf Pakar	Nilai Akhir	Diagnosa
G16	1.0	0.8	0.8	Herpes Zoster
G07	1.0	1.0	1.0	Herpes Zoster

Kode	CF User	Cf Pakar	Nilai Akhir	Diagnosa
G39	1.0	1.0	1.0	Herpes Zoster

Karena terdapat lebih dari satu gejala yang mengarah pada diagnosis Herpes Zoster, maka sistem melakukan penggabungan nilai CF menggunakan persamaan 2. Langkah pertama, sistem menggabungkan nilai CF gejala pertama dan kedua:

$$CF_{\text{combine1}} = 0.8 + 1.0 (1 - 0.8)$$

$$CF_{\text{combine1}} = 0.8 + 1.0 (0.2)$$

$$CF_{\text{combine1}} = 0.8 + 0.2$$

$$CF_{\text{combine1}} = 1.0$$

Selanjutnya, hasil penggabungan pertama dikombinasikan kembali dengan nilai CF gejala ketiga:

$$CF_{\text{combine2}} = 1.0 + 1.0 (1 - 1.0)$$

$$CF_{\text{combine2}} = 1.0 + 1.0 (0)$$

$$CF_{\text{combine2}} = 1.0 + 0$$

$$CF_{\text{combine2}} = 1.0$$

Nilai akhir *Certainty Factor* kemudian dikonversi ke dalam bentuk persentase:

$$CF \text{ akhir} = 1.0 \times 100\% = 100\%$$

3.3 Perancangan Sistem

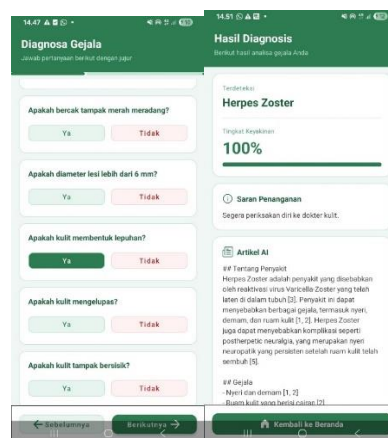
Perancangan sistem dilakukan untuk menentukan kebutuhan fungsional serta pembagian hak akses sebelum tahap implementasi. Aplikasi *SkinCheck* dirancang dengan dua aktor, yaitu pengguna dan admin.

Pengguna berinteraksi dengan aplikasi Android untuk melakukan registrasi dan *login*, menjawab pertanyaan gejala dalam bentuk pilihan Ya atau Tidak, memperoleh hasil diagnosis beserta tingkat keyakinannya, membaca artikel edukasi, serta meninjau riwayat diagnosis. Admin mengelola basis pengetahuan melalui halaman berbasis web, meliputi pengelolaan data penyakit, data gejala, aturan diagnosis, serta akun pengguna. Pemisahan hak akses ini diterapkan agar proses diagnosis dan pemeliharaan basis pengetahuan berjalan secara terstruktur sesuai peran masing-masing.

Rancangan alur diagnosis mengikuti urutan proses metode yang diterapkan, yaitu jawaban pengguna dikonversi menjadi fakta gejala, fakta dicocokkan terhadap basis aturan untuk memperoleh kandidat penyakit, nilai *certainty factor* dihitung dan digabungkan, kemudian penyakit dengan nilai tertinggi ditetapkan sebagai hasil diagnosis dan disimpan ke dalam riwayat pengguna.

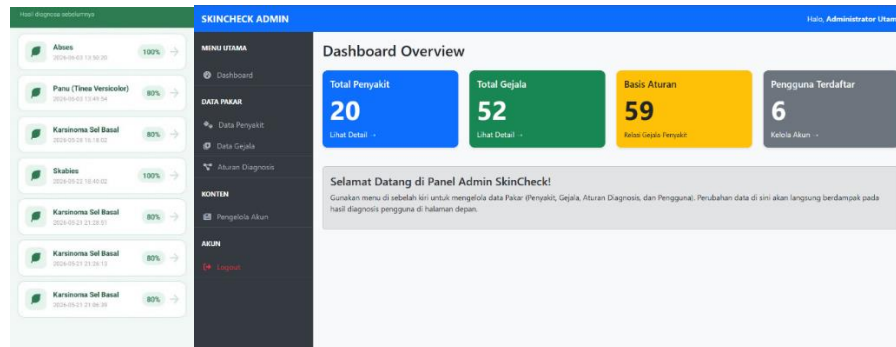
3.4 Implementasi Sistem

Hasil perancangan diimplementasikan menjadi aplikasi Android dengan antarmuka yang dirancang sederhana dan mudah dinavigasi agar dapat digunakan oleh pengguna dengan berbagai latar belakang. Proses diagnosis dimulai pada halaman *input* gejala, tempat sistem menampilkan daftar pertanyaan gejala yang dijawab pengguna dengan pilihan Ya atau Tidak. Jawaban tersebut menjadi fakta awal dalam proses inferensi. Setelah seluruh pertanyaan dijawab, sistem menampilkan halaman hasil diagnosis yang memuat nama penyakit dengan nilai *certainty factor* tertinggi, persentase tingkat keyakinan, saran penanganan awal, serta artikel edukasi yang dihasilkan secara otomatis. Tampilan halaman *input* gejala dan halaman hasil diagnosis ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Halaman Input Gejala dan Halaman Hasil Diagnosis Aplikasi SkinCheck

Setiap hasil diagnosis disimpan pada halaman riwayat yang menampilkan nama penyakit, tingkat keyakinan, dan waktu pemeriksaan, sehingga pengguna dapat meninjau kembali pemeriksaan sebelumnya. Pengelolaan basis pengetahuan dilakukan melalui halaman admin berbasis web yang memuat data penyakit, gejala, dan aturan diagnosis. Tampilan halaman riwayat diagnosis dan halaman admin ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Halaman Riwayat Diagnosis dan Halaman Admin Aplikasi *SkinCheck*

3.5 Pengujian Sistem

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan *Black Box Testing* terhadap seluruh fitur utama aplikasi dengan skenario masukan valid maupun tidak valid. Hasil pengujian fungsional ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Fungsional

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Data Pengujian	Output yang Diharapkan	Hasil
1	Login Pengguna	Username/password salah	Username benar, password salah	Sistem menampilkan pesan "Login gagal"	Valid
2	Login Pengguna	Kredensial benar	Username dan password benar	Sistem berhasil masuk ke menu utama	Valid
3	Registrasi	Username sudah digunakan	Mengisi form dengan username yang telah terdaftar	Sistem menolak dan memberi pesan peringatan	Valid
4	Diagnosis Penyakit	Pengguna tidak menjawab semua gejala	Form kosong/kurang	Sistem menampilkan pesan peringatan untuk melengkapi gejala	Valid
5	Diagnosis Penyakit	Pengguna menjawab semua pertanyaan	Jawaban YA/TIDAK	Sistem menghasilkan hasil diagnosis beserta tingkat keyakinan (<i>Certainty Factor</i>)	Valid
6	Algoritma Forward Chaining dan Certainty Factor	Rule diagnosis terpenuhi	Kombinasi gejala tertentu	Sistem menentukan kandidat penyakit dan menghitung tingkat keyakinan diagnosis	Valid
7	Artikel Edukasi AI	Layanan LLM-based API (Groq) aktif	Nama penyakit hasil diagnosis	Sistem menghasilkan artikel edukatif secara otomatis	Valid
8	Simpan Riwayat Diagnosis	Setelah diagnosis selesai	Data penyakit dan waktu diagnosis	Sistem menyimpan riwayat diagnosis pada database	Valid
9	Detail Artikel	Pengguna membuka artikel lengkap	Penyakit tertentu	Sistem menampilkan artikel lengkap beserta referensi	Valid
10	Logout	Klik tombol Logout	Tombol <i>logout</i>	Sistem kembali ke halaman login	Valid

Berdasarkan Tabel 6, seluruh skenario pengujian menghasilkan keluaran sesuai yang diharapkan, sehingga seluruh fitur utama aplikasi dinyatakan valid. Pengujian usability dilakukan menggunakan *System Usability Scale* (SUS) terhadap 30 responden. Skor pernyataan bernomor ganjil dihitung menggunakan rumus $(\text{skor} - 1)$ dan pernyataan bernomor genap menggunakan rumus $(5 - \text{skor})$, kemudian total skor dikalikan 2,5. Distribusi hasil pengujian SUS ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Distribusi Skor SUS Aplikasi *SkinCheck*

Responden	Skor Hitung										Skor Mentah	Skor SUS
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
R1	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R3	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R4	4	2	4	2	3	2	4	2	4	2	29	72,5



Responden	Skor Hitung										Skor Mentah	Skor SUS
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
R5	4	2	5	2	4	2	4	2	4	2	31	77,5
R6	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R7	4	2	5	2	4	2	4	2	4	2	31	77,5
R8	4	2	4	4	4	4	4	2	4	2	26	65
R9	3	3	3	4	4	4	4	2	4	2	23	57,5
R10	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R11	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R12	5	5	5	2	5	3	4	2	4	2	29	72,5
R13	4	2	4	2	4	2	4	2	3	2	29	72,5
R14	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R15	4	2	4	4	4	4	4	2	4	2	26	65
R16	4	2	2	4	4	4	4	2	4	2	24	60
R17	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R18	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R19	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	22	55
R20	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R21	4	3	3	4	3	3	3	3	3	2	21	52,5
R22	4	2	4	2	4	3	4	2	4	2	29	72,5
R23	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R24	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R25	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R26	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R27	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R28	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R29	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
R30	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75
Skor Rata-rata (Hasil Akhir)											71.67	

Berdasarkan Tabel 7, sebagian besar responden memberikan skor pada rentang 70–79, dengan skor rata-rata akhir sebesar 71,67.

3.6 Pembahasan

Hasil pengujian fungsional menunjukkan seluruh fitur aplikasi *SkinCheck* berjalan sesuai kebutuhan, meliputi autentikasi pengguna, proses inferensi *Forward Chaining*, perhitungan *Certainty Factor*, penyimpanan riwayat diagnosis, serta pemanggilan artikel edukasi. Kesesuaian antara hasil perhitungan manual pada Kasus 1 dan keluaran aplikasi menunjukkan bahwa implementasi kedua metode telah berjalan sesuai rancangan algoritma, yaitu proses inferensi menghasilkan kandidat penyakit yang tepat dan perhitungan tingkat keyakinan dilakukan secara konsisten.

Skor rata-rata SUS sebesar 71,67 menempatkan aplikasi pada kategori *Acceptable* dengan *Grade Scale C* dan *adjective rating "Good"*. Nilai ini sebanding dengan hasil evaluasi *usability* pada penelitian sejenis yang memperoleh skor 72,94 dengan kategori yang sama [19], sehingga tingkat kemudahan penggunaan aplikasi *SkinCheck* dapat dinyatakan berada pada tingkat yang dapat diterima pengguna.

Apabila dibandingkan dengan penelitian terdahulu pada Tabel 1, terdapat tiga perbedaan utama pada penelitian ini. Pertama, seluruh penelitian terdahulu dikembangkan pada platform berbasis web, sedangkan penelitian ini mengimplementasikan sistem pada platform Android sehingga dapat diakses melalui perangkat pribadi pengguna. Kedua, sebagian besar penelitian terdahulu hanya menerapkan inferensi berbasis aturan tanpa mekanisme representasi ketidakpastian [10][8][11], sementara penelitian ini menggabungkan *Forward Chaining* dengan *Certainty Factor* sehingga hasil diagnosis disertai tingkat keyakinan terukur. Penelitian yang telah menggabungkan kedua metode tersebut masih terbatas pada cakupan penyakit kulit wajah [21], sedangkan penelitian ini mencakup 20 jenis penyakit kulit. Ketiga, sistem terdahulu umumnya berhenti pada penyajian hasil diagnosis, sedangkan penelitian ini melengkapinya dengan riwayat diagnosis dan artikel edukasi yang dihasilkan secara otomatis.

4. KESIMPULAN

Penerapan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* pada aplikasi *SkinCheck* berhasil menghasilkan sistem pakar berbasis Android yang menyajikan diagnosis awal penyakit kulit dengan tingkat keyakinan terukur. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada pengembangan sistem mobile untuk 20 jenis penyakit kulit, penyediaan basis pengetahuan 52 gejala dan 59 aturan yang divalidasi pakar medis, serta integrasi fitur riwayat dan artikel edukasi otomatis berbasis Large



Language Model (LLM). Basis pengetahuan yang digunakan mencakup 20 jenis penyakit kulit, 52 gejala, dan 59 aturan diagnosis yang telah divalidasi tenaga medis profesional. Kesesuaian antara hasil perhitungan manual dan keluaran aplikasi menunjukkan proses inferensi serta perhitungan tingkat keyakinan berjalan konsisten dengan rancangan algoritma. Pengujian fungsional menggunakan *Black Box Testing* menunjukkan seluruh fitur utama berjalan valid, sedangkan pengujian *System Usability Scale* terhadap 30 responden memperoleh skor rata-rata 71,67 yang termasuk kategori *Acceptable* dengan *Grade Scale C*, sehingga aplikasi dinyatakan layak digunakan sebagai media bantu diagnosis awal. Fitur riwayat diagnosis dan artikel edukasi otomatis berbasis *Large Language Model* melengkapi keluaran sistem sehingga pengguna tidak hanya memperoleh hasil diagnosis, tetapi juga informasi kesehatan yang relevan dengan kondisinya. Penelitian ini memiliki keterbatasan berupa diagnosis yang masih bertumpu pada gejala yang dilaporkan pengguna tanpa penilaian visual terhadap kondisi kulit, cakupan basis pengetahuan yang terbatas pada 20 penyakit, serta masukan gejala berupa pilihan Ya atau Tidak sehingga tingkat keyakinan pengguna belum terwakili secara bertingkat. Dengan keterbatasan tersebut, hasil yang ditampilkan bersifat sebagai informasi awal dan bukan pengganti pemeriksaan dokter. Penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan diagnosis berbasis citra, memperluas cakupan basis pengetahuan, serta menerapkan skala masukan bertingkat agar tingkat keyakinan yang dihasilkan lebih merepresentasikan kondisi pengguna.

REFERENCES

- [1] R. Alfadli and S. Khairunisa, "Prevalensi Penyakit Kulit Infeksi dan Non-Infeksi di Poliklinik Kulit dan Kelamin RSUD Jagakarta Periode Februari 2023 - Januari 2024," *Kedokt. Meditek*, vol. 30, no. 3, pp. 151–156, 2024, doi: 10.36452/jkdoktmeditek.v30i3.3254.
- [2] M. Tramontana, K. Hansel, L. Bianchi, C. Sensini, N. Malatesta, and L. Stingeni, "Advancing the Understanding of Allergic Contact Dermatitis: From Pathophysiology to Novel Therapeutic Approaches," *Front. Med.*, vol. 10, pp. 1–10, 2023, doi: 10.3389/fmed.2023.1184289.
- [3] E. C. Siegfried and A. A. Hebert, "Diagnosis of Atopic Dermatitis : Mimics, Overlaps, and Complications," *J. Clin. Med.*, vol. 4, no. 5, pp. 884–917, 2015, doi: 10.3390/jcm4050884.
- [4] World Health Organization, "Skin diseases as a global public health priority," Geneva, 2025.
- [5] M. Leng, P. Qi, R. Li, F. Gong, and Z. Wei, "Burden of immune-related skin diseases worldwide , 1991 – 2021 : insights and prediction from the Global Burden of Disease Study," *Front. Immunol.*, vol. 16, pp. 1–14, 2025, doi: 10.3389/fimmu.2025.1668840.
- [6] F. Fahry, M. A. Adam, K. Hidjah, M. Azwar, and H. Hairani, "Expert System for Skin Disease Diagnosis Using the Best First Search Method and Fuzzy Tsukamoto," *J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 7, no. 1, pp. 147–155, 2025, doi: 10.33650/jeeecom.v7i1.10981.
- [7] M. R. A. Ar Rasyid, K. Khotimah, and S. Suaedah, "Sistem Pakar Pra-Diagnosa Penyakit Kulit dengan Metode Forward Chaining dan CNN dan Sains Data," *J. Insa. Peduli Inform. Sist. Inf. dan Sains Data*, vol. 1, no. 1, pp. 23–33, 2025, [Online]. Available: <https://jipis.lppinpest.org/index.php/jipis/index%0ASistem>
- [8] A. Cahyo, M. K. Imamudiroyah, and B. W. Cakra, "Implementation of the Forward Chaining Method in a Web-Based Human Skin Disease Diagnosis Expert System," *J. Innov. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–17, 2024, doi: 10.57053/jics.v1i1.55.
- [9] A. Syarif, M. B. Fauzi, Aristoteles, and A. Wantoro, "Implementation of Fuzzy Expert System on Skin Diseases," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 13, no. 12, pp. 528–536, 2022, doi: 10.14569/IJACSA.2022.0131264.
- [10] N. W. P. Y. Praditya, E. Purnamasari, and R. M. Fajri, "Perancangan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Kulit Dengan Menggunakan Algoritma Forward Chaining," *J. Ilm. Inform. Glob.*, vol. 16, no. 1, pp. 50–56, 2025, doi: 10.36982/jiig.v16i1.5167.
- [11] F. R. Rifai, D. P. Wijaya, A. Pramuntadi, and A. S. Yazid, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit Berbasis Web Menggunakan Metode Forward Chaining," *J. Inform. Teknol. dan Sains*, vol. 7, no. 3, pp. 1257–1265, 2025, doi: 10.51401/jinteks.v7i3.5916.
- [12] F. Nuraeni, L. Fitriani, and A. W. A. Yusuf, "Implementasi Forward Chaining dan Certainty Factor pada Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit Wajah," *J. Algoritma*, vol. 22, no. 1, pp. 947–958, 2025, doi: 10.33364/algoritma/v.22-1.2096.
- [13] L. Saragih and M. P. Pratiwi, "Rancang Bangun Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit pada Kulit dengan Metode Foward Chaining," *Comput. Sci. Ind. Eng.*, vol. 12, no. 04, pp. 11–20, 2025, doi: 10.33884/comasiejournal.v12i4.9847.
- [14] J. Vrdoljak, Z. Boban, M. Vilović, M. Kumrić, and J. Božić, "A Review of Large Language Models in Medical Education, Clinical Decision Support, and Healthcare Administration," *Healthcare*, vol. 13, no. 6, 2025, doi: 10.3390/healthcare13060603.
- [15] Z. Al Nazi and W. Peng, "Large Language Models in Healthcare and Medical Domain : A Review," *Informatics*, vol. 11, no. 3, 2024, doi: 10.3390/informatics11030057.
- [16] D. Heckerman, *The Certainty-Factor Model **, 1992.
- [17] I. M. S. B. Manik, C. Rizal, and H. Kurniawan, "Analisis Akurasi dan Keandalan Metode Certainty Factor pada Sistem Pakar Diagnostik Medis," *J. Multimed. dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 03, pp. 702–707, 2025, doi: 10.54209/jatilima.v7i03.1560.
- [18] N. Mahrozi and M. A. Yaqin, "Pengujian Aplikasi dengan Metode Blackbox Testing: Analisis Boundary Value dan Equivalence Partitioning pada Aplikasi Sistem Pakar Kucing," *J. Ilm. Sain dan Teknol.*, vol. 2, no. 6, pp. 257–265, 2024, doi: 10.572349/scientica.v2i6.1588.
- [19] Y. U. Budiman, "Evaluasi Usability Aplikasi Linkterasi Menggunakan Metode System Usability Scale (SUS)," *J. Artif. Intell. Digit. Bus.*, vol. 4, no. 3, pp. 5983–5988, 2025, doi: 10.31004/riggs.v4i3.2812.
- [20] M. Hamka, P. Purwanto, and A. Wibowo, "A Hybrid Principal Component Analysis–Entropy Approach to Balanced Weighting in Single Usability Metric for E-Learning Evaluation," *Ingénierie des Systèmes d'Information*, vol. 31, no. 3, pp. 931–948, 2026, doi: 10.18280/isi.310324.
- [21] T. A. Nuraini, L. Martauli, and M. H. Aritonang, "Sistem Pendukung Keputusan Diagnosa Penyakit Kulit Berbasis Web dengan Metode Fuzzy Logic," Universitas Bina Sarana Informatika, 2024.