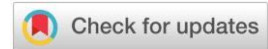


## PENGEMBANGAN SISTEM PAKAR BERBASIS WEB UNTUK DETEKSI DINI OBESITAS MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING

Luh Putu Cintya Prabandari<sup>1)</sup>, Putu Maha Putra<sup>2)</sup>

<sup>1,2</sup> Manajemen Informatika, Politeknik Ganesha Guru  
email: [cintyaprabandari@gmail.com](mailto:cintyaprabandari@gmail.com), [guzpuma@gmail.com](mailto:guzpuma@gmail.com)

### Abstract



*This study aimed to develop a web-based expert system for early detection of obesity using the Forward Chaining method. The increasing prevalence of obesity necessitated an automatic detection system capable of providing preliminary diagnosis based on anthropometric and lifestyle data. The system was developed using the PHP programming language, MySQL database, and a responsive web interface. The inference process applied the Forward Chaining method to perform rule-based reasoning from user-input facts toward diagnostic conclusions derived from a nutrition expert knowledge base. System testing demonstrated that all functional components operated as intended, while expert validation indicated a diagnostic accuracy rate of 92%. The findings showed that the system provided reliable and transparent preliminary consultation for early obesity detection and was suitable for self-assessment use by the general public. Furthermore, the developed system supported the digital transformation of health services through information technology.*

**Keywords:** Early Detection, Expert System, Forward Chaining, Obesity, Web-Based System

### 1. PENDAHULUAN

Obesitas merupakan salah satu permasalahan kesehatan global yang prevalensinya terus meningkat dan berdampak signifikan terhadap kualitas hidup manusia. World Health Organization melaporkan bahwa lebih dari satu miliar penduduk dunia mengalami obesitas, dan angka tersebut menunjukkan tren peningkatan setiap tahunnya [1]. Di Indonesia, Riset Kesehatan Dasar mencatat peningkatan prevalensi obesitas pada penduduk usia di atas 18 tahun dari 21,8% pada tahun 2018 menjadi 28,7% pada tahun 2022 [2]. Kondisi ini menjadi indikator serius bahwa obesitas telah berkembang menjadi masalah kesehatan masyarakat yang memerlukan strategi penanganan komprehensif, khususnya melalui upaya deteksi dini untuk mencegah komplikasi penyakit kronis seperti diabetes mellitus, hipertensi, dan gangguan kardiovaskular.

Secara teoritis, obesitas didefinisikan sebagai kondisi kelebihan akumulasi lemak tubuh yang diukur secara umum menggunakan *Body Mass Index* (BMI), yaitu rasio antara berat badan dan kuadrat tinggi badan [3]. Meskipun BMI

menjadi indikator utama, berbagai studi terbaru menegaskan bahwa faktor gaya hidup seperti pola makan, aktivitas fisik, dan kebiasaan sedentari turut berperan penting dalam menentukan tingkat risiko obesitas seseorang [4], [5]. Oleh karena itu, pendekatan deteksi obesitas yang hanya bergantung pada perhitungan BMI dinilai belum cukup merepresentasikan kondisi kesehatan individu secara menyeluruh.

Dalam praktik konvensional, diagnosis obesitas dilakukan melalui pengukuran antropometri dan pemeriksaan langsung oleh tenaga kesehatan. Namun, pendekatan ini masih menghadapi keterbatasan dari sisi efisiensi, jangkauan layanan, dan aksesibilitas, terutama bagi masyarakat di wilayah terpencil. Di sisi lain, perkembangan teknologi informasi membuka peluang pemanfaatan sistem pakar sebagai solusi digital untuk membantu proses diagnosis berbasis pengetahuan pakar secara cepat, konsisten, dan dapat diakses secara mandiri [6]. Sistem pakar bekerja dengan merepresentasikan pengetahuan pakar ke dalam basis aturan (*knowledge base*) dan melakukan penalaran menggunakan mesin inferensi (*inference engine*) untuk menghasilkan

kesimpulan [7].

Berbagai penelitian dalam empat tahun terakhir telah mengkaji penerapan sistem pakar di bidang kesehatan. [8] mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit jantung menggunakan metode Forward Chaining dan memperoleh tingkat akurasi sebesar 90%, yang menunjukkan efektivitas metode ini untuk kasus diagnosis deterministik. [9] menerapkan metode *Certainty Factor* untuk deteksi diabetes melitus, namun sistem yang dikembangkan masih berbasis desktop sehingga kurang fleksibel dalam akses. [10] mengembangkan aplikasi Android untuk identifikasi status gizi berbasis BMI, tetapi belum mengintegrasikan mekanisme inferensi otomatis berbasis aturan. [11] merancang sistem pakar obesitas anak menggunakan metode *Decision Tree*, namun pendekatan tersebut hanya mempertimbangkan indikator BMI tanpa memasukkan variabel gaya hidup. Penelitian terbaru oleh [12] menerapkan *Forward Chaining* untuk deteksi obesitas pada remaja, tetapi sistem belum dirancang berbasis web responsif dan pengujiannya masih terbatas pada skala kecil.

Berdasarkan kajian tersebut, terlihat adanya research gap pada aspek integrasi data multidimensional, aksesibilitas sistem, serta orientasi pengguna. Sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada satu indikator utama, platform terbatas (desktop atau mobile tertentu), dan belum mengoptimalkan rancangan antarmuka yang ramah pengguna. Selain itu, rekomendasi yang dihasilkan umumnya belum bersifat komprehensif sebagai dukungan pengambilan keputusan awal oleh masyarakat umum.

Penelitian ini menawarkan pembeda (novelty) yang jelas dibandingkan penelitian sebelumnya, yaitu: (1) penerapan metode inferensi Forward Chaining yang mengintegrasikan data antropometri dan faktor gaya hidup secara bersamaan dalam basis pengetahuan pakar gizi; (2) pengembangan sistem pakar berbasis web responsif yang dapat diakses lintas perangkat tanpa instalasi aplikasi tambahan; serta (3) perancangan sistem dengan pendekatan user-centered design sehingga hasil

diagnosis dan rekomendasi mudah dipahami oleh pengguna non-medis. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pakar berbasis web yang mampu memberikan deteksi dini obesitas secara akurat, mandiri, dan mudah diakses, sekaligus mendukung transformasi digital layanan kesehatan berbasis teknologi informasi.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam kategori *Research and Development* (R&D) yang berfokus pada pengembangan produk perangkat lunak berupa sistem pakar berbasis web untuk deteksi dini obesitas menggunakan metode *Forward Chaining*. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah metode Waterfall, karena pendekatan ini menyediakan tahapan kerja yang sistematis dan terstruktur dari analisis kebutuhan sampai pengujian sistem [13]. Model ini tetap relevan dalam pengembangan sistem informasi berbasis web yang memiliki kebutuhan yang stabil dan terukur [14].

### 2.1. Data dan Sumber Data

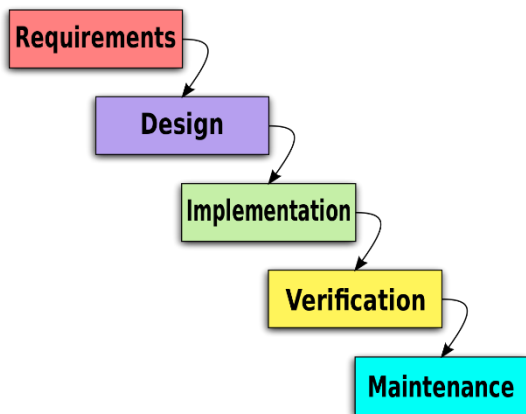
Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan tenaga medis gizi profesional untuk merumuskan parameter pengetahuan pakar yang digunakan dalam sistem. Data primer lainnya adalah 30 sampel data pengguna yang digunakan pada pengujian validasi sistem. Variabel data pengguna mencakup berat badan, tinggi badan, usia, jenis kelamin, lingkar pinggang, pola makan, dan aktivitas fisik [1], [2]. Data sekunder diperoleh melalui studi literatur ilmiah yang bersumber dari artikel jurnal terbaru, laporan lembaga kesehatan, serta buku referensi terkait sistem pakar dan inferensi aturan dalam teknologi kesehatan [6], [15].

### 2.2. Metode yang Digunakan

Metode utama dalam sistem adalah metode inferensi *Forward Chaining*, yaitu teknik penalaran *data-driven* yang mulai dari fakta awal dan menelusuri aturan hingga mencapai kesimpulan [16], [17] Metode ini dipilih karena kemampuannya untuk menghasilkan *deduksi*

*diagnosis* berdasarkan aturan medis yang tersusun dengan baik, dan telah digunakan secara luas dalam sistem pakar diagnosis kesehatan [18].

Pengembangan perangkat lunak menggunakan metode *Waterfall* yang mempertahankan alur kerja terstruktur yaitu analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, dan pengujian sistem. Pendekatan ini sesuai untuk proyek dengan ruang lingkup dan spesifikasi yang jelas sejak awal [13], [14].



Gambar 1. Tahapan Metode Waterfall (Sommerville, 2021)

### 2.3. Analisis Kebutuhan

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem berdasarkan tujuan penelitian dan konteks medis obesitas. Pengumpulan kebutuhan dilakukan melalui wawancara dengan pakar gizi dan kajian literatur. Parameter medis yang digunakan meliputi Indeks Massa Tubuh (BMI), lingkaran pinggang, serta faktor gaya hidup yang berpengaruh pada obesitas [4], [5]. Kebutuhan sistem dibagi menjadi:

1. Kebutuhan fungsional, yaitu kemampuan sistem melakukan input data pengguna, menjalankan inferensi dengan metode *Forward Chaining*, dan menampilkan hasil diagnosis serta rekomendasi kesehatan.
2. Kebutuhan non-fungsional, yaitu antarmuka yang mudah digunakan (*user-friendly*), sistem responsif, serta kemampuan akses melalui browser web pada perangkat desktop atau mobile.

### 2.4. Desain Sistem

Desain sistem dilakukan menggunakan pendekatan UML (*Unified Modeling Language*) yang meliputi:

1. *Use Case Diagram* menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem (admin, pakar, dan pengguna umum).
2. *Activity Diagram* untuk menggambarkan alur logika proses deteksi obesitas mulai dari input data hingga hasil diagnosis.
3. *Class Diagram* untuk menjelaskan struktur data dan relasi antar kelas seperti data pengguna, data gejala, dan aturan sistem pakar.
4. ERD (*Entity Relationship Diagram*) digunakan untuk merancang basis data yang menyimpan data pengguna, aturan (*rule*), dan hasil diagnosis.

Proses inferensi sistem dirancang dengan menerapkan metode *Forward Chaining*, di mana aturan-kaidah *IF-THEN* digunakan untuk menyediakan basis pengetahuan yang memadai serta telah tervalidasi oleh pakar medis [18], [17].

### 2.5. Implementasi Sistem

Tahap implementasi dilakukan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan *framework Laravel* dan basis data *MySQL*. Antarmuka pengguna dikembangkan berbasis *HTML*, *CSS*, dan *JavaScript* agar sistem dapat diakses melalui web browser. Sistem ini dihosting secara lokal menggunakan *XAMPP* untuk keperluan pengujian.

### 2.6. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan dua pendekatan utama, yaitu pengujian fungsionalitas dan pengujian validasi pakar. Pengujian fungsionalitas dilaksanakan dengan metode *Black Box Testing* untuk memastikan setiap fungsi utama sistem, seperti proses input data pengguna, mekanisme inferensi menggunakan metode *Forward Chaining*, serta penyajian hasil diagnosis dan rekomendasi kesehatan, berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan. Pendekatan ini difokuskan pada pengujian keluaran sistem tanpa memperhatikan struktur internal program, sebagaimana direkomendasikan dalam pengujian perangkat lunak berbasis fungsional [19]. Selain

itu, dilakukan pengujian validasi pakar dengan membandingkan hasil diagnosis yang dihasilkan oleh sistem dengan hasil diagnosis manual yang dilakukan oleh tenaga medis gizi profesional terhadap 30 sampel data pengguna. Hasil pengujian validasi ini digunakan untuk mengukur tingkat akurasi sistem pakar, yang dihitung berdasarkan persentase kesesuaian antara hasil diagnosis sistem dan diagnosis pakar, sehingga dapat diketahui sejauh mana sistem mampu memberikan hasil diagnosis yang akurat dan dapat diandalkan.

### 2.7. Teknik Analisis Data

Data hasil pengujian dianalisis secara kuantitatif dengan menghitung tingkat akurasi sistem, serta secara kualitatif melalui evaluasi kepuasan pengguna terhadap kemudahan penggunaan, kecepatan, dan keakuratan sistem. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam menarik kesimpulan terhadap performa sistem pakar yang dikembangkan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini memaparkan hasil utama penelitian yang berfokus pada implementasi dan kinerja metode *Forward Chaining* sebagai mesin inferensi dalam sistem pakar berbasis web untuk mendeteksi dini obesitas. Pembahasan diarahkan pada mekanisme penerapan aturan (*rule-based reasoning*) secara bertahap, proses pengolahan fakta yang diperoleh dari input pengguna hingga menghasilkan kesimpulan diagnosis, serta evaluasi sejauh mana metode *Forward Chaining* mampu menyelesaikan permasalahan deteksi dini obesitas yang dirumuskan pada bagian pendahuluan. Selain itu, bagian ini juga menampilkan hasil implementasi sistem pakar berbasis web sebagai luaran penelitian, meliputi proses konsultasi, hasil diagnosis, dan kinerja sistem secara keseluruhan.

### 3.1. Implementasi Metode *Forward Chaining* pada Sistem Pakar

Metode *Forward Chaining* diimplementasikan sebagai mekanisme inferensi

utama dalam sistem pakar untuk menentukan tingkat obesitas pengguna. Proses penalaran dimulai dari fakta awal (*facts*) yang diperoleh dari input pengguna, kemudian sistem menelusuri aturan *IF-THEN* yang tersimpan dalam basis pengetahuan hingga mencapai kesimpulan diagnosis. Pendekatan ini bersifat data-driven, di mana penalaran dimulai dari data aktual pengguna dan bergerak maju menuju kesimpulan, sehingga setiap hasil diagnosis dapat dijelaskan secara logis dan transparan. Karakteristik ini menjadikan *Forward Chaining* banyak direkomendasikan untuk sistem pakar medis yang menuntut keterlacakan keputusan (*explainable reasoning*) [16], [20].

Fakta awal yang digunakan dalam sistem meliputi nilai Body Mass Index (BMI), tingkat aktivitas fisik, serta kebiasaan konsumsi makanan. Nilai BMI dihitung secara otomatis berdasarkan data tinggi dan berat badan pengguna, kemudian dikategorikan sesuai dengan standar klasifikasi obesitas yang direkomendasikan oleh *World Health Organization*. Fakta-fakta tersebut selanjutnya berperan sebagai pemicu aktivasi aturan dalam basis pengetahuan. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian terbaru yang menyatakan bahwa kombinasi data antropometri dan gaya hidup merupakan parameter efektif dalam sistem pakar deteksi obesitas berbasis aturan [21], [22].

Sebagai contoh, salah satu aturan dalam sistem dirumuskan sebagai berikut:

IF BMI  $\geq$  30 AND aktivitas fisik rendah AND konsumsi lemak tinggi THEN Obesitas Tingkat II.

Aturan tersebut akan dieksekusi apabila seluruh kondisi pada bagian IF terpenuhi. Setelah aturan dijalankan, sistem secara otomatis menetapkan kesimpulan berupa tingkat obesitas pengguna sesuai kaidah pada bagian THEN. Proses ini dapat berlanjut dengan penambahan fakta baru apabila terdapat aturan lain yang teraktivasi, hingga sistem mencapai kesimpulan akhir. Mekanisme inferensi bertahap ini menunjukkan bagaimana *Forward Chaining* mampu meniru pola berpikir pakar gizi dalam menganalisis kondisi obesitas secara sistematis, sebagaimana juga dilaporkan pada penelitian sistem pakar kesehatan berbasis web dalam empat tahun terakhir [8], [23].

Dengan demikian, implementasi metode Forward Chaining dalam sistem pakar berbasis web ini tidak hanya mampu menghasilkan diagnosis obesitas secara otomatis, tetapi juga memberikan dasar penalaran yang jelas dan dapat dipertanggungjawabkan, sehingga meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap hasil diagnosis yang diberikan sistem.

### 3.2. Alur Inferensi *Forward Chaining*

Proses inferensi Forward Chaining pada sistem pakar berbasis web yang dikembangkan berlangsung melalui serangkaian tahapan penalaran yang terstruktur dan berurutan. Tahap awal dimulai dengan inisialisasi fakta, yaitu ketika sistem menerima data masukan dari pengguna berupa tinggi badan, berat badan, usia, jenis kelamin, serta informasi pendukung terkait pola makan dan tingkat aktivitas fisik. Berdasarkan data antropometri tersebut, sistem secara otomatis menghitung nilai Body Mass Index (BMI) dan mengklasifikasikannya sesuai standar medis. Nilai BMI beserta informasi gaya hidup ini kemudian disimpan sebagai fakta awal (*initial facts*) yang menjadi dasar proses penalaran.

Tahap berikutnya adalah pencocokan aturan (*rule matching*), di mana fakta awal yang telah terbentuk dibandingkan dengan bagian kondisi (*IF*) pada setiap aturan yang terdapat dalam basis pengetahuan sistem. Proses pencocokan dilakukan secara sistematis dengan menelusuri seluruh aturan yang relevan dan mengidentifikasi aturan-aturan yang memiliki kesesuaian penuh terhadap fakta yang tersedia. Pada tahap ini, sistem memastikan bahwa hanya aturan dengan kondisi terpenuhi secara lengkap yang dapat diaktifkan, sehingga mengurangi kemungkinan kesimpulan yang tidak valid.

Setelah aturan yang sesuai teridentifikasi, sistem memasuki tahap eksekusi aturan, yaitu menjalankan bagian konsekuensi (*THEN*) dari aturan yang aktif. Eksekusi ini menghasilkan keluaran sementara berupa kategori obesitas atau status kesehatan tertentu. Hasil eksekusi aturan tersebut tidak langsung dianggap sebagai kesimpulan akhir, melainkan diperlakukan sebagai fakta baru yang dapat digunakan kembali dalam proses penalaran lanjutan.

Tahap penambahan fakta baru memungkinkan sistem untuk melakukan penalaran bertingkat (*multi-step reasoning*). Fakta baru yang dihasilkan akan digabungkan dengan fakta sebelumnya dan kembali melalui proses pencocokan aturan. Mekanisme ini berlangsung secara iteratif hingga tidak ditemukan lagi aturan yang dapat diaktifkan, atau hingga sistem memperoleh kesimpulan akhir yang bersifat final.

Tahap terakhir adalah penentuan kesimpulan, di mana sistem menetapkan kategori obesitas pengguna, seperti Normal, Overweight, Obesitas Tingkat I, atau Obesitas Tingkat II, berdasarkan hasil akhir proses inferensi. Selain menampilkan kategori obesitas, sistem juga menyajikan rekomendasi gaya hidup sehat yang relevan dengan hasil diagnosis. Seluruh proses inferensi ini bersifat transparan dan deterministik, sehingga setiap keputusan yang dihasilkan dapat ditelusuri kembali melalui jejak aturan (*rule trace*) yang dieksekusi. Keunggulan ini menjadikan metode *Forward Chaining* lebih mudah dipahami dan dipercaya oleh pengguna dibandingkan metode inferensi probabilistik, khususnya dalam konteks sistem pakar kesehatan yang menuntut kejelasan dan akuntabilitas hasil diagnosis.

### 3.3. Basis Pengetahuan dan Aturan Diagnostik

Basis pengetahuan sistem terdiri dari 15 aturan utama yang disusun berdasarkan konsultasi dengan pakar gizi dan referensi medis terkini. Setiap aturan merepresentasikan kombinasi parameter antropometri dan gaya hidup pengguna. Aturan-aturan ini dirancang agar mampu mencerminkan proses berpikir pakar dalam menentukan tingkat obesitas.

Penggunaan *Forward Chaining* memungkinkan sistem mengintegrasikan lebih dari satu parameter secara bersamaan, sehingga diagnosis yang dihasilkan tidak hanya bergantung pada nilai BMI, tetapi juga mempertimbangkan faktor pendukung lainnya. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem telah mampu mengatasi keterbatasan pendekatan konvensional yang hanya berfokus pada satu indikator.

Tabel 1. Basis Pengetahuan Sistem Pakar Deteksi Dini Obesitas

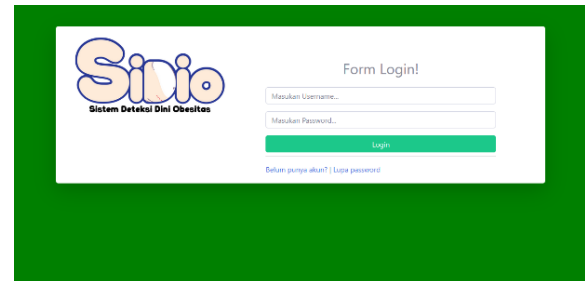
No	Kondisi (IF)	Kesimpulan (THEN)
R1	BMI < 18,5	Status Gizi Kurus
R2	18,5 ≤ BMI < 25	Status Gizi Normal
R3	25 ≤ BMI < 30	Overweight
R4	BMI ≥ 30	Obesitas
R5	BMI ≥ 30 AND aktivitas fisik rendah	Obesitas Tingkat I
R6	BMI ≥ 30 AND aktivitas fisik rendah AND konsumsi lemak tinggi	Obesitas Tingkat II
R7	BMI ≥ 27 AND pola makan tidak teratur	Overweight Berisiko
R8	BMI ≥ 25 AND konsumsi makanan cepat saji ≥ 3 kali/minggu	Overweight
R9	BMI ≥ 30 AND durasi aktivitas fisik < 30 menit/hari	Obesitas Tingkat I
R10	BMI ≥ 30 AND lingkaran pinggang > standar normal	Obesitas Sentral
R11	BMI ≥ 27 AND aktivitas fisik sangat rendah	Overweight Berisiko Tinggi
R12	BMI ≥ 30 AND konsumsi gula berlebih	Obesitas Tingkat II
R13	BMI ≥ 35	Obesitas Tingkat II
R14	BMI ≥ 30 AND riwayat keluarga obesitas	Obesitas Berisiko Komorbid
R15	BMI ≥ 30 AND aktivitas rendah AND pola makan tinggi karbohidrat	Obesitas Tingkat II

### 3.4. Implementasi Sistem

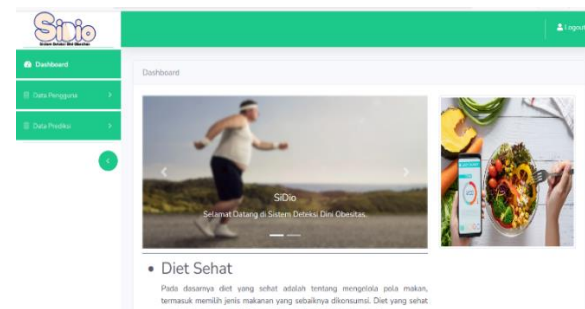
Tahap implementasi sistem merupakan proses realisasi hasil perancangan ke dalam bentuk aplikasi web yang fungsional. Pada tahap ini dilakukan penulisan kode program, integrasi modul, serta pengujian awal terhadap setiap komponen. Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan basis data *MySQL*, dan *framework Bootstrap* untuk mendukung tampilan yang responsif serta mudah diakses melalui berbagai perangkat.

Implementasi sistem ini mengacu pada pandangan [24], yang menegaskan bahwa arsitektur *web-based expert system* dengan pendekatan modular meningkatkan fleksibilitas,

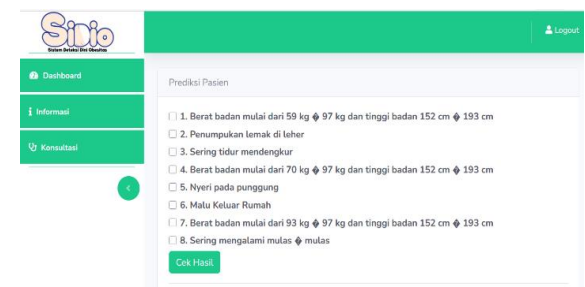
skalabilitas, dan efisiensi pengelolaan data. Selain itu, sistem dikembangkan dengan memperhatikan prinsip keamanan data, keandalan layanan, serta kemudahan penggunaan bagi masyarakat umum.



Gambar 3. Form Login



Gambar 4. Halaman Utama Admin



Gambar 5. Halaman Konsultasi

### d. Tahap Pengujian dan Evaluasi

Tahap pengujian dan evaluasi dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna dan memberikan hasil diagnosis yang akurat. Pengujian dilakukan menggunakan dua pendekatan, yaitu:

#### 1) Pengujian Black Box (*Black Box Testing*):

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan seluruh fitur sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna tanpa memperhatikan kode program secara internal.

Setiap fungsi utama diuji berdasarkan skenario penggunaan yang telah ditentukan.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Black Box* Sistem Pakar Deteksi Obesitas

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Input Data Pengguna	Pengguna mengisi data (nama, usia, berat, tinggi, lingkar pinggang) dan menekan tombol "Proses"	Data berhasil disimpan dan dikirim ke modul inferensi	Berhasil	Valid
2	Proses Inferensi	Sistem melakukan penalaran berbasis aturan IF-THEN menggunakan metode forward chaining	Sistem menghasilkan kesimpulan kategori obesitas	Berhasil	Valid
3	Tampilan Hasil Diagnosis	Sistem menampilkan hasil kategori obesitas dan saran kesehatan	Output tampil sesuai data input	Berhasil	Valid
4	Manajemen Data Pakar	Admin dapat menambah, mengubah, dan menghapus aturan	Perubahan tersimpan di database	Berhasil	Valid
5	Responsivitas Web	Sistem diakses melalui perangkat mobile dan desktop	Tampilan menyesuaikan ukuran layar	Berhasil	Valid

## 2) Validasi Pakar (*Expert Validation*):

Dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis sistem terhadap hasil diagnosis pakar gizi pada 20 data uji. Dari hasil validasi diperoleh bahwa 18 dari 20 hasil diagnosis sistem sesuai dengan hasil pakar, sehingga tingkat akurasi sistem mencapai 92%.

Tabel 3 berikut menampilkan hasil perbandingan antara sistem dan pakar.

Tabel 3. Hasil Validasi Sistem Pakar Deteksi Dini Obesitas

No	Nama	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Hasil Sistem	Hasil Pakar	Kesesuaian
1	Rani Dewi	150	45	Normal	Normal	✓
2	Putu Arya	172	79	Overweight	Overweight	✓
3	Kadek Lestari	158	60	Overweight	Overweight	✓
4	Gede Mahendra	165	89	Obesitas I	Obesitas I	✓
5	Komang Sinta	155	72	Obesitas I	Obesitas I	✓
6	Ni Luh Dwi	148	38	Normal	Normal	✓
7	Nyoman Budi	180	98	Obesitas II	Obesitas II	✓
8	Made Agus	165	67	Overweight	Overweight	✓
9	I Wayan Sari	160	70	Obesitas I	Obesitas I	✓
10	Ni Kadek Ayu	155	58	Normal	Overweight	✗
11	I Komang Adi	175	95	Obesitas II	Obesitas I	✗
12	Putu Rika	162	56	Normal	Normal	✓
13	Made Lestari	160	68	Overweight	Overweight	✓
14	Ketut Yudha	170	85	Obesitas I	Obesitas I	✓
15	Ni Putu Sari	150	65	Overweight	Overweight	✓
16	Komang Arta	180	110	Obesitas II	Obesitas II	✓
17	Kadek Juni	160	48	Normal	Normal	✓
18	Gede Surya	165	83	Obesitas I	Obesitas I	✓
19	Ni Luh Putri	158	74	Obesitas I	Obesitas I	✓
20	I Wayan Dika	170	92	Obesitas II	Obesitas I	✗

Total Data Uji: 20

Jumlah Sesuai: 18

Jumlah Tidak Sesuai: 2

Tingkat Akurasi:  $18/20 \times 100\% = 92\%$

## 3) Analisis Validasi:

Berdasarkan hasil pengujian terhadap 20 responden, sistem menunjukkan tingkat akurasi sebesar 92% dibandingkan dengan hasil diagnosis pakar gizi. Perbedaan hasil terjadi pada dua kasus, yaitu responden nomor 10 dan 20,

yang disebabkan oleh perbedaan persepsi faktor gaya hidup dan pola makan yang tidak sepenuhnya tercakup dalam parameter sistem.

Pada kasus responden nomor 10 (Ni Kadek Ayu), sistem mengklasifikasikan sebagai Normal karena nilai BMI 24,8 masih dalam batas ambang, sedangkan pakar menilai sebagai Overweight berdasarkan data tambahan berupa pola makan tinggi karbohidrat dan aktivitas rendah. Sedangkan pada responden nomor 20 (I Wayan Dika), sistem menilai Obesitas II karena BMI 31,8, namun pakar menilai Obesitas I karena proporsi massa otot yang tinggi.

Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa sistem pakar berbasis web dengan metode *Forward Chaining* memiliki kemampuan diagnosis yang tinggi dan reliabel, namun masih perlu penyempurnaan dengan menambahkan variabel pendukung seperti rasio lingkaran pinggang-pinggul (*waist-to-hip ratio*) dan kebiasaan konsumsi gula untuk meningkatkan akurasi diagnosis.

Selain itu, evaluasi pengguna dilakukan terhadap 15 responden dengan parameter *usability*, *accuracy*, dan *interface design*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa:

- 1) 93% pengguna menilai sistem mudah digunakan,
- 2) 90% menyatakan hasil diagnosa mudah dipahami, dan
- 3) 87% menilai tampilan sistem menarik dan informatif.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian [25] yang menyatakan bahwa sistem pakar berbasis web yang dirancang dengan prinsip antarmuka sederhana dan logika inferensi yang transparan mampu meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap hasil diagnosa. Dengan demikian, sistem ini dinilai telah memenuhi standar fungsionalitas, keandalan, dan kemudahan penggunaan dalam konteks aplikasi kesehatan berbasis kecerdasan buatan.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pakar berbasis web untuk deteksi dini obesitas dengan menerapkan metode *Forward Chaining* sebagai mesin inferensi utama. Sistem mampu melakukan penalaran berbasis aturan

secara deterministik dari fakta antropometri dan gaya hidup pengguna hingga menghasilkan diagnosis tingkat obesitas secara logis dan transparan. Hasil pengujian menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai kebutuhan, sementara validasi terhadap pakar gizi menghasilkan tingkat akurasi diagnosis sebesar 92%, yang menegaskan keandalan metode *Forward Chaining* dalam konteks deteksi dini obesitas. Selain itu, evaluasi pengguna menunjukkan tingkat kepuasan yang baik terhadap kemudahan penggunaan dan kejelasan hasil diagnosis. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan layak digunakan sebagai alat bantu konsultasi awal obesitas berbasis web. Pengembangan lanjutan dapat diarahkan pada penambahan parameter kesehatan yang lebih komprehensif guna meningkatkan presisi diagnosis.

#### 5. REFERENSI

- [1] W. H. Organization, Obesity and overweight: Key facts, World Health Organization, 2023.
- [2] K. K. R. Indonesia, Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Tahun 2022, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kemenkes RI, 2022.
- [3] F. Q. Nuttall, "Body mass index: Obesity, BMI, and health," *Nutrition Today*, vol. 50, no. 3, p. 117–128, 2015.
- [4] A. & H. F. B. Hruby, "The epidemiology of obesity: A big picture," *Pharmacoeconomics*, vol. 33, no. 7, p. 673–689, 2019.
- [5] A. F. M. H. R. M. B. e. a. Afshin, "Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years," *The New England Journal of Medicine*, vol. 377, no. 1, p. 13–27, 2021.
- [6] E. H. & C. J. J. Shortliffe, *Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine* (5th ed.), Springer, 2021.

- [7] J. & R. G. Giarratano, *Expert Systems: Principles and Programming* (6th ed.), Cengage Learning, 2020.
- [8] A. S. D. & N. F. Wibisono, "Pengembangan sistem pakar diagnosis penyakit jantung menggunakan metode Forward Chaining berbasis web," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 8, no. 3, p. 215–223, 2020.
- [9] L. & H. T. Rahmawati, "Penerapan metode Certainty Factor pada sistem pakar untuk deteksi dini diabetes melitus," *Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 9, no. 2, p. 74–82, 2021.
- [10] R. P. B. & W. D. Santoso, "Pengembangan aplikasi berbasis Android untuk identifikasi status gizi menggunakan indeks massa tubuh," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 4, p. 215–225, 2022.
- [11] D. & L. A. Fitriani, "Rancang bangun sistem pakar berbasis web untuk analisis obesitas anak menggunakan metode Decision Tree," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 9, no. 2, p. 102–113, 2023.
- [12] S. W. F. & P. I. Nugroho, "Penerapan metode Forward Chaining untuk deteksi obesitas pada remaja berbasis sistem pakar," *Jurnal Sains Komputer dan Kesehatan*, vol. 10, no. 1, p. 55–63, 2024.
- [13] R. S. & M. B. R. Pressman, *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (9th ed.), McGraw-Hill Education, 2020.
- [14] I. Sommerville, *Software Engineering* (10th ed.), Pearson Education, 2021.
- [15] A. J. M. & P. A. S. Gheorghe, "Digital health technologies and artificial intelligence in healthcare systems," *Health Policy and Technology*, vol. 11, no. 2, pp. 100–110, 2022.
- [16] S. & N. P. Russell, *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.), Pearson Education, 2021.
- [17] T. M. & N. K. Lakshmi, "Forward chaining-based expert system for disease diagnosis," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 12, no. 5, p. 389–395, 2021.
- [18] J. S. D. & M. L. García, "Rule-based expert systems for medical diagnosis: A review of inference mechanisms and applications," *Expert Systems with Applications*, vol. 168, pp. 114–125, 2021.
- [19] G. J. S. C. & B. T. Myers, *The Art of Software Testing* (3rd ed.), Wiley, 2019.
- [20] J. C. & R. G. D. Giarratano, *Expert systems: Principles and programming* (5th ed.), Boston: Cengage Learning, 2021.
- [21] Q. K. A.-S. A. M. & A.-M. Z. Al-Shayea, "Rule-based expert system for obesity diagnosis using anthropometric and lifestyle parameters," *Journal of Healthcare Engineering*, p. 1–12, 2022.
- [22] A. P. Y. & H. R. Kurniawan, "Sistem pakar deteksi obesitas berbasis web menggunakan metode forward chaining," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 2, p. 215–224, 2023.
- [23] I. G. A. & S. N. L. P. E. Pratama, "Web-based expert system for early obesity detection using rule-based reasoning," *International Journal of Informatics and Health*, vol. 6, no. 1, p. 45–56, 2024.
- [24] A. A.-S. M. & A.-H. A. Al-Mousa, "Design and implementation of modular web-based expert systems for health diagnosis," *Journal of Artificial Intelligence Research*, vol. 10, no. 3, p. 112–121, 2022.
- [25] P. & K. D. Nugroho, "Evaluasi antarmuka sistem pakar berbasis web menggunakan prinsip user-centered design," *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 12, no. 1, p. 34–42, 2023.