



Integration of Forward Chaining and Bayes' Theorem in Expert System Development for Malnutrition Diagnosis

Yuyun Sulistiawati, La Surimi*, Rizal Adi Saputra, Andi Tenriawaru
Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Halu Oleo, Kendari

* Corresponding Author E-mail: lasurimi@mail.uho.ac.id

Abstract

Malnutrition refers to an imbalance in nutritional intake and affects the development of the human body. Based on survey data from the Ministry of Health in 2022, the prevalence of malnutrition in Indonesia was 21.6%, exceeding the prevalence standard set by the WHO of 20%. This study aims to build an expert system that has the ability to diagnose malnutrition through the application of the forward chaining method and Bayes' theorem. The forward chaining method is used to develop rules based on the symptoms observed in the patient. Meanwhile, Bayes' theorem is used to calculate the probability of malnutrition based on the combination of symptoms that appear in the patient. The integration of these two methods is expected to increase the accuracy in diagnosing malnutrition. Based on the results of the study, it was found that the application of the forward chaining method and Bayes' theorem in the system was able to diagnose a sample data of 150 patients with an accuracy rate of 98.67%. This indicates that this expert system has the potential to assist healthcare professionals and the community in making diagnoses.

Keywords— *Bayes Theorem, Expert Systems, Forward Chaining, Malnutrition.*

Abstrak

Malnutrisi merujuk pada ketidakseimbangan asupan gizi dan mempengaruhi perkembangan tubuh manusia. Menurut data survei dari Kementerian Kesehatan pada tahun 2022, prevalensi malnutrisi di Indonesia sebesar 21,6%, angka tersebut melebihi standar prevalensi yang ditetapkan oleh WHO yakni sebesar 20%. Tujuan dari penelitian adalah membangun sebuah sistem pakar yang memiliki kemampuan untuk melakukan diagnosa penyakit malnutrisi melalui penerapan metode forward chaining dan teorema bayes. Metode forward chaining digunakan untuk menyusun aturan-aturan berdasarkan gejala-gejala yang diamati pada pasien. Sedangkan, teorema bayes digunakan untuk menghitung probabilitas terjadinya penyakit malnutrisi berdasarkan kombinasi gejala-gejala yang muncul pada pasien. Integrasi kedua metode ini diharapkan dapat meningkatkan ketepatan dalam melakukan diagnosa penyakit malnutrisi. Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa implementasi metode forward chaining dan teorema bayes pada sistem mampu mendiagnosa data sampel sebanyak 150 pasien dengan tingkat akurasi yang didapatkan sebesar 98,67%. Hal tersebut menunjukkan sistem pakar ini memiliki potensi untuk membantu tenaga medis dan masyarakat dalam melakukan diagnosa yang akurat.

Kata kunci— *Forward Chaining, Malnutrisi, Sistem Pakar, Teorema Bayes.*

1. PENDAHULUAN

Malnutrisi merujuk pada suatu kondisi ketidakseimbangan asupan gizi. Konsep malnutrisi juga mencakup individu yang mengonsumsi makanan yang cukup, tetapi dengan komposisi gizi yang tidak seimbang, serta orang yang mengalami kelebihan berat badan [1]. Malnutrisi pada fase pertumbuhan awal meningkatkan kemungkinan terjadinya infeksi, dan juga berpotensi mengakibatkan penurunan dalam perkembangan mental dan kognitif [2]. Menurut data survei dari Kementerian Kesehatan pada tahun 2022, prevalensi malnutrisi di Indonesia sebesar 21,6%, angka tersebut melebihi standar prevalensi yang ditetapkan oleh WHO yakni sebesar 20%. Ini menunjukkan besarnya kasus penyakit malnutrisi yang terjadi di Indonesia sendiri apabila tidak segera diperbaiki kebutuhan gizinya [3].

Kecepatan dan ketepatan dalam mengidentifikasi kondisi penyakit malnutrisi memiliki nilai penting dalam mengelola penyakit tersebut guna mengurangi risiko komplikasi dan meningkatkan kualitas hidup pasien. Terkadang, dalam beberapa situasi, mendiagnosis penyakit malnutrisi bisa menjadi kompleks dan memerlukan pemahaman yang mendalam mengenai beragam gejala dan faktor risiko yang terkait. Dalam rangka membantu baik tenaga medis maupun masyarakat umum dalam melakukan diagnosa yang akurat, pengembangan sistem pakar berbasis komputer bisa menjadi alternatif yang efektif.

Sistem pakar ialah sistem berbasis komputer yang memanfaatkan pengetahuan, data faktual, dan teknik penalaran guna mengatasi permasalahan yang umumnya hanya dapat diselesaikan oleh seorang ahli dalam bidang tertentu [4]. Di era saat ini, pemanfaatan sistem pakar semakin meluas dalam sektor kesehatan untuk melakukan proses diagnosis penyakit. Melalui pemanfaatan bahasa pemrograman komputer, peran diagnosis yang biasanya dilakukan oleh seorang pakar dapat dijalankan melalui sistem dengan memanfaatkan berbagai metode pemrograman yang ada.

Forward chaining merupakan sebuah pendekatan pencarian fakta di mana proses penalaran dimulai dari informasi yang telah diketahui dan berujung pada penemuan solusi. Pendekatan ini memiliki potensi untuk mempermudah proses pengolahan dan pencarian informasi yang diperlukan dalam rangka penelitian [5]. Strategi ini banyak diterapkan dalam penelitian terkait sistem pakar, termasuk contohnya pada studi yang dilakukan oleh Meidelfi dan rekan-rekan pada tahun 2021, berjudul "Sistem Pakar Mendeteksi Malnutrisi pada Remaja dengan Metode *Forward Chaining*". Sistem yang dikembangkan dalam penelitian tersebut mampu mengidentifikasi kasus malnutrisi pada remaja menggunakan metode *forward chaining*. Walaupun demikian, pendekatan ini menghadapi tantangan dalam ketidakpastian data dari pasien [6]. Oleh karena itu, diperlukan penerapan pendekatan tambahan yang mampu mengatasi ketidakpastian tersebut, salah satunya melalui pemanfaatan *teorema bayes*."

Dalam konteks penelitian mengenai sistem pakar, *teorema bayes* dimanfaatkan untuk meningkatkan probabilitas sehingga mampu menangani ketidakpastian data [7]. Penerapan *teorema bayes* memungkinkan peningkatan akurasi dan kepercayaan pada kesimpulan yang dihasilkan. Hal ini terungkap dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh Ningrum pada tahun 2022, berjudul "Sistem Pakar Diagnosis Parafilia Menggunakan Algoritma *Forward Chaining* dan Pendekatan *Teorema Bayes*". Dalam penelitian tersebut, peneliti memanfaatkan *teorema bayes* untuk mengolah data gejala penyakit parafilia, menghasilkan sistem pakar dengan tingkat akurasi yang tinggi, mencapai 90%.

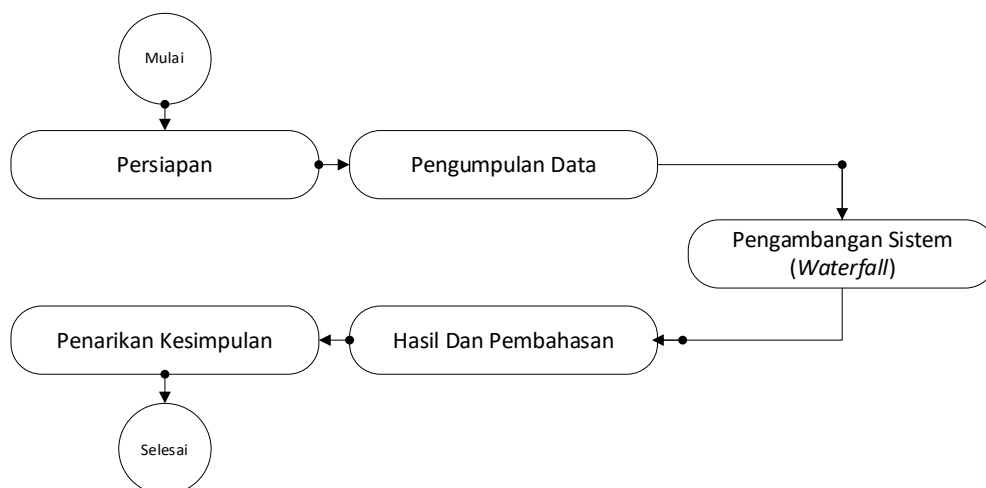
Merujuk pada uraian latar belakang di atas, peneliti mengangkat judul "*Integrasi Forward Chaining dan Teorema Bayes dalam Pengembangan Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Malnutrisi*". Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode *forward chaining* dan *teorema Bayes* dalam mengembangkan sistem pakar yang mampu mendiagnosis penyakit malnutrisi secara lebih efektif. Dalam tahap pengembangan sistem, digunakan metode *waterfall* yang merupakan salah satu pendekatan paling banyak diterapkan. Metode ini menyediakan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial, dimulai dari tahap analisis, perancangan, pengkodean, pengujian, hingga pemeliharaan [8]. Untuk mendukung implementasi, digunakan bahasa pemrograman Hypertext Preprocessor (PHP), yang memungkinkan

pembangunan situs web dinamis [9]. PHP, yang awalnya merupakan singkatan dari *Personal Home Page*, termasuk dalam kelompok bahasa pemrograman server-side. Setiap baris kode PHP akan diterjemahkan menjadi kode mesin yang dapat langsung dimengerti komputer saat dieksekusi, sehingga mendukung pengembangan sistem pakar yang interaktif dan responsif [10].

Dalam proses perancangan sistem pakar pada penelitian ini, digunakan *Unified Modeling Language* (UML) sebagai bahasa pemodelan yang terstruktur dan telah menjadi standar dalam menciptakan representasi visual, perancangan, serta dokumentasi perangkat lunak. UML diterapkan pada fase analisis dan desain sistem, di mana hasil rancangan diwujudkan dalam berbagai diagram yang selanjutnya diterjemahkan menjadi kode program pada tahap pemrograman. Diagram yang umum digunakan meliputi *use case diagram*, *activity diagram*, *class diagram*, dan lain sebagainya [11]. Setelah sistem selesai dirancang dan diimplementasikan, tahap berikutnya adalah pengujian perangkat lunak. Pada penelitian ini digunakan metode *blackbox testing*, yaitu pendekatan pengujian yang berfokus pada hasil eksekusi program melalui data uji, tanpa memperhatikan struktur internal sistem. Pendekatan ini memungkinkan pengembang untuk merancang berbagai kondisi input guna memastikan bahwa seluruh persyaratan fungsional sistem pakar yang dibangun telah terpenuhi.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan tahapan yang diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan yang diteliti. Tahapan dalam penelitian ini diadaptasi dari penelitian-penelitian sebelumnya [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18] dan divisualisasikan secara lebih jelas pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan penelitian

2.1 Metode Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi studi pustaka, observasi, dan wawancara. Studi pustaka dilakukan dengan menelusuri berbagai dokumen tertulis yang relevan [19], [20], [21], [22], seperti buku, jurnal, situs web, serta media informasi lainnya untuk memperoleh landasan teoritis penelitian. Observasi dilaksanakan secara langsung di RSUD Bahteramas Provinsi Sulawesi Tenggara guna mengamati kondisi serta permasalahan yang terjadi di lapangan. Selanjutnya, wawancara dilakukan dengan narasumber, yaitu Ibu dr. Surahmi M.Kes Sp.GK selaku Pakar Poligizi RSUD Bahteramas Provinsi Sulawesi Tenggara, untuk memperoleh informasi lebih mendalam mengenai kasus malnutrisi. Berdasarkan tahapan pengumpulan data tersebut, populasi penelitian ditetapkan sebagai pasien penyakit malnutrisi di RSUD Bahteramas Provinsi Sulawesi Tenggara pada periode 2020 hingga 2022. Sampel yang digunakan berjumlah 150 pasien yang didiagnosis menderita Marasmus, Kwashiorkor, Anemia, Gondok, Beri-Beri, Pellagra, Rakhitis, Cachexia, Gagal Hati, dan Edema.

2.2 Metode Pengembangan Sistem

Dalam proses pengembangan sistem, pendekatan *waterfall* digunakan. Berikut adalah langkah-langkah pengembangan sistem yang diimplementasikan.

2.2.1 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan pada penelitian ini berupa proses menganalisis spesifikasi kebutuhan terhadap sistem yang akan dikembangkan. Kebutuhan tersebut berupa spesifikasi *dataset* yang digunakan sebagai *inputan user*. Berikut penjelasan dari *dataset* yang digunakan.

a) Data penyakit

Penyakit malnutrisi yang dibahas dalam penelitian ini terdiri atas sepuluh jenis penyakit. Jenis-jenis penyakit tersebut diterangkan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Data Penyakit

No	Penyakit	Kode penyakit
1	Marasmus	P1
2	Kwashiorkor	P2
3	Anemia	P3
4	Gondok	P4
5	Beri-Beri	P5
6	<i>Pellagra</i>	P6
7	<i>Rakhitis</i>	P7
8	<i>Chachexia</i>	P8
9	Gagal Hati	P9
10	<i>Edema</i>	P10

b) Data gejala

Proses diagnosa sepuluh penyakit malnutrisi di atas, terdapat dua puluh sembilan jenis gejala yang terkait. Gejala-gejala tersebut diterangkan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Data Gejala

No	Gejala	Kode gejala
1	Sangat Kurus	G1
2	Kulit Tampak Kering dan Kendor	G2
3	Tulang Tangan, Kaki, dan Dada Sangat Jelas dan Menonjol	G3
4	Kehilangan Masa Otot	G4
5	Rambut Menjadi lebih Mudah Dicabut dan Rusak	G5
6	Perut Mengalami Pembesaran	G6
7	Pembengkakan Kaki dan Perut	G7
8	Sering Tidur dan Tidak Mau Beraktivitas	G8
9	Kulit Terlihat Pucat dan Kekuningan	G9
10	Tangan dan Kaki Terasa Dingin	G10
11	Pada Anak Biasanya Sering Menangis	G11
12	Bengkak Pada Leher	G12
13	Mata Melotot Seperti Mau Keluar	G13
14	Keringat Berlebihan	G14
15	Sulit Berjalan	G15
16	Kulit Bibir dan Kelopak Mata Sangat Pucat	G16
17	Sulit atau Lemas Saat Berbicara	G17
18	Kelumpuhan pada Kaki	G18
19	Kulit Bersisik dan Tebal Saat Terkena Matahari	G19

Tabel 5 Nilai Probabilitas dan Nilai Bobot

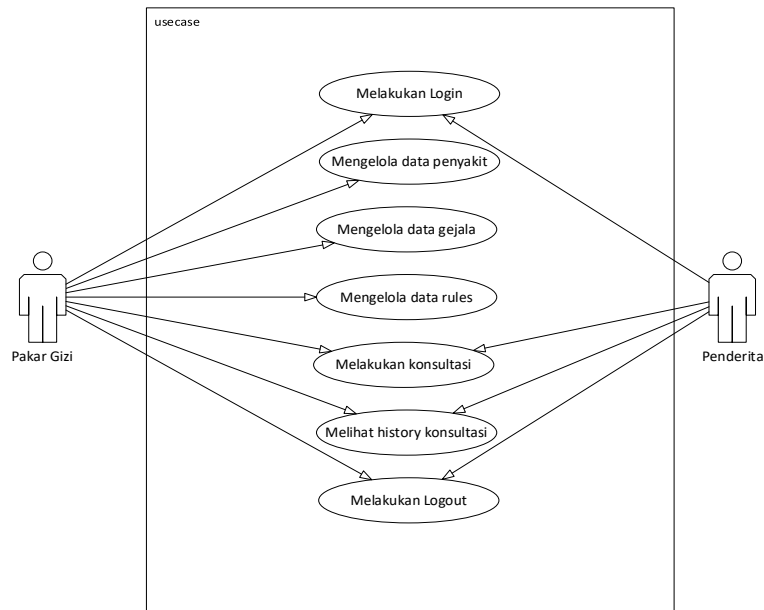
No	Penyakit	Nilai probabilitas	Gejala	Nilai bobot gejala
1	P1	0.85	G1	0.8
			G2	0.8
			G3	0.4
			G4	0.8
2	P2	0.8	G4	0.8
			G5	0.6
			G6	0.6
			G7	0.8
3	P3	0.9	G16	0.8
			G8	0.6
			G9	0.4
			G10	0.6
4	P4	0.8	G11	0.8
			G12	0.8
			G13	0.6
			G14	0.2
5	P5	0.75	G15	0.6
			G14	0.6
			G17	0.2
			G18	0.4
6	P6	0.7	G19	0.4
			G29	0.6
			G20	0.4
			G8	0.4
7	P7	0.7	G15	0.4
			G21	0.4
			G22	0.6
			G23	0.4
8	P8	0.7	G24	0.4
			G8	0.6
			G25	0.8
			G29	0.6
9	P9	0.8	G8	0.6
			G23	0.6
			G8	0.6
			G23	0.6
10	P10	0.8	G8	0.6
			G26	0.2
			G27	0.4
			G28	0.4

2.2.2 Perancangan Desain

Desain sistem dibangun dengan memanfaatkan *Unified Modeling Language* (UML), meliputi *use case diagram*, *activity diagram*, dan *class diagram*.

a) Use case diagram

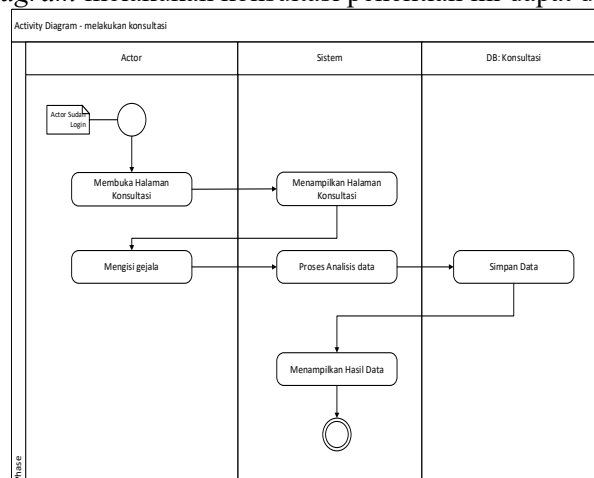
Use case diagram berperan dalam menggambarkan langkah-langkah atau proses yang dilakukan oleh sistem kepada pihak yang berada di luar sistem. *Diagram* ini menguraikan fungsionalitas dari suatu sistem atau kelas dan bagaimana interaksi sistem tersebut berlangsung. Penelitian ini akan melibatkan dua *actor* yakni pakar gizi dan pasien. Pakar mempunyai hak akses untuk melakukan *login*, mengelola data penyakit, mengelola data gejala, mengelola data *rules*, melakukan konsultasi, melihat riwayat konsultasi dan *logout*. Sedangkan, pasien hanya akan memiliki hak untuk melakukan *login*, melakukan konsultasi, melihat hasil konsultasi serta *logout*. *Use case diagram* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Use case diagram

b) Activity diagram

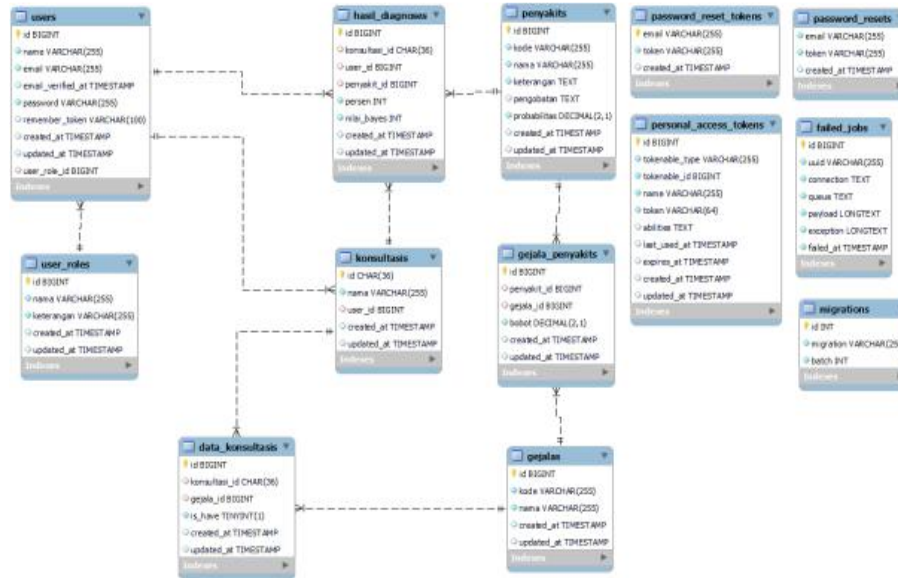
Activity diagram mengilustrasikan aliran kerja atau serangkaian aktivitas dari suatu sistem. Diagram aktivitas di bawah ini menguraikan urutan langkah dalam pelaksanaan konsultasi. *Actor* dari tahap ini adalah pakar gizi dan pasien. Setelah melakukan *login* pakar gizi dan pasien dapat mengakses halaman konsultasi. Setelah pasien melakukan konsultasi, data pasien kemudian diolah sistem dalam perhitungan analisis data dan disimpan oleh sistem setelahnya pakar gizi dan pasien dapat langsung melihat data hasil konsultasi tersebut pada sistem. *Activity diagram* melakukan konsultasi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Activity diagram

c) Class diagram

Class diagram yang dibangun berfokus pada pemetaan objek-objek yang akan ada dalam sistem menjadi kelas-kelas yang merepresentasikan entitas-entitas dalam sistem. Dalam penelitian ini, terdapat beberapa atribut yang digunakan. Berikut diterangkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Class diagram

2.2.3 Pengkodean

Penulisan kode program sistem dilakukan dengan penggunaan bahasa pemrograman PHP dan pengelola basis data MySQL. Pada tahap ini, hasil dari perancangan desain diimplementasikan menjadi kode-kode program.

2.2.4 Pengujian

Pengujian sistem menggunakan pendekatan *blackbox*. Dengan *blackbox testing*, pengujian yang dilakukan hanya berdasarkan pandangan pengguna untuk mengetahui apakah fungsi yang dibutuhkan berjalan sesuai harapan atau tidak.

2.2.4 Pemeliharaan

Tahap pendukung atau pemeliharaan memiliki potensi untuk mengulang proses pengembangan dari analisis spesifikasi ketika terjadi perubahan pada perangkat lunak yang sudah ada, namun tidak dimaksudkan untuk menciptakan perangkat lunak baru.

2.3 Metode Pengolahan Data

Langkah-langkah dalam mengolah data konsultasi menggunakan teorema Bayes dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan. Pertama, menghitung kemungkinan penyakit dengan menerapkan teorema Bayes, yaitu mencari nilai Bayes dari setiap data gejala menggunakan Persamaan 1.

$$P(H_i|E) = \frac{P(E|H_i) * P(H_i)}{\sum_{i=1}^n P(E|H_{i-n}) * P(H_{i-n})} \tag{1}$$

Keterangan:

P(H_i|E): Probabilitas hipotesis H_i terjadi jika diberikan evidence E.

P(E|H_i): Probabilitas munculnya evidence E jika hipotesis H_i benar.

P(H_i): Probabilitas hipotesis H_i tanpa mempertimbangkan evidence apa pun.

n : Jumlah hipotesis yang mungkin terjadi.

Langkah berikutnya adalah menghitung jumlah total nilai Bayes dengan menggunakan Persamaan 2, yang merangkum keseluruhan nilai Bayes yang telah diperoleh untuk setiap hipotesis.

$$\sum_{i=1}^n Bayes_i = Bayes_1 + Bayes_2 + Bayes_3 + \dots + Bayes_n \quad (2)$$

Keterangan:

$\sum_{i=1}^n Bayes_i$: Jumlah keseluruhan nilai Bayes.

Bayes_i : Nilai Bayes ke-i.

Tahap ketiga adalah menghitung persentase akurasi hasil konsultasi dengan menggunakan Persamaan 3. Rumus ini memungkinkan sistem untuk menentukan tingkat kemungkinan seorang pasien menderita penyakit tertentu berdasarkan gejala yang dimasukkan.

$$HasilAkhir = \frac{Bayes_n * 100\%}{\sum_{i=1}^n Bayes_i} \quad (3)$$

Langkah terakhir adalah menarik kesimpulan berdasarkan nilai persentase yang diperoleh. Persentase tertinggi menunjukkan kemungkinan terbesar seorang pasien menderita suatu penyakit. Untuk memudahkan interpretasi, hasil perhitungan ini dikategorikan ke dalam empat tingkat keyakinan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Interpretasi Kesimpulan

Persentase	Kesimpulan
0 – 30%	Kemungkinan Kecil
31% – 59%	Kemungkinan
60% – 79%	Kemungkinan Besar
80% – 100%	Sangat Yakin

2.4 Metode Analisis Hasil

Sistem pakar diagnosa penyakit malnutrisi dinyatakan akurat apabila kesimpulan hasil konsultasi yang dihasilkan sistem sesuai dengan kesimpulan berdasarkan data faktual. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode untuk mengukur tingkat keakuratan sistem dalam mendiagnosis pasien. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi dua langkah, yaitu pertama membandingkan kesesuaian antara hasil konsultasi manual dengan hasil konsultasi pada sistem pakar, dan kedua melakukan perhitungan rata-rata tingkat akurasi dengan menggunakan Persamaan 4.

$$\text{Rata-Rata} = \frac{\text{Jumlah Data yang sesuai}}{\text{Jumlah Data}} \times 100 \% \quad (4)$$

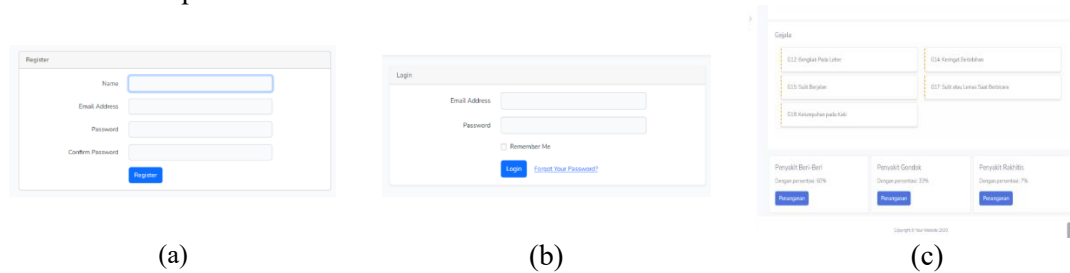
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini membahas *interface* dari tahap perancangan dan pengkodean, pengujian sistem, serta akurasi analisis hasil.

3.1 Interface

Interface merupakan antarmuka yang digunakan pengguna untuk berinteraksi dengan sistem pakar. Dari enam rancangan antarmuka yang tersedia, tiga di antaranya adalah halaman registrasi, halaman login, dan halaman konsultasi. Halaman registrasi berfungsi sebagai sarana pendaftaran agar pengguna dapat mengakses sistem pakar, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5a. Selanjutnya, halaman login berfungsi sebagai mekanisme keamanan sistem melalui proses autentikasi dengan memasukkan username dan password, di mana tampilan untuk pakar

maupun pasien dibuat serupa (Gambar 5b). Adapun halaman konsultasi digunakan untuk melakukan proses konsultasi dengan cara mencentang gejala yang dialami pengguna, sehingga sistem dapat menampilkan hasil diagnosis berdasarkan gejala yang dipilih, sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 5c.



Gambar 5 Halaman register (a), login (b), konsultasi (c)

3.2 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan menggunakan *blackbox testing*. Hasil dari pengujian ini adalah semua fungsionalitas sistem bekerja sebagaimana yang diharapkan tanpa ada kesalahan yang mengganggu kinerja sistem. Kesimpulan masing-masing kelompok pengujian menggunakan metode *blackbox testing* pada sistem ini diterangkan dalam Tabel 7.

Tabel 7 Pengujian *Blackbox*

No	Kelompok pengujian	Kesimpulan
1	Halaman login	Semua skenario sesuai harapan
2	Halaman submenu penyakit	Semua skenario sesuai harapan
3	Halaman submenu gejala	Semua skenario sesuai harapan
4	Halaman submenu rules	Semua skenario sesuai harapan
5	Halaman konsultasi	Semua skenario sesuai harapan
6	Halaman riwayat konsultasi	Semua skenario sesuai harapan

3.3 Analisis Hasil

Analisis hasil dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sistem dengan membandingkan kesesuaian hasil kesimpulan pada data faktual dengan hasil kesimpulan pada sistem pakar diagnosa penyakit malnutrisi. Tabel 8 menyajikan 3 dari 150 data perbandingan hasil diagnosa penyakit yang dilakukan antara sistem dengan data faktual.

Tabel 8 Perbandingan Hasil Pengolahan Diagnosa Penyakit Antara Sistem dengan Data Faktual

No	Nama pasien	Diagnosis banding	Persentase akurasi	Interpretasi kesimpulan	Hasil diagnosa sistem	Hasil diagnosa data factual	Analisis hasil
1	FT	Marasmus	87%	Sangat Yakin	Marasmus	Marasmus	Sesuai
		Kwashiorkor	13%	Kemungkinan kecil			
2	SMD	Marasmus	87%	Sangat Yakin	Marasmus	Marasmus	Sesuai
		Kwashiorkor	13%	Kemungkinan kecil			
3	BHRDN	Marasmus	87%	Sangat Yakin	Marasmus	Marasmus	Sesuai
		Kwashiorkor	13%	Kemungkinan kecil			

Berdasarkan perhitungan serta analisis hasil pada Tabel 5, dari 150 sampel uji yang digunakan, terdapat 148 hasil yang sesuai dan 2 hasil yang tidak sesuai. Data yang diperoleh ini dapat digunakan untuk menghitung tingkat keakuratan diagnosa sistem menggunakan Persamaan (4). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tingkat keakuratan analisis diagnosa penyakit yang dilakukan oleh sistem pakar ini adalah 98,67%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa implementasi metode *forward chaining* dan teorema Bayes dalam pengembangan sistem pakar untuk diagnosis penyakit malnutrisi telah berhasil dilakukan. Keberhasilan ini ditunjukkan melalui hasil pengujian *blackbox* yang membuktikan bahwa seluruh fungsionalitas sistem berjalan dengan baik serta melalui tingkat akurasi sistem yang tinggi. Dari 150 sampel uji, rata-rata hasil perbandingan antara diagnosis sistem dengan data faktual mencapai 98,67%, sehingga mengindikasikan bahwa sistem pakar yang dikembangkan mampu memberikan diagnosis penyakit malnutrisi dengan baik, akurat, dan dapat diandalkan sebagai alat bantu dalam proses identifikasi penyakit.

5. SARAN

Saran untuk pengembangan penelitian ini adalah diperlukan pengeksplorasian terkait analisis logika inferensi yang baik digunakan dalam membuat basis pengetahuan. Selain itu, perlu dipertimbangkan metode pengujian lainnya untuk menambah keyakinan hasil pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. M. Perdana, D. Darmawansyih, and A. Faradilla, "Gambaran Faktor Risiko Malnutrisi pada Anak Balita di Wilayah Kecamatan Tamalanrea Kota Makassar Tahun 2019," *UMI Med. J.*, vol. 5, no. 1, pp. 50–56, 2020. <https://doi.org/10.33096/umj.v5i1.74>
- [2] Kevin, "Jenis Penyakit Malnutrisi," Alodokter. [Online]. Available: <https://www.alodokter.com/perhatikan-berbagai-penyakit-akibat-malnutrisi-di-bawah-ini>.
- [3] Y. Wiyandra and F. Yenila, "Sistem Pakar Malnutrisi Menggunakan Metoda Hybrid," *Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 68–73, 2019. <https://doi.org/10.33372/stn.v5i2.517>
- [4] A. R. Handoko, "Perancangan sistem pakar analisa transaksi keuangan mencurigakan menggunakan metode forward chaining," *J. Simetris*, vol. 10, no. 2, pp. 701–712, 2019. <https://doi.org/10.36342/teika.v10i2.2384>
- [5] A. F. P. Ningrum, "Sistem Pakar Diagnosis Parafilia Menggunakan Algoritma Forward Chaining Dan Teorema Bayes," 2022, *Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan*.
- [6] K. Khairunnisa, "Penerapan metode bayes pada sistem pakar dalam mendiagnosis korban perilaku bullying pada remaja di kecamatan Tanjung Morawa," 2020, *Universitas Islam Negeri Sumatera Utara*.
- [7] M. Susilo, "Rancang bangun website toko online menggunakan metode waterfall," *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 2, no. 2, pp. 98–105, 2018. <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v2i2.171>
- [8] I. K. Juliany, M. Salamuddin, and Y. K. Dewi, "Perancangan Sistem Informasi E-Marketplace Bank Sampah Berbasis Web," *Semnasteknomedia Online*, vol. 6, no. 1, pp. 2–10, 2018.
- [9] K. Yuliana, S. Saryani, and N. Azizah, "Perancangan rekapitulasi pengiriman barang berbasis web," *J. Sisfotek Glob.*, vol. 9, no. 1, 2019.

- <https://doi.org/10.38101/sisfotek.v9i1.223>
- [10] M. Harahap and A. Muliani, “Aplikasi Sistem Pakar Bagi Pengidap Kleptomania Menggunakan Visual Basic 2008,” *J. Teknol. DAN ILMU Komput. PRIMA*, vol. 1, no. 2, pp. 265–271, 2018.
- [11] T. S. Jaya, “Pengujian Aplikasi dengan Metode Blackbox Testing Boundary Value Analysis,” *J. Inform. Pengemb. IT*, vol. 3, no. 2, pp. 45–48, 2018, [Online]. Available: <http://www.ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/informatika/article/view/647/640>
<https://doi.org/10.30591/jpit.v3i1.647>
- [12] I. Ariani, R. Adawiyah, S. S. La Ode Hasnuddin, N. Zainuddin, A. Pradipta, and Y. P. Pasrun, “Sistem Informasi Monitoring PRAKERIN Menggunakan QR-Code Berbasis Web Pada SMK Negeri 3 Kolaka,” *Media Comput. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 51–60, 2025. <https://doi.org/10.69616/mcs.v2i1.235>
- [13] G. R. Jannah, A. G. S. Bittara, A. M. Udin, A. H. Nasrullah, and F. Adiba, “The Determination of Electronic Goods Inventory at Rahmah Store Using the Fuzzy Tsukamoto Method,” *Media Comput. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 91–98, 2024, doi: 10.69616/mcs.v1i2.204. <https://doi.org/10.69616/mcs.v1i2.204>
- [14] I. Asriani, M. Muchtar, R. R. Ismail, A. Paliling, K. Sya’ban, and R. Karim, “Expert System for Determining Diseases and Pests in Seaweed Using Forward Chaining (Case Study: Watorumbe Village, Mawasangka Tengah),” *Media Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 47–60, 2024, <https://doi.org/10.69616/mcs.v1i1.175>
- [15] F. Jeriko and A. ary Ramadhan, “Futsal Field Booking Service Information System Using Extreme Programming Method,” *J. Media Inf. Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 13–18, 2025. <https://doi.org/10.69616/mit.v2i1.191>
- [16] R. M. Irsyad and M. I. P. Nasution, “The Impact of Using Management Information Systems on Customer Satisfaction Levels,” *J. Media Inf. Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 27–32, 2025. <https://doi.org/10.69616/mit.v2i1.209>
- [17] F. Adetya, “The ABC Laundry Service Information System Based on Web using SDLC Method,” *J. Media Inf. Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 53–62, 2024, <https://doi.org/10.69616/mit.v1i2.187>
- [18] Z. Qadri, M. A. Maolani, M. G. Awaluddin, F. Adiba, and A. H. Nasurullah, “Smartphone Recommendations Based on Specifications Using Fuzzy Tahani,” *J. Media Inf. Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 19–26, 2025. <https://doi.org/10.69616/mit.v2i1.210>
- [19] U. Ristian *et al.*, “Utilization of Artificial Intelligence as a Tool to Assist in Preparation of School Learning Materials on the West Kalimantan Border,” *MEKONGGA J. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2025. <https://doi.org/10.69616/mekongga.v2i1.217>
- [20] A. M. N. Hidayat and M. Na’im Al Jum’ah, “BIMTEK FTI: Digital Village Governance,” *MEKONGGA J. Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 15–20, 2024, <https://doi.org/10.69616/mekongga.v1i1.173>
- [21] Y. H. Aristyagama, C. W. Budiyanto, N. P. T. Prakisyana, P. Hatta, F. Liantoni, and R. A. Yuana, “Potential Mapping Workshop through Web-Based GIS Application Towards a Digital Village,” *MEKONGGA J. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 10–16, 2025. <https://doi.org/10.69616/mekongga.v2i1.214>
- [22] A. D. Kalifia, L. E. Astrianty, F. I. Sanjaya, and A. Pramudwiatmoko, “Empowering Digital Parenting through Web-Based Admission System and Technology Literacy Training for Families in Early Childhood Education,” *MEKONGGA J. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 30–38, 2025. <https://doi.org/10.69616/mekongga.v2i1.218>



© 2025 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) (CC BY-SA 4.0).