

Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pakar Berbasis Forward Chaining untuk Mendeteksi Kerusakan pada Alat Kesehatan Patient Monitor

Hastu Febrina^{*1}, Bustanul Arifin²

^{1,2} Magister Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Islam Sultan Agung

e-mail: *1hastufebrian72@gmail.com, [2 bustanul@unissula.ac.id](mailto:bustanul@unissula.ac.id)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pakar berbasis web yang dapat membantu teknisi elektromedis pemula dalam mendiagnosis kerusakan pada alat Patient Monitor serta memberikan solusi perbaikan yang tepat. Pengembangan sistem menggunakan metode Waterfall, sedangkan proses inferensi diagnosis menerapkan metode Forward Chaining, yang menelusuri gejala menuju kesimpulan berdasarkan aturan produksi IF-THEN yang diperoleh dari pakar elektromedis berpengalaman. Sistem pakar ini dibangun menggunakan basis data relasional dan diuji melalui pengujian Black-box, yang menunjukkan seluruh fungsi berjalan sesuai dengan rancangan. Aplikasi mampu mengidentifikasi berbagai jenis kerusakan berdasarkan gejala yang dimasukkan pengguna serta memberikan rekomendasi penanganan yang sesuai. Berdasarkan uji coba pengguna, diperoleh nilai rata-rata kepuasan sebesar 93,33% untuk pertanyaan nomor 1, 92% untuk nomor 2, 91,33% untuk nomor 3, 90,67% untuk nomor 4, dan 92% untuk nomor 5. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi sistem pakar yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna. Secara keseluruhan, sistem ini dinilai efektif sebagai alat bantu konsultasi bagi teknisi elektromedis pemula karena mampu mempercepat proses diagnosis, mengurangi waktu henti alat, serta meningkatkan efisiensi layanan pemeliharaan alat kesehatan di rumah sakit.

Kata Kunci: Sistem Pakar; *Forward Chaining*; Patient Monitor; Deteksi Kerusakan; Elektromedis.

Abstract

This study aims to design and develop a web-based expert system to assist novice biomedical engineers in diagnosing faults in Patient Monitor devices and providing appropriate troubleshooting solutions. The system was developed using the Waterfall model, while the diagnostic inference process employed the Forward Chaining method, which traces symptoms to conclusions based on IF-THEN production rules obtained from experienced biomedical experts. The expert system was implemented with a relational database and tested using the Black-box testing method, which confirmed that all functionalities operated as expected. The application successfully identified various types of malfunctions based on user-input symptoms and provided accurate repair recommendations. Based on user testing results, the average satisfaction scores were 93.33% for question 1, 92% for question 2, 91.33% for question 3, 90.67% for question 4, and 92% for question 5. These results indicate that the developed expert system effectively meets user needs and expectations. Overall, this system is proven to be an effective consultation tool for novice biomedical technicians, as it helps accelerate the diagnostic process, reduce equipment downtime, and improve the efficiency of medical equipment maintenance services in hospitals.

Keyword: Expert Systems; *Forward Chaining*; Patient Monitor; Damage Detection; Electromedicine.

1. PENDAHULUAN

Patient Monitor merupakan salah satu alat kesehatan kritis yang berperan sentral dalam pemantauan terus-menerus terhadap parameter vital pasien, seperti elektrokardiogram (EKG), frekuensi nadi, tekanan darah non-invasif, laju respirasi, dan saturasi oksigen (SpO₂) [1]. Perangkat ini banyak digunakan di ruang perawatan intensif, ruang operasi, dan ruang pemulihan, sehingga tingkat utilitasnya sangat tinggi. Penggunaan yang intensif dan kontinu dalam jangka waktu panjang mengakibatkan alat ini rentan mengalami penurunan kinerja bahkan kerusakan komponen, mulai dari masalah sensor, tampilan layar, hingga kesalahan sistem pemrosesan sinyal. Dalam situasi demikian, peran teknisi elektromedis menjadi sangat krusial untuk melakukan pemeliharaan korektif guna mengembalikan fungsi alat seperti kondisi semula dan memastikan keandalan operasionalnya [2].

Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan teknisi dalam menangani kerusakan sering kali terbatas, terutama pada rumah sakit daerah atau fasilitas kesehatan dengan sumber daya terbatas. Studi *World Health Organization* (WHO) mengungkapkan bahwa sekitar 50% peralatan medis di negara berkembang tidak

dapat beroperasi akibat perencanaan yang buruk, pemeliharaan yang tidak memadai, serta kurangnya tenaga terampil dan kompeten [3]. Kondisi ini semakin diperparah ketika teknisi rumah sakit—khususnya yang baru lulus (fresh graduate)—belum memiliki pengalaman yang memadai untuk mendiagnosis dan memperbaiki kerusakan yang kompleks. Akibatnya, rumah sakit terpaksa mengundang teknisi khusus dari vendor atau principal. Hal ini tidak hanya berimplikasi pada tingginya biaya perbaikan dan waktu tunggu yang lama, tetapi juga dapat mengganggu kontinuitas pelayanan kesehatan, bahkan berpotensi membahayakan keselamatan pasien.

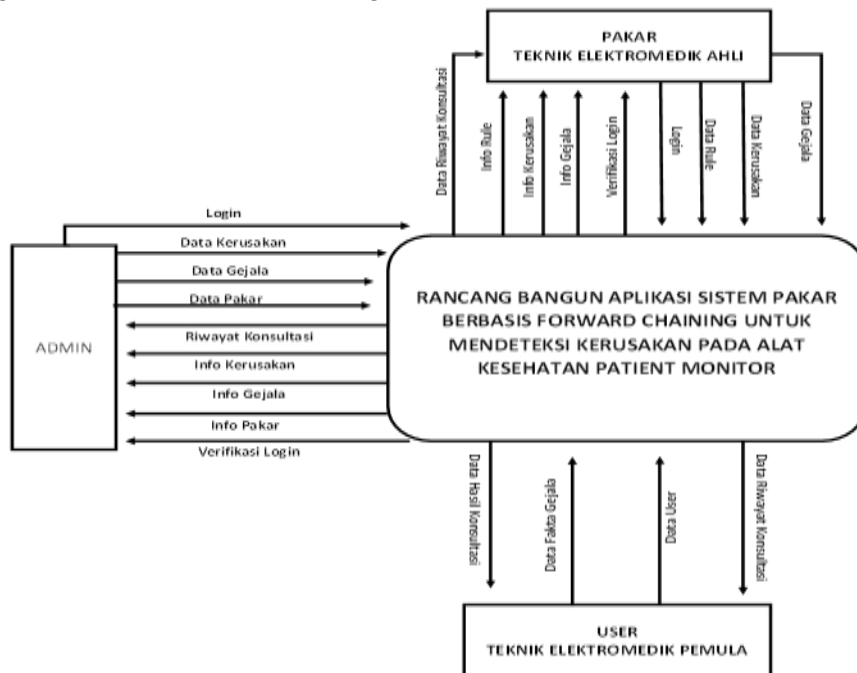
Di samping keterbatasan kompetensi, kendala koordinasi dan konsultasi antara teknisi pemula dengan ahli juga menjadi tantangan tersendiri. Keterbatasan pengalaman teknisi pemula sering kali tidak diimbangi dengan akses yang mudah untuk berkonsultasi dengan senior atau pakar yang lebih berpengalaman. Kendala jarak, perbedaan jadwal kerja, dan tingginya beban tugas harian turut menghambat proses transfer pengetahuan secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan suatu solusi sistematis yang mampu mentransfer pengetahuan dari ahli ke teknisi pemula secara lebih efektif, efisien, dan terstruktur. Sistem pakar (expert system) hadir sebagai jawaban atas tantangan ini. Sistem ini dirancang untuk meniru cara berpikir dan kemampuan diagnosis seorang pakar dalam menganalisis masalah, mengidentifikasi kerusakan, dan merekomendasikan solusi penanganan [4].

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sebuah aplikasi sistem pakar berbasis web dengan menerapkan metode Forward Chaining untuk mendeteksi kerusakan pada Patient Monitor. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam melakukan penelusuran maju dari sejumlah gejala (facts) yang dimasukkan pengguna menuju ke suatu kesimpulan diagnosis, sehingga sangat sesuai diaplikasikan dalam konteks troubleshooting peralatan medis yang bersifat prosedural dan berbasis gejala. Basis pengetahuan sistem dikembangkan melalui proses akuisisi pengetahuan dari teknisi elektromedis tingkat ahli—yang memiliki pengalaman lebih dari sepuluh tahun—serta didukung oleh studi literatur dan manual book perangkat. Dengan demikian, sistem ini diharapkan tidak hanya membantu mempercepat proses diagnosa, tetapi juga menjadi media pembelajaran bagi teknisi pemula dalam menangani kerusakan peralatan patient monitor secara mandiri dan terukur.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Langkah Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan desain sistem berbasis forward chaining untuk diagnosis kerusakan alat kesehatan Patient Monitor. Data dikumpulkan melalui studi literatur dan wawancara dengan teknisi Elektromedis Ahli, kemudian dianalisis untuk merancang aplikasi yang sesuai dengan kebutuhan. Secara umum, aliran data yang terjadi pada sistem pakar diagnosa kerusakan Patient Monitor ini dapat digambarkan pada diagram konteks/DFD level 0 sebagai berikut:



Gambar b. Diagram Konteks/DFD Level 0

Data atau informasi yang diperlukan untuk mendukung hasil keputusan sistem dalam mendiagnosa kerusakan pada alat *Patient Monitor* adalah berupa gejala-gejala kerusakan pada *Patient Monitor* beserta solusi penanganannya. Berdasarkan hasil wawancara dengan teknisi elektromedis tingkat ahli,

2.1. Jenis dan Sumber Data

- a. Data Primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber pertama, yaitu dengan melakukan wawancara langsung kepada Teknisi Elktromedik Ahli yang tergabung di dalam organisasi Ikatan Teknisi Elektromedik Indonesia DPC Kota Surakarta, untuk mendapatkan data jenis gejala kerusakan *Patient Monitor* beserta solusi penanganannya.
- b. Data Sekunder adalah data yang mengacu pada informasi yang dikumpulkan dari sumber yang telah ada berupa manual book service Patient Monitor.

2.2. Metode Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data-data yang mendukung dalam penelitian, maka penulis menggunakan 3 metode yaitu:

- a. Metode Observasi
Metode ini dilakukan dengan mengamati alur pelayanan perbaikan alat kesehatan oleh teknisi elektromedis di Ikatan Teknisi Elektromedik Indonesia DPC Kota Surakarta.
- b. Metode Wawancara
Metode ini dilakukan dengan melakukan wawancara secara langsung dengan teknisi elektromedis Ahli selaku pakar.
- c. Studi Pustaka
Penulis melakukan studi literatur dalam pengumpulan data-data referensi dari media buku, artikel dan situs internet yang berkaitan dengan sistem.

2.3. Metode Pengembangan Sistem

Metode yang digunakan oleh penulis pada penelitian ini yaitu *waterfall*, adapun tahap- tahap dalam metode *waterfall* yaitu:

- a. *Requirement Analisis*
Pada tahap ini penulis melakukan komunikasi dengan pengguna yang bertujuan untuk memahami perangkat lunak yang diharapkan oleh pengguna dan batasan perangkat lunak tersebut.
- b. *System Design*
Pada tahap ini penulis mempelajari spesifikasi kebutuhan perangkat lunak yang diperoleh dari tahap sebelumnya dan menyiapkan desain sistem.
- c. *Implementation*
Pada tahap ini sistem pertama kali dikembangkan di program kecil yang disebut dengan unit. Setiap unit dikembangkan dan diuji fungsionalitasnya yang biasa disebut dengan istilah *unit testing*.
- d. *Integration and Testing*
Seluruh unit yang dikembangkan pada tahap sebelumnya setelah pengujian (*unit testing*) diintegrasikan ke dalam sistem.
- e. *Operation and Maintenance*
Tahap akhir dalam pengembangan sistem dimana sistem yang sudah jadi dijalankan serta dilakukan pemeliharaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Implementasi Basis Data

Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Patient Monitor dikembangkan menggunakan metode Forward Chaining dan basis data MySQL bernama db_pakar. Pemilihan MySQL didasarkan pada efisiensi pengelolaan data relasional, dukungan multiuser, kompatibilitas tinggi dengan PHP, serta sifatnya yang open source dan mudah dikonfigurasi.

Struktur basis data dirancang untuk mendukung proses penalaran berbasis aturan (*rule base*) yang menghubungkan gejala, jenis kerusakan, serta solusi perbaikan. Basis data terdiri dari beberapa tabel utama, yaitu:

- a. Tabel admin – menyimpan data pengelola sistem dan hak akses.
- b. Tabel user – mencatat data pengguna yang melakukan konsultasi.
- c. Tabel gejala – menyimpan daftar gejala kerusakan perangkat.
- d. Tabel alternatif – memuat berbagai jenis kerusakan alat.
- e. Tabel kecocokan – menghubungkan gejala dengan jenis kerusakan sebagai aturan inferensi.
- f. Tabel user_input – menyimpan respons pengguna saat konsultasi.
- g. Tabel tmp_kecocokan – menampung data sementara hasil pencocokan gejala.
- h. Tabel tb_pakar – mendokumentasikan identitas pakar sebagai sumber pengetahuan sistem.

Desain relasional ini memungkinkan sistem melakukan diagnosis kerusakan secara logis, terstruktur, dan efisien, sesuai input gejala yang diberikan pengguna.

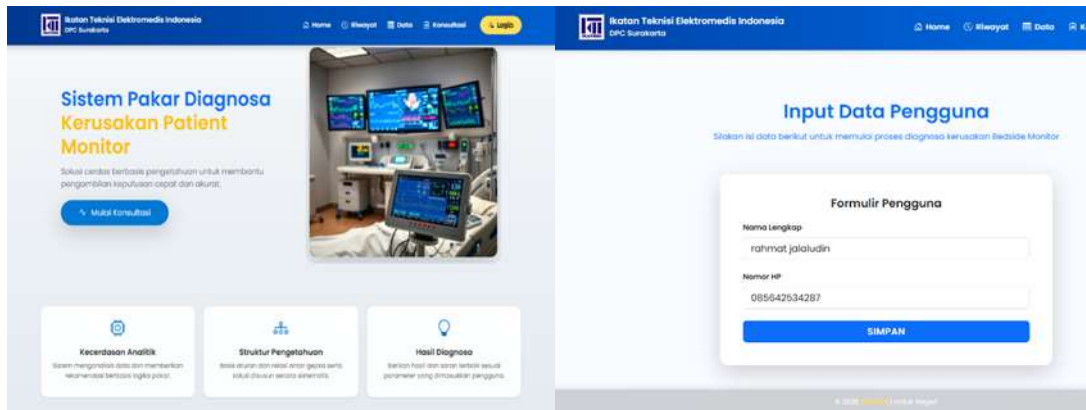
3.1.2. Implementasi User Interface

Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Patient Monitor ini mengimplementasikan antarmuka pengguna (UI) yang terbagi menjadi tiga level akses, yaitu User, Admin, dan Pakar.

3.1.2.1. Level Pengguna (User)

Antarmuka untuk pengguna biasa (seperti teknisi) dirancang agar mudah digunakan dan intuitif. Fitur utamanya meliputi:

- Halaman Utama: Sebagai landing page yang berisi pengenalan sistem dan navigasi menu.
- Halaman Konsultasi: Inti sistem dimana pengguna menjawab pertanyaan tentang gejala yang dialami perangkat. Sistem memproses jawaban dengan metode Forward Chaining.
- Halaman Hasil Konsultasi: Menampilkan hasil diagnosis berupa jenis kerusakan yang teridentifikasi berdasarkan gejala yang diinput.
- Halaman Riwayat: Pengguna dapat melihat dan meninjau kembali hasil diagnosis sebelumnya.
- Halaman Data Basis Pengetahuan: Pengguna dapat menjelajahi daftar gejala, kerusakan, dan aturan yang menjadi dasar sistem.



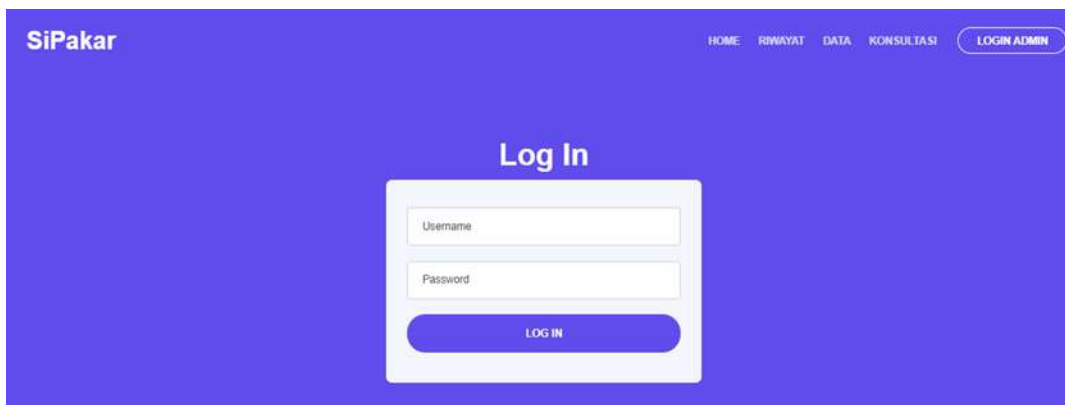
Gambar 2. User Interface halaman utama

Gambar 3. User Interface input data pengguna

3.1.2.2. Level Administrator (Admin)

Antarmuka admin berfungsi sebagai control center untuk mengelola seluruh sistem. Dashboard admin menampilkan statistik ringkas (jumlah gejala, kerusakan, pengguna, dll.) dan menu-manu pengelolaan berikut:

- Manajemen Data Gejala dan Kerusakan: Admin dapat menambah, mengubah, dan menghapus data gejala serta jenis kerusakan.
- Manajemen Aturan (*Rule Base*): Fitur kunci untuk mengatur hubungan logis antara gejala dan kerusakan, yang menjadi engine dari proses inferensi sistem.
- Manajemen Pakar dan Admin: Admin dapat mengelola akun pakar dan administrator lainnya, termasuk mengatur level akses (admin atau pakar).
- Akses ke Data Riwayat: Admin dapat melihat seluruh riwayat konsultasi yang dilakukan oleh semua pengguna.



Gambar 4. User Interface halaman login admin/pakar

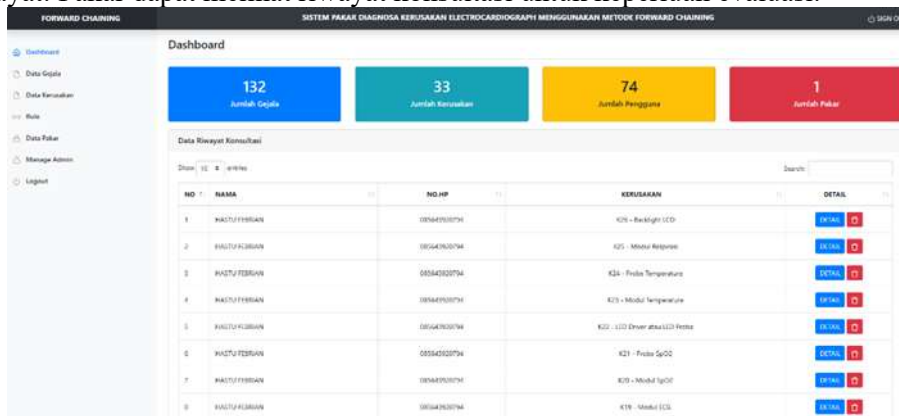


Gambar 5. User Interface halaman ubah data kerusakan level admin

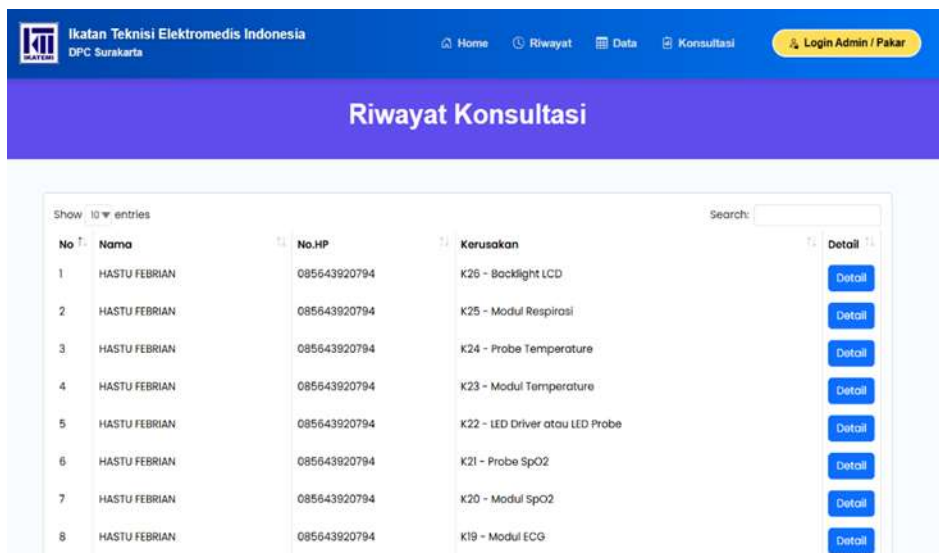
3.1.2.3. Level Pakar

Antarmuka pakar difokuskan untuk pemeliharaan basis pengetahuan. Hak akses pakar lebih terbatas dari admin, yaitu hanya dapat mengelola konten inti sistem:

- Manajemen Basis Pengetahuan: Pakar memiliki akses penuh untuk menambah, mengubah, dan menghapus data Gejala, Kerusakan, dan Aturan (Rule).
- Melihat Riwayat: Pakar dapat melihat riwayat konsultasi untuk keperluan evaluasi.



Gambar 6. User Interface halaman dashboard pakar



Gambar 7. User Interface halaman dashboard pakar

Implementasi antarmuka pengguna telah berhasil menciptakan sistem yang terintegrasi dan fungsional. Setiap level pengguna memiliki peran dan akses yang jelas, dimana pengguna dapat melakukan konsultasi, sementara admin dan pakar memiliki alat yang diperlukan untuk mengelola dan memelihara basis pengetahuan sistem secara efektif.

3.2. Pembahasan dan Pengujian Sistem

3.2.1. Pengujian Perangkat Keras dan Lunak

Pengujian sistem dilakukan pada lingkungan dengan spesifikasi perangkat keras (Intel Core i3, 8GB RAM) dan perangkat lunak (Windows 7, XAMPP, MySQL, Google Chrome) yang standar. Hasil pengujian membuktikan bahwa sistem dapat berjalan dengan stabil dan lancar, menunjukkan bahwa spesifikasi yang digunakan telah memadai untuk operasional sistem ini.

3.2.2. Pengujian Fungsionalitas (*Black Box Testing*)

Pengujian fungsionalitas menggunakan metode Black Box Testing berfokus pada kesesuaian antara input dan output tanpa menganalisis kode internal. Pengujian mencakup semua fitur utama, dan hasilnya menunjukkan bahwa seluruh fungsi berjalan sesuai dengan yang diharapkan (100% Sesuai). Beberapa contoh hasil pengujian kunci dapat dilihat pada Tabel 1 hingga Tabel 4.

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsi Form Input Data Pengguna

Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
Data nama dan no. HP diisi	Masuk ke Halaman Konsultasi	Sesuai
Data nama atau no. HP kosong	Muncul Notifikasi Peringatan	Sesuai

Tabel 2. Hasil Pengujian Fungsi Menu Konsultasi

Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
Menjawab semua pertanyaan	Menampilkan hasil diagnosis	Sesuai
Menyimpan jawaban tanpa memilih opsi	Muncul notifikasi peringatan	Sesuai

Tabel 3. Hasil Pengujian Fungsi Menu Riwayat

Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
Klik menu Riwayat	Menampilkan data riwayat konsultasi	Sesuai

Tabel 4. Hasil Pengujian Fungsi Menu Data

Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
Klik menu Data	Menampilkan data basis pengetahuan (gejala, kerusakan, rule)	Sesuai

Pengujian serupa yang juga menghasilkan 100% kesesuaian dilakukan pada fitur-fitur lainnya, seperti:

- a. Form Login Admin/Pakar
- b. Kelola Data Gejala (Tambah, Ubah, Hapus)
- c. Kelola Data Kerusakan (Tambah, Ubah, Hapus)
- d. Pengaturan Rule
- e. Kelola Data Pakar (Tambah, Ubah, Hapus)
- f. Kelola Data Admin (Tambah, Ubah, Hapus)

3.2.3. Pengujian Validitas dengan Pakar

Pengujian pakar dilakukan untuk memvalidasi keakuratan diagnosis sistem pakar dengan membandingkannya terhadap pengetahuan dua orang pakar Teknik Elektromedis. Pakar pertama terlibat dalam penyusunan basis pengetahuan sistem, sementara pakar kedua bertindak sebagai penilai independen. Validasi dilakukan dengan menguji 33 kasus kerusakan yang mewakili seluruh basis pengetahuan. Sebelum pengujian, kedua pakar diberi penjelasan mengenai mekanisme kerja sistem. Setiap hasil diagnosis sistem kemudian dinilai pakar dengan kategori "Setuju" atau "Tidak Setuju" untuk mengukur tingkat kesesuaiannya dengan pengetahuan pakar manusia.

Tabel 5. Hasil Pengujian Diagnosa Sistem dengan Pakar

No	Hasil Diagnosa Sistem	Solusi Dari Sistem	Pakar 1	Pakar 2
1	Fuse Power Supply Unit Putus	Ganti fuse, Pastikan tidak ada short circuit.	Setuju	Setuju
2	Baterai Rusak	Ganti baterai sesuai spesifikasi	Setuju	Setuju

No	Hasil Diagnosa Sistem	Solusi Dari Sistem	Pakar 1	Pakar 2
3	Charging Circuit Rusak	Periksa komponen charging circuit (kapasitor, regulator). Ganti jika rusak.	Setuju	Setuju
4	Power Supply Unit Rusak	Ganti Power Supply Unit. Pastikan tegangan output stabil	Setuju	Setuju
5	Kabel Daya AC Rusak	Periksa kontinuitas kabel. Ganti kabel jika terputus atau terkelupas	Setuju	Setuju
6	Grounding System Rusak	Periksa koneksi grounding. Pastikan impedansi < 0.1Ω.	Setuju	Setuju
7	katup Solenoid Valve NIBP Rusak	Ganti katup solenoid valve NIBP. Pastikan tidak ada kebocoran	Setuju	Setuju
8	Safety Valve Rusak	Ganti safety valve. Pastikan tekanan maksimum sesuai spesifikasi	Setuju	Setuju
9	Pompa NIBP Rusak	Periksa motor pompa NIBP. Ganti jika rusak/tidak berfungsi dengan baik.	Setuju	Setuju
10	Sensor Tekanan NIBP Rusak	Lakukan Kalibrasi ulang pada sensor. Jika gagal, ganti sensor.	Setuju	Setuju
11	Selang, Koneksi dan Cuff Rusak (Bocor)	Periksa selang, konektor dan Cuff. Ganti jika ada kebocoran atau kerusakan fisik.	Setuju	Setuju
12	Modul NIBP Rusak	Update firmware, Cek grounding, Ganti modul NIBP dan kalibrasi ulang	Setuju	Setuju
13	Kabel Elektroda RA (Right Arm) putus	Perbaiki Kabel RA atau Ganti dengan kabel yang baru	Setuju	Setuju
14	Kabel Elektroda LA (Left Arm) putus	Perbaiki Kabel LA atau Ganti dengan kabel yang baru	Setuju	Setuju
15	Kabel Elektroda LL (Left Leg) putus	Perbaiki Kabel LL atau Ganti dengan kabel yang barutidak	Setuju	Setuju
16	Kabel Elektroda RL (Right Leg) putus	Perbaiki Kabel RL atau Ganti dengan kabel yang baru	Setuju	Setuju
17	Kabel Elektroda Lead V putus	Perbaiki Kabel Lead V atau Ganti dengan kabel yang baru	Setuju	Setuju
18	ECG Patient Cable rusak	Ganti ECG Cable	Setuju	Setuju
19	Modul ECG rusak	Periksa modul ECG, Perbaiki apabila memungkinkan, ganti jika rusak	Setuju	Setuju
20	Modul SpO2 rusak	Periksa modul SPO2, Perbaiki apabila memungkinkan, ganti jika rusak	Setuju	Setuju
21	Kerusakan pada Probe SpO2	perbaiki atau Ganti probe SpO2	Setuju	Setuju
22	LED Driver atau LED Probe Rusak	Ganti LED driver atau probe SpO2 jika LED tidak menyala.	Setuju	Setuju
23	Modul Temperature rusak	Ganti module temperature	Setuju	Setuju
24	Probe Temperature Rusak	Ganti probe suhu. Pastikan spesifikasi sesuai	Setuju	Setuju
25	Modul Respirasi Rusak	Ganti modul respirasi. Pastikan koneksi ke mainboard stabil.	Setuju	Setuju
26	Backlight LCD Rusak	Periksa driver LED backlight, Periksa lampu LED, Ganti lampu LED yang putus	Setuju	Setuju
27	Layar LCD Panel Rusak	Periksa tegangan suplai ke panel LCD, Coba ganti dengan panel LCD lain yang kompatibel, Ganti LCD apabila rusak	Setuju	Setuju
28	Touchscreen Controller Board Rusak	lakukan pemeriksaan suplai daya, komunikasi data, dan penggantian board controller bila IC sudah rusak	Setuju	Setuju
29	Mainboard LCD Rusak	Ganti mainboard. Pastikan firmware terkalibrasi setelah penggantian.	Setuju	Setuju
30	Mainboard Bermasalah	Periksa mainboard, update OS sistem apabila gagal ganti Mainboard	Setuju	Setuju
31	Printer Controller Board Rusak	Periksa kondisi fisik IC driver motor, IC komunikasi, dan mikrokontroler printer board	Setuju	Setuju
32	Paper Feed Mechanism Rusak	Bersihkan mekanisme penggulung kertas. Ganti motor atau gear jika rusak	Setuju	Setuju
33	Thermal Print Head Rusak	Bersihkan thermal head dengan alkohol isopropil. Ganti jika terdapat kerusakan fisik.	Setuju	Setuju

Berdasarkan hasil uji pada tabel 5 Tabel Hasil Pengujian Diagnosa Sistem dan Pakar, diperoleh bahwa terdapat tingkat kesesuaian yang tinggi antara hasil diagnosis sistem pakar dengan pengetahuan pakar manusia. Hal ini menunjukkan bahwa Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pakar Berbasis *Forward Chaining* Untuk Mendeteksi Kerusakan Pada Alat Kesehatan Patient Monitor yang dikembangkan oleh peneliti telah mampu merepresentasikan pola pikir dan penalaran pakar secara efektif dalam proses diagnosis kerusakan.

3.2.4. Pengujian Pada Pengguna Aplikasi

Pengujian Aplikasi sistem pakar dilakukan oleh pengguna sejumlah 30 responden dengan kuesioner yang berisi 5 pertanyaan terkait sistem pakar yang dibuat oleh peneliti. Kuesioner menggunakan skala likert dari skala 1 sampai 5 seperti pada tabel berikut:

Tabel 6. Tabel Skala Penilaian

Tingkat Kepuasan	Skala
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Cukup Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Berdasarkan data hasil kuesioner dapat dicari persentase masing-masing jawaban dengan menggunakan rumus :

$$Y = \frac{x}{\text{Skor Ideal}} \times 100\%$$

$$X = \sum(N \times R)$$

Skor Ideal = nilai likert tertinggi x jumlah responden = 5 x 30 = 150

Keterangan: Y = nilai presentase yang dicari

X = jumlah dari hasil perkalian nilai setiap jawaban dengan responden

R= jumlah responden [17] .

Berikut hasil perhitungan kuesioner untuk masing-masing pertanyaan:

- Aplikasi Sistem Pakar Berbasis *Forward Chaining* Untuk Mendeteksi Kerusakan Pada Alat Kesehatan Patient Monitor ini efektif (tepat guna) membantu saya dalam mendeteksi kerusakan Patient Monitor beserta solusi perbaikannya.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuesioner Pertanyaan 1

Tingkat Kepuasan	Skala	Responded (R)	N.R
Sangat Setuju	5	21	105
Setuju	4	8	32
Cukup Setuju	3	1	3
Tidak Setuju	2	0	0
Sangat Tidak Setuju	1	0	0
Jumlah		30	140

Hasil pengujian beta pada pertanyaan nomor 1 menunjukkan bahwa 21 pengguna memberi respon sangat setuju, 8 pengguna memberi respon setuju dan 1 pengguna memberi respon cukup setuju sehingga diperoleh nilai $Y = 140/150 \times 100\% = 93,33\%$.

- Menu-menu yang ada pada Aplikasi Sistem Pakar Berbasis *Forward Chaining* Untuk Mendeteksi Kerusakan Pada Alat Kesehatan Patient Monitor ini mudah dipahami dan mudah digunakan.saya dalam mendeteksi kerusakan Patient Monitor beserta solusi perbaikannya.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuesioner Pertanyaan 2

Tingkat Kepuasan	Skala	Responded (R)	N.R
Sangat Setuju	5	18	90
Setuju	4	12	48
Cukup Setuju	3	0	0
Tidak Setuju	2	0	0
Sangat Tidak Setuju	1	0	0
Jumlah		30	138

Hasil pengujian beta pada pertanyaan nomor 2 menunjukkan bahwa 18 pengguna memberi respon sangat setuju dan 12 pengguna memberi respon setuju sehingga diperoleh nilai $Y = 138/150 \times 100\% = 92\%$.

- Informasi yang ada pada Aplikasi Sistem Pakar Berbasis *Forward Chaining* Untuk Mendeteksi Kerusakan Pada Alat Kesehatan Patient Monitor ini mudah dimengerti.

Tabel 9. Hasil Pengujian Kuesioner Pertanyaan 3

Tingkat Kepuasan	Skala	Responded (R)	N.R
Sangat Setuju	5	18	90

Tingkat Kepuasan	Skala	Responded (R)	N.R
Setuju	4	11	44
Cukup Setuju	3	1	3
Tidak Setuju	2	0	0
Sangat Tidak Setuju	1	0	0
Jumlah		30	137

Hasil pengujian beta pada pertanyaan nomor 3 menunjukkan bahwa 18 pengguna memberi respon sangat setuju, 11 pengguna memberi respon setuju dan 1 pengguna memberi respon cukup setuju sehingga diperoleh nilai

$$Y = 137/150 \times 100\% = 91,33 \%$$

- d. Tampilan (huruf,warna,letak) pada Aplikasi Sistem Pakar Berbasis Forward Chaining Untuk Mendeteksi Kerusakan Pada Alat Kesehatan Patient Monitor ini menarik.

Tabel 10. Hasil Pengujian Kuesioner Pertanyaan 4

Tingkat Kepuasan	Skala	Responded (R)	N.R
Sangat Setuju	5	19	95
Setuju	4	9	36
Cukup Setuju	3	1	3
Tidak Setuju	2	1	2
Sangat Tidak Setuju	1	0	0
Jumlah		30	136

Hasil pengujian beta pada pertanyaan nomor 4 menunjukkan bahwa 19 pengguna memberi respon sangat setuju, 9 pengguna memberi respon setuju, 1 pengguna memberi respon cukup setuju dan 1 pengguna memberi respon tidak setuju sehingga diperoleh nilai $Y = 136/150 \times 100\% = 90,67 \%$.

- e. Secara keseluruhan Aplikasi Sistem Pakar Berbasis Forward Chaining Untuk Mendeteksi Kerusakan Pada Alat Kesehatan Patient Monitor ini cukup efektif dan efisien dalam membantu saya dalam mendeteksi dan menangani kerusakan Patient Monitor.

Tabel 11. Hasil Pengujian Kuesioner Pertanyaan 4

Tingkat Kepuasan	Skala	Responded (R)	N.R
Sangat Setuju	5	18	90
Setuju	4	12	48
Cukup Setuju	3	0	
Tidak Setuju	2	0	
Sangat Tidak Setuju	1	0	
Jumlah			138

Hasil pengujian beta pada pertanyaan nomor 5 menunjukkan bahwa 18 pengguna memberi respon sangat setuju dan 12 pengguna memberi respon setuju sehingga diperoleh nilai $Y = 138/150 \times 100\% = 92 \%$.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membangun dan mengimplementasikan Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Patient Monitor menggunakan Metode *Forward Chaining* yang terdiri dari 33 aturan, 132 gejala, dan 33 jenis kerusakan. Hasil pengujian fungsionalitas dan perbandingan diagnosa menunjukkan bahwa pengetahuan dalam sistem telah sesuai dengan pengetahuan pakar, sehingga sistem dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Berdasarkan hasil uji coba diperoleh nilai rata-rata untuk pertanyaan nomor 1 sebesar 93,33%, nomor 2 sebesar 92%, nomor 3 sebesar 91,33%, nomor 4 sebesar 90,67% dan nomor 5 sebesar 92%, sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi sistem pakar yang dibuat oleh peneliti telah sesuai dengan kebutuhan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Wahyudi, H. Dabukke, and S. Sijabat, "ANALISA PEMELIHARAAN KOREKTIF PADA ALAT PATIENT MONITOR DI RUMAH SAKIT UNIVERSITAS SUMATERA UTARA," J. MUTIARA ELEKTROMEDIK, vol. 8, no. 1, pp. 23–28, Jun. 2024, doi: 10.51544/elektromedik.v8i1.5305.
- [2] Kemenkes RI, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 15 Tentang Pemeliharaan Alat Kesehatan Di Fasilitas Pelayanan Kesehatan," Kementerian. Kesehat. Republik Indones., no. 848, pp. 1–11, 2023.
- [3] World Health Organization, "Medical Devices: Managing the Mismatch," 2012.

- [4] H. Surya Pratama, M. Putri, M. Roby, and S. H. Tusakdiyah, "Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Laptop Atau Komputer Menggunakan Metode Forward Chaining," *JEKIN - J. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–23, 2022, doi: 10.58794/jekin.v2i1.100.
- [5] C. Putri Maharani, "SISTEM PAKAR UNTUK DETEKSI KERUSAKAN INKUBATOR BAYI DENGAN METODE FUZZY LOGIC," UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG, 2023. doi: <https://repository.unissula.ac.id/29698/>.
- [6] B. Wahyu Pamekas and N. Faiq Muhammad, "Perancangan Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Gejala Kerusakan Pada Komputer Menggunakan Metode Forward Chaining," *DutaCom*, vol. 17, no. 1, pp. 58–66, 2023, doi: 10.47701/dutacom.v17i1.3782.
- [7] Y. Wijayana, "Sistem Pakar Kerusakan Hardware Komputer Dengan Metode Backward Chaining Berbasis Web," *Media Elektr.*, vol. 12, no. 2, p. 99, 2020, doi: 10.26714/me.12.2.2019.99-107.
- [8] K. Solecha, J.- Jefi, H. Hendri, E. Badri, and A. Haidir, "Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Kerusakan Komputer Dengan Metode Forward Chaining," *J. Infortech*, vol. 3, no. 2, pp. 164–170, 2021, doi: 10.31294/infortech.v3i2.11801.
- [9] B. H. Hayadi, *Sistem Pakar Penyelesaian Kasus Menentukan Minat Baca, Kecenderungan, dan Karakter Siswa dengan Metode Fordward Chaining*. Yogyakarta, 2018.
- [10] V. Sutojo, M., Mulyanto, E., & Suhartono, *Sistem Pakar*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2011.
- [11] Heny Pratiwi, *Buku Ajar Sistem Pakar*. 2019.
- [12] N. A. Y. S. Adilla Laela Tusifaiyah, "Penerapan Metode Forward Chaining Untuk Diagnosa Penyakit Penyebab Stroke," *Infos J.*, vol. 14, no. 1, p. 97, 2022, [Online]. Available: www.nusamandiri.ac.id
- [13] P. B. Oetomo, H.W. dan Mahargiono, *E-Commerce Aplikasi PHP & MySQL pada Bidang Manajemen*. 2020.
- [14] Elgamar., *Buku Ajar Konsep Dasar Pemrograman Website Dengan PHP*. 2020.
- [15] F. Ananda, R. Dwi Putra, and V. S. (Sekolah T. I. E. K. Hendeastyo, "Pengembangan Elektrokardiografi (EKG) Portable Sebagai Wujud Teknologi Tepat Guna," vol. 01, no. 01, pp. 1–10, 2017.
- [16] Teduh sanubari dkk, *Odol (One Desa One Product Unggulan Online) Penerapan Metode Naive Baiyes pada Pengembangan Aplikasi E-Commerce Menggunakan Codeigniter*. 2020.
- [17] Dukalang dkk, *Evaluasi Tingkat Kepuasan Pengguna Aplikasi E-Voting Menggunakan Metode End User Computing Satisfaction*. 2024