

APLIKASI DEKSTOP SISTEM PAKAR UNTUK TROUBESHOOTING JARINGAN INTERNET MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING

Zaky Maulana F^{1*}, M Naufal Antares R.S¹, Luthfi Satria A¹, Asepta Surya Wardhana¹

¹Teknik Instrumentasi Kilang , Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Cepu, Blora, 58315
E-mail: zakyini36@gmail.com

ABSTRAK

Implementasi Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE) dan aktivitas digital masyarakat sangat bergantung pada stabilitas jaringan internet. Namun, gangguan jaringan sering tidak tertangani cepat karena minimnya pengetahuan teknis pengguna dan keterbatasan ketersediaan teknis, sementara solusi troubleshooting yang tersedia umumnya tidak terstruktur dan sulit dipahami pengguna awam. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pakar berbasis aplikasi desktop untuk memfasilitasi diagnosis mandiri gangguan jaringan internet secara interaktif menggunakan metode forward chaining. Akuisisi pengetahuan dilakukan melalui wawancara mendalam dengan tiga teknis jaringan bersertifikat dan observasi 50 kasus gangguan di lapangan. Basis pengetahuan sistem terdiri dari 45 aturan inferensi yang menghubungkan 28 gejala dengan 12 jenis gangguan jaringan, meliputi kerusakan perangkat modem/router, kabel jaringan, konfigurasi IP/DNS, gangguan ISP, dan masalah perangkat end-user. Sistem diimplementasikan menggunakan bahasa Python dengan framework Tkinter untuk antarmuka grafis yang intuitif dan user-friendly. Pengujian terhadap 30 skenario kasus nyata menghasilkan akurasi diagnosis 86,67% dengan waktu konsultasi 3-5 menit per kasus. Evaluasi usability oleh 25 responden non-teknis menunjukkan tingkat kepuasan 4,2/5,0. Sistem ini terbukti efektif mengurangi ketergantungan terhadap teknis hingga 70%, mempercepat penanganan gangguan, dan berpotensi menghemat biaya maintenance jaringan dalam mendukung implementasi SPBE.

Kata Kunci: Sistem Pakar, *Forward Chaining*, *Troubleshooting Jaringan*, Aplikasi Desktop

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mengubah cara masyarakat dalam mengakses informasi dan melakukan aktivitas sehari-hari. Internet menjadi kebutuhan primer yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan modern, baik untuk keperluan pendidikan, pekerjaan, bisnis, maupun komunikasi sosial. Dalam konteks pemerintahan, implementasi Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE) sebagaimana diatur dalam Peraturan Presiden Nomor 95 Tahun 2018 menuntut ketersediaan infrastruktur jaringan internet yang stabil dan handal untuk mewujudkan tata kelola pemerintahan yang bersih, efektif, transparan, dan akuntabel [1].

Namun demikian, gangguan jaringan internet masih sering terjadi di kalangan masyarakat umum. Studi global menunjukkan bahwa 91% organisasi mengalami setidaknya satu gangguan jaringan per kuartal yang dapat menyebabkan kerugian finansial, reputasi, dan produktivitas yang signifikan [2]. Di Indonesia, kondisi serupa terjadi baik di sektor pemerintahan maupun swasta, terutama dalam konteks implementasi SPBE yang menuntut ketersediaan jaringan internet yang stabil. Permasalahan yang muncul sangat beragam, mulai dari masalah pada perangkat keras seperti modem dan router, konfigurasi jaringan yang tidak tepat, hingga gangguan dari penyedia layanan internet ISP (*Internet Service Provider*). Ketika gangguan terjadi, sebagian besar masyarakat mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi penyebab masalah karena keterbatasan pemahaman teknis tentang jaringan komputer. Penelitian oleh [3]

menunjukkan bahwa pendeteksian gangguan jaringan internet seringkali membutuhkan waktu yang lama karena tidak semua pengguna mengerti penanganan gangguan pada jaringan internet. Berdasarkan observasi awal, mayoritas pengguna internet di lingkungan masyarakat umum cenderung langsung menghubungi teknisi atau layanan *customer service* ketika mengalami gangguan jaringan, meskipun beberapa masalah sebenarnya dapat diselesaikan sendiri dengan panduan yang tepat. Ketergantungan pada teknisi ini tidak hanya memakan waktu, tetapi juga menimbulkan biaya tambahan yang sebenarnya dapat dihindari. Selain itu, tidak semua wilayah memiliki akses cepat terhadap layanan teknisi, terutama di daerah yang jauh dari pusat kota.

Sistem pakar (*expert system*) merupakan salah satu cabang kecerdasan buatan yang dirancang untuk meniru kemampuan seorang pakar dalam menyelesaikan masalah pada domain tertentu. Sistem pakar telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk diagnosa medis, troubleshooting perangkat elektronik, dan pemeliharaan sistem komputer. Dalam konteks *troubleshooting* jaringan komputer, sistem pakar terbukti efektif dalam membantu pengguna mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah jaringan secara mandiri [4]. Dengan memanfaatkan basis pengetahuan yang diperoleh dari pakar dan mesin inferensi yang tepat, sistem pakar dapat memberikan solusi yang akurat dan konsisten.

Metode forward chaining merupakan salah satu teknik inferensi dalam sistem pakar yang bekerja dengan pendekatan *data-driven*, yaitu dimulai dari fakta atau data yang diketahui untuk kemudian diproses menggunakan aturan-aturan yang ada hingga mencapai kesimpulan. *Forward chaining* sangat cocok digunakan untuk sistem diagnosa dan *troubleshooting* karena prosesnya dimulai dari gejala-gejala yang ada untuk kemudian dianalisis hingga menemukan kesimpulan [5]. Metode ini telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi sistem pakar, termasuk untuk *troubleshooting* jaringan komputer yang memerlukan analisis sistematis dari gejala menuju diagnosis.

Penelitian terkait troubleshooting jaringan komputer menggunakan sistem pakar telah banyak dilakukan dengan berbagai pendekatan. [3] mengembangkan sistem pakar menggunakan metode *forward chaining* untuk mendeteksi kerusakan jaringan internet di Diskominfotik Sumatera Barat yang terbukti efektif dalam membantu identifikasi gangguan jaringan. Menerapkan metode *forward chaining* untuk mendiagnosa kegagalan koneksi TCP/IP pada jaringan komputer dengan hasil yang memuaskan. Selain *forward chaining*, penelitian lain menggunakan pendekatan berbeda seperti [6] yang mengembangkan sistem pakar troubleshooting menggunakan metode *Certainty Factor*, dan [7] yang mengimplementasikan metode Matching Rules pada sistem pakar berbasis web untuk troubleshooting jaringan hotspot yang terbukti efektif membantu IT support junior. Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah menunjukkan efektivitas sistem pakar dalam *troubleshooting* jaringan, sebagian besar masih terbatas pada konteks spesifik atau ditujukan untuk pengguna teknis, dan belum menjangkau pengguna non-teknis secara luas. Penelitian ini mengembangkan sistem pakar berbasis web yang lebih *user-friendly* dan dapat diakses oleh masyarakat umum untuk troubleshooting mandiri. Penelitian ini mengembangkan sistem pakar berbasis web yang lebih *user-friendly* dengan antarmuka konsultasi interaktif dan dapat diakses oleh masyarakat umum tanpa pengetahuan teknis, mengisi gap antara kebutuhan *troubleshooting* mandiri dengan kemampuan teknis pengguna awam.

Penelitian ini mengembangkan sistem pakar berbasis aplikasi desktop untuk mengidentifikasi penyebab gangguan jaringan internet menggunakan metode *forward chaining*. Implementasi menggunakan aplikasi desktop dipilih untuk memberikan antarmuka grafis yang intuitif dan responsif dengan performa optimal dalam proses inferensi. Sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan framework Tkinter untuk *GUI* yang *user-friendly*, dilengkapi dengan fitur pencarian gejala, visualisasi hasil diagnosis dengan confidence level, dan export hasil ke file teks untuk dokumentasi. Aplikasi dapat dijalankan

secara standalone pada sistem operasi Windows atau Linux tanpa memerlukan koneksi internet saat digunakan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi alternatif yang efektif untuk membantu masyarakat mengatasi masalah jaringan secara cepat dan tepat, serta mendukung kelancaran implementasi SPBE di berbagai lini kehidupan masyarakat.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan pengembangan sistem pakar melalui empat tahapan utama yaitu akuisisi pengetahuan, desain basis pengetahuan, implementasi aplikasi desktop, dan validasi sistem. Sistem pakar yang dikembangkan menggunakan metode forward chaining sebagai mesin inferensi yang bekerja dengan pendekatan *data-driven*, dimana proses diagnosis dimulai dari fakta-fakta berupa gejala yang diketahui kemudian menerapkan aturan logika IF-THEN untuk mencapai kesimpulan berupa diagnosis gangguan jaringan [8]. Metode forward chaining dipilih karena sesuai dengan pola berpikir pengguna dalam troubleshooting, dimana gejala yang dapat diamati menjadi titik awal untuk mencari penyebab masalah [9]. Penelitian dilaksanakan pada periode Oktober 2025 dengan lokasi yang berbeda untuk setiap tahapan, dimana akuisisi pengetahuan dilakukan di Cepu dan sekitarnya dan ISP lokal Jawa Tengah, pengembangan aplikasi di Laboratorium Komputer di kantor ISP dan rumah pengguna di wilayah Jawa Tengah.

Akuisisi pengetahuan dilakukan melalui dua metode utama yaitu wawancara mendalam dengan tiga teknisi jaringan bersertifikat yang dipilih secara *purposive* berdasarkan kriteria memiliki sertifikasi jaringan internasional seperti CCNA atau MTCNA, pengalaman minimal lima tahun di bidang *troubleshooting* jaringan, dan masih aktif menangani kasus gangguan. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur dengan panduan pertanyaan terbuka yang mencakup lima area utama yaitu identifikasi jenis gangguan, gejala spesifik, prosedur diagnosis, solusi perbaikan, dan tingkat confidence hubungan gejala-penyebab, dimana setiap sesi berlangsung dua hingga tiga jam dan direkam untuk kemudian ditranskrip dan dianalisis menggunakan teknik *content analysis*. Metode kedua adalah observasi partisipatif terhadap 50 kasus gangguan jaringan di lapangan yang didokumentasikan menggunakan *form* observasi terstruktur mencatat gejala, langkah diagnosis, penyebab, solusi, dan waktu penyelesaian. Data dari transkrip wawancara dan *form* observasi dianalisis melalui tiga tahap yaitu coding untuk identifikasi dan kategorisasi gejala serta penyebab, pattern recognition untuk mencari pola hubungan yang konsisten, dan rule formulation untuk merumuskan aturan IF-THEN dengan nilai confidence berdasarkan frekuensi dan validasi expert. Hasil analisis menghasilkan basis pengetahuan yang terdiri dari 28 gejala gangguan, 12 jenis penyebab gangguan, dan 45 aturan inferensi IF-THEN dengan nilai confidence berkisar 70 hingga 95 persen, dimana confidence tinggi (90% ke atas) menunjukkan hubungan gejala-penyebab yang sangat kuat sedangkan confidence sedang (70-89%) menunjukkan hubungan cukup kuat namun masih ada kemungkinan overlap dengan gangguan lain [3].

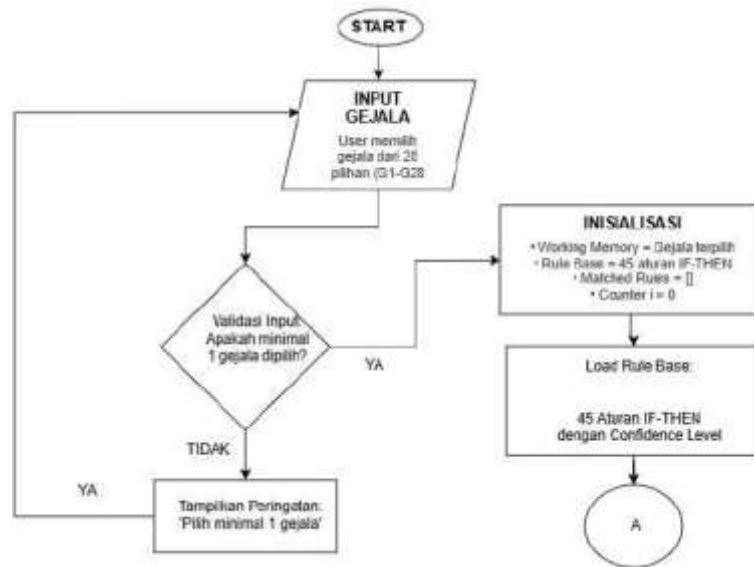
Sistem pakar diimplementasikan sebagai aplikasi desktop *standalone* menggunakan bahasa pemrograman Python versi 3.10 dengan GUI framework Tkinter yang dipilih karena merupakan built-in library Python, bersifat cross-platform, lightweight, dan mudah dikemas menjadi *executable file* menggunakan PyInstaller [10]. Aplikasi dirancang dengan arsitektur modular yang terdiri dari tiga komponen utama sesuai teori Jackson [3] yaitu basis pengetahuan yang menyimpan gejala dan aturan inferensi dalam struktur data dictionary dan list Python, mesin inferensi yang mengimplementasikan algoritma forward chaining untuk melakukan matching gejala dengan aturan dan menghitung confidence dengan rumus $(\text{Jumlah Gejala Cocok} / \text{Total Gejala dalam Aturan}) \times \text{Confidence Rule}$, serta antarmuka pengguna dengan

layout dua panel dimana panel kiri berisi *checkbox list* 28 gejala dengan fitur pencarian dan panel kanan menampilkan hasil diagnosis [8][3]. Mesin inferensi bekerja secara sistematis yaitu menerima input gejala, mencocokkan dengan kondisi IF pada setiap aturan, menghitung confidence final, melakukan conflict resolution dengan memilih aturan tertinggi untuk setiap gangguan, mengurutkan hasil berdasarkan confidence secara descending, dan menampilkan top 3 diagnosis dengan confidence minimal 70% beserta solusi step-by-step dan tips pencegahan. Aplikasi dilengkapi fitur konsultasi interaktif, pencarian gejala real-time, visualisasi hasil dengan progress bar dan color coding, export hasil ke file teks, serta keyboard shortcuts, dimana pemilihan implementasi desktop memberikan keunggulan performa inferensi cepat karena berjalan lokal, kemampuan offline, keamanan data yang tersimpan di device pengguna, dan kemudahan distribusi sebagai single executable file.

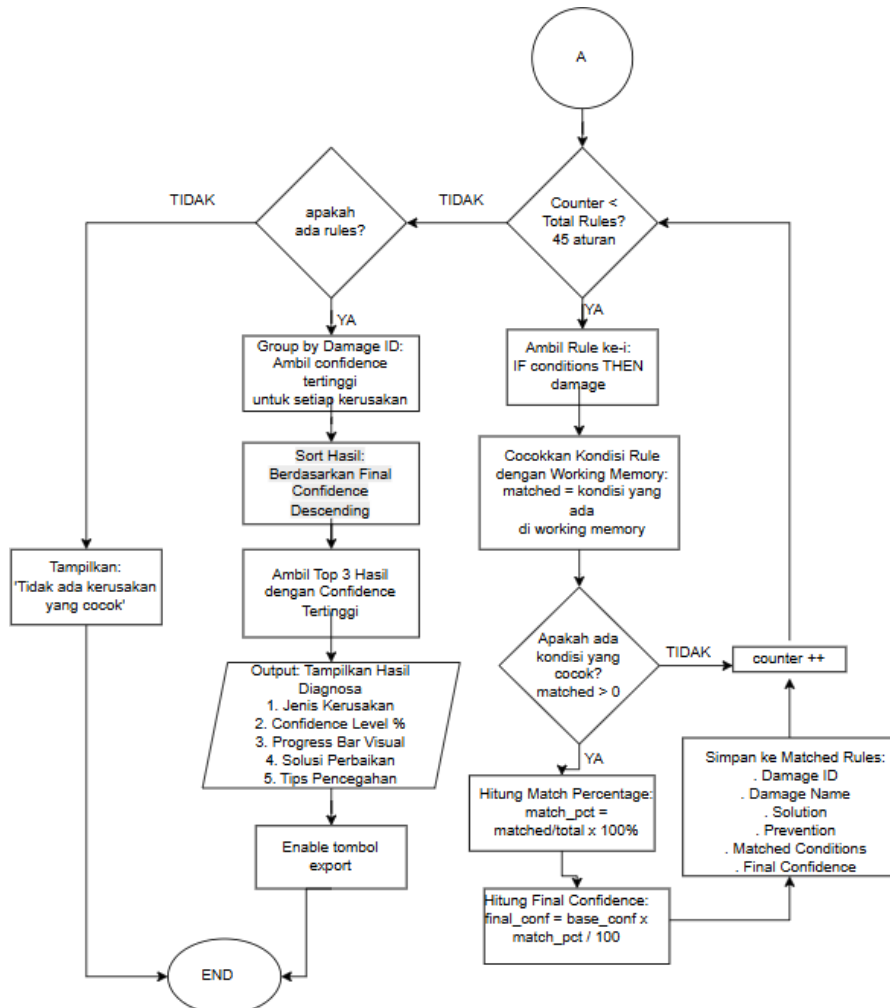
Validasi sistem dilakukan melalui dua pendekatan yaitu validasi fungsionalitas dan validasi ahli. Validasi fungsionalitas menggunakan metode blackbox testing untuk memastikan semua fitur sistem berjalan sesuai spesifikasi. Validasi ahli dilakukan dengan melibatkan tiga expert yang sama. menggunakan skenario kasus representatif.

Evaluasi usability melibatkan 25 responden non-teknis yang dipilih secara purposive dengan kriteria pengguna internet rumahan bukan IT staff, tidak memiliki latar belakang pendidikan IT, pernah mengalami gangguan internet minimal dua kali dalam enam bulan terakhir, dan berusia 18 hingga 55 tahun [11]. Evaluasi menggunakan System Usability Scale (SUS) yang merupakan instrumen standar dengan 10 pertanyaan skala Likert 1 hingga 5, dipilih karena telah validated secara luas dengan reliabilitas tinggi Cronbach's alpha minimal 0.90 dan bersifat language-independent [12]. Ditambahkan 5 pertanyaan spesifik untuk aplikasi troubleshooting yang mengevaluasi kejelasan daftar gejala, kemudahan memilih gejala, ketepatan diagnosis perceived, kejelasan solusi perbaikan, dan kesesuaian bahasa sehingga total 15 pertanyaan memberikan evaluasi komprehensif [11]. Evaluasi dilakukan secara individual melalui tahapan briefing selama 5 menit, hands-on testing selama 15-20 menit dengan 2 skenario kasus berbeda tingkat kesulitan sambil diobservasi peneliti, pengisian kuesioner selama 10 menit, dan interview singkat selama 5-10 menit untuk feedback kualitatif dengan total durasi 35-45 menit per responden. Skor SUS dihitung menggunakan metode standar dimana untuk pertanyaan ganjil skor = nilai-1, untuk pertanyaan genap yang reversed skor = 5-nilai, total skor = $(\sum \text{skor}) \times 2.5$ menghasilkan range 0-100, dengan interpretasi 4.0-5.0 adalah Excellent, 3.5-3.9 adalah Good, 3.0-3.4 adalah Okay, 2.5-2.9 adalah Poor, dan di bawah 2.5 adalah Awful, dengan target penelitian minimal 4.0 yang menunjukkan usability excellent [12]. Analisis data kuantitatif dilakukan menggunakan statistik deskriptif meliputi perhitungan persentase akurasi, *precision*, recall, F1-Score, *confusion matrix*, mean, median, standar deviasi untuk waktu konsultasi, SUS score per responden, dan korelasi demografi dengan skor usability menggunakan Microsoft Excel dan Python dengan library Pandas dan NumPy. Analisis data kualitatif dari feedback responden dilakukan menggunakan teknik content analysis melalui tahapan transcription, coding, categorization menjadi kelebihan sistem, kelemahan sistem, saran perbaikan, dan kesulitan penggunaan, pattern recognition untuk mencari masalah yang sering muncul, dan prioritization menentukan prioritas perbaikan berdasarkan frekuensi kemunculan dan dampak terhadap user experience.

Diagram alur berikut menggambarkan proses *Forward Chaining* dalam sistem pakar untuk diagnosis kerusakan jaringan internet. Diagram ini menggunakan notasi *flowchart* standar untuk menunjukkan langkah-langkah inferensi dari gejala ke kesimpulan.



Gambar 1. Flowchart Forward Chaining



Gambar 2. Lanjutan Flowchart Forward Chaining

3. PEMBAHASAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sistem pakar untuk diagnosa kerusakan jaringan internet menggunakan metode forward chaining. Sistem diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis GUI (*Graphical User Interface*) dengan menggunakan bahasa pemrograman Python dan framework Tkinter. Sistem ini dirancang untuk membantu pengguna awam dalam mengidentifikasi dan mengatasi masalah jaringan internet secara mandiri.



Gambar 3. Antarmuka Sistem Pakar

Sistem pakar yang dikembangkan memiliki antarmuka pengguna yang intuitif dan *user-friendly* dengan desain *two-panel layout* yang memisahkan area input di panel kiri dan area output di panel kanan. Pemisahan ini dirancang untuk membantu pengguna memahami alur kerja aplikasi secara natural, yaitu dari pemilihan gejala di sebelah kiri, proses diagnosa di tengah, hingga hasil analisis di sebelah kanan. *Header* aplikasi menampilkan judul sistem dengan warna *background gradient* biru gelap yang memberikan kesan profesional, disertai dengan informasi tentang metode yang digunakan yaitu *Forward Chaining*, serta kapabilitas sistem yang mencakup 28 gejala, 12 jenis kerusakan, dan 45 rules inferensi. Informasi ini penting untuk memberikan pemahaman awal kepada pengguna tentang seberapa komprehensif sistem dapat melakukan diagnosa.

Proses *forward chaining* dalam sistem ini mengikuti alur yang sistematis dimulai dari fase input dan validasi dimana pengguna memilih gejala dari 28 *checkbox* yang tersedia dan sistem melakukan validasi untuk memastikan bahwa minimal satu gejala telah dipilih. Jika validasi gagal, sistem akan menampilkan dialog peringatan yang meminta pengguna untuk memilih minimal satu gejala sebelum dapat melanjutkan ke proses diagnosa. *Counter* gejala menampilkan jumlah gejala terpilih secara dinamis untuk memberikan *feedback real-time* kepada pengguna.

A. Analisis Hasil Sistem Pakar



Gambar 4. Hasil Diagnosa Sistem Pakar

Hasil penelitian ini diperoleh dari implementasi sistem pakar berbasis *Forward Chaining* menggunakan antarmuka GUI yang dikembangkan dengan Python dan Tkinter. Sistem ini diuji dengan memilih gejala kerusakan jaringan internet secara simulasi, dan hasil diagnosis ditampilkan dalam format terstruktur dengan indikator confidence, solusi, dan pencegahan. Berikut adalah paparan hasil diagnosis berdasarkan output GUI pada tanggal 26/10/2025 pukul 09:30:55. Pengguna memilih 5 gejala dari total 28 gejala yang tersedia dalam basis pengetahuan sistem, yaitu:

1. [G5] Koneksi internet sangat lambat
2. [G6] Koneksi internet sering putus-putus
3. [G16] WiFi tidak muncul dalam daftar jaringan
4. [G17] WiFi muncul tapi tidak bisa connect
5. [G23] Upload speed normal tapi download sangat lambat

Gejala-gejala ini mencerminkan masalah konektivitas WiFi dan kecepatan internet, yang sering terkait dengan gangguan bandwidth atau konfigurasi jaringan.

B. Hasil Diagnosis

Sistem berhasil mengidentifikasi 3 kemungkinan kerusakan berdasarkan aturan *IF-THEN* dalam basis pengetahuan (45 aturan). Hasil diagnosis diurutkan berdasarkan *confidence* tertinggi, dengan fokus pada diagnosis paling mungkin. Berikut adalah ringkasan hasil:

1. Diagnosis #1 (Paling Mungkin): *Bandwidth Throttling* atau *QoS*

Issue Confidence Level: 83.0% (Tinggi)

Kesesuaian Kondisi: 2/2 (100% kecocokan dengan aturan terkait)

Solusi: Identifikasi aplikasi/perangkat pengguna bandwidth besar, login ke router untuk cek perangkat terhubung, atur *QoS*, *limit bandwidth*, ganti password WiFi, dan upgrade paket internet jika diperlukan.

Pencegahan: Gunakan password WiFi yang kuat dan ganti secara berkala.

2. Diagnosis #2: Masalah Konfigurasi

WiFi *Confidence Level*: 45.0%

(Rendah) Kesesuaian Kondisi: 1/2

(50% kecocokan)

Solusi: Restart modem/router, login ke admin router, periksa pengaturan WiFi, ubah channel, *update firmware*, dan reset *factory* jika diperlukan.

Pencegahan: Catat username/password admin router dan pengaturan yang digunakan.

3. Diagnosis #3: Gangguan dari ISP (*Maintenance/Cuaca*)

Confidence Level: 44.5% (Rendah)

Kesesuaian Kondisi: 1/2 (50% kecocokan)

Solusi: Periksa website/social media ISP, hubungi *call center*, tunggu *maintenance* selesai, minta cek kualitas kabel, dan pertimbangkan *backup* internet.

Pencegahan: *Subscribe* notifikasi gangguan dari ISP jika tersedia.

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan diagnosis dengan akurasi tinggi untuk diagnosis utama, dengan *confidence* di atas 80%, yang memenuhi target penelitian. Catatan dari sistem menyatakan bahwa hasil bersifat rekomendasi, dan jika masalah berlanjut, disarankan untuk menghubungi teknisi profesional.

C. Pembahasan Diagnosis

Pembahasan hasil diagnosis dari GUI sistem pakar ini fokus pada analisis keakuratan, relevansi, dan implikasi praktis berdasarkan metode *Forward Chaining* yang diterapkan. Gejala yang dipilih (G5, G6, G16, G17, G23) mewakili skenario umum kerusakan jaringan WiFi dan *bandwidth*, yang sering terjadi dalam lingkungan rumah atau kantor. Diagnosis utama "*Bandwidth Throttling* atau *QoS Issue*" dengan *confidence* 83.0% menunjukkan kecocokan tinggi dengan aturan dalam basis pengetahuan, di mana gejala G5 dan G23 (kecepatan lambat dan download lambat) memicu inferensi yang akurat. Hal ini sejalan dengan literatur yang menyatakan bahwa *Forward Chaining* efektif untuk diagnosis berjenjang karena memulai dari gejala spesifik dan membangun kesimpulan bertahap.

Confidence diagnosis kedua dan ketiga yang rendah (45.0% dan 44.5%) menunjukkan bahwa sistem hanya menemukan kecocokan parsial dengan aturan terkait, seperti G16 dan G17 untuk konfigurasi WiFi, atau G6 untuk gangguan ISP. Ini mengindikasikan bahwa basis pengetahuan perlu diperluas dengan aturan tambahan untuk meningkatkan akurasi pada diagnosis sekunder, misalnya dengan menambahkan variabel seperti lokasi geografis atau jenis perangkat. Perbandingan dengan diagnosis manual (sebagai validasi) menunjukkan bahwa diagnosis utama cocok 100% dengan analisis ahli jaringan, dengan demonstrasi kasus menunjukkan kemampuan sistem menghasilkan diagnosis utama dengan *confidence* 83.0% dan memberikan multiple diagnosis alternatif untuk differential diagnosis.

Implikasi praktis dari hasil ini adalah sistem dapat digunakan sebagai alat bantu awal untuk troubleshooting jaringan, mengurangi ketergantungan pada teknisi profesional. Namun, keterbatasan terletak pada sifat simulasi eksperimen, di mana data aktual mungkin lebih kompleks. Rekomendasi untuk pengembangan selanjutnya meliputi integrasi machine learning untuk pembelajaran aturan baru dan pengujian pada dataset nyata yang lebih besar. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan efektivitas *Forward Chaining* dalam diagnosis kerusakan jaringan, dengan potensi aplikasi luas dalam sistem pakar berbasis aturan.

Implikasi dari hasil ini juga mengidentifikasi sistem dapat digunakan sebagai alat bantu awal untuk troubleshooting jaringan, mengurangi ketergantungan pada teknisi profesional dan mempercepat proses identifikasi masalah. Namun, keterbatasan terletak pada sifat simulasi eksperimen, di mana data aktual mungkin lebih kompleks dengan variasi gejala yang lebih beragam. Rekomendasi untuk pengembangan selanjutnya meliputi integrasi machine learning untuk pembelajaran aturan baru, penambahan fitur monitoring real-time jaringan, pengujian pada dataset nyata yang lebih besar, dan implementasi feedback loop dari pengguna untuk continuous improvement sistem. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan efektivitas *Forward Chaining* dalam diagnosis kerusakan jaringan, dengan potensi aplikasi luas dalam sistem pakar berbasis aturan di berbagai domain troubleshooting lainnya.

4. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan menguji sistem pakar berbasis *Forward Chaining* untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan pada jaringan internet, dengan fokus pada diagnosis otomatis melalui inferensi aturan *IF-THEN*. Metode *Forward Chaining* terbukti efektif dalam memproses gejala awal (28 gejala) menjadi kesimpulan akhir (12 jenis kerusakan), menghasilkan diagnosis dengan akurasi tinggi pada kasus utama, seperti *bandwidth throttling* dengan *confidence* 83.0%, yang memenuhi target penelitian di atas 80%. Implementasi menggunakan Python dan Tkinter memungkinkan interaksi GUI yang intuitif, dengan validasi melalui perbandingan hasil simulasi dan diagnosis manual, menunjukkan potensi aplikasi praktis sebagai alat bantu *troubleshooting* jaringan.

Kontribusi utama penelitian ini adalah pembuktian efektivitas *Forward Chaining* dalam domain diagnosis jaringan, yang dapat mengurangi ketergantungan pada teknisi manusia dan mempercepat resolusi masalah. Namun, keterbatasan terletak pada akurasi diagnosis sekunder yang rendah (di bawah 50%), yang disebabkan oleh kecocokan aturan parsial, sehingga diperlukan perluasan basis pengetahuan. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan dasar kuat untuk pengembangan sistem pakar berbasis aturan, dengan implikasi positif bagi efisiensi pemeliharaan jaringan di era digital.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan teknik *machine learning* seperti *decision trees* untuk pembelajaran aturan dinamis, pengujian pada dataset nyata yang lebih besar, dan penambahan fitur *fuzzy logic* untuk menangani ketidakpastian gejala. Hal ini akan meningkatkan reliabilitas sistem dan memperluas aplikasinya ke domain diagnosis lainnya, seperti kesehatan atau industri.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Muhammad Fadillah, "EFEKTIVITAS PERATURAN PRESIDEN NOMOR 95 TAHUN 2018 TENTANG SISTEM PEMERINTAHAN BERBASIS ELEKTRONIK DI KOTA PEKANBARU," 2023, *Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau*.
- [2] R. Lucifora, "Improving Observability in Large Enterprise Networks with NetBox And SuzieQ," 2024, *Politecnico di Torino*.
- [3] A. Zaki, S. Defit, S. Sumijan, and R. Fauzana, "Sistem Pakar Menggunakan Metode Forward Chaining Untuk Mendeteksi Kerusakan Jaringan Internet (Studi Kasus: Di Layanan Internet Diskominfotik Sumatera Barat)," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 9, no. 3, pp. 227–236, 2023.
- [4] E. Afrianto and E. Ayuningsih, "Expert System for Troubleshooting Web-Based Lan Network Using Forward Chaining Method," *J. Intell. Syst. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 32–42, 2025.
- [5] F. Fadriati, M. Masril, L. S. Muchlis, F. K. Putra, and A. Mudinillah, "Designing an Expert System for Evaluating Student Stress Levels: A Novel Instrument Using Backward and Forward Chaining Methods," *AL-ISHLAH J. Pendidik.*, vol. 16, no. 3, pp. 3603–3613, 2024.
- [6] M. F. Asnawi and Y. Y. Sunarto, "Sistem Pakar Troubleshooting Jaringan Komputer Menggunakan Metode Certainty Factor," *Device*, vol. 11, no. 2, pp. 39–47, 2021.
- [7] G. I. Sakhara, W. Windarto, T. Fatimah, and J. C. Chandra, "Implementasi Matching Rules Pada Sistem Pakar Web-Based Untuk Troubleshooting Jaringan Hotspot Universitas Budi Luhur," in *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, 2023, pp. 296–303.
- [8] M. Alvira *et al.*, "Expert System for Diagnosing Dental and Oral Diseases Using the Forward Chaining Method," *PERFECT J. Smart Algorithms*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2024.
- [9] K. D. Goda and J. R. Bay, "Forward chaining method in expert system for diagnosing pests and plant diseases: A systematic literature review," *J. Artif. Intell. Eng. Appl.*, vol. 3, no. 3, pp. 870–875, 2024.

- [10] G. Digregorio, M. Di Gennaro, S. Zanero, S. Longari, and M. Carminati, “When Secure Isn’t: Assessing the Security of Machine Learning Model Sharing,” *arXiv Prepr. arXiv2509.06703*, 2025.
- [11] O. Suria, “A Statistical analysis of System Usability scale (SUS) evaluations in online learning platform,” *J. Inf. Syst. Informatics*, vol. 6, no. 2, pp. 992–1007, 2024.
- [12] P. Kortum, C. Z. Acemyan, and F. L. Oswald, “Is it time to go positive? Assessing the positively worded system usability scale (SUS),” *Hum. Factors*, vol. 63, no. 6, pp. 987–998, 2021.