

Analisa Kerusakan Jaringan Komputer di SD Negeri Bangsri 04 dengan *Expert System Forward Chaining*

Tobiryanto Prasetyo¹ Raden Mohamad Herdian Bhakti² Nur Ariesanto Ramdhan³

Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhadi Setiabudi, Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia^{1,2,3}

Email: ryangantengnemen@gmail.com¹ herdian.bhakti@umus.ac.id²
ariesantoramdhan@gmail.com³

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi yang pesat dalam era digital ini memberikan tantangan tersendiri dalam pengelolaan infrastruktur jaringan di institusi pendidikan. Di SD Negeri Bangsri 04, masalah jaringan komputer, seperti koneksi yang lambat, gangguan perangkat keras, dan kesalahan konfigurasi, seringkali menjadi kendala yang signifikan dalam mendukung aktivitas akademik dan administrasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem pakar untuk mendiagnosa dan memberikan solusi atas kerusakan jaringan komputer di sekolah tersebut. Sistem pakar ini menggunakan metode Forward Chaining, yang merupakan teknik inferensi berbasis aturan untuk menentukan diagnosis berdasarkan gejala yang diinputkan. Proses penelitian meliputi identifikasi masalah teknis umum, pengumpulan data melalui wawancara dan observasi, serta pengembangan sistem berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP dan MySQL sebagai basis datanya. Sistem ini dirancang untuk memudahkan teknisi dan pengguna awam dalam mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah jaringan dengan cepat dan akurat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pakar ini mampu mendiagnosa berbagai jenis kerusakan jaringan komputer dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sistem ini juga memberikan rekomendasi solusi yang relevan, sehingga dapat mengurangi waktu penanganan masalah dan meningkatkan efisiensi operasional jaringan di Sekolah. Dengan adanya sistem pakar ini, diharapkan SD Negeri Bangsri 04 dapat meningkatkan kualitas layanan teknologinya, mengurangi downtime, dan menyediakan lingkungan belajar yang lebih stabil dan terhubung.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Diagnosa Kerusakan Jaringan, Forward Chaining, Teknologi Informasi, SD Negeri Bangsri 04.

Abstract

The rapid development of information technology in this digital era presents its own challenges in managing network infrastructure in educational institutions. At SD Negeri Bangsri 04, computer network problems, such as slow connections, hardware problems, and configuration errors, often become significant obstacles in supporting academic and administrative activities. Therefore, this research aims to develop and implement an expert system to diagnose and provide solutions to computer network damage in the school. This expert system uses the Forward Chaining method, which is a rule-based inference technique to determine a diagnosis based on the input symptoms. The research process includes identifying general technical problems, collecting data through interviews and observations, as well as developing a web-based system using the PHP and MySQL programming languages as the database. This system is designed to make it easier for technicians and lay users to identify and resolve network problems quickly and accurately. The research results show that this expert system is able to diagnose various types of computer network damage with a high level of accuracy. This system also provides recommendations for relevant solutions, so as to reduce problem handling time and increase network operational efficiency in schools. With this expert system, it is hoped that SD Negeri Bangsri 04 can improve the quality of its technology services, reduce downtime, and provide a more stable and connected learning environment.

Keywords: Expert System, Network Damage Diagnosis, Forward Chaining, Information Technology, Bangsri 04 State Elementary School.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Sebuah sistem pakar adalah program komputer yang dirancang untuk meniru proses penalaran yang dilakukan oleh seorang ahli atau pakar dalam memecahkan masalah tertentu. Ini dapat dianggap sebagai replika dari keahlian seorang pakar. Prinsip kerja sistem pakar adalah memberikan solusi seperti yang biasanya diberikan oleh seorang pakar (Yanti & Budiyati, 2021). Perkembangan teknologi informasi yang pesat di era digital ini telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam dunia pendidikan. Teknologi informasi memberikan banyak manfaat seperti akses informasi yang lebih cepat, efisiensi dalam administrasi, dan peningkatan kualitas layanan pendidikan. Namun, di balik kemajuan ini, muncul berbagai permasalahan yang kompleks yang perlu dikelola dengan baik oleh setiap institusi, termasuk Sekolah. Permasalahan umum dalam bidang teknologi informasi meliputi kegagalan sistem, ancaman keamanan siber, dan masalah kompatibilitas perangkat lunak. Selain itu, pemeliharaan dan peningkatan sistem teknologi informasi sering kali memerlukan sumber daya yang besar baik dari segi waktu, tenaga, maupun biaya. Untuk menghadapi tantangan ini, manajemen teknologi informasi yang efektif menjadi sangat krusial. Manajemen yang baik mencakup perencanaan strategis, pengelolaan risiko, dan peningkatan kualitas layanan secara berkelanjutan.

SD Negeri Bangsri 04, sebagai salah satu institusi pendidikan dasar yang terus berkembang, juga menghadapi tantangan dalam mengelola sistem teknologinya. Permasalahan di Sekolah ini mencakup berbagai aspek, mulai dari komputer, printer, hingga jaringan. Beberapa permasalahan yang sering terjadi antara lain adalah kerusakan perangkat keras, kesulitan dalam melakukan *troubleshooting* jaringan, dan permasalahan dalam pengelolaan printer yang sering mengalami gangguan. Kerusakan komputer yang sering terjadi dapat mengganggu proses belajar mengajar, sementara masalah jaringan dapat menyebabkan lambatnya akses ke sumber daya *online* yang penting bagi kegiatan akademik. Masalah pada *printer yang* menyambung pada *LAN*, meskipun terkesan sepele, dapat menyebabkan penundaan dalam pencetakan dokumen-dokumen penting seperti bahan ajar dan laporan administrasi (Samsugi et al., 2022). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem yang mampu memberikan diagnosa dan solusi yang cepat dan tepat. Di sinilah peran sistem pakar menjadi sangat penting. Sistem pakar adalah sistem yang menggabungkan pengetahuan dan keahlian dari pakar di bidang tertentu untuk menyelesaikan masalah-masalah spesifik. Dengan mengimplementasikan sistem pakar untuk diagnosa dan penyelesaian masalah jaringan komputer di SD Negeri Bangsri 04, diharapkan dapat membantu mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah dengan lebih efisien dan efektif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem pakar yang dapat membantu dalam mendiagnosa dan menyelesaikan masalah jaringan komputer di SD Negeri Bangsri 04. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan teknologi informasi, mengurangi *downtime*, dan meningkatkan kepuasan pengguna terhadap layanan di sekolah.

Tinjauan Pustaka

Penelitian Terkait

Pada penelitian yang berjudul "Sistem Pakar *Troubleshooting* Jaringan Komputer Menggunakan Metode *Certainty Factor (Cf)*" oleh Muhamad Fuat Asnawi, Yudi Yuswita Sunarto pada Tahun 2021. Hasil penelitiannya adalah menjelaskan bahwa Berdasarkan hasil penelitian Sistem Pakar *Troubleshooting* Jaringan Komputer Menggunakan Metode *Certainty factor (CF)* dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: a. Sistem Pakar *Troubleshooting* Jaringan Komputer Menggunakan Metode *Certainty factor (CF)* dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dan MySQL. b. Berdasarkan pembahasan aplikasi dapat diketahui bahwa

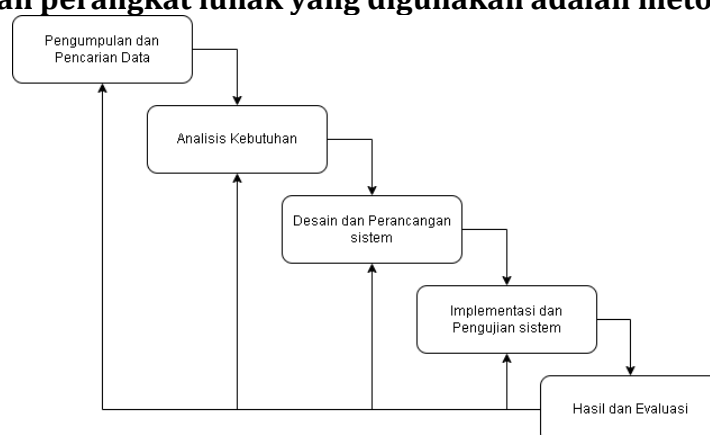
sistem pakar telah dapat dioperasikan dan sesuai dengan perancangan. c. Hasil pengujian *black box testing* telah sesuai dengan skenario uji (Asnawi & Sunarto, 2021).

Sistem pakar merupakan suatu bidang ilmu menggunakan kecerdasan buatan. Cara kerja sistem pakar adalah menggabungkan pengetahuan dan pencarian *database* untuk memecahkan masalah. Sistem pakar dibentuk menyerupai keahlian manusia yang diterjemahkan dalam bentuk sistem. Kemampuan tersebut dapat membantu sehingga dapat digunakan oleh orang banyak orang. Sistem pakar memiliki beberapa kategori yaitu kategori pengembangan dan kategori pengembangan besar dari sistem pakar adalah dibidang (Yuliyana & Sinaga, 2019).

Metode *forward chaining* pada sistem pakar memungkinkan untuk menarik kesimpulan dari data yang di tambahkan sehingga menghasilkan rekomendasi yang tepat dan sesuai dengan kondisi serangan hama. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem pakar berbasis *website* dengan menggunakan metode *forward chaining* untuk menghasilkan rekomendasi pupuk yang tepat untuk bawang merah. Sistem ini diharapkan dapat membantu para petani bawang merah dalam meningkatkan hasil panen dan mengurangi kerusakan pada tanah akibat penggunaan pupuk yang tidak tepat, dengan mempertimbangkan variabel hama dan gejalanya, sistem pakar ini akan memberikan rekomendasi yang lebih spesifik (Khayun et al., 2024).

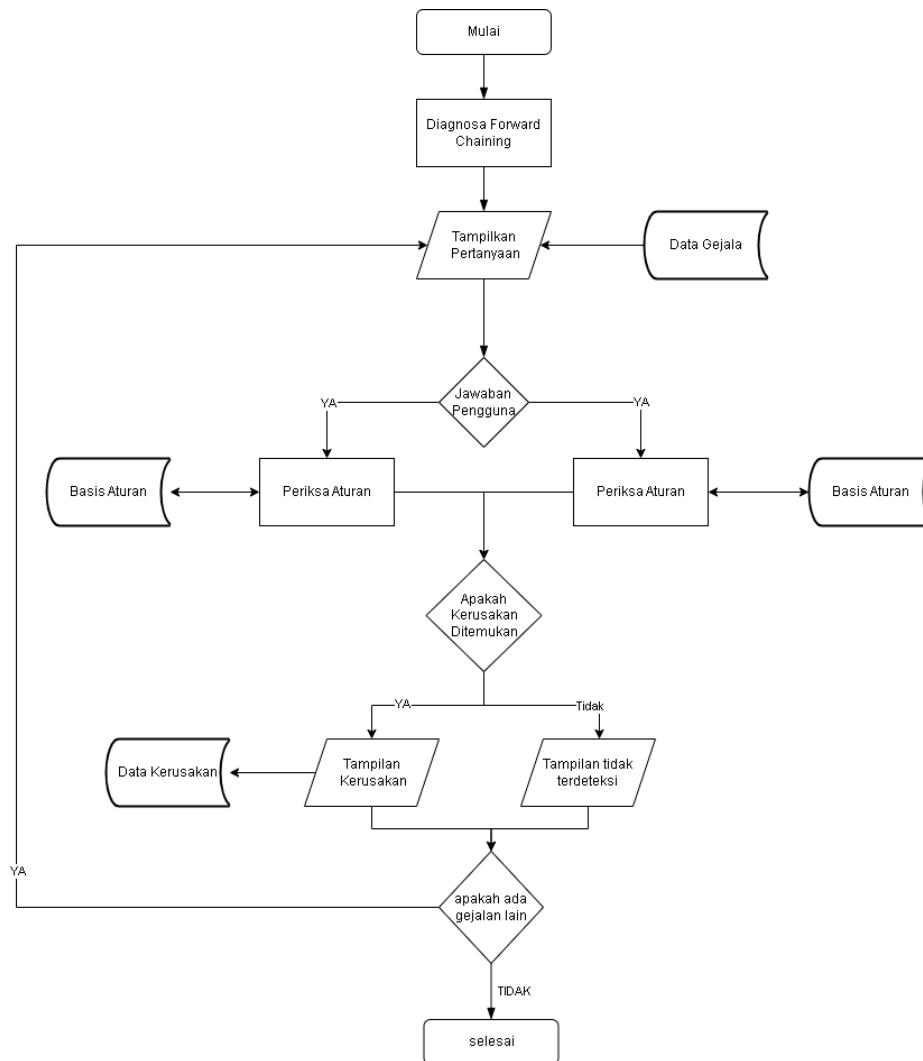
METODE PENELITIAN

Metode perancangan perangkat lunak yang digunakan adalah metode *Waterfall*.



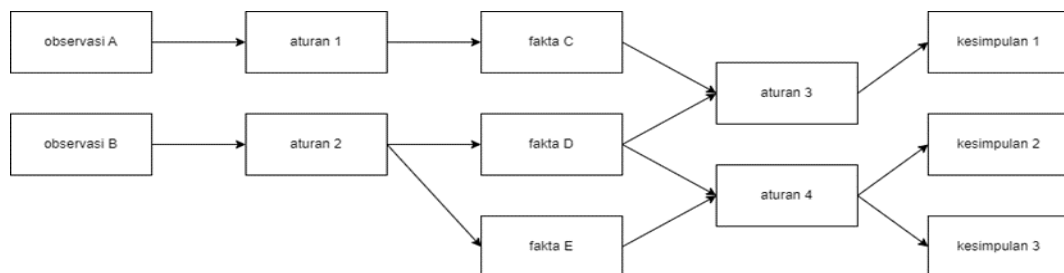
Gambar 1. Metode *Waterfall*

Pengumpulan dan Pencarian Data: Tahap ini melibatkan pengumpulan informasi yang diperlukan untuk memahami kebutuhan sistem pakar dalam mendiagnosa kerusakan jaringan komputer di SD Negeri Bangsri 04. Data dikumpulkan dari berbagai sumber seperti wawancara dengan ahli jaringan, survei terhadap pengguna jaringan di sekolah, dokumentasi teknis jaringan, dan observasi langsung. Tujuannya adalah memastikan bahwa semua informasi yang relevan dan penting terkumpul dengan baik untuk mendukung tahap analisa kebutuhan. Aktivitas yang dilakukan meliputi mengadakan wawancara dengan Operator Sekolah dan Kepala Sekolah tersebut, menyebarkan kuesioner kepada pengguna jaringan, mengkaji dokumentasi jaringan yang ada, dan melakukan observasi langsung terhadap jaringan Sekolah.



Gambar 2. Flowchart Alur Sistem

Metode yang digunakan dalam penelitian metode *forward chaining*, dimana metode ini dalam sistem kecerdasan buatan yang digunakan untuk melakukan inferensi atau penalaran dari fakta-fakta yang diberikan untuk mencapai suatu tujuan atau kesimpulan. Forward Chaining adalah sebuah metode pelacakan ke depan, dimana diawali dari fakta – fakta yang diberikan Pengguna kemudian dicari di basis pengetahuan lalu dicari rule yang sesuai dengan fakta – fakta tersebut. Setelah itu diadakan hipotesa untuk memperoleh kesimpulan.

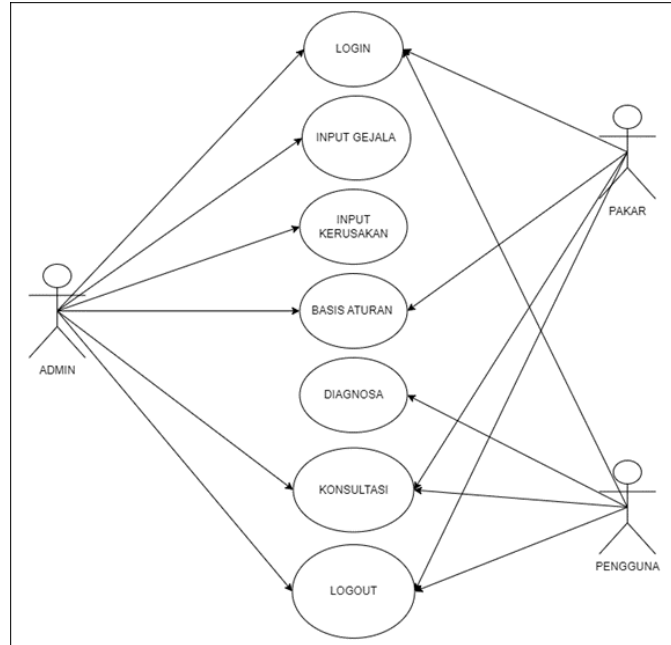


Gambar 3. Alur Forward Chaining

Selanjutnya merancang UML yang digunakan untuk mendesain setiap proses yang akan dilakukan oleh sistem. Dalam perancangan sistem ini, beberapa diagram UML yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan sistem, yaitu:

Use Case Diagram

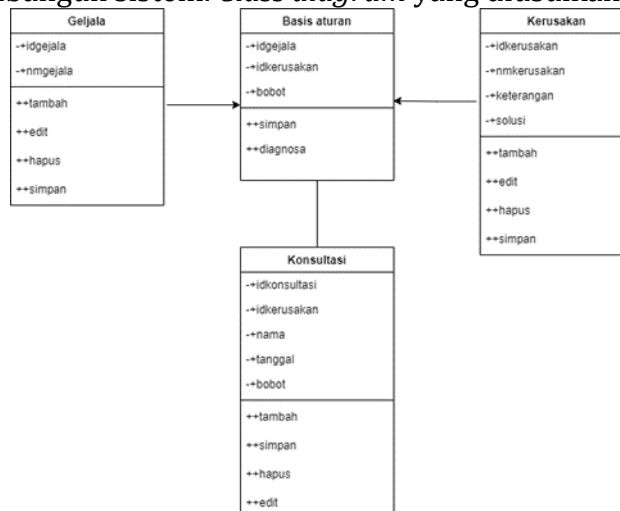
Pada sistem pakar yang dibangun hanya melibatkan aktor yaitu pengguna, pakar dan *admin*. Pengguna sistem bukan perancang sistem sehingga aktivitas pengguna terbatas daripada *admin*. Sedangkan *admin* memiliki akses yang lebih luas daripada *user* biasa dan pakar hanya bisa melakukan *input* basis aturan dan melihat data riwayat diagnosa. dikarenakan *admin* yang nantinya akan mengelola sistem. *Use case diagram* dalam sistem pakar ini terlihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Use Case Diagram

Class Diagram

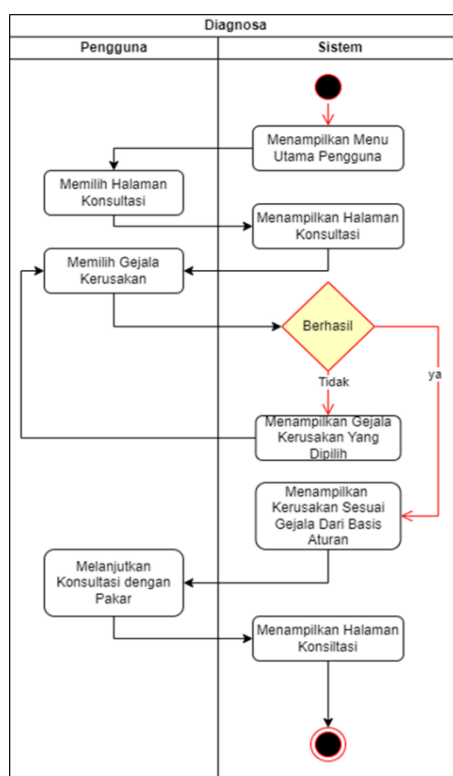
Class diagram menggambarkan struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk membangun sistem. *Class diagram* yang diusulkan sebagai berikut:



Gambar 5. Class Diagram Sistem

Activity Diagram

Activity Diagram menggambarkan aktivitas dari sebuah sistem atau proses bisnis atau menu yang ada pada perangkat lunak. Adapun *activity diagram* yang diusulkan adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Activity Diagram

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis sistem (*system analysis*) dapat didefinisikan sebagai penguraian dari suatu sistem informasi yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan, kesempatan-kesempatan, hambatan-hambatan yang terjadi dan kebutuhan-kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikan-perbaikannya.

Analisis Input

Analisis *input* data yaitu sebuah sistem yang sedang berjalan untuk memasukkan data atau *input* data, data yang di-*inputkan* meliputi data *admin*, data pengguna, data kerusakan, data gejala dan data solusi.

Representasi Data

Data-data yang diperoleh selama proses pengumpulan data terdiri dari data gejala, data penyakit, serta data sampel kasus. Data-data tersebut diperoleh melalui beberapa tahap pengumpulan data yaitu wawancara bersama Dede Irawan, Mastoni dan jurnal yang berhubungan dengan kerusakan jaringan komputer.

Data Gejala

Data-data gejala yang digunakan dalam sistem pakar mendeteksi kerusakan jaringan komputer ini berjumlah 3 gejala kerusakan. Adapun data-data gejala tersebut dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Data Gejala

Kode	Gejala Kerusakan
G1	Internet Lambat
G2	Download Dan Upload Lama

G3	Menonton Video Sering Buffering
G4	Koneksi Terputus-Putus
G5	Sinyal Wi-Fi Lemah
G6	Koneksi Wi-Fi Sering Putus
G7	Tidak Bisa Menemukan Jaringan Wi-Fi
G8	Tidak Ada Koneksi Internet
G9	Lampu Pada Router Atau Switch Tidak Menyala
G10	Jaringan Sering Mati Tiba-Tiba
G11	Perangkat Keras Panas Berlebihan
G12	Tidak Bisa Mengakses Internet
G13	Konflik Alamat IP
G14	Perangkat Terhubung Tapi Tidak Ada Akses Internet
G15	Serangan Virus
G16	Data Hilang Atau Rusak
G17	Aktivitas Jaringan Mencurigakan
G18	Pesan Phishing Atau Spam
G19	Aplikasi Tidak Berjalan Dengan Baik
G20	Sistem Sering Crash
G21	Error Terkait Kompatibilitas
G22	Tidak Bisa Menginstal Aplikasi
G23	Jaringan Lambat Dan Tidak Stabil
G24	Koneksi Sering Putus Saat Banyak Pengguna Terhubung
G25	Pengguna Sering Gagal Mengakses Jaringan
G26	Masalah Yang Sama Berulang
G27	Sistem Sering Mati
G28	Perangkat Keras Dan Lunak Ketinggalan Zaman
G29	Perangkat Tidak Bisa Mendapatkan Alamat IP
G30	Pesan Error Terkait Alamat IP
G31	Pengguna Tidak Efisien Dalam Penggunaan Jaringan
G32	Pengguna Tidak Mengerti Cara Mengatasi Masalah Jaringan Sederhana
G33	Risiko Keamanan Meningkat
G34	Penggunaan Perangkat Dan Aplikasi Yang Tidak Sesuai

Data Kerusakan

Jumlah kerusakan yang diolah dalam sistem pakar menentukann kerusakan jaringan komputer ini adalah 15 macam kerusakan. Data-data kerusakan ini tersimpan dalam basis data yang sudah diintergrasikan sehingga apabila pengguna memilih data gejala maka sistem akan memproses pencarian data kerusakan apa yang terjadi berdasarkan gejala yang sudah dimasukkan sebelumnya, data kerusakan-kerusakan jaringan komputer yang terdapat dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut ini:

Tabel 2. Data Kerusakan

Kode	Kerusakan
K1	Keterbatasan Kapasitas Jaringan
K2	Masalah Koneksi Wi-Fi
K3	Kegagalan Perangkat Keras
K4	Kesalahan Konfigurasi Jaringan
K5	Keamanan Jaringan
K6	Kompatibilitas Perangkat Lunak
K7	Kapasitas Infrastruktur Jaringan
K8	Pemeliharaan Dan Pembaruan Sistem
K9	Masalah Manajemen Ip
K10	Kurangnya Pelatihan Dan Kesadaran

Dari pengetahuan berupa gejala dan kerusakan, maka dapat dibuat basis pengetahuan berupa hubungan atau keterkaitan yang ada antara gejala dan kerusakan pada jaringan komputer. Basis pengetahuan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Keputusan Kerusakan Jaringan Komputer

Kode Gejala	Kode Kerusakan									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
G1	*	*					*			
G2	*									
G3	*									
G4	*									
G5		*								
G6		*								
G7		*								
G8			*							
G9			*							
G10			*							
G11			*							
G12				*						
G13				*						
G14					*					
G15					*					
G16					*					
G17					*					
G18						*				
G19						*				
G20						*				
G21						*				
G22							*			
G23							*			
G24							*			
G25								*		
G26								*		
G27								*		
G28				*					*	
G29									*	
G30										*
G31										*
G32										*
G33										*
G34										

Data Sampel Kasus

Data sampel kasus ini merupakan contoh data hasil diagnosa seorang pakar. Data sampel kasus ini akan digunakan untuk menganalisis data dengan menggunakan metode *Forward Chaining*.

Tabel 4. Data Sampel Kasus

Kasus	Gejala	Kerusakan
1	G1, G2, G3, G4	Keterbatasan Kapasitas Jaringan
2	G1, G5, G6, G7	Masalah Koneksi Wi-Fi
3	G8, G9, G10, G11	Kegagalan Perangkat Keras
4	G12, G13, G28	Kesalahan Konfigurasi Jaringan
5	G14, G15, G16, G17	Keamanan Jaringan

6	G18, G19, G20, G21, G35, G36	Kompatibilitas Perangkat Lunak
7	G22, G23, G24	Kapasitas Infrastruktur Jaringan
8	G25, G26, G27	Pemeliharaan dan Pembaruan Sistem
9	G28, G29	Masalah Manajemen IP
10	G30, G31, G32, G33	Kurangnya Pelatihan dan Kesadaran

Hasil Pengujian

Setelah sistem dirancang dan dibuat, dilakukan pengujian. Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui sejauh mana sistem yang dibangun memenuhi harapan. Kumpulkan fakta dan gunakan aplikasi dengan merangkai contoh kasus yang ditunjukkan di bawah ini. :

Tampilan *Input Data Registrasi*

Menu registrasi ini bertujuan untuk mendaftarkan pengguna ke dalam sistem sehingga *admin* dan pakar dapat mengetahui siapa pengguna sistem dan bagaimana tindak lanjutnya terhadap diagnosa pengguna.

Gambar 7. *Input data Registrasi*

Tampilan Konsultasi Gejala

Kemudian kita akan menginputkan data konsultasi sesuai yang sudah di tentukan oleh sistem.

Pilih gejala-gejala berikut		
	NO.	Nama Gejala
☐	1	Aktivitas jaringan mencurigakan
☐	2	Aplikasi tidak berjalan dengan baik
☐	3	Data hilang atau rusak
☐	4	Download dan upload lama
☐	5	Format File yang Tidak Didukung
☐	6	Ikon Wi-Fi atau LAN menunjukkan "Limited Access"
☐	7	Internet lambat
☐	8	Jaringan lambat dan tidak stabil
☐	9	Jaringan sering mati tiba-tiba
☐	10	Koneksi sering putus saat banyak pengguna terhubung
☐	11	Koneksi sering putus saat browsing

Gambar 8. *Input Data Gejala*

Tampilan Proses Forward Chaining

Setelah sistem melakukan proses perhitungan dengan *forward chaining*, selanjutnya hasilnya akan keluar berupa diagnosa deteksi dari jenis kerusakan yang terjadi berdasarkan data gejala yang sudah diinput sebelumnya. Pada tampilan hasil menunjukkan nama kerusakan, rincian kerusakan yang terjadi dan sistem juga memberikan solusi terkait kerusakan yang terjadi.

Nama Penyakit

Masalah Koneksi Wi-Fi

Keterangan

Pengguna mengalami kesulitan untuk terhubung ke Wi-Fi atau

Gejala-Gejala Penyakitnya :

NO.	Nama Gejala
1	Internet lambat
2	Koneksi Wi-Fi sering putus
3	Sinyal Wi-Fi lemah
4	Tidak bisa menemukan jaringan Wi-Fi

Kembali

Gambar 9. Proses *Forward Chaining*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan teori pada perancangan sistem pakar diagnosis kerusakan jaringan komputer ini dapat disimpulkan bahwa sudah terealisasinya perancangan sistem pakar untuk memecahkan permasalahan dan memberikan informasi serta solusi penanganan tentang kerusakan jaringan *Local Area Network (LAN)* dan *Wireless Fidelity (WIFI)*. Sistem pakar ini menggunakan metode *forward chaining* dan dirancang sedemikian rupa agar mudah dipahami dan dimengerti serta perancangan sistem pakar ini sudah memberikan pemahaman bagi para pengguna jaringan tentang kerusakan atau gangguan pada jaringan komputer.

DAFTAR PUSTAKA

- Asnawi, M. F., & Sunarto, Y. Y. (2021). Sistem Pakar Troubleshooting Jaringan Komputer Menggunakan Metode Certainty Factor. *Device*, 11(2), 39–47. <https://doi.org/10.32699/device.v11i2.2168>
- D. P. Lilik Arif Rahmadi, Paulus Tofan Rapiyanta, "Perancangan Sistem Informasi Pelayanan Surat Pengantar Dukuh Berbasis Website 'Dukuhku Online,'" *Indones. J. Netw. Secur.*, vol. 9, no. 5, pp. 30–35, 2020.
- K. Kadarsih and S. Andrianto, "Membangun Website SMA PGRI Gunung Raya Ranau Menggunakan PHP dan MySQL," *JTIM J. Tek. Inform. Mahakarya*, vol. 03, no. 2, pp. 37–44, 2022.
- Khayun, W. W., Ramdhan, N. A., & Bhakti, R. M. H. (2024). Sistem Pakar Pemilihan Pupuk Untuk Tanaman Bawang Merah Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Website. 8(4), 7589–7596.

- R. Fadilla and T. Wiharko, "Penerapan Metode *Forward chaining* Dalam Sistem Pakar Deteksi Kerusakan Hardware Komputer Berbasis Android," *Digit. Transform. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 408–417, 2023, doi: 10.47709/digitech.v3i2.2784.
- Samsugi, S., Styawati, S., Bakri, M., Chandra, A., Nursintawati, D., & Wibowo, W. (2022). Pelatihan Jaringan Dan Troubleshooting Komputer Untuk Menambah Keahlian Perangkat Desa Mukti Karya Kabupaten Mesuji. *Jurnal Widya Laksmi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 52–57. <https://doi.org/10.59458/jwl.v2i1.31>
- Yanti, S. N., & Budiyati, E. (2021). Aplikasi Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Virus Covid-19 pada Manusia Berbasis Web Menggunakan Metode Forward Chaining. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 5(4), 451. <https://doi.org/10.32493/informatika.v5i4.4944>
- Yuliyana, Y., & Sinaga, A. S. R. M. (2019). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi Menggunakan Metode Naive Bayes. *Fountain of Informatics Journal*, 4(1), 19. <https://doi.org/10.21111/fij.v4i1.3019>