

# Penerapan Metode Forward Chaining pada Sistem Pakar untuk Identifikasi Kerusakan Mesin Ekskavator

Dary Andrean Hermawanto, Sharazita Dyah Anggita\*

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas AMIKOM Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Email: <sup>1</sup>dary.hermawanto@students.amikom.ac.id, <sup>2,\*</sup>sharazita@amikom.ac.id

Email Penulis Korespondensi: sharazita@amikom.ac.id.

Submitted: 19/11/2022; Accepted: 17/12/2022; Published: 30/12/2022

**Abstrak**—Penerapan Sistem informasi sangat berguna bagi kebutuhan bisnis serta kebutuhan aktivitas manusia. Salah satu bentuk dari sistem informasi adalah sistem pakar, sistem yang digunakan untuk memindahkan kemampuan berpikir manusia ke komputer, mampu memecahkan persoalan seperti cara berpikir para pakar. Permasalahan yang sering terjadi pada mekanik atau operator ekskavator yaitu terbatasnya para pakar untuk menyampaikan konsultasi kepada para mekanik yang membutuhkan solusi terhadap kerusakan yang terjadi pada bagian mesin. Penelitian ini menjelaskan tentang identifikasi, diagnosa dan solusi dari kerusakan mesin ekskavator menggunakan metode *forward chaining* dimana representasi pengetahuan yang dipergunakan ialah kaidah aturan berbentuk IF-THEN dan penggabungan aturan yang dapat menghasilkan sebuah kesimpulan. *Forward Chaining* memiliki Teknik pencarian berdasarkan fakta yang kemudian dicocokkan untuk dapat menemukan aturan. Metode *forward chaining* pada beberapa penelitian mampu menghasilkan nilai akurasi yang baik. Pada pembuatan sistem ini diharapkan pakar yang ahli di bidang mesin alat berat dan beberapa buku manual tentang mesin ekskavator untuk mendapatkan data-data yang akurat tentang informasi kerusakan mesin. Penerapan metode *forward chaining* pada sistem pakar ini dapat menghasilkan tingkat akurasi sebesar 90% melalui 10 kali pengujian.

**Kata Kunci:** Sistem pakar; *Forward Chaining*; Ekskavator; Mesin

**Abstract**—The application of information systems is handy for business needs as well as the needs of human activity. One form of an information system is an expert system, which is used to transfer human thinking abilities to computers, capable of solving problems like how experts think. The problem that often occurs with mechanics or excavator operators is the limited number of experts to provide consultations to mechanics who need solutions to damage that occurs to machine parts. This study uses the forward chaining method to describe the identification, diagnosis, and explanations of excavator engine damage. The knowledge representation used is IF-THEN rules and combining rules that can produce a conclusion. Forward Chaining has a fact-based search technique which is then matched to find directions. The forward chaining method in several studies is able to produce good accuracy values. In making this system, it is hoped that experts in the field of heavy equipment engines and several manuals about excavator machines will get accurate data about machine damage information. Applying the forward chaining method to this expert system can produce an accuracy rate of 90% through 10 tests.

**Keywords:** Expert System; Forward Chaining, Excavator, Machines

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini melalui proses perkembangan yang pesat dan sangat berpengaruh terhadap kebiasaan masyarakat untuk meminimalisir proses konvensional [1]. Salah satu teknologi yang sangat dibutuhkan untuk meringankan pekerjaan saat ini adalah alat berat. Alat berat ialah mesin yang berukuran besar yang dibuat untuk mempermudah manusia dalam melakukan pekerjaan konstruksi seperti pengerjaan tanah dan memindahkan bahan bangunan dalam waktu singkat. Salah satu alat berat yang sering digunakan yaitu Ekskavator [2].

Ekskavator adalah alat berat yang sering dipergunakan dalam pekerjaan konstruksi, pertanian, serta perhutanan. Pemakaian Ekskavator sangat tinggi sampai membuat ekskavator mengalami kerusakan, maka dibutuhkan maintenance untuk mendeteksi kerusakan pada ekskavator. Untuk mendeteksi kerusakan setiap operator wajib membuka secara manual serta menelusuri satu per satu permasalahan sampai ditemukannya suatu kerusakan. Hal ini menyebabkan beberapa permasalahan yaitu adanya kesalahan hasil diagnosa yang dilakukan oleh para operator dan diperlukannya pemeriksaan ulang sehingga memerlukan waktu yang relatif lama. Sebagai akibatnya diperlukan sebuah sistem yang bisa mempercepat proses diagnosa kerusakan pada ekskavator yaitu sistem pakar [3].

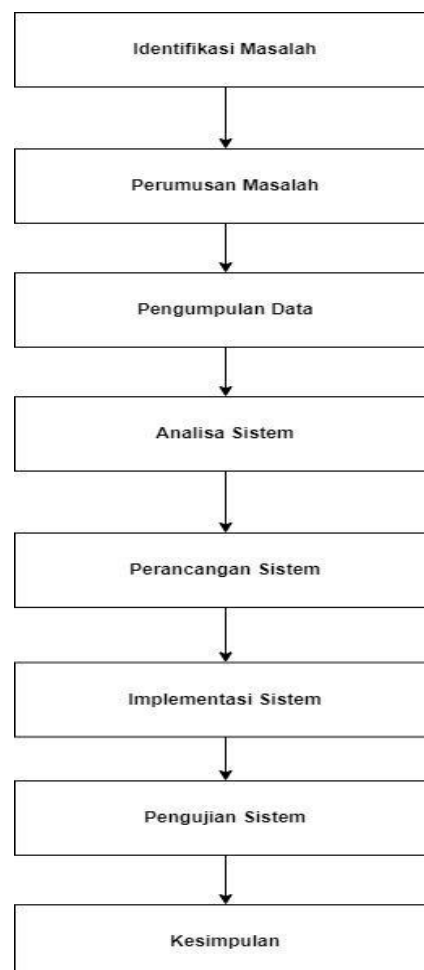
Penerapan sistem pakar dianggap menjadi cara buat memindahkan pengetahuan para pakar/ahli bidang tertentu ke dalam suatu program sehingga bisa mengambil keputusan mirip para ahli atau pakar. Cara berfikir manusia dalam melakukan analisis dan identifikasi masalah akan ditiru dalam penerapan sistem pakar [4]. Sistem pakar pada beberapa kasus menggunakan beberapa metode mampu menghasilkan nilai akurasi yang baik [5]-[6]. Forward Chaining merupakan teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian mencocokkan fakta-fakta yang dimana saat aturan tersebut ditemukan maka mesin pengambil keputusan bisa membentuk kesimpulan, atau konsekuensi [7]. Penelitian Attabi dkk tahun 2018 menunjukkan bahwa tingkat akurasi sistem yang menggunakan metode *forward chaining* pada diagnosa penyakit ISPA bernilai sebesar 94% dengan 100 data uji coba [8]. Penelitian Yanto dkk (2017) menunjukkan bahwa tingkat akurasi sistem yang menggunakan metode *forward chaining* pada diagnosa penyakit anak balita sebesar 82% dengan 50 data uji coba [9]. Penelitian Putra dkk (2018) menunjukkan bahwa tingkat ketepatan akurasi sistem pakar diagnosa penyakit mata sebesar 81% dengan 12 data uji coba [10]. Penerapan metode *certainty factor* untuk sistem pakar penyakit tanaman kakao pada penelitian Alim dkk (2020) menunjukkan bahwa tingkat ketepatan akurasi sistem sebesar 85,7% dari 21 data uji coba [11]. Sedangkan penerapan

Metode *naive bayes* di sistem pakar pada penelitian Dwiramadhan dkk (2022) menunjukkan tingkat akurasi sistem sebesar 80% dari 15 data uji coba [6]. Berdasarkan seluruh hasil penelitian diatas didapatkan bahwa metode *forward chaining* memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi sebesar 94% dari 100 data uji coba dan 82% dari 50 data uji coba dibandingkan metode lain yang hanya memiliki akurasi sebesar 81% dari 12 data uji coba, 85,7% dari 21 data uji coba dan 80% dari 15 uji coba. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan identifikasi kerusakan mesin ekskavator menggunakan metode *forward chaining* untuk dapat mempermudah dan mempercepat proses identifikasi kerusakan mesin ekskavator secara cepat dan tepat.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Alur penelitian pada Gambar 1 dimulai dengan tahap mengidentifikasi masalah yang terjadi di lapangan kemudian tahap selanjutnya dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan melalui wawancara kepada pihak yang terkait dan melakukan studi literatur.

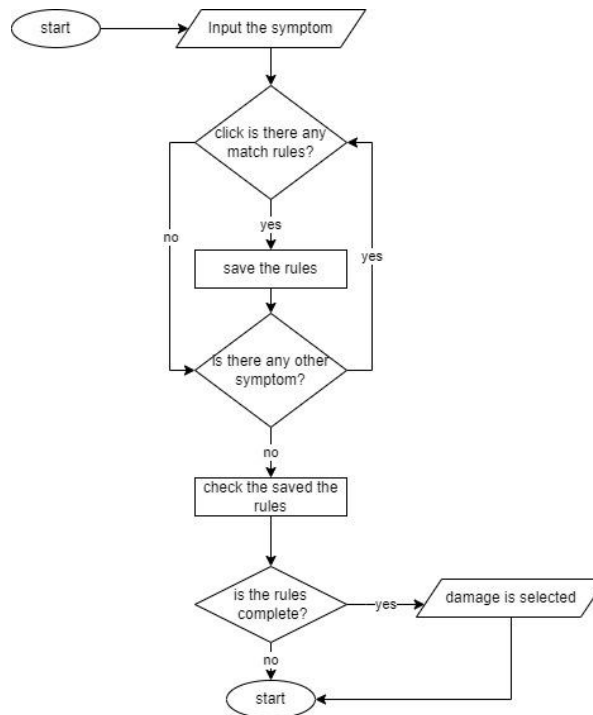


**Gambar 1.** Alur Penelitian

Data yang sudah terkumpul kemudian dilakukan analisis terhadap sistem yang terdiri dari kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional. Tahap analisa juga dilakukan terhadap permasalahan yang berupa kaidah produksi, akuisisi pengetahuan dan tabel keputusan serta pohon keputusan menggunakan algoritma *forward chaining*. Perancangan sistem dilakukan dengan menggunakan *flowchart*, diagram konteks, DFD, ERD dan melakukan perancangan user interface yang dilanjutkan dengan implementasi sistem. Pengujian *black box* dan *white box* dilakukan untuk mengetahui keakuratan sistem pakar yang dilakukan langsung oleh pakar untuk selanjutnya dapat ditarik kesimpulan.

### 2.2 Alur Forward Chaining

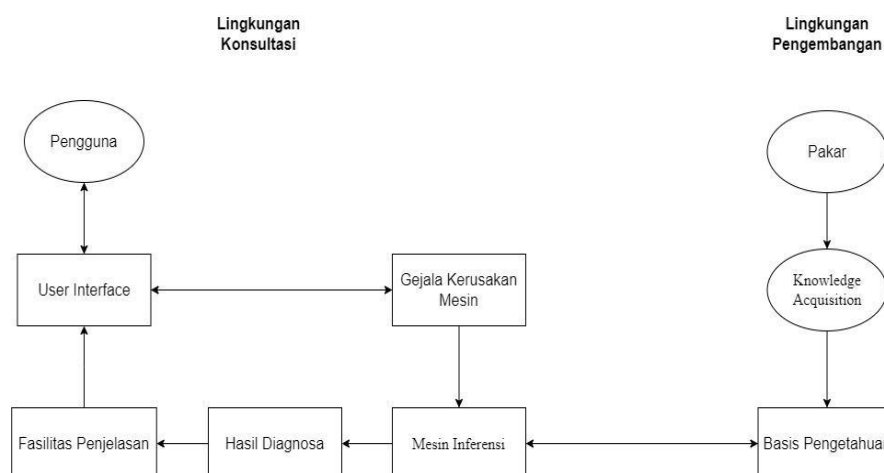
Alur dari metode *forward chaining* terdapat pada Gambar 2. Secara garis besar dapat digambarkan bahwa prosesnya diawali dengan memasukkan data gejala. Data gejala yang sudah didapatkan selanjutnya dilakukan pengecekan kecocokan dengan *rules* yang sudah ditentukan sampai dengan *rules* yang ditentukan sudah komplit maka jenis kerusakan akan dapat diidentifikasi.



Gambar 2. Alur Forward Chaining [12]

### 2.3. Arsitektur Sistem Pakar Identifikasi Kerusakan Mesin Ekskavator

Mesin inferensi digunakan menjadi otak dari sistem pakar yang dipergunakan buat mengarahkan proses penalaran sistem sesuai pada basis pengetahuan yang sudah dimiliki. Secara umum sistem pakar merupakan program yang berisi tentang kesatuan aturan untuk dapat menganalisis masalah secara matematis [13]. Arsitektur sistem pakar yang diusulkan pada Gambar 3 menggunakan metode *forward chaining*, yang dimana proses penalarannya dilakukan dengan cara menganalisa data yang masuk berupa gejala kerusakan untuk mendapatkan hasil diagnosa berupa jenis kerusakan mesin eskavator sebagai kesimpulan. Pengguna dapat memilih 1 gejala agar mendapatkan hasil diagnosa, namun pengguna dianjurkan untuk memilih minimal 3 gejala untuk memperkuat sistem dalam mengambil kesimpulan kerusakan mesin. Terdapat dua bagian lingkungan pada sistem pakar yaitu lingkungan konsultasi dan pengembangan. Lingkungan pengembangan berfungsi untuk pembangunan komponen dan pengetahuan ke dalam basis pengetahuan, dan lingkungan konsultasi berfungsi sebagai *platform* pengguna untuk berkonsultasi selayaknya berkonsultasi dengan pakar [14].



Gambar 3. Arsitektur Sistem Pakar

### 2.4 Perancangan Sistem

#### a. Diagram Konteks

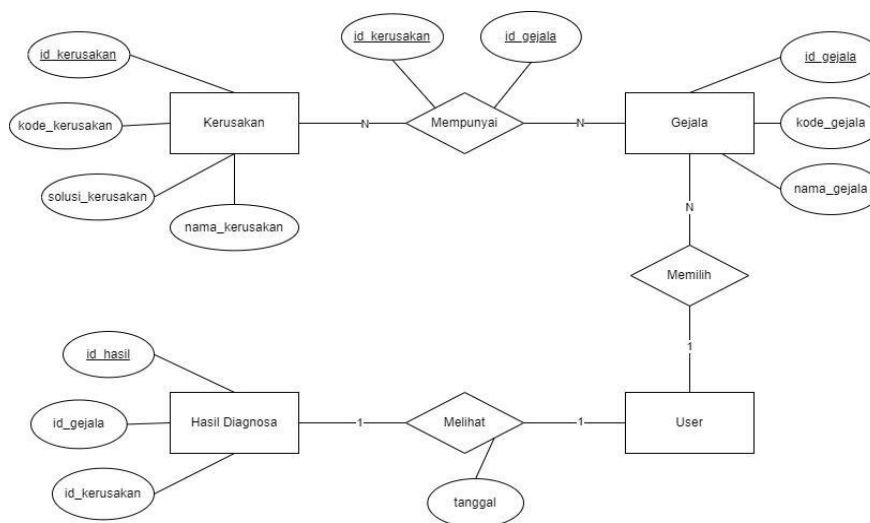
Diagram konteks pada Gambar 4 menjelaskan terdapat 2 pengguna yang menunjang proses sistem pakar yaitu *user* serta admin. Terdapat perbedaan hak akses antara *user* dan admin. *User* memiliki hak akses untuk melakukan diagnosa serta mendapatkan hasil kesimpulan berupa jenis kerusakan serta cara memperbaikinya. Sedangkan admin dapat menambahkan data gejala, kerusakan, dan relasi.



Gambar 4. Diagram Konteks

**b. ERD (Entity Relationship Diagram)**

Entity relationship diagram digunakan untuk menyusun data yang akan digunakan dan hubungan antar data pada sistem pakar terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5. Entity Relationship Diagram

Entitas kerusakan memiliki atribut berupa id\_kerusakan sebagai primary key, kode\_kerusakan, nama\_kerusakan, dan solusi\_kerusakan. Entitas gejala memiliki atribut berupa id\_gejala sebagai primary key, kode\_gejala, nama\_gejala. Entitas user tidak memiliki relasi. Entitas hasil diagnosa memiliki atribut berupa id\_hasil sebagai primary key, id\_gejala, id\_kerusakan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Identifikasi Jenis Kerusakan

Tahap awal dilakukan identifikasi jenis kerusakan pada mesin ekskavator. Penelitian ini akan dapat mengidentifikasi lima jenis kerusakan mesin yang di jelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Kerusakan

Kode Kerusakan	Nama Kerusakan
K001	Low Power Engine
K002	Engine Overheat
K003	Engine Won't Start
K004	Mounting Engine Failure
K005	Fuel System Failure

#### 3.2 Identifikasi Gejala

Gejala kerusakan di identifikasikan oleh pakar untuk selanjutnya dapat dipetakan sesuai dengan jenis kerusakan mesin. Setiap gejala yang sudah dicari hubungannya akan diberi label yang ditentukan oleh pakar [15]. Daftar gejala terdapat tiga belas jenis kerusakan yang dijabarkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Gejala

Kode Gejala	Nama Gejala
G001	Fuel Filter Kotor atau bocor
G002	Saringan Udara Kotor
G003	Sistem Pendingin Bermasalah

G004	Bahan bakar Habis
G005	Kebocoran Udara di pasokan sistem bahan bakar
G006	Mesin bergetar berlebihan
G007	Terdengar Bunyi dari Bagian Mesin
G008	Kipas pada mesin akan mulai bergoyang
G009	Elenoid injector tidak bekerja
G010	Terdapat Kebocoran pada hose atau piping dari garis bahan bakar
G011	Injektor tersumbat
G012	Kabel atau switch putus
G013	Aftercooler tidak bisa mendinginkan udara

### 3.3 Daftar Hubungan Kerusakan Dan Gejala

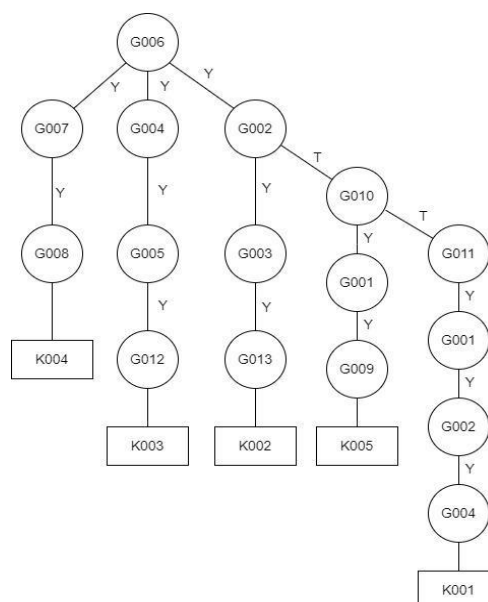
Berdasarkan daftar kerusakan dan gejala kerusakan yang sudah diidentifikasi, selanjutnya kedua variable tersebut dihubungkan pada Tabel 3. Tiga belas gejala yang ada di kategorikan berdasarkan jenis kerusakan yang disebut dengan Tabel Keputusan. Tabel keputusan akan digunakan sebagai pedoman yang akan digunakan sebagai perancangan pohon keputusan dan implementasi [16].

**Tabel 3.** Tabel Keputusan Kerusakan dan Gejala

Kerusakan Gejala	Low Power Engine	Engine Overheat	Engine Won't Start	Mounting Engine Failure	Fuel System Failure
G001	✓				✓
G002	✓	✓			
G003		✓			
G004	✓		✓		
G005			✓		
G006		✓	✓	✓	
G007				✓	
G008				✓	
G009					✓
G010					✓
G011	✓				
G012			✓		
G013		✓			

### 3.4 Pohon Keputusan

Pohon keputusan digunakan buat menyederhanakan proses akuisisi pengetahuan agar lebih efisien. Pohon keputusan dibuat sesuai rule yang dibangun [17]. Pohon keputusan terdiri dari tiga belas gejala serta lima jenis kerusakan yang saling berhubungan sesuai dengan tabel keputusan. Pohon keputusan yang sudah dirancang selanjutnya akan dijadikan sebagai basis pengetahuan pada proses implementasi sistem [18].



**Gambar 6.** Pohon Keputusan

Pada proses identifikasi diagnosa, sistem akan memberikan 13 gejala yang bisa dipilih oleh user sesuai dengan gejala yang terjadi. Apabila user memilih gejala G006, lalu memilih gejala G007 dan G008 maka sistem akan memberikan kesimpulan bahwa kemungkinan kerusakan yang terjadi adalah K004. Apabila user hanya memilih G006 dan G002 saja maka sistem tidak menampilkan kerusakan dikarenakan keterbatasan data yang dimiliki oleh sistem. Keadaan ini berlaku untuk semua kerusakan, sesuai dengan pilihan gejala yang dipilih oleh user.

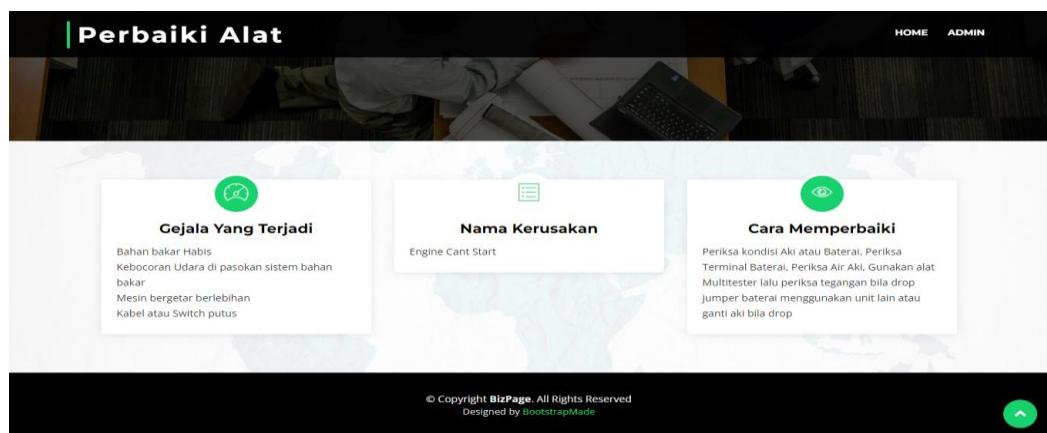
### 3.5 User Interface

Sistem terdiri dari halaman utama, halaman konsultasi dan halaman admin. Saat user melakukan konsultasi pada Gambar 6 maka user harus memilih minimal 3 gejala yang terjadi pada ekskavator lalu sistem akan mencocokkan 3 gejala tadi yang sesuai dengan gejala yang ada didatabase.



**Gambar 7.** Halaman Konsultasi

Selanjutnya apabila user sudah memilih minimal 3 gejala yang terjadi maka sistem akan menampilkan hasil berupa informasi nama kerusakannya dan solusi untuk memperbaiki kerusakan tersebut. Adapun *output* dari sistem ditampilkan pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Halaman Hasil Konsultasi

### 3.6 Pengujian Sistem

Pengujian Sistem merupakan proses yang dimana sistem akan mencoba semua fitur yang tersedia dengan tujuan untuk menemukan kesalahan pada fitur tersebut.

#### a. BlackBox Testing

Pengujian *black box* merupakan pengujian yang digunakan untuk menjalankan sebuah input fitur yang kemudian hasil dari input tersebut dapat sesuai dengan kebutuhan pengguna [19]. Pengujian dilakukan dengan tiga skenario pengujian pada Tabel 4.

**Tabel 4.** BlackBox Testing

No	Skenario	Hasil yang diinginkan	Kesimpulan
1	Tidak Memilih gejala satupun lalu klik tombol diagnosa	Akan muncul alert untuk menyuruh user untuk memilih gejala minimal 3	Berhasil
2	Memilih gejala sesuai dengan gejala yang terjadi	Akan menampilkan jenis kerusakan yang memiliki gejala sama dan banyak sesuai yang dipilih	Berhasil
3	Memilih semua gejala	Akan menampilkan alert untuk user untuk memilih gejala maksimal 5	Berhasil

## b. Pengujian Keakuratan Sistem Pakar

Pengujian yang dilakukan oleh pakar untuk mencari keakuratan sistem yang sudah dirancang. Pada pengujian ini, pakar melakukan beberapa kali percobaan pada proses diagnosa untuk mendapatkan nilai akurasi [20]. Keakuratan sistem didukung dengan kesesuaian system dalam melakukan diagnosa kerusakan mesin ekskavator sesuai tanda-tanda kerusakan yang diberikan.

**Tabel 5.** Keakuratan Sistem Pakar

No	Pengujian	Gejala	Hasil Sistem	Hasil Pakar	Kesimpulan
1	Uji 1	G002 G003 G006 G013	Engine Overheat	Engine Overheat	Sesuai
2	Uji 2	G006 G007 G008	Mounting Engine Failure	Mounting Engine Failure	Sesuai
3	Uji 3	G004 G005 G006 G012 G001	Engine Won't Start	Engine Won't Start	Sesuai
4	Uji 4	G001 G009 G011	Fuel System Failure	Fuel System Failure	Sesuai
5	Uji 5	G002 G003 G006 G007	Engine Overheat	Engine Overheat	Sesuai
6	Uji 6	G001 G002 G004 G011	Low Power Engine	Low Power Engine	Sesuai
7	Uji 7	G004 G005 G006 G012	Engine Won't Start	Engine Won't Start	Sesuai
8	Uji 8	G001 G009 G010	Fuel System Failure	Fuel System Failure	Sesuai
9	Uji 9	G006 G004 G008 G007 G005	Mounting Engine Failure	Engine Won't Start	Tidak Sesuai
10	Uji 10	G001 G002 G004	Low Power Engine	Low Power Engine	Sesuai

Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali, terdapat sembilan percobaan sistem yang menghasilkan diagnosa sesuai dengan pakar dan table keputusan. Sedangkan satu percobaan yang tidak sesuai dengan pakar sehingga dapat disimpulkan bahwa keakuratan sistem yang telah di rancang sebesar 90%.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada kerusakan ekskavator dengan metode forward chaining, dapat diambil disimpulkan bahwa penerapan metode *forward chaining* pada sistem pakar identifikasi kerusakan ekskavator berbasis web dapat diimplementasikan sesuai dengan perancangan sistem. Berdasarkan hasil pengujian keakuratan sistem menunjukkan tingkat akurasi sebesar 90% dengan menggunakan sepuluh kali uji coba. Pengujian *black box* yang sudah dilakukan menghasilkan kesimpulan bahwa sistem yang telah dibangun dapat berjalan sesuai fungsional yang ada dan dapat mengkategorikan jenis kerusakan sesuai dengan gejala yang dimasukkan.

## REFERENCES

- [1] V. Larasati and E. Oktivera, "Media Sosial Instagram Berpengaruh Terhadap Minat Beli Produk Wardah," *J. Adm. Kant.*, vol. 7, no. 1, pp. 31–40, 2019.
- [2] Z. Hakim and R. Rizky, "Sistem Pakar Menentukan Karakteristik Anak Kebutuhan Khusus Siswa Di SLB Pandeglang Banten Dengan Metode Forward Chaining," *Jutis*, vol. 7, no. 1, pp. 93–99, 2019.
- [3] B. P. Sembiring and H. Fahmi, "Sistem Pakar Mendeteksi Kerusakan Sistem Hydraulic Pada Excavator Dengan Metode

- Certainty Factor,” *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 2, p. 140, 2019, doi: 10.32672/jnkkti.v2i2.1557.
- [4] J. Informasi, B. P. Putra, and Y. Yunus, “Sistem Pakar dalam Mendiagnosis Penyakit Mata dengan Menggunakan Metode Forward Chaining,” vol. 3, pp. 128–133, 2021, doi: 10.37034/jidt.v3i3.122.
- [5] Y. Setiowati and A. Helen, “Klasifikasi Analisis Sentimen Mengenai Hotel Di Yogyakarta,” *SCAN - J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 13, no. 1, 2018, doi: 10.33005/scan.v13i1.1052.
- [6] F. Dwiramadhan, M. I. Wahyuddin, and D. Hidayatullah, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit Kucing Menggunakan Metode Naive Bayes Berbasis Web,” *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 6, no. 3, pp. 429–437, 2022, doi: 10.35870/jtik.v6i3.466.
- [7] A. W. Attabi, L. Muflikhah, and M. A. Fauzi, “Penerapan Analisis Sentimen untuk Menilai Suatu Produk pada Twitter Berbahasa Indonesia dengan Metode Naive Bayes Classifier dan Information Gain,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 11, pp. 4548–4554, 2018.
- [8] T. F. Ramadhani, I. Fitri, and E. T. E. Handayani, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit ISPA Berbasis Web Dengan Metode Forward Chaining,” *JOINTECS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci.)*, vol. 5, no. 2, p. 81, 2020, doi: 10.31328/jointecs.v5i2.1243.
- [9] B. F. Yanto, I. Werdiningsih, and E. Purwanti, “Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Anak Bawah Lima Tahun Menggunakan Metode Forward Chaining,” *J. Inf. Syst. Eng. Bus. Intell.*, vol. 3, no. 1, p. 61, 2017, doi: 10.20473/jisebi.3.1.61-67.
- [10] P. Ananta Dama Putra, I. K. Adi Purnawan, and D. Purnami Singgih Putri, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Mata dengan Fuzzy Logic dan Naive Bayes,” *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, vol. 6, no. 1, p. 35, 2018, doi: 10.24843/jim.2018.v06.i01.p04.
- [11] S. Alim, P. P. Lestari, and R. Rusliyawati, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kakao Menggunakan Metode Certainty Factor Pada Kelompok Tani Pt Olam Indonesia (Cocoa) Cabang Lampung,” *J. Data Min. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, p. 26, 2020, doi: 10.33365/jdmsi.v1i1.798.
- [12] A. A. Perbawawati, E. Sugiharti, and M. A. Muslim, “Bayes Theorem and Forward Chaining Method On Expert System for Determine Hypercholesterolemia Drugs,” *Sci. J. Informatics*, vol. 6, no. 1, pp. 116–124, 2019, doi: 10.15294/sji.v6i1.14149.
- [13] A. Sucipto, S. Ahdan, and A. Abyasa, “Usulan Sistem untuk Peningkatan Produksi Jagung menggunakan Metode Certainty Factor,” *Prosiding-Seminar Nas. Tek. Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, no. November 2019, pp. 478–488, 2020.
- [14] J. B. Sanger *et al.*, “PENGEMBANGAN SISTEM PAKAR UNTUK MENGIDENTIFIKASI,” vol. 14, no. 1, 2017.
- [15] A. Anggrawan, S. Satuang, and M. N. Abdillah, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ayam Broiler Menggunakan Forward Chaining dan Certainty Factor,” *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 20, no. 1, pp. 97–108, 2020, doi: 10.30812/matrik.v20i1.847.
- [16] N. Kadek, “IMPLEMENTASI FORWARD CHAINING UNTUK MENDIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN KOPI,” vol. 1, no. 2, pp. 88–97, 2020.
- [17] H. W. Putra, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ginjal Dengan Metoda Forward Chaining,” *J. Sains dan Inform.*, vol. 5, no. 1, p. 7, 2019, doi: 10.22216/jsi.v5i1.4081.
- [18] D. Fitriati and I. Gibran, “SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT MENINGITIS,” vol. 12, no. 1, pp. 46–50, 2021.
- [19] L. Setiyani, “Pengujian Sistem Informasi Inventory Pada Perusahaan Distributor Farmasi Menggunakan Metode Black Box Testing,” *Techno Xplore J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2019, doi: 10.36805/technoxplore.v4i1.539.
- [20] E. D. Widiyanto, Y. W. Zaituun, and I. P. Windasari, “Aplikasi Sistem Pakar Pendeteksi Penyakit Tuberkulosis Berbasis Android,” *Khazanah Inform. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 1, p. 47, 2018, doi: 10.23917/khif.v4i1.5496.