

# SISTEM PAKAR KERUSAKAN BARANG RUMAH TANGGA (MESIN CUCI, AC & KULKAS) BERBASIS FORWARD CHAINING

<sup>1</sup>Admi Syarif, <sup>2</sup>Novita Dwilestari, <sup>3</sup>Akmal Junaidi, <sup>4</sup>Rico Andrian

<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Ilmu Komputer, FMIPA, Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro, Gedong Meneng, Rajabasa,

kota Bandar Lampung, Lampung, Indonesia, 35145

<sup>1</sup>admi.syarif@fmipa.unila.ac.id

## **Abstract**

*In the last few decades, the use of household electronic goods (Air Conditioner (AC), Washing Machine, and Refrigerator) has increased significantly. Since these devices are used continuously, those might be very susceptible to damage. This study aims to develop a web-based expert system that capable to diagnose and provide information for possible solutions. The system adopts the forward chaining approaches on the PHP language. The effectiveness of the system was evaluated by using 30 test problems (10 refrigerators, 10 washing machines, and 10 air conditioners). The experimental results are compared to those given by expert. It shown that the system can solve problems effectively.*

**Keywords:** Expert System, Artificial Intelligence, Electronics, Forward Chaining

## **Abstrak**

*Dalam beberapa dekade terakhir, penggunaan barang elektronik rumah tangga (Air Conditioner (AC), Mesin Cuci dan Kulkas) meningkat meningkat sangat signifikan. Karena alat elektronik tersebut digunakan secara terus menerus, sehingga sangat rentan kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan system pakar berbasis web yang mampu mendiagnosa kerusakan dan memberikan informasi solusi perbaikan yang mungkin dilakukan. Sistem ini dikembangkan dengan mengadopsi metode penalaran maju (forward chaining) dalam bahasa PHP. Sistem diujicobakan dengan menggunakan 30 jenis kerusakan (10 kulkas, 10 mesin cuci dan 10 AC). Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan hasil yang diberikan oleh pakar. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem mampu membantu penyelesaian masalah secara efektif.*

**Kata kunci:** Sistem Pakar, Kecerdasan Buatan, Barang Elektronik, Forward Chaining

## 1. PENDAHULUAN

Barang elektronik telah menjadi kebutuhan penting bagi tiap individu. Di Indonesia, angka penjualan barang elektronik pada tahun 2020 meningkat 80 persen dari tahun sebelumnya [1]. Sumber lain menyebutkan bahwa pembelian barang elektronik di toko online juga telah menembus 6.91 miliar dolar pada tahun 2020 [2]. Beberapa barang elektronik yang sangat banyak digunakan dalam kegiatan sehari-hari diantaranya adalah: kulkas, mesin cuci, dan *Air Conditioner (AC)*. Seiring dengan meningkatnya penggunaan barang elektronik, berbagai permasalahan fungsional terkait barang elektronik juga meningkat pesat. Permintaan perbaikan barang-barang elektronik meningkat pesat di tahun dari tahun ke tahun. Keterbatasan jumlah teknisi berakibat sering kerusakan barang elektronik yang dilakukan oleh teknisi terkadang membutuhkan waktu lama.

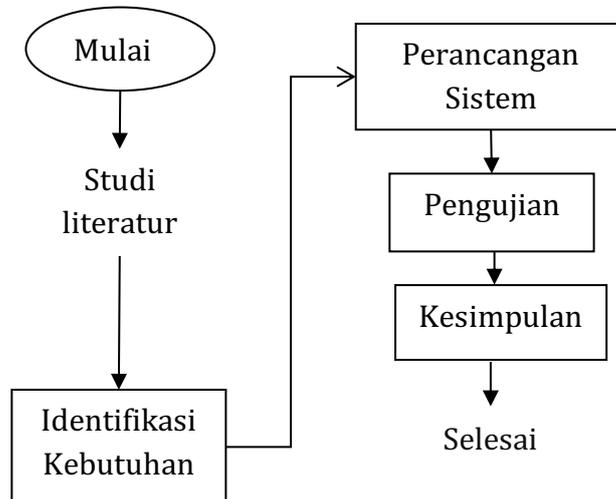
Sistem pakar adalah salah satu cabang dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang saat ini penggunaan semakin populer [3]. Sistem pakar terbukti mampu menyelesaikan berbagai masalah dengan tanpa bantuan seorang ahli secara langsung [4]. Terdapat dua metode penalaran yang biasanya digunakan pada aplikasi sistem pakar yaitu metode runut maju (*Forward chaining*) dan runut mundur (*Backward chaining*). Metode runut maju merupakan metode penalaran yang paling sering digunakan pada aplikasi sistem pakar.

Berbagai aplikasi metode *forward chaining* untuk mendiagnosa kerusakan elektronik diantaranya, diantaranya AC [5], televisi tabung [6] dan televisi berwarna [4]. Penelitian lain yang mengaplikasikan sistem pakar pada bidang kesehatan dan perawatan wajah dilakukan oleh Kusbianto [7]. Sistem diujikan dengan menggunakan 12 data penyakit dan diperoleh hasil tingkat efektifitas 83%. Sistem pakar pendeteksi kerusakan *hardware* laptop berbasis *android* juga dikembangkan oleh Savitri [8]. Sistem pakar yang mampu memberikan informasi berbagai kejahatan, ketentuan hukum, serta sanksi-sanksi tindak pidana juga telah dilaporkan oleh Putri [9]. Hasil-hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sistem pakar dengan penalaran *forward chaining* sangat efektif [10].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar berbasis web yang mampu mendiagnosa kerusakan/masalah pada beberapa barang-barang elektronik rumah tangga sekaligus (Mesin Cuci, AC, dan Kulkas). Sistem ini dibuat dengan mengadopsi metode penalaran maju (*forward chaining*) dengan bahasa pemrograman PHP. Sistem diujikan dengan menggunakan 30 jenis kerusakan pada barang elektronik (10 kulkas, 10 mesin cuci dan 10 AC). Hasil yang diperoleh selanjutnya dibandingkan dengan informasi dari pakar. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan baik dan memberikan tingkat efektifitas 100%.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, kami menggunakan metode *waterfall* yang merepresentasikan siklus hidup klasik (*classic life cycle*) yang sistematis dan juga berurutan [11]. Beberapa tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah:



Gambar 1. Tahapan penelitian

### 2.1. Basis Pengetahuan

Proses penalaran runut maju digunakan dengan menampilkan sekumpulan data gejala yang meyakinkan untuk mencapai konklusi akhir. Runut maju biasa disebut pencarian yang dimotori oleh data-data (*data driven*). Pengimplementasian mesin inferensi *forward chaining* dimulai dari indentifikasi barang elektronik yang mengalami kerusakan terlebih dahulu. Proses selanjutnya adalah menampung input dari *user* sebagai kaidah rule pada *working memory*. Sistem akan mengecek kembali berdasarkan inputan yang telah ditampung untuk kemudian menampilkan penyakit dan solusi beserta cara perawatannya.

Pada penelitian ini, fakta yang ada dicocokkan dengan bagian *If* dari *rule If-Then* [13]. Bila ada fakta yang cocok dengan bagian *If*, maka *rule* tersebut dieksekusi. Setiap *rule* hanya dieksekusi sekali dan Proses pencocokan berhenti bila tidak ada lagi *rule* yang bisa dieksekusi [14]. Kami menggunakan fakta dan pengetahuan berupa gejala-gejala. Fakta dan pengetahuan yang telah didapatkan akan disubstitusikan sebagai *knowledge engineer* menjadi basis pengetahuan sistem. Sumber pengetahuan dan fakta diperoleh melalui wawancara dengan pakar (teknisi) barang elektronik dan studi literatur.

### 2.1.1 Data Pengetahuan

Untuk mendapatkan data pengetahuan terkait Gejala, Jenis kerusakan, penyebab dan solusi untuk barang elektronik dimaksud, kami mewawancarai pakar. Hasil yang diperoleh dituangkan pada Tabel berikut:

Tabel 1. Data Gejala, Jenis kerusakan, penyebab dan solusi Kulkas

Gejala	Kerusakan	Penyebab	Solusi
(GKK1) Kompresor tidak bekerja	(DKK1) Tidak ada aliran listrik.	(PKK1) Sekring putus, stiker terlepas.	(SKK1) Periksa aliran listrik, ganti sekring baru.
(GKK2) Kompresor bekerja sebentar lalu berhenti	(DKK2) Terjadi kebocoran freon, atau rak freezer.	(PKK2) Kulkas kurang dingin	(SKK2) Isi cairan Freon, periksa rak freezer.
(GKK3) Kompresor bekerja terus menerus	(DKK3) Tegangan tidak sesuai	(PKK3) Kumpuran korsleting, kompresor kurang pelumas, dan motor tidak bekerja.	(SKK3) Tegangan 10% dari voltase plat nama, periksa kumpuran, pelumas diisi, periksa fan.
(GKK4) Lampu dalam tidak menyala	(DKK4) Pintu kulkas sering dibuka.	(PKK4) Katup rusak, kondensor kotor, motor evaporator tidak bekerja	(SKK4) Periksa tekanan dan kapasitas, periksa fan motor dan switchnya.
(GKK5) Lampu dalam kulkas menyala	(DKK5) <i>Dew point</i> atau <i>cabinet heater</i> tidak bekerja.	(PKK5) Isolasi dinding berembun/basah, makanan banyak air.	(SKK5) Tambah isolasi dan air kondensasi, periksa <i>heater</i> , perbaiki karet pintu.
(GKK6) Kulkas tidak dingin	(DKK6) Saluran tersumbat	(PKK6) Air masuk ke dalam kabin.	(SKK6) Bersihkan saluran, es dari evaporator, perbaiki posisinya
(GKK7) Dinding kulkas berembun / ada airnya	(DKK7) Kompresor rusak	(PKK7) Komponen kulkas bermasalah.	(SKK7) Ganti baru kompresor.
(GKK8) Ada air mengembun	(DKK8) Suhu dalam kulkas dingin sekali.	(PKK8) Tombol defrost ditekan kurang keras, timer motor tidak bekerja, defrost heater rusak.	(SKK8) Periksa pengatur suhu, periksa timer motor dan <i>defrost heater</i> , rusak ganti baru.
(GKK9) Air mengalir dari bagian bawah kulkas	(DKK9) Pengaturan <i>thermostat</i> terlalu maksimal.	(PKK9) Bulp dari pengatur tidak menempel, temperatur suhu >20°	(SKK9) Bulp dikeraskan pada evaporator dan dibersihkan.
(GKK10) Tidak bisa terjadi defrost	(DKK10) Ada air yang tumpah dan mengenai alat listrik	(PKK10) Kabel putus atau terlepas	(SKK10) Hindari air tumpah pada alat, periksa semua kabel.
(GKK11) Waktu defrost terlalu cepat	(DKK11) Fan motor rusak.	(PKK11) Tingkar kedinginan kulkas tidak sesuai suhu	(SKK11) Ganti fan motor dengan yang baru

(GKK12) Kontak listrik terus menerus.	(DKK12) Thermostat rusak.	(PKK12) Terjadi pencairan es	(SKK12) Ganti thermostat.
(GKK13) Tercium bau menyengat	(DKK13) Ada perkabelan yang terkelupas	(PKK13) Induksi pada <i>body</i> kulkas	(SKK13) Periksa perkabelan, tambahkan arde.
(GKK14) Bau kabel terbakar	(DKK14) <i>Sparepart</i> atau fan motor terbakar, sambungan kabel terbakar	(PKK14) Menimbulkan bau hangus yang menyengat.	(SKK14) Periksa sparepart dan sambungan perkabelan.
(GKK15) Termis/MCB turun	(DKK15) Defrost heater rusak	(PKK15) Terjadinya pencairan es.	(SKK15) Ganti defrost heater dengan yang baru
(GKK16) Terjadi pembekuan es di ruangan freezer	(DKK16) Pintu kulkas tidak rapat	(PKK16) Suhu dalam kulkas tidak dingin	(SKK16) Periksa pintu kulkas, perbaiki jika ada yang kurang rapat
(GKK17) Freezer mengeluarkan minyak pelumas	-	-	-
(GKK18) Kulkas dingin tetapi kurang maksimal	-	-	-
(GKK19) Terdapat bunga es di dalam freezer	-	-	-
(GKK20) Angin kulkas tidak bekerja secara maksimal	-	-	-

Tabel 2. Data Gejala, Jenis kerusakan, penyebab dan solusi Mesin Cuci

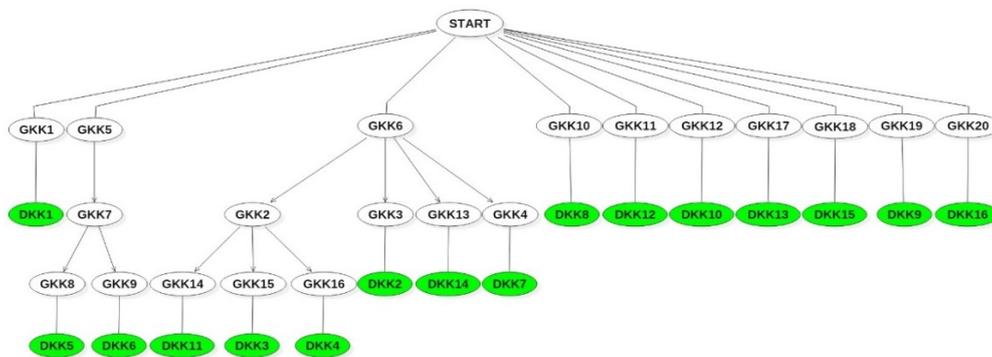
Gejala	Kerusakan	Penyebab	Solusi
(GMC1) Mesin cuci mati total	(DMC1) Tali/belt penghubung motor rusak	(PMC1) As pemutar pakaian tidak berputar	(SMC1) Periksa tali/belt penghubung, jika rusak diganti baru.
(GMC2) Tabung pencuci tidak dapat berputar	(DMC2) - Kapasitor rusak, timer kotor, belt longgar.	(PMC2) Tabung pemutar pakaian berputar lambat	(SMC2) Periksa kapasitor, timer dan belt penghubung.
(GMC3) Tabung pengering tidak dapat berputar	(DMC3) Dinamo mesin cuci rusak	Ada komponen mesin cuci yang tidak berfungsi.	(SMC3) Ganti dinamo mesin cuci.
(GMC4) Tabung pencuci berputar sangat lambat	(DMC4) Van belt rusak/kendor, pemanas rusak.	(PMC4) Komponen mesin cuci tidak berfungsi.	(SMC4) Periksa van belt, periksa pemanas mesin/pengeringnya.
(GMC5) Tabung pengering berputar sangat lambat	(DMC5) Gear box rusak, van belt kendor, kapasitor, motor dinamo lemah, atau voltase rendah.	(PMC5) Komponen mesin cuci ada yang kendor.	(SMC5) Ganti gear box yang rusak, periksa van belt, ganti kapasitor, ganti motor dinamo, cek voltase.

(GMC6) Suara berisik	(DMC6) Posisi mesin cuci miring, pakaian di tabung tidak teratur.	(PMC6) Baut mesin cuci ada yang kendur.	(SMC6) Atur kaki mesin cuci, atur pakaian di dalam tabung, periksa baut mesin cuci.
(GMC7) Motor pencuci tiba-tiba berhenti	(DMC7) Terlalu banyak pakaian di dalam tabung.	(PMC7) Kapasitas pakaian tidak sesuai dengan program.	(SMC7) Kurangi pakaian pada tabung pencuci, atur program yang sesuai.
(GMC8) Motor pengering tiba-tiba berhenti	(DMC8) Selang pembuangan air rusak.	(PMC8) Tabung pengering tidak berfungsi	(SMC8) Tutup mesin cuci, atur posisi selang pembuangan (ketinggian 80-120cm).
(GMC9) Kontak bodi	(DMC9) Tekanan air terlalu rendah.	(PMC9) Katup rusak, selang air bocor atau tersumbat.	(SMC9) Periksa tekanan air, periksa kebocoran selang air.
(GMC10) Tercium bau hangus/kabel terbakar	(DMC10) Terjadi penyumbatan kotoran.	(PMC10) Selang air tertekuk.	(SMC10) Periksa selang air, pastikan selang tidak tertekuk, periksa rongga selang.
(GMC11) Getaran tidak normal	(DMC11) pembilasan tidak bersih, detergen sering berlebihan, jarang dibersihkan	(PMC11) Mesin cuci tidak terjaga kebersihannya.	(SMC11) Buka penutup setelah digunakan, membilas secara bersih, hindari detergen berlebihan, bersihkan mesin.
(GMC12) Proses pencuci bermasalah	(DMC12) Sil air rusak	(PMC12) Kinerja mesin cuci berkurang.	(SMC12) Ganti sil air dengan yang baru
(GMC13) Proses pengering bermasalah	(DMC13) Terdapat kotoran pada tabung.	(PMC13) Saluran pembuangan air bermasalah.	(SMC13) Periksa saluran, jika ada sumbatan bersihkan.
(GMC14) Tidak dapat melakukan pengisian air			
(GMC15) ari tidak dapat dikosongkan			
(GMC16) Mesin mengeluarkan bau			
(GMC17) Air menetes ke dinamo pengering			
(GMC18) Saluran pembuangan tidak keluar			

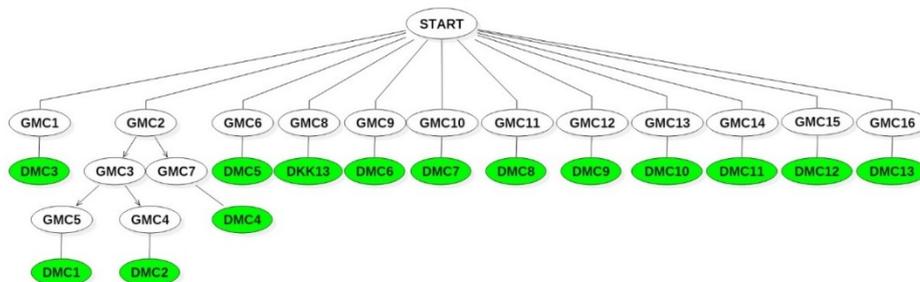
Tabel 3. Data Gejala, Jenis kerusakan, penyebab dan solusi kerusakan AC

Gejala	Kerusakan	Penyebab	Solusi
(GAC1) AC mati total atau konsleting	(DAC1) Tidak adanya daya listrik.	(PAC1) Traffo bermasalah.	(SAC1) Periksa stop kontak dan sekring, buka <i>indoor AC</i> , traffo, jika rusak diganti baru.
(GAC2) AC sering menyala dan mati sendiri	(DAC2) Komponen AC ada yang kendor atau rusak.	(PAC2) Blower kotor, suara dari tumpuannya akibat evaporator.	(SAC2) Bersihkan blower dan kondensor, periksa komponen AC.
(GAC3) AC tidak dingin	(DAC3) Saringan/filter kotor, evaporator kotor, Freon AC sudah habis.	(PAC3) Komponen AC tidak berfungsi.	(SAC3) Cuci saringan filter, bersihkan evaporator, isi freon sesuai data yang ada pada AC.
(GAC4) AC berhenti mendadak	(DAC4) Terjadi kebocoran Freon	(PAC4) Freon kekurangan cairan.	(SAC4) Isi cairan freon pada AC.
(GAC5) Unit <i>indoor</i> mengeluarkan uap	(DAC5) Faktor lingkungan kurang memadai.	(PAC5) Komponen AC bermasalah dan menimbulkan uap.	(SAC5) Cuci komponen AC secara rutin, lalu isi freon AC.
(GAC6) Unit <i>indoor</i> terjadi kebocoran	(DAC6) Kelembapan udara sangat tinggi atau kondensasi air berlebihan.	(PAC6) Pipa pembuangan air kendor atau tersumbat	(SAC6) Perbaiki pipa pembuangan air, cuci bersih AC secara rutin.
(GAC7) Kipas <i>indoor</i> tidak hidup	(DAC7) Tidak ada tegangan listrik.	(PAC7) Modul PCB rusak.	(SAC7) Ganti modul PCB yang rusak, periksa aliran listrik.
(GAC8) Unit <i>indoor</i> tidak mau hidup	(DAC8) Kapasitor mati, protektor putus.	(PAC8) Kompresor bermasalah.	(SAC8) Periksa kapasitornya, jika rusak diganti baru, periksa protektornya dan ganti kompresor.
(GAC9) Unit <i>outdoor</i> tidak mau hidup	(DAC9) AC mengalami gangguan petir atau gelombang radio.	(PAC9) AC tiba-tiba berhenti.	(SAC9) Matikan stop kontak, kemudian nyalakan kembali.
(GAC10) Air menetes dari dalam ruangan	(DAC10) Kapasitor rusak, kompresor rusak, fan motor <i>outdoor</i> rusak, modul PCB rusak.	(PAC10) Kinerja AC menurun.	(SAC10) Ganti kapasitor, kompresor, fan motor, dan modul PCB jika rusak.
(GAC11) <i>Remote</i> tidak berfungsi normal.	(DAC11) Saluran pembuangan air mampet	(PAC11) AC tersumbat	(SAC11) Periksa saluran pembuangan air, jika ada yg tersumbat segera bersihkan.
(GAC12) AC mengeluarkan	(DAC12) Fan motor blower	(PAC12) AC berdebu/tidak	(SAC12) Ganti fan motor blower, bersihkan

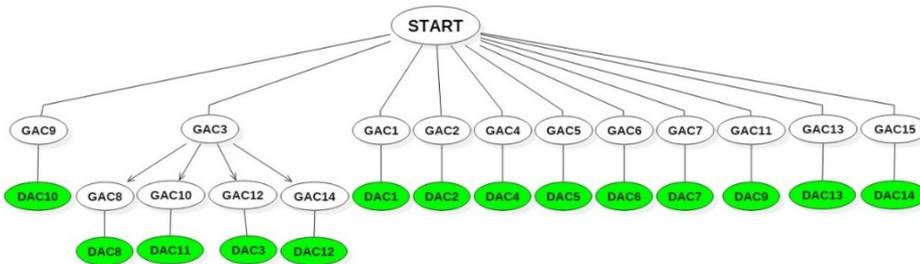
bunga es pada pipa AC	rusak, indoor unit kotor, kebocoran Freon	terawatt kebersihannya.	indoor unit, periksa freon jika terjadi kebocoran, segera isi freon pada AC
(GAC13) AC mengeluarkan bunyi berisik	(DAC13) Fan motor kondensor rusak	(PAC13) AC berisik	(SAC13) Periksa fan motor kondensor, jika rusak diganti yang baru
(GAC14) Terjadi blok es pada indoor AC	(DAC14) Ruangan terlalu besar atau pintu ruangan terbuka.	(PAC14) AC kurang dingin	(SAC14) Tutup pintu ruangan agar udara dari AC tidak keluar, tambah daya pada AC
(GAC15) AC dingin tidak sesuai temperatur suhu			



(a)



(b)



(c)

Gambar 8. Pohon Keputusan (a) kulkas (b) Mesin cuci (c) Air Conditioner (AC)

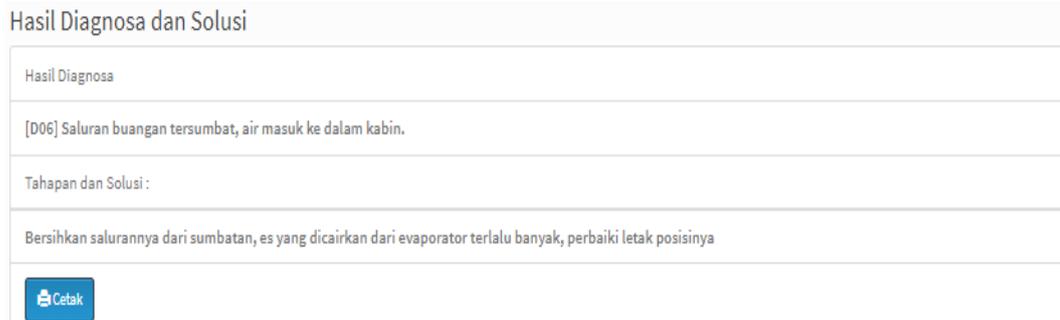
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode *forward chaining* berbasis web untuk mendiagnosa kerusakan barang elektronik rumah tangga (Mesin Cuci, AC, dan Kulkas) diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman PHP, Database Mysql, dan dijalankan pada Laptop ASUS A407U INTEL CORE i3 dan 4GB RAM.

Berikut ini adalah *user interface* menu utama pada diagnosa dan hasil diagnosa kerusakan.

Gambar 2. Antarmuka diagnosa barang elektronik

Pada menu system diatas, sistem menampilkan pilihan gejala kerusakan berdasarkan kategori barang elektronik. Gejala-gejala tersebut didapat berdasarkan basis pengetahuan yang dibuat berdasarkan informasi dari pakar. Setelah memilih gejala terkait, sistem akan menampilkan hasil diagnosa. Berikut tampilan hasil diagnosa sesuai jenis barang elektronik.



Gambar 3. Antarmuka Hasil Diagnosa Barang Elektronik

Pada penelitian ini, eksperimen dilakukan dengan menggunakan 30 jenis kerusakan pada barang elektronik (10 Kulkas, 10 Mesin Cuci & 10 AC). Sebelum nua, kami mengkonfirmasi jenis kerusakan dan solusi kepada pakar. Hasil yang diberikan oleh sistem dibandingkan dengan hasil yang diberikan oleh pakar. Perbandingan hasil eksperimen ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 4. Hasil eksperimen pada sistem

Rule	Gejala	Hasil		Status
		Sistem	Pakar	
1.	GKK5,GKK7,GKK8	DKK5	DKK5	VALID
2.	GKK5, GKK7, GKK9	DKK6	DKK6	VALID
3.	GKK6, GKK3	DKK2	DKK2	VALID
4.	GKK6, GKK2, GKK16	DKK4	DKK4	VALID
5.	GKK17	DKK13	DKK13	VALID
6.	GKK6, GKK13	DKK14	DKK14	VALID
7.	GKK12	DKK10	DKK10	VALID
8.	GKK19	DKK9	DKK9	VALID
9.	GKK6, GKK4	DKK7	DKK7	VALID
10.	GKK20	DKK16	DKK16	VALID
11.	GMC12	DMC9	DMC9	VALID
12.	GMC2, GMC3, GMC5	DMC1	DMC1	VALID
13.	GMC2, GMC7	DMC4	DMC4	VALID
14.	GMC1	DMC3	DMC3	VALID
15.	GMC2, GMC3, GMC4	DMC2	DMC2	VALID
16.	GMC15	DMC12	DMC12	VALID
17.	GMC13	DMC10	DMC10	VALID
18.	GMC9	DMC6	DMC6	VALID
19.	GMC16	DMC13	DMC13	VALID
20.	GMC8	DKK13	DKK13	VALID
21.	GAC3, GAC8	DAC8	DAC8	VALID
22.	GAC3, GAC12	DAC3	DAC3	VALID
23.	GAC3, GAC10	DAC11	DAC11	VALID
24.	GAC7	DAC7	DAC7	VALID
25.	GAC13	DAC13	DAC13	VALID
26.	GAC3, GAC14	DAC12	DAC12	VALID
27.	GAC6	DAC6	DAC6	VALID
28.	GAC2	DAC2	DAC2	VALID
29.	GAC15	DAC14	DAC14	VALID
30.	GAC9	DAC10	DAC10	VALID

Berdasarkan tabel di atas, maka dapat disimpulkan bahwa dari 30 data gejala kerusakan (10 Kulkas, 10 Mesin Cuci dan 10 AC) terdapat keseluruhan 30 data berstatus valid dan 0 data berstatus tidak valid . Hal tersebut dapat dibuktikan dengan persentase rumus berikut :

$$Akurasi = \frac{\text{Total Data Valid}}{\text{Total Rule}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Dengan demikian, hasil ini menunjukkan bahwa akurasi dari 30 data uji tersebut adalah 100% valid. Dengan demikian kita dapat meyakini bahwa sistem ini sangat efektif.

#### 4. SIMPULAN

Penelitian ini telah mengembangkan Sistem pakar berbasis web yang mampu mendiagnosa kerusakan barang elektronik (Mesin Cuci, Kulkas dan AC). Sistem dikembangkan menggunakan Bahasa PHP dengan mengadopsi metode *forward*. Eksperimen menggunakan 30 data jenis kerusakan (mesin cuci, ac & kulkas) telah dilakukan. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa system ini sangat efektif) dengan tingkat 100% valid.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya atas penggunaan fasilitas Laboratorium Komputasi Dasar, Jurusan Ilmu Komputer, Universitas Lampung dalam mendukung penelitian ini dan atas kesediaan Bapak Mayulis yang telah menyumbangkan pengetahuan praktisnya untuk sistem pakar ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Hidayatullah and F. Cynthia, "Penjualan barang elektronik mulai membaik, ditopang e-commerce," *Industri Elektronik*, Mar. 16, 2021. <https://lokadata.id>.
- [2] Hootsuite, "Digital in Indonesia: All the Statistics You Need in 2021 — DataReportal – Global Digital Insights," *Dataportal*. p. 103, 2021,.
- [3] I. H. Al Amin and S. Suhartono, "Sistem Pakar Mendeteksi Kerusakan Rambut Menggunakan Basis Aturan (Rule Base Reasoning) dengan Metode Forward Chaining," *JURNAL SISTEM INFORMASI BISNIS*, vol. 2, no. 3, pp. 134–138, 2014, doi: 10.21456/vol2iss3pp134-138.
- [4] G. A. D. Sugiharni and D. G. H. Divayana, "Pemanfaatan Metode Forward Chaining Dalam Pengembangan Sistem Pakar Pendiagnosa Kerusakan Televisi Berwarna," *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, vol. 6, no. 1, p. 20, 2017, doi: 10.23887/janapati.v6i1.9926.
- [5] A. D. Putri and D. Suhendra, "Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Kerusakan Air Conditioner Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web," *INOVTEK Polbeng - Seri Informatika*, vol. 1, no. 2, p. 148, 2016, doi: 10.35314/isi.v1i2.134.
- [6] R. Septianto, "Sistem Pakar Diagnosis Kerusakan Pada Televisi ( Tv ) Tabung Menggunakan Metode Forward Chaining," *Techno Nusa Mandiri*, vol. 13, no. 2,

- pp. 52–63, 2016.
- [7] D. Kusbianto, R. Ardiansyah, and D. A. Hamadi, “Implementasi Sistem Pakar Forward Chaining Untuk Identifikasi Dan Tindakan Perawatan Jerawat Wajah,” *Jurnal Informatika Polinema*, vol. 4, no. 1, p. 71, 2017, doi: 10.33795/jip.v4i1.147.
  - [8] P. Savitri, “Implementasi Metode Forward Chaining Dalam Sistem Pendeteksi Kerusakan Hardware Pada Komputer Dan Laptop Berbasis Android,” *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 3, no. 1, pp. 46–55, 2018, doi: 10.32897/infotronik.2018.3.1.7.
  - [9] A. D. Putri and D. Pratama, “Sistem Pakar Mendeteksi Tindak Pidana Cybercrime Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web Di Kota Batam,” *Edik Informatika*, vol. 3, no. 2, pp. 197–210, 2017.
  - [10] I. Akil, “Analisa Efektifitas Metode Forward Chaining Dan Backward chaining pada sistem pakar,” *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, vol. 13, no. 1, pp. 35–42, 2017.
  - [11] D. S. Purnia, A. Rifai, and S. Rahmatullah, “Penerapan Metode Waterfall dalam Perancangan Sistem Informasi Aplikasi Bantuan Sosial Berbasis Android,” *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2019*, vol. 4, no. 2, pp. 1–7, 2019.
  - [12] H. Nur, “Penggunaan Metode Waterfall Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan,” *Generation Journal*, vol. 3, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.29407/gj.v3i1.12642.
  - [13] D. Nur, Yahya, “Perancangan Sistem Pakar Penyuluh Diagnosa Hama Padi dengan Metode Forward Chaining,” *Jurnal Teknik Elektro Unnes*, vol. 7, no. 1, pp. 30–36, 2015, doi: 10.15294/jte.v7i1.8590.
  - [14] M. Yusup, T. Kristiana, and A. T. P. Data, “Perancangan Sistem Pakar Diagnosis Kerusakan Playstation 3™ Berbasis Web dengan Metode Forward Chaining,” *Jurnal Telematika*, vol. 14, no. 2, pp. 87–94, 2019.