

SISTEM PAKAR UNTUK MENGANALISIS KERUSAKAN AIR CONDITIONER DENGAN MENGUNAKAN METODE *FORWARD CHAINING*

EXPERT SYSTEM TO ANALYZE AIR CONDITIONER DAMAGE USING THE
METHOD FORWARD CHAINING

M. Irfan Aldy Nasution*¹

^{1,2}Universitas Potensi Utama; JL. KL. Yos Sudarso Km. 6,5 No. 3-A, Tanjung Mulia, Tj. Mulia,
Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara 20241

³Jurusan Informatika, FTIK UPU, Sumatera Utara

e-mail: *¹aldy.irfan16@gmail.com

Abstrak

Air conditioner (AC) adalah alat penyejuk ruangan yang digunakan sudah hampir banyak pada kalangan masyarakat terutama pada instansi-instansi seperti perkantoran, kampus, dan lain-lain. Metode penelitian yang digunakan adalah Sistem Pakar yang melatarbelakangi untuk menganalisis dalam kerusakan pada AC. Kerusakan yang telah didapat dari pakar akan dimasukkan ke dalam sebuah sistem yang nantinya akan digunakan oleh para teknisi AC, bahkan sistem tersebut juga akan digunakan ke masyarakat. Sistem pakar juga merupakan cabang dari Artificial Intelligence (AI). Data yang diperoleh dari pakar memiliki 24 gejala, 15 kerusakan, dan 14 solusi untuk masalah pada AC. Kemudian dilanjutkan dibuatnya aplikasi sistem pakar menganalisis kerusakan AC dengan bahasa pemrograman PHP dan database dari MySQL didalam XAMPP. Untuk akurasi hasilnya sudah sangat tepat meskipun masyarakat atau teknisi tidak selamanya mengalami semua gejala yang ada pada pertanyaan, itu disebabkan sistem menggunakan AI yang merupakan sebuah mesin ahli yang dapat berperilaku seperti layaknya manusia cerdas.

Kata kunci— Sistem Pakar, AC, *Forward Chaining*, PHP, MySQL

Abstract

Air conditioners (AC) are air conditioning devices that are used by almost a lot of people, especially in institutions such as offices, campuses, and others. The research method used is the Expert System as the background to analyze the damage to the AC. The damage that has been obtained from the expert will be entered into a system that will later be used by AC technicians, even the system will also be used by the public. Expert systems are also a branch of Artificial Intelligence (AI). The data obtained from the expert has 24 symptoms, 15 malfunctions, and 14 solutions to problems with the air conditioner. Then proceed with making an expert system application to analyze AC damage with the PHP programming language and MySQL database in XAMPP. For accuracy, the results are very precise, even though the public or technicians don't always experience all the symptoms in the question, that's because the system uses AI which is an expert machine that can behave like intelligent humans.

Keywords— Expert System, AC, *Forward Chaining*, PHP, MySQL

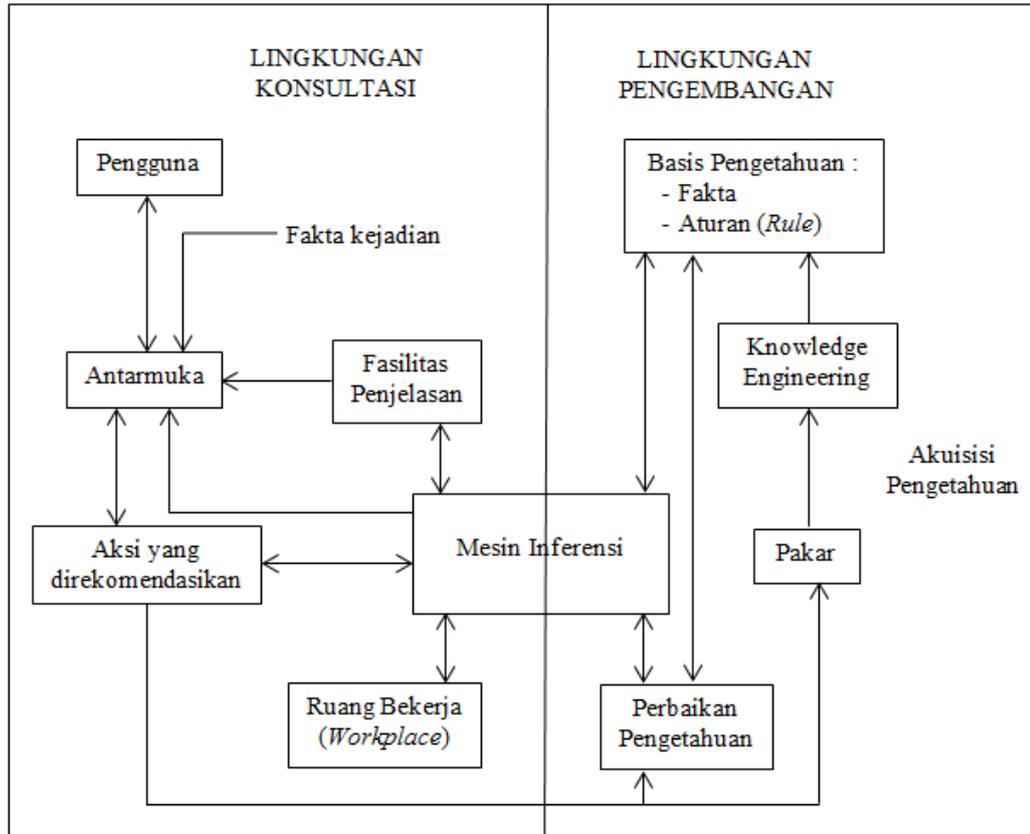
1. PENDAHULUAN

Air conditioner (AC) adalah alat penyejuk ruangan yang digunakan sudah hampir banyak pada kalangan masyarakat terutama pada instansi-instansi seperti perkantoran, kampus, dan lain-lain. AC merupakan sebuah sistem yang dapat mengatur naik turunnya suhu di udara pada sebuah ruangan[1]. Perkembangan pada AC sudah semakin pesat sehingga banyak pilihan untuk bagi kalangan masyarakat. Karena meningkat penggunaannya pada kalangan masyarakat, maka banyak juga kerusakan yang terjadi. Hampir seluruh masyarakat yang menggunakan AC mengeluh karena kerusakan yang dialami. Maka diperlukan sebuah Sistem Pakar yang dapat membantu dalam pengerjaan untuk memperbaiki kerusakan tersebut.

Sistem Pakar merupakan sebuah sistem yang memberikan informasi yang menggunakan komputer melalui fakta-fakta dan penelusuran yang akan memecahkan sebuah masalah[2]. Inti dari Sistem Pakar ini adalah yang direpresentasikan pengetahuan dari seorang pakar dengan penyusunan atas fakta dan kaidah[3]. Sistem pakar juga merupakan cabang dari *Artificial Intelligence* (AI)[4]. Kecerdasan buatan merupakan sebuah kawasan penelitian, aplikasi, dan instruksi yang berkaitan dengan pemrograman komputer yang bisa melakukan kegiatan manusia[5]. Sistem Pakar ini didukung dengan metode-metode yang salah satunya metode *Forward Chaining*[6]. *Forward Chaining* adalah salah satu teknik yang mengumpulkan semua pengetahuan sesuai fakta dengan bergerak maju dan menjadikan sebuah *rule* yang nantinya bisa menghasilkan sebuah kesimpulan dan solusi yang tepat[7]. *Forward Chaining* merupakan penelusuran berdasarkan fakta yang akhirnya menjadi kesimpulan[8]. Untuk menganalisa Sistem Pakar berlandaskan metode *Forward Chaining* dengan beberapa data yang runut maju untuk menuju kesimpulan[9]. Jika ada fakta yang cocok pada bagian *IF*, maka *rule* tersebut dieksekusi, setelah itu *rule* akan menghasilkan sebuah fakta baru (bagian *THEN*) dan disimpan ke dalam database[10].

Penelitian dengan menggunakan metode *Forward Chaining* yaitu tentang mendiagnosis penyakit pada mata[11], ada juga penelitian masalah penyakit yang dialami tanaman terong belanda[12], penelitian tentang masalah penyakit kanker kulit menggunakan dua metode yaitu *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* di aplikasi akurasiya didapat 100% dalam menemukan gejala penyakit kanker kulit[13], penelitian tentang masalah pengendalian nutrisi hidroponik[14], penelitian yang membahas masalah penyakit pada tomat[15], penelitian yang membahas masalah pada penyakit diabetes *mellitus* lalu di diagnosa dengan metode *Forward Chaining*[16], penelitian masalah pada penyakit menular menggunakan dua metode yaitu *Certainty Factor* dan hasil dari akurasi dalam mendiagnosisnya sebesar 85%[17], penelitian mengenai masalah penyakit ginjal [18], penelitian membahas masalah penyakit hemofilia pada anak-anak lalu didiagnosa dengan metode *Case Based Reasoning*, [19], dan penelitian mengenai bagi ahli waris[20]. Pada penelitian-penelitian yang sudah ada sebelumnya, maka peneliti membuat sebuah Sistem Pakar yang melatarbelakangi untuk menganalisis dalam kerusakan pada AC. Penelitian ini akan dilakukan pada Balai Besar Pengembangan Latihan Kerja (BBPLK) yang terletak pada Provinsi Sumatera Utara di kota Medan.

Sistem Pakar memiliki struktur yang harus dibangun, ada dua lingkungan yang terdapat pada Sistem Pakar, yaitu lingkungan pengembangan dan lingkungan konsultasi. Sistem Pakar ini juga memiliki komponen-komponen penyusun yaitu Antarmuka Pengguna (*User Interface*), *Knowledge*, Akuisisi Pengetahuan, Mesin Inferensi, *Workplace*, Fasilitas Penjelasan, dan Perbaikan *Pengetahuan*. Adapun gambar struktur dari Sistem Pakar bisa dilihat dibawah ini[21]:

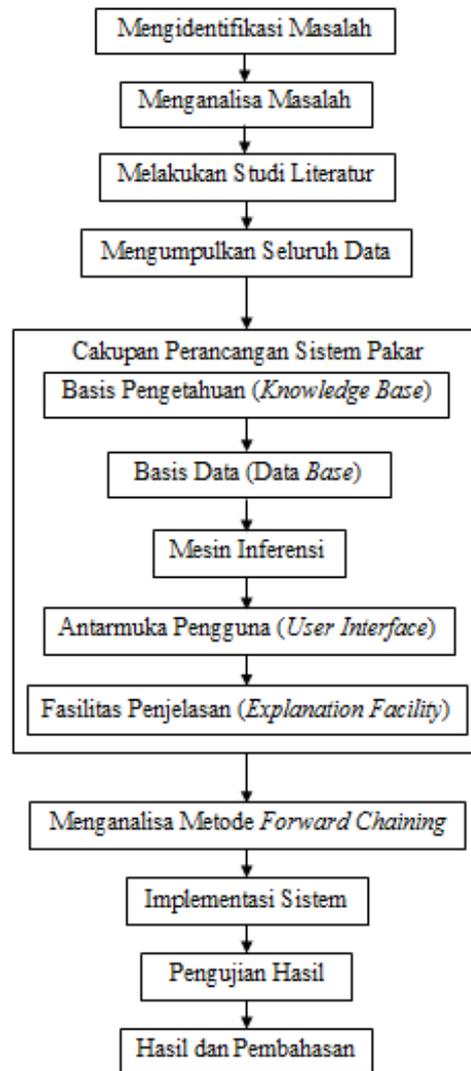


Gambar 1. Struktur Sistem Pakar

Dalam *Forward Chaining* pencarian dimulai dengan fakta yang diketahui dan mengambil fakta baru melalui *rule* yang telah diperoleh disisi jika (*if*)[22].

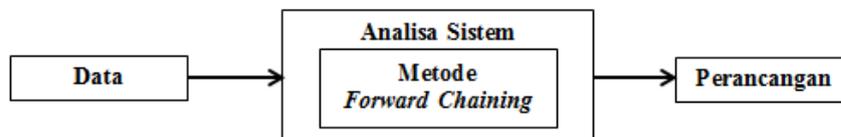
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitiannya yaitu melakukan wawancara dengan pakar dan observasi ketempat. Tempat penelitian berada di BBPLK, data yang akan diolah adalah data dari pelatihan tentang AC yang telah menjadi laporan hasil berisikan kerusakan-kerusakan pada AC dan ada juga data-data diperoleh dari pakar melalui wawancara. Berikut kerangka kerja yang akan dilakukan:



Gambar 2. Kerangka Kerja

Berdasarkan kerangka kerja penelitian, untuk mempermudah melakukan analisa dan perancangan sistem maka alur perancangannya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. Bagan Analisa dan Perancangan

Fakta yang digunakan untuk memberikan sebuah kesimpulan adalah data dari kerusakan AC, dimulai dari data gejala, kerusakan dan solusi yang didapat dari berbagai sumber. Adapun tahap proses dari *Forward Chaining* yaitu:

1. Pengumpulan data
2. Membangun tabel keputusan
3. Membangun aturan (*rule*)
4. Membuat pohon pelacakan
5. Hasil pelacakan (diagnosa)

2.1 Basis Data (*Data Base*)

Basis data adalah sebuah tempat penyimpanan pada data gejala AC dan data kerusakan AC yang didapat melalui pakar, maka sangat perlu untuk melakukan pengumpulan data pada penelitian ini. Data dari pakar dibuat dalam bentuk tabel dan diberikan kode untuk menyusun aturan-aturan (*rules*) yang pada akhirnya memberikan sebuah kesimpulan atau solusi. Berikut data yang didapat dari pakar:

Tabel 1. Data masalah AC dari pakar

No.	Kerusakan	Gejala	Solusi
1	<i>PCB</i> mengalami kerusakan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. AC tidak bekerja sama sekali. 2. Lampu <i>LED</i> pada AC berkedip-kedip. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membersihkan <i>PCB</i> kontrol menggunakan <i>contact cleaner</i>. 2. Reset aliran listrik utama pada <i>MCB</i> dengan cara mematikan aliran listrik, lalu sekitar 2-3 menit kemudian nyalakan kembali. 3. Jika tidak bisa juga perbaiki <i>PCB</i> atau mengganti dengan yang baru
2	Kerusakan pada kompresor.	<ol style="list-style-type: none"> 1. AC tidak bekerja sama sekali. 2. Kompresor mengeluarkan suara dengung sebelum AC tidak bekerja lagi. 	Cek pada bagian listrik dirumah, pastikan tidak terjadi turun naik arus listrik, jika memang sering terjadi berarti kemungkinan kompresor rusak dan ganti kompresor.
...
...
...
15	Pengaturan pada <i>remote control</i> AC belum sesuai.	<i>Remote control</i> dan AC sama-sama bekerja tetapi tidak terhubung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atur kode AC dengan <i>remote control</i> baru agar AC bisa membaca sensor dari <i>remote control</i>. 2. Jika tidak bisa, perbaiki <i>PCB</i> atau mengganti baru <i>PCB</i>

Untuk tabel 2 adalah data gejala yang diperoleh dari pakar akan diberikan kode, pengkodean diawali dengan GA01 sampai GA24, dapat dilihat tabel dibawah:

Tabel 2. Data Gejala

Kode Gejala	Nama Gejala
GA01	AC tidak bekerja sama sekali.
GA02	Lampu <i>LED</i> pada AC berkedip-kedip.
GA03	Kompresor mengeluarkan suara dengung sebelum AC tidak bekerja lagi.
GA04	AC bekerja tetapi hembusan motor <i>blower</i> tidak ada.
GA05	Motor <i>blower</i> tidak bisa di-start.
GA06	Lilitan motor <i>blower</i> putus.
GA07	Kipas <i>outdoor</i> terdengar berisik.
...	...
...	...
GA24	<i>Remote control</i> dan AC sama-sama bekerja tetapi tidak terhubung

Untuk tabel 3 tentang kerusakan AC yang didapat dari pakar akan diberikan kode, pengkodean diawali dengan KA01 sampai KA15, dapat dilihat tabel dibawah:

Tabel 3. Data Kerusakan

Kode Kerusakan	Nama Kerusakan
KA01	PCB mengalami kerusakan.
KA02	Kerusakan pada kompresor.
KA03	Kerusakan pada motor <i>blower</i> .
KA04	Kerusakan pada motor kipas.
...	...
...	...
KA15	Pengaturan pada remote control AC belum sesuai.

Dari data yang telah didapatkan dari pengumpulan data maka disimpulkan ada 24 gejala, 15 kerusakan, dan 14 solusi untuk masalah pada AC. Dari data yang telah disimpulkan dan diberi kode, maka akan dibuat *rule* untuk mencocokkan gejala-gejala dengan kerusakan yang telah didapat.

2. 2 Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)

Pembuatan *rule* ini berdasarkan hubungan antara kerusakan dan gejala yang dialami oleh masyarakat atau teknisi, berikut pembuatan tabel 4.

Tabel 4. *Knowledge Base* Analisis Kerusakan AC

Rules	Kondisi dan Aksi
R1	<p><i>IF</i> Gejala = AC tidak bekerja sama sekali (GA01) <i>AND</i> Gejala = Lampu LED pada AC berkedip-kedip (GA02) <i>THEN</i> Kerusakan = PCB mengalami kerusakan (KA01), Solusi/Penanganan =</p> <ol style="list-style-type: none"> Membersihkan PCB kontrol menggunakan <i>contact cleaner</i>. Reset aliran listrik utama pada MCB dengan cara mematikan aliran listrik, lalu sekitar 2-3 menit kemudian nyalakan kembali. Jika tidak bisa juga perbaiki PCB atau mengganti dengan yang baru
R2	<p><i>IF</i> Gejala = AC tidak bekerja sama sekali (GA01) <i>AND</i> Gejala = Kompresor mengeluarkan suara dengung sebelum AC tidak bekerja lagi (GA03) <i>THEN</i> Kerusakan = Kerusakan pada kompresor (KA02), Solusi/Penanganan = Cek pada bagian listrik dirumah, pastikan tidak terjadi turun naik arus listrik, jika memang sering terjadi berarti kemungkinan kompresor rusak dan ganti kompresor.</p>
R3	<p><i>IF</i> Gejala = AC bekerja tetapi hembusan motor <i>blower</i> tidak ada (GA04) <i>AND</i> Gejala = Motor <i>blower</i> tidak bisa di-start (GA05) <i>AND</i> Gejala = Lilitan motor <i>blower</i> putus (GA06) <i>THEN</i> Kerusakan = Kerusakan pada motor <i>blower</i> (KA03), Solusi/Penanganan = Mengganti motor <i>blower</i> dengan yang baru.</p>
R4	<p><i>IF</i> Gejala = Kipas <i>outdoor</i> terdengar berisik (GA07) <i>AND</i> Gejala = Putaran pada kipas <i>outdoor</i> lemah atau tidak bekerja (GA08) <i>THEN</i> Kerusakan = Kerusakan pada motor kipas (KA04), Solusi/Penanganan = Mengganti motor kipas dengan yang baru.</p>
R5	<p><i>IF</i> Gejala = Kipas <i>outdoor</i> terdengar berisik (GA07) <i>AND</i> Gejala = Putaran pada kipas <i>outdoor</i> tidak lancar (GA09) <i>THEN</i> Kerusakan = <i>Bearing</i> pada kipas <i>outdoor</i> sudah rusak (KA05),</p>

Solusi/Penanganan =

1. Membersihkan *bearing* dengan menggunakan pelumas yang khusus.
2. Jika sudah rusak sudah parah, lebih baik ganti *bearing* dengan yang baru.

R6 *IF* Gejala = Ruang kurang dingin meskipun kompresor dan motor kipas bekerja (GA10)
AND Gejala = *Evaporator* mengalami pembekuan (GA11)
AND Gejala = Sirip-sirip pada *evaporator* mengalami penyumbatan (GA12)
AND Gejala = *AC* bekerja tetapi hembusan motor *blower* lemah (GA13)
THEN Kerusakan = Sirip-sirip pada *evaporator* tidak bersih (KA06),
 Solusi/Penanganan = Membersihkan sirip-sirip *evaporator* dengan air dan dicampur dengan cairan khusus lalu disemprotkan dengan alat pompa *steam*.

R7 *IF* Gejala = Ruang tidak dingin meskipun kompresor dan motor kipas bekerja (GA14)
AND Gejala = Sirip-sirip pada kondensor mengalami penyumbatan (GA15)
AND Gejala = *Coil* pada kondensor sangat panas (GA16)
THEN Kerusakan = Sirip-sirip pada kondensor tidak bersih (KA07),
 Solusi/Penanganan = Membersihkan sirip-sirip kondensor dengan air dan dicampur dengan cairan khusus lalu disemprotkan dengan alat pompa *steam*.

... ..

... ..

R15 *IF* Gejala = *Remote control* dan *AC* sama-sama bekerja tetapi tidak terhubung (GA24)
THEN Kerusakan = Pengaturan pada *remote control* *AC* belum sesuai (KA15),
 Solusi/Penanganan =

1. Atur kode *AC* dengan *remote control* baru agar *AC* bisa membaca sensor dari *remote control*.
2. Jika tidak bisa, perbaiki *PCB* atau mengganti baru *PCB*

Pada tabel 4 di atas menjelaskan proses pencarian fakta sehingga ditemukan hasil atau kesimpulan dari fakta-fakta yang ada dengan metode *Forward Chaining*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Mesin Inferensi (*Inference Engine*)

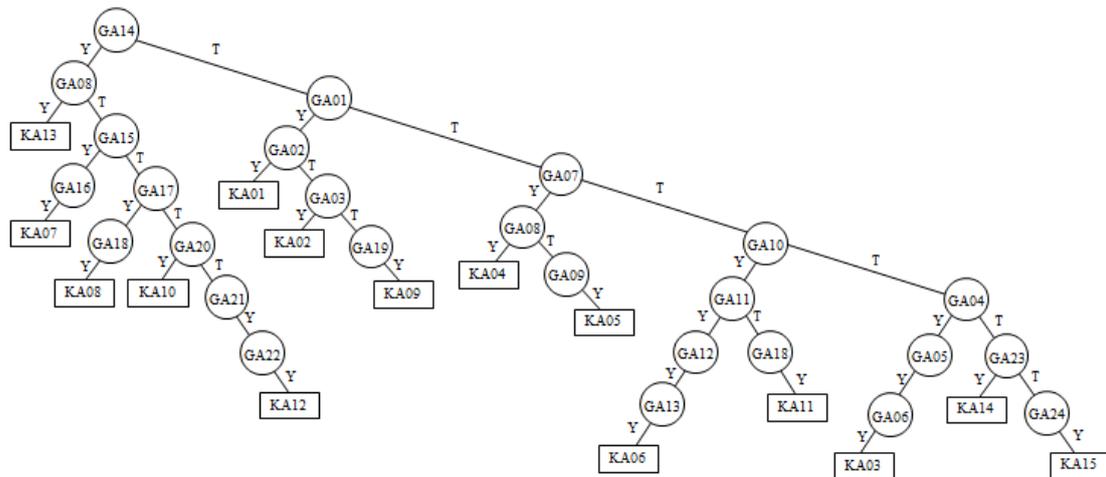
Ada 2 tahap pembuatan penrancangannya, yaitu membuat membangun tabel keputusan dan membuat pohon keputusan.

Tabel 5. Tabel Keputusan Kerusakan *AC*

Kode Gejala <i>AC</i> (G)	Kode Kerusakan <i>AC</i> (K)					
	KA01	KA02	KA15
GA01	✓	✓				
GA02	✓					
GA03		✓				
...
...
GA25						✓

3.2 Pohon Keputusan

Langkah berikutnya membuat sebuah pohon keputusan untuk memperjelas *rule* yang akan dilalui oleh gejala dan kerusakan yang akan dianalisa.



Gambar 4. Pohon Keputusan Keseluruhan

Dari hasil keputusan dapat ditelusuri kerusakan yang terjadi pada AC menggunakan hasil tersebut. Data tersebut akan dijadikan pencocokan dengan data laporan peserta yang mengikuti pelatihan AC untuk menjadi data sampel.

Tabel 6. Data Sampel

No	Peserta	Merek, Jenis, Paard Kracht (PK) AC	Gejala	Rules	Kerusakan	Solusi
1	A001	LG, Split Wall, ½ PK	<ol style="list-style-type: none"> AC tidak bekerja sama sekali. Lampu LED pada AC berkedip-kedip. 	R1	PCB mengalami kerusakan	<ol style="list-style-type: none"> Membersihkan PCB kontrol menggunakan <i>contact cleaner</i>. Reset aliran listrik utama pada MCB dengan cara mematikan aliran listrik, lalu sekitar 2-3 menit kemudian nyalakan kembali. Jika tidak bisa juga perbaiki PCB atau mengganti dengan yang baru
2	A002	Panasonic, Split Wall, ½ PK	<ol style="list-style-type: none"> AC tidak bekerja sama sekali. Kompresor mengeluarkan suara dengung sebelum AC tidak bekerja lagi. 	R2	Kerusakan pada kompresor.	Cek pada bagian listrik dirumah, pastikan tidak terjadi turun naik arus listrik, jika memang sering terjadi berarti kemungkinan kompresor rusak dan ganti kompresor.

3	A003	<i>Panasonic, Standing Floor, 4 PK</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. AC bekerja tetapi hembusan motor <i>blower</i> tidak ada. 2. Motor <i>blower</i> tidak bisa di-<i>start</i>. 3. Lilitan motor <i>blower</i> putus. 	R3	Kerusakan pada motor <i>blower</i> .	Mengganti motor <i>blower</i> dengan yang baru
4	A004	<i>Daikin, Standing Floor, 3 PK</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. AC tidak bekerja sama sekali. 2. MCB pada listrik turun (<i>trip</i>). 	R9	Terjadinya percikan di terminal utama atau konektor pada kompresor.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ganti konektor dan kabel yang sudah terbakar 2. Merapikan sambungan pada terminal dan konektor 3. Memeriksa kembali kekuatan sambungan tadi.
5	A005	<i>Changhong, Split Wall, 1 PK</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kipas <i>outdoor</i> terdengar berisik 3. Putaran pada kipas <i>outdoor</i> lemah atau tidak bekerja 	R4	Kerusakan pada motor kipas.	<ol style="list-style-type: none"> 4. Cek pada bagian listrik dirumah, pastikan tidak terjadi turun naik arus listrik, jika memang sering terjadi berarti kemungkinan kompresor rusak dan ganti kompresor.
...
...
15	A015	<i>Sharp, Standing Floor, 5 PK</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ruangan tidak dingin meskipun kompresor dan motor kipas bekerja 2. Putaran pada kipas <i>outdoor</i> lemah atau tidak bekerja 	R13	Kapasitor kipas <i>outdoor</i> mengalami kerusakan.	Mengganti kipas kapasitor yang rusak tetapi sesuaikan ukuran yang dibutuhkan

3.3 Uji Coba Sistem

Dalam menguji sistem aplikasi maka perlu pengujian dengan data yang sebenarnya. Data yang diuji dari data sampel yang sudah disusun *rule* secara manual. Berikut pengujian yang akan dilakukan:

1. Pengujian pertama pada AC LG, Split Wall, ½ PK mengalami kerusakan PCB.



Gambar 5. Hasil pengujian AC LG, Split Wall, ½ PK

2. Pengujian kedua pada AC Panasonic, Split Wall, ½ PK mengalami kerusakan pada kompresor.



Gambar 6. Hasil pengujian AC Panasonic, Split Wall, ½ PK

3. Pengujian ketiga pada AC Panasonic, Standing Floor, 4 PK mengalami kerusakan pada motor blower.



Gambar 7. Hasil pengujian AC Panasonic, Standing Floor, 4 PK

Berdasarkan pengujian pertama sampai ketiga pada kerusakan AC yang diperoleh, maka akan dihitung jumlah akurasi dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{jumlah} (Akurat) = \frac{Jumlah\ Akurat}{Jumlah\ Data} \times 100\%$$

$$P_{jumlah} (Tidak\ Akurat) = \frac{Jumlah\ Tidak\ Akurat}{Jumlah\ Data} \times 100\%$$

Jika dihitung probabilitasnya, maka akan diperoleh hasilnya sebagai berikut:

$$P_3 (Akurat) = \frac{3}{3} \times 100\% = 100\%$$

$$P_3 (Tidak\ Akurat) = \frac{0}{3} \times 100\% = 0\%$$

Berdasarkan rumus di atas tingkat akurasi antara data uji atau sampel dan sistem adalah 100%. Dengan menggunakan kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) pencarian kerusakan dengan kesesuaian pertanyaan yang telah dijawab dari pengguna atau *member* sudah tepat juga.

4. KESIMPULAN

Ada dua kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tentang Sistem Pakar Menganalisis Kerusakan Air Conditioner Menggunakan Metode *Forward Chaining*, yaitu:

1. Dalam menerapkan *rule* sudah sangat tepat dengan didapatnya 15 *rule*. Cara yang diperoleh adalah dengan menentukan gejala dari pengetahuan pakar yang gejalanya ada 24, kemudian dilakukan penelusuran runut maju dan ternyata sesuai dengan pengetahuan pakar.
2. Data yang diperoleh tentang AC ada 24 gejala dan 15 kerusakan. Gejala dan kerusakan tersebut dibuatlah *rule* secara manual, kemudian *rule* tersebut dimasukkan ke dalam sistem dengan menjadikannya pertanyaan. Untuk pengujiannya, pertanyaan tersebut dibuatkan berdasarkan *rule* yang nantinya akan dijawab masyarakat atau teknisi dan untuk akurasi hasilnya sudah sangat tepat meskipun masyarakat atau teknisi tidak selamanya mengalami semua gejala yang ada pada pertanyaan.

5. SARAN

Bagi peneliti yang akan meneliti tentang *Forward Chaining* diharapkan selalu menggunakan rumus perhitungan untuk keakuratan karena dengan rumus perhitungan akan lebih terjamin pada penggunaan metode tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fahmizal, F., Orlando, T. R., Murti, B. B., Budiyanto, M., & Mayub, A. (2019). Kendali Logika Fuzzy pada Sistem Electronic Control Unit (ECU) Air Conditioner Mobil. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(1), 25-32. DOI : <http://dx.doi.org/10.25126/jtiik.2019611045>
- [2] Husin, A., Faren, M. P., & Usman, U. (2019). SISTEM PAKAR PENDETEKSI PENYAKIT BERDASARKAN KELUHAN BUANG AIR KECIL MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING. *Jurnal Ipteks Terapan*, 12(4), 277-285. DOI : <http://doi.org/10.22216/jit.2018.v12i4.2490>
- [3] Setiadi, A., & Nugroho, I. P. (2019). APLIKASI SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT LAMBUNG MENGGUNAKAN FORWARD CHAINING. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 8(1), 19-31. DOI : <http://dx.doi.org/10.31571/saintek.v8i1.1034>
- [4] Sumijan, I., Muhammad, A., Kom, S., & Kom, M. (2019). SISTEM PAKAR DIAGNOSIS KELAINAN SISTEM PENCERNAAN PADA ANAK DENGAN METODE DAMPSTER SHAFER.
- [5] Yuhandri, Y. (2018). Diagnosa Penyakit Osteoporosis Menggunakan Metode Certainty Factor. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 2(1), 422-429. DOI : <https://doi.org/10.29207/resti.v2i1.349>
- [6] Yanto, B. F., Werdiningsih, I., & Purwanti, E. (2017). Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Anak Bawah Lima Tahun Menggunakan Metode Forward Chaining. *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 3(1), 61-67. DOI : <http://dx.doi.org/10.20473/jisebi.3.1.61-67>
- [7] Syawitri, A., Defit, S., & Nurcahyo, G. W. (2018). Diagnosis Penyakit Gigi dan Mulut Dengan Metode Forward Chaining. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri*, 16(1), 24-29.
- [8] Ramadhanu, A. (2019). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kanker Mulut pada Manusia dengan Metode Forward Chaining Menggunakan Bahasa Pemrograman Visual Basic 2017. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 1(2), 59-72.
- [9] Simanjuntak, L. P., Irawan, B., & Prasasti, A. L. (2019). Perancangan Aplikasi Deteksi Dini Penyakit Diabetes Melitus Menggunakan Metode Klasifikasi Forward Chaining Pada Sistem Pakar Berbasis Android. *eProceedings of Engineering*, 6(2).
- [10] Hasanah, H., Ridarmin, R., & Adrianto, S. (2019). Aplikasi Sistem Pakar Pendeteksi Kerusakan Laptop/PC Dengan Penerapan Metode Forward Chaining Menggunakan Bahasa Pemrograman PHP. *Informatika*, 9(2), 40-50. DOI : <http://dx.doi.org/10.36723/juri.v9i2.103>
- [11] Munaiseche, C. P. C., Kaparang, D. R., & Rompas, P. T. D. (2018, February). An Expert System for Diagnosing Eye Diseases using Forward Chaining Method. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 306, No. 1, p. 012023). IOP Publishing.
- [12] Sinaga, M. D., Riza, B. S., & Lazuly, I. (2018, August). A Forward Chaining Trace Analysis In Diagnosing Tamarillo Disease. In *2018 6th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)* (pp. 1-4). IEEE.

- [13] Pranata, R. N., Osmond, A. B., & Setianingsih, C. (2018, November). Potential level detection of skin cancer with expert system using forward chaining and certainty factor method. In *2018 IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence System (IOTAIS)* (pp. 207-213). IEEE.
- [14] Saputra, R. E., Irawan, B., & Nugraha, Y. E. (2017, November). System design and implementation automation system of expert system on hydroponics nutrients control using forward chaining method. In *2017 IEEE Asia Pacific Conference on Wireless and Mobile (APWiMob)* (pp. 41-46). IEEE.
- [15] Muludi, K., Suharjo, R., Syarif, A., & Ramadhani, F. (2018). Implementation of Forward Chaining and Certainty Factor Method on Android-Based Expert System of Tomato Diseases Identification. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 9(9), 451-456.
- [16] Rusdiansyah, R., Setiawan, S., & Badrul, M. (2019). Diabetes Mellitus Diagnosis Expert System With Web-Based Forward Chaining. *Sinkron*, 3(2), 61-67. DOI : <https://doi.org/10.33395/sinkron.v3i1.10055>
- [17] Army, W. L., Yuhandri, Y., Sumijan, I., (2018). SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT MENULAR DENGAN METODE FORWARD CHAINING DAN CERTAINTY FACTOR. *Jurnal Sains dan Informatika*, 4(12), 171-181. DOI : <http://doi.org/10.22216/jsi.v4i2.3684>
- [18] Putra, W. H., Yuhandri, Y., Nurcahyo, W. G., (2019). Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ginjal Dengan Metoda Forward Chaining. *Jurnal Sains dan Informatika*, 5(1), 7-12. DOI : <http://doi.org/10.22216/jsi.v5i1.4081>
- [19] Chandra, S., Sumijan, S., & Mandala, E. P. W. (2019). Expert System For Diagnosing Hemophilia In Children Using Case Based Reasoning. *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining*, 2(1), 45-51. DOI : <http://dx.doi.org/10.24014/ijaidm.v2i1.6681>
- [20] Minarni, D., Isa, I. G. T., & Yanik, A. (2018). Aplikasi Bagi Waris Islam dengan Metode Forward Chaining berbasis Web. *Jurnal Online Informatika*, 2(2), 127-133. DOI : <https://doi.org/10.15575/join.v2i2.107>
- [21] Gusman, A., Maulida, D., & Rianti, E. (2019). SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT KISTA OVARIUM DENGAN METODE FORWARD CHAINING. *Jurnal KomtekInfo*, 6(1), 8-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.29165/komtekinfo.v6i1.146>
- [22] Kurniawan, A., & Na'am, J. (2019). Sistem Pakar Identifikasi Modalitas Belajar Siswa Menggunakan Metode Forward Chaining. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 3(3), 518-523. DOI : <https://doi.org/10.29207/resti.v3i3.1166>