

Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Kerusakan Air Conditioner Menggunakan Metode *Forward Chaining* Berbasis Web

Anggia Dasa Putri¹, Dedy Suhendra²

Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam

*anggiaputri4@gmail.com*¹, *rogereded@gmail.com*²

Abstract - Utilizing Air Conditioner (AC) has increased to the present, especially in a company. The more frequent air conditioner is used, the more susceptible AC get into problems. AC technicians supplied by the company are not comparable to the number of AC units should be serviced. To assist the performance of technicians, it takes an expert system that can act as an assistant for technicians in analyzing the problems of AC. Many datas relating to AC problems are analyzed and processed using forward chaining expert system. Knowledge representation model used in expert systems is production rule. Expert systems are made using PHP and MySQL database so as to produce a web-based expert system to detect Air Conditioner problems uses forward chaining method. A web-based expert system to detect Air Conditioner problems uses forward chaining method can be used to assist technicians in handling Air Conditioner problems and can also be used as a source of knowledge related to Air Conditioner matters.

Keywords - expert systems, detection problems, Air Conditioner, forward chaining, production rule

Intisari - Memanfaatkan Air Conditioner (AC) telah meningkat hingga saat ini, terutama pada sebuah perusahaan. AC lebih sering digunakan, AC lebih rentan mendapatkan masalah. teknisi AC yang disediakan oleh perusahaan yang tidak sebanding dengan jumlah unit AC harus dilayani. Untuk membantu kinerja teknisi, dibutuhkan sistem pakar yang dapat bertindak sebagai asisten untuk teknisi dalam menganalisa permasalahan AC. Banyak data yang berkaitan dengan masalah AC dianalisis dan diproses menggunakan forward chaining sistem pakar. Model representasi pengetahuan yang digunakan dalam sistem pakar adalah aturan produksi. Sistem pakar dibuat menggunakan PHP dan database MySQL sehingga menghasilkan sistem pakar berbasis web untuk mendeteksi masalah Air Conditioner menggunakan metode forward chaining. Sebuah sistem pakar berbasis web untuk mendeteksi masalah Air Conditioner menggunakan maju metode chaining dapat digunakan untuk membantu teknisi dalam menangani masalah Air Conditioner dan juga dapat digunakan sebagai sumber pengetahuan yang berhubungan dengan masalah Air Conditioner.

Kata kunci - sistem pakar, masalah deteksi, Air Conditioner, forward chaining, aturan produksi

I. PENDAHULUAN

Air Conditioner atau selanjutnya disingkat dengan AC termasuk salah satu perangkat penyejuk udara yang paling banyak digunakan masyarakat sampai saat ini. Kemampuannya untuk mendinginkan ruangan telah menarik minat penggunaannya untuk membantu mereka memperoleh kenyamanan dalam melakukan kegiatan sehari-hari, terutama pada saat cuaca sedang panas. Bentuknya yang sederhana menjadikannya dapat dipasang di mana

saja sesuai kebutuhan pengguna. Banyak dijumpai perangkat AC dipasang di rumah pribadi, rumah sakit, sekolah, kampus atau universitas, gedung-gedung perkantoran dan perusahaan. Salah satu perusahaan yang menggunakan AC untuk mendukung kegiatan rutin karyawan terutama yang bekerja di dalam ruangan adalah PT Batamindo Investment Cakrawala (BIC).

Untuk mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan AC, PT BIC menyediakan teknisi AC sejumlah 2 orang. Para teknisi harus melayani permasalahan

kerusakan semua AC yang ada di PT BIC sejumlah 200 unit. Hal ini sungguh merepotkan bagi teknisi ketika ada beberapa perangkat AC yang mengalami masalah secara bersamaan. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pakar yang dapat berperan sebagai asisten teknisi dalam menganalisa permasalahan AC.

Menurut seri buku dalam [1] kecerdasan buatan adalah salah satu bidang ilmu komputer yang mendayagunakan komputer sehingga dapat berperilaku cerdas seperti manusia. Ilmu komputer tersebut mengembangkan perangkat lunak dan perangkat keras untuk menirukan tindakan manusia seperti penalaran, pembelajaran, pemecahan masalah, dan sebagainya.

Sistem pakar merupakan salah satu cabang kecerdasan buatan yang mempelajari bagaimana mengadopsi cara seorang pakar berpikir dan bernalar dalam menyelesaikan suatu permasalahan, dan membuat suatu keputusan maupun mengambil kesimpulan dari sejumlah fakta yang ada [2]. Salah satu metode penelusuran yang banyak digunakan dalam sistem pakar adalah *forward chaining*. Metode *forward chaining* digunakan bertujuan untuk menelusuri gejala yang ditampilkan dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan agar dapat mendiagnosa jenis kerusakan [3].

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, penulis merumuskan masalah antara lain: (1) bagaimana menerapkan model representasi pengetahuan berbasis kaidah produksi (*production rule*) agar dapat digunakan sebagai kaidah atau aturan dalam sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan AC berbasis *web*?, (2) bagaimana menerapkan metode *forward chaining* dalam sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan AC berbasis *web*?, dan (3) bagaimana perancangan sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan AC menggunakan metode *forward chaining* berbasis *web*?

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah: (1) untuk menerapkan model representasi pengetahuan berbasis kaidah produksi (*production rule*) agar dapat digunakan sebagai kaidah atau aturan dalam sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan AC berbasis *web*, (2) untuk menerapkan metode *forward chaining* dalam sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan AC berbasis *web*, dan (3) mengetahui perancangan sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan AC menggunakan metode *forward chaining* berbasis *web*.

II. LANDASAN TEORI

A. Sistem Pakar

Ada beberapa konsep penalaran yang dapat digunakan oleh mesin inferensi yaitu [1]:

a. Penalaran maju (*forward chaining*)

Runut maju melakukan proses peruntutan (penalaran) dimulai dari premis-premis atau informasi masukan (*IF*) terlebih dahulu kemudian menuju konklusi atau *derived information* (*THEN*). Konsep ini dapat dimodelkan sebagai berikut:

IF (informasi masukan)

THEN (konklusi)

b. Penalaran mundur (*backward chaining*)

Arah penalaran atau peruntutan dalam konsep ini berlawanan dengan *forward chaining*. Konsep ini dapat dimodelkan sebagai berikut:

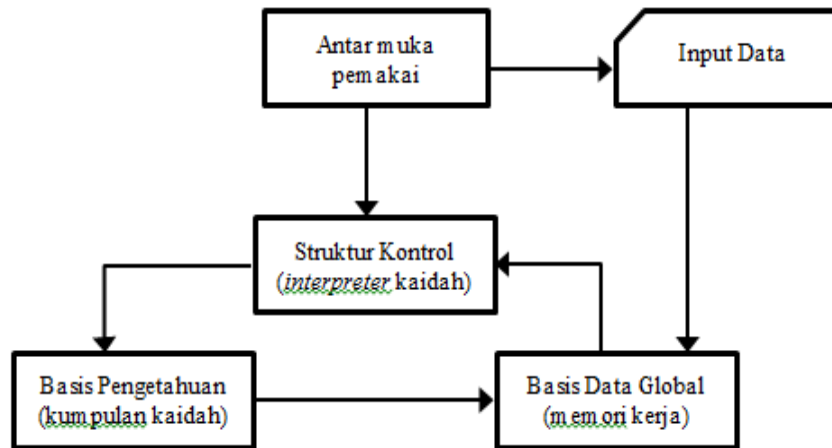
Tujuan,

IF (kondisi)

Proses penalaran pada *backward chaining* dimulai dari tujuan kemudian merunut balik ke jalur yang mengarah ke tujuan tersebut, untuk membuktikan bahwa bagian kondisi pada kaidah atau aturan benar-benar terpenuhi.

1. *Working memory* (memori kerja) atau basis data global

Memori kerja merupakan bagian yang berisi fakta-fakta masalah yang ditemukan dalam suatu sesi saat proses konsultasi terjadi [4].



Gambar 1 Struktur Sistem Pakar Kaidah Produksi [1]

B. Air Conditioner (AC)

AC berfungsi untuk menyejukkan suhu udara dalam suatu ruangan yang disesuaikan dengan kondisi tubuh penghuni ruangan tersebut. AC juga berguna untuk menjaga kebersihan udara dalam suatu ruangan sehingga udara yang dihirup oleh penghuni ruangan tersebut dapat terjaga kebersihan, kesehatan, dan kenyamanannya [5].

Komponen AC merupakan bagian penting yang harus ada dalam perangkat AC. Komponen pada perangkat AC terbagi menjadi 4 kelompok, yaitu [5]:

1. Komponen utama

Komponen utama merupakan komponen-komponen penting yang harus ada dalam sebuah perangkat AC. Tanpa komponen ini, perangkat AC tidak dapat bekerja menjalankan fungsinya. Komponen AC yang termasuk kelompok ini adalah unit kompresor, unit kondensor, pipa kapiler, dan unit *evaporator*.

2. Komponen pendukung

Komponen pendukung merupakan komponen-komponen yang membantu kinerja dari komponen utama agar dapat bekerja dengan optimal. Komponen-komponen ini terdiri dari *filter* (saringan) atau *strainer*, saringan udara, *accumulator*,

minyak pelumas kompresor, kipas *indoor* (*blower*) dan kipas *outdoor* (*fan*).

3. Komponen kelistrikan

Komponen kelistrikan terdiri dari beberapa komponen listrik dan elektronik yang dibutuhkan untuk mendukung kinerja dari komponen utama dan komponen pendukung agar dapat bekerja dengan baik. Yang termasuk dalam kelompok komponen ini adalah *thermistor*, *PCB* rangkaian kontrol, kapasitor, *Overload Motor Protector* (*OMP*), serta motor listrik *fan* serta motor listrik *blower*.

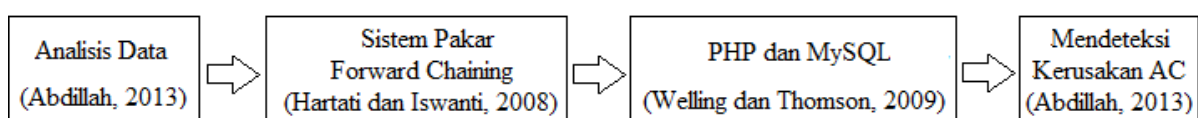
4. Bahan pendingin (*refrigerant*)

Bahan pendingin adalah zat yang bekerja sebagai cairan yang bergerak di dalam sistem AC dan mengalir melalui komponen-komponen utama untuk menghasilkan efek pendinginan dengan cara menyerap panas melalui ekspansi dan penguapan. Jenis *refrigerant* yang banyak digunakan pada sistem AC adalah *Refrigerant 22* (R-22).

III. METODE PENELITIAN

A. Kerangka Pemikiran

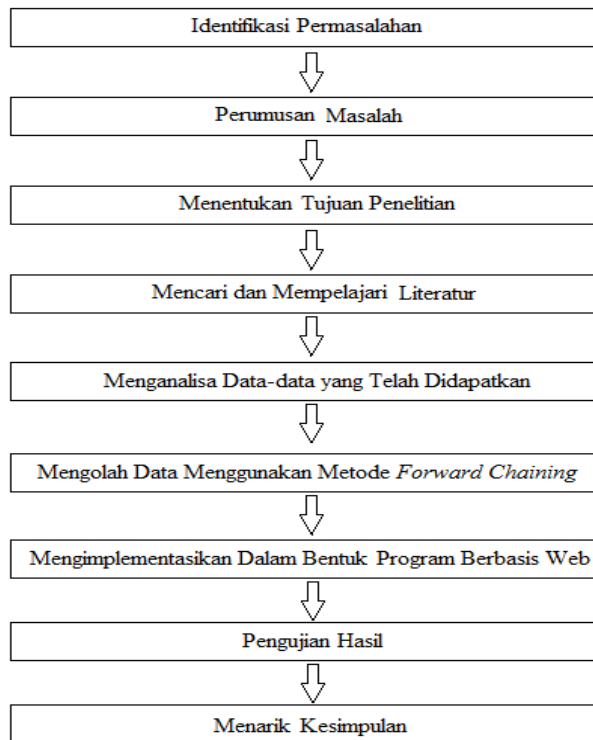
Berikut ini adalah kerangka pemikiran yang digunakan dalam penelitian ini:



Gambar 2 Kerangka Pemikiran
(Sumber: Data Penelitian: 2015)

B. Desain Penelitian

Desain penelitian berfungsi sebagai penuntun bagi peneliti yang akan menentukan arah berlangsungnya proses penelitian secara benar dan tepat sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Berikut ini merupakan gambar desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3 Desain Penelitian
(Sumber: Data Penelitian, 2015)

C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Wawancara

Untuk mendapatkan data-data yang berkaitan dengan penelitian, peneliti melakukan wawancara langsung dengan Bapak Muhammad Burhan yang bekerja sebagai teknisi khusus menangani permasalahan AC di PT Batamindo Investment Cakrawala.

2. Studi literatur

Peneliti melakukan studi literatur dengan mengumpulkan, membaca, dan memahami referensi teoritis yang berasal dari buku-buku teori, buku elektronik (*e-book*), jurnal-jurnal penelitian, dan sumber pustaka otentik lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Desain Basis Pengetahuan

Sumber pengetahuan dan fakta yang diperoleh melalui wawancara dengan teknisi AC dan studi literatur tentang materi yang berkaitan dengan perangkat AC disajikan dalam tabel bagian kerusakan (Tabel I), tabel penyebab (Tabel II), tabel gejala (Tabel III), dan tabel aturan (Tabel IV).

TABEL I
TABEL BAGIAN KERUSAKAN

Kode	Nama Bagian Kerusakan
IND01	Komponen Utama
IND02	Komponen Pendukung
IND03	Komponen Kelistrikan
IND04	Bahan Pendingin (<i>Refrigerant</i>)

Sumber: Data Penelitian (2015)

TABEL II
TABEL PENYEBAB

Kode Penyebab	Nama Penyebab	Solusi
PYB01	Kompresor rusak	Ganti kompresor dengan yang baru
PYB02	Motor <i>blower</i> rusak	Ganti motor <i>blower</i> dengan yang baru
PYB03	<i>Bearing</i> kipas <i>outdoor</i> rusak	1. Bersihkan bearing menggunakan pelumas khusus 2. Jika tidak dapat digunakan lagi, ganti <i>bearing</i> dengan yang baru
PYB04	Sirip-sirip <i>evaporator</i> kotor	Membersihkan sirip-sirip <i>evaporator</i> menggunakan air yang dicampur dengan cairan pembersih khusus, semprotkan menggunakan pompa <i>steam</i>
PYB05	Sirip-sirip kondensor kotor	Membersihkan sirip-sirip kondensor menggunakan air yang dicampur dengan cairan pembersih khusus, semprotkan

Kode Penyebab	Nama Penyebab	Solusi
		menggunakan pompa <i>steam</i>
PYB06	Kapasitor kompresor rusak	Ganti kapasitor sesuai ukurannya
PYB07	Kapasitor kipas <i>outdoor</i> rusak	Ganti kapasitor kipas sesuai ukurannya
PYB08	<i>Spark</i> pada terminal utama atau konektor kompresor	1. Mengganti konektor dan kabel yang terbakar 2. Kencangkan sambungan terminal dan konektor 3. Periksa kekuatan setiap sambungan
PYB09	Kebocoran <i>refrigerant</i> pada sambungan pipa	1. Periksa setiap sambungan pipa menggunakan air sabun atau <i>leakage detector</i> . 2. Perbaiki kebocoran pipa dengan cara pengelasan 3. Kencangkan setiap sambungan pipa yang terkoneksi dengan <i>nipple</i> 4. Tambahkan <i>refrigerant</i> untuk menggantikan <i>refrigerant</i> yang hilang akibat kebocoran
PYB10	<i>PCB</i> kontrol <i>error</i>	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.

Sumber: Data Penelitian (2015)

TABEL III
TABEL GEJALA

Kode Gejala	Nama Gejala
GJL01	AC mati total
GJL02	<i>MCB</i> trip
GJL03	Suara kompresor berdengung dan bergetar keras sebelum AC mati total
GJL04	<i>LED</i> indikator unit <i>indoor</i> berkedip-kedip
GJL05	Tidak ada hembusan udara yang keluar dari <i>blower AC</i>
GJL06	<i>Blower</i> tidak bekerja sama sekali
GJL07	Lilitan motor <i>blower</i> putus
GJL08	Ruangan AC tidak dingin
GJL09	Suara kipas <i>outdoor</i> berisik
GJL10	Putaran kipas <i>outdoor</i> tidak lancar
GJL11	Terdapat pembekuan pada pipa kecil (<i>discharge pressure</i>)
GJL12	Ruangan AC kurang dingin
GJL13	Hembusan <i>blower</i> terhambat dan tidak merata
GJL14	Sirip-sirip <i>Evaporator</i> tersumbat
GJL15	<i>Coil</i> kondensor terasa sangat panas
GJL16	Sirip-sirip kondensor tersumbat
GJL17	Kompresor tidak bekerja
GJL18	Kapasitor kompresor tampak gembung/pecah
GJL19	Putaran kipas <i>outdoor</i> lemah/kipas tidak bekerja sama sekali

Sumber: Data Penelitian (2015)

TABEL IV
TABEL ATURAN

Kode Indikator	Kode Penyebab	Kode Gejala
IND01	PYB01	GJL01, GJL02, GJL03
IND03	PYB02	GJL05, GJL06, GJL07
IND02	PYB03	GJL08, GJL09, GJL10
IND01	PYB04	GJL12, GJL13, GJL14
IND01	PYB05	GJL12, GJL15, GJL16
IND03	PYB06	GJL08, GJL17, GJL18
IND03	PYB07	GJL08, GJL19
IND01	PYB08	GJL01, GJL02
IND04	PYB09	GJL08, GJL11
IND03	PYB10	GJL01, GJL04

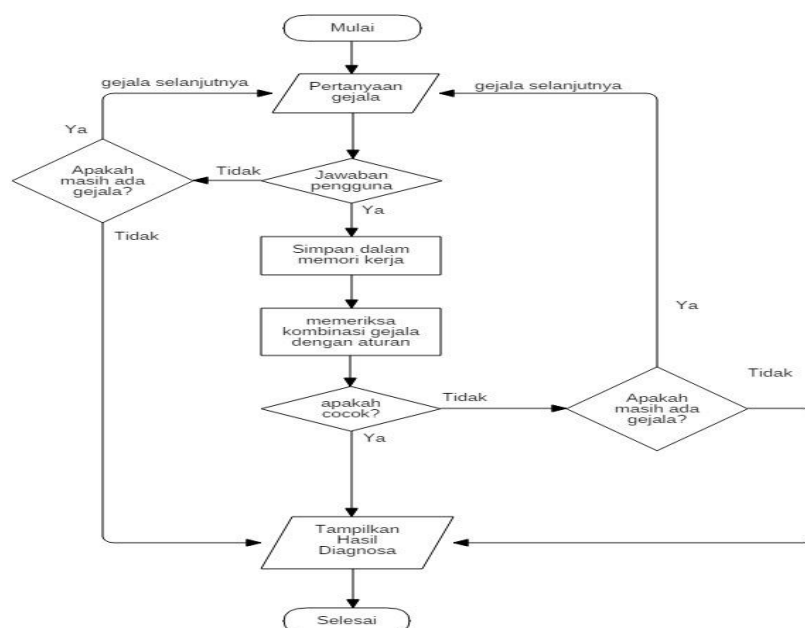
Sumber: Data Penelitian (2015)

Berdasarkan data aturan yang telah disusun, maka kaidah (*rule*) yang akan digunakan dalam sistem pakar adalah sebagai berikut:

- Kaidah 1: *IF* GJL01 *AND* GJL02 *AND* GJL03 *THEN* PYB01
- Kaidah 2: *IF* GJL05 *AND* GJL06 *AND* GJL07 *THEN* PYB02
- Kaidah 3: *IF* GJL08 *AND* GJL09 *AND* GJL10 *THEN* PYB03
- Kaidah 4: *IF* GJL12 *AND* GJL13 *AND* GJL14 *THEN* PYB04
- Kaidah 5: *IF* GJL12 *AND* GJL15 *AND* GJL16 *THEN* PYB05
- Kaidah 6: *IF* GJL08 *AND* GJL17 *AND* GJL18 *THEN* PYB06
- Kaidah 7: *IF* GJL08 *AND* GJL19 *THEN* PYB07
- Kaidah 8: *IF* GJL01 *AND* GJL02 *THEN* PYB08
- Kaidah 9: *IF* GJL08 *AND* GJL11 *THEN* PYB09
- Kaidah 10: *IF* GJL01 *AND* GJL04 *THEN* PYB10

B. Struktur Kontrol (Mesin Inferensi)

Mesin inferensi dalam sistem pakar ini menggunakan metode penelusuran *forward chaining*. Berikut ini adalah gambar *flowchart* mesin inferensi yang digunakan dalam sistem pakar ini.

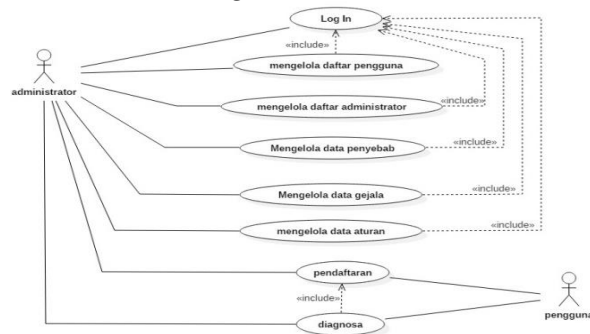


Gambar 4 Flowchart Mesin Inferensi
(Sumber: Data Penelitian, 2015)

C. Desain UML (Unified Modeling Language)

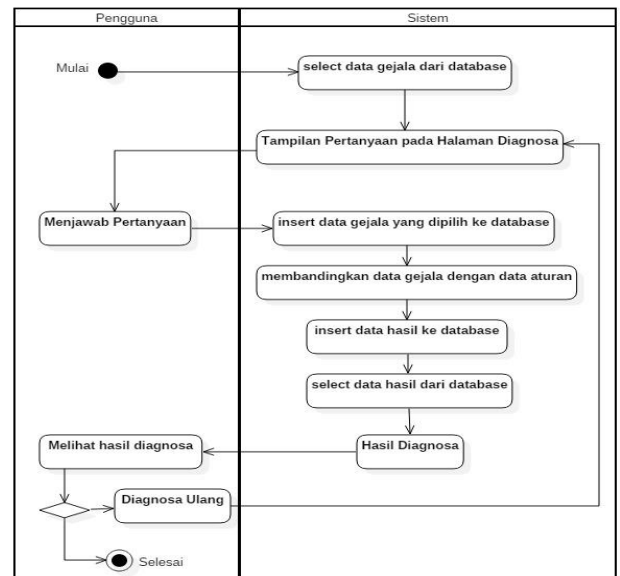
Diagram UML yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Use case diagram



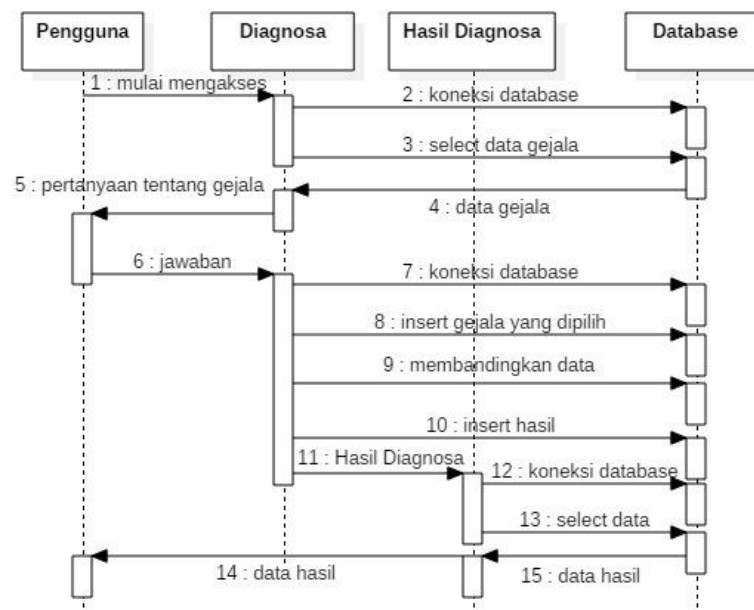
Gambar 5 Use Case Diagram
(Sumber: Data Penelitian, 2015)

2. Activity Diagram



Gambar 6 Activity Diagram Diagnosa
(Sumber: Data Penelitian, 2015)

3. Sequence diagram

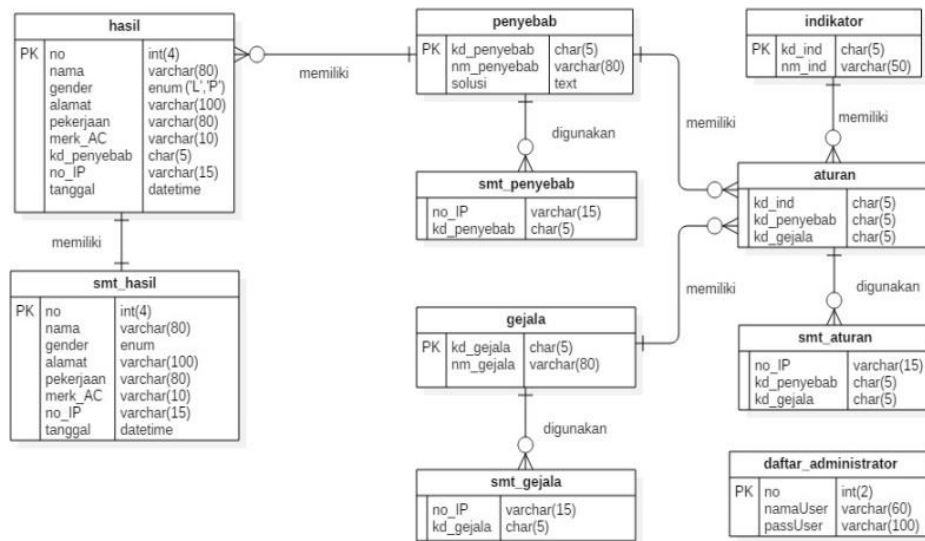


Gambar 7 Sequence Diagram Diagnosa
(Sumber: Data Penelitian, 2015)

D. Desain Database

Dalam penelitian ini, peneliti membuat desain *database* menggunakan teknik pemodelan *Physical Data Model (PDM)*

atau model relasional. Berikut ini adalah gambar model relasional yang digunakan dalam sistem pakar ini.



Gambar 8 Physical Data Model (model relasional)
(Sumber: Data Penelitian, 2015)

E. Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini berupa sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan AC menggunakan metode *forward chaining* berbasis *web*. Sistem pakar ini terdiri dari 2 bagian yaitu Menu Utama dan Menu Administrasi.

1. Menu Utama

Menu Utama dapat diakses oleh siapa saja baik oleh pengguna biasa (tamu)

maupun administrator. Berikut ini adalah beberapa menu yang terdapat dalam Menu Utama:

a. Diagnosa

Menu Diagnosa digunakan oleh pengguna untuk melakukan konsultasi dalam mendeteksi kerusakan AC. Namun sebelum konsultasi dilakukan, pengguna diminta untuk mengisi *Form* Pendaftaran yang telah ditampilkan oleh sistem.

Gambar 9 Form Pendaftaran
(Sumber: Data Penelitian, 2016)

Pada menu Diagnosa, pengguna akan diberikan pertanyaan-pertanyaan tentang gejala kerusakan yang mungkin terjadi pada perangkat AC pengguna. Pengguna

hanya diminta untuk menjawab pertanyaan dengan pilihan jawaban “ya” atau “tidak” sesuai dengan fakta yang terjadi pada AC pengguna.



Gambar 10 Diagnosa
(Sumber: Data Penelitian, 2016)

Setelah semua pertanyaan dari sistem telah dijawab oleh pengguna, maka sistem akan melakukan proses penelusuran dan

menampilkan hasilnya pada halaman Hasil Diagnosa.



Gambar 11 Hasil Diagnosa
(Sumber: Data Penelitian, 2016)

b. Log In

Menu *Log In* digunakan oleh administrator atau pakar sebelum dapat mengakses Menu Administrasi.

Administrator atau pakar harus mengisi *form Log In* dengan *username* dan *password* yang sesuai.



Gambar 12 Form Log In
(Sumber: Data Penelitian, 2016)

2. Menu Administrasi

Menu Administrasi merupakan menu yang digunakan oleh administrator atau pakar untuk mengelola data-data yang digunakan dalam sistem pakar. Berikut ini adalah beberapa menu yang terdapat dalam Menu Administrasi:

a. Basis Pengetahuan – Penyebab

Menu ini berisi tabel yang menampilkan data-data penyebab kerusakan AC yang telah dimasukkan oleh administrator atau pakar.



Gambar 13 Basis Pengetahuan - Penyebab
(Sumber: Data Penelitian, 2016)

Dalam menu tersebut, administrator atau pakar dapat menambahkan data penyebab dengan menekan tombol menu Tambah

Data lalu mengisi *Form* Tambah Data Penyebab.



Gambar 14 *Form* Tambah Data Penyebab
(Sumber: Data Penelitian, 2016)

Untuk melihat data penyebab secara detail, administrator atau pakar dapat menekan tombol Lihat pada menu Basis

Pengetahuan – Penyebab (lihat gambar 23).



Gambar 15 Lihat Data Penyebab
(Sumber: Data Penelitian, 2016)

Jika diperlukan, administrator atau pakar dapat melakukan perubahan data penyebab

dengan menekan tombol *Edit* Data pada menu Lihat Data Penyebab.

Gambar 16 Form Edit Data Penyebab
(Sumber: Data Penelitian, 2016)

Menu Lihat Data Penyebab juga dilengkapi dengan tombol Lihat Gejala yang digunakan untuk melihat gejala apa saja yang berkaitan dengan kerusakan yang telah dipilih.

No	Kode	Nama Gejala Kerusakan
1	GJL01	AC mati total
2	GJL02	posisi MCB OFF(trip)

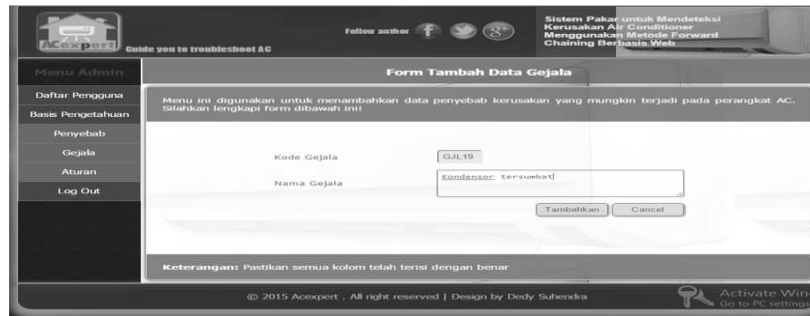
Gambar 17 Form Lihat Gejala dari Penyebab Kerusakan
(Sumber: Data Penelitian, 2016)

b. Basis Pengetahuan – Gejala
Menu ini berisi tabel yang menampilkan seluruh data-data gejala kerusakan AC yang telah dimasukkan oleh administrator atau pakar.

No	Kode	Nama Gejala Kerusakan	Menu
1	GJL01	AC mati total	Edit Hapus
2	GJL02	posisi MCB OFF(trip)	Edit Hapus
3	GJL03	terdengar dengungan saat start kompresor outdoor MCB trip	Edit Hapus
4	GJL04	LED indikator pada indoor AC berkedip-kedip	Edit Hapus
5	GJL05	AC bekerja dengan normal tapi tidak dingin	Edit Hapus

Gambar 18 Basis Pengetahuan - Gejala
(Sumber: Data Penelitian, 2016)

Pada menu tersebut, terdapat tombol Tambah Data yang dapat digunakan oleh administrator atau pakar jika hendak menambahkan data gejala kerusakan.



Gambar 19 Form Tambah Data Gejala
(Sumber: Data Penelitian, 2016)

Tombol *Edit* pada menu Basis Pengetahuan – Gejala dapat digunakan oleh administrator atau pakar jika hendak

mengubah isi dari data gejala yang ada melalui *Form Edit Data Gejala*.



Gambar 20 Form Edit Data Gejala
(Sumber: Data Penelitian, 2016)

c. Basis Pengetahuan - Aturan



Gambar 31 Basis Pengetahuan - Aturan
(Sumber: Data Penelitian, 2016)

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Model representasi pengetahuan berbasis kaidah produksi (*production rule*) dapat diterapkan dalam sistem

pakar untuk mendeteksi kerusakan AC berbasis *web*.

2. Metode *forward chaining* dapat diterapkan dalam sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan AC berbasis *web*.
3. Sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan Air Conditioner (AC)

menggunakan metode *forward chaining* berbasis *web* dapat digunakan untuk membantu teknisi AC dalam menangani permasalahan yang berkaitan dengan AC.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Putera Batam yang telah banyak mendukung penulis dalam penelitian ini. Terima kasih kepada PT Batamindo Investment Cakrawala sebagai tempat studi kasus di dalam penelitian ini. Penulis berharap semoga penelitian ini dapat menjadi manfaat kedepannya.

REFERENSI

- [1] Hartati, S. dan S. Iswanti. (2008). *Sistem Pakar dan Pengembangannya*. Edisi Pertama. GRAHA ILMU. Yogyakarta.
- [2] Wahyudi, J. dan J., Jumadi, (2011). Sistem Pakar Kerusakan Handphone Nokia 5130 XpressMusic dengan Metode Forward Chaining, *Jurnal Media Infotama*. 1(7): 196-197.
- [3] Jamhari, C.; A. Kiryanto, dan S.H., Anwariningsih, (2014). Sistem Pakar Diagnosis Kerusakan Sepeda Motor Non Matic. *Seminar Nasional IENACO*. n/a: 375.
- [4] Kusrini. (2006). *Sistem Pakar: Teori dan Aplikasi*. Edisi Pertama. PENERBIT ANDI. Yogyakarta.
- [5] Abdillah, M. (2013). *Perawatan & Perbaikan Air Conditioner (AC) Split*. Yayasan Kemajuan Teknik. Pontianak.