

SISTEM PAKAR DENGAN BEBERAPA KNOWLEDGE BASE MENGUNAKAN PROBABILITAS BAYES DAN MESIN INFERENSI FORWARD CHAINING

Agus Sasmito Aribowo¹⁾, Siti Khomsah²⁾

¹⁾Teknik Informatika. UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. Babarsari no 2 Tambakbayan 55281 Yogyakarta Telp (0274)-485323
e-mail : sasmito_skom@yahoo.com

²⁾Manajemen Informatika Universitas Respati Yogyakarta
Jl. Laksda Adisutjipto Km. 6.3 Yogyakarta
e-mail : omi.khomsah@gmail.com

Abstrak

Keunggulan sistem pakar yang dapat memiliki sifat multi kepakaran perlu lebih diteliti karena dengan adanya banyak kepakaran dalam sebuah sistem pakar maka sistem pakar itu dapat lebih berguna untuk menyelesaikan lebih banyak permasalahan. Dicontohkan sistem pakar untuk diagnosa penyakit dapat diisi knowledge base untuk penyakit pada sapi, kambing, ayam, dan beberapa jenis penyakit hewan lainnya. Sistem pakar untuk diagnosa kerusakan alat elektronik dapat diberi knowledge base untuk kerusakan televisi, telepon seluler, dan radio.

Tentunya sistem dengan banyak kemampuan kepakaran membutuhkan simpanan knowledge base yang memadai. Maka bagaimana menyusun sistem basis data yang tepat, teknik inferensi forward chaining, dan pengelolaan working memory yang tepat sehingga sistem pakar dengan beberapa knowledge dapat bekerja. Penelitian ini menggunakan tiga buah knowledge base yaitu untuk diagnosa kerusakan televisi, kerusakan handphone dan kerusakan komputer.

Hasil penelitian adalah sebuah sistem pakar dengan beberapa knowledge base ini dapat mendiagnosis kerusakan beberapa alat elektronik. Sistem pakar dapat mengakomodasi jawaban atas pertanyaan diagnosa dalam tiga jenis jawaban, yaitu "YA", "TIDAK" dan "TIDAK TAHU". Sistem pakar dilengkapi dengan manajemen ketidakpastian menggunakan Probabilitas Bayes sehingga sistem tetap dapat memberikan hasil kesimpulan walaupun fakta yang dimasukkan oleh pengguna tidak lengkap.

Kata kunci : sistem pakar, alat elektronik, forward chaining, probabilitas bayes

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang ada maka keberadaan seorang ahli dapat digantikan oleh suatu sistem pakar. Keuntungan yang diperoleh dari sistem pakar antara lain biaya pembuatan sistem pakar relatif lebih murah bila dibandingkan untuk menjadi seorang pakar. Dapat digunakan pada lingkungan kerja yang mungkin dapat membahayakan manusia, Sifat kepakaran yang dimilikinya permanen. Dapat memiliki sifat multi kepakaran. Sistem pakar dilengkapi dengan fasilitas yang dapat mengolah proses penalaran yang digunakan untuk menarik kesimpulan. Selain itu karena menggunakan komputer sistem pakar memiliki respon yang cepat dan dapat diandalkan setiap saat.

Keunggulan sistem pakar yang dapat memiliki sifat multi kepakaran perlu lebih diteliti karena dengan adanya banyak kepakaran dalam sebuah sistem pakar maka sistem pakar dapat lebih berguna untuk menyelesaikan lebih banyak permasalahan. Dicontohkan sistem pakar untuk diagnosa penyakit dapat diisi knowledge base untuk penyakit pada sapi, kambing, ayam, dan beberapa jenis hewan lainnya. Sistem pakar untuk diagnosa kerusakan alat elektronik dapat diberi knowledge base untuk kerusakan televisi, telepon seluler, dan radio.

Tentunya sistem dengan banyak kemampuan kepakaran membutuhkan simpanan knowledge base yang memadai. Maka bagaimana menyusun sistem basis data yang tepat, teknik inferensi, dan pengelolaan working memory yang tepat sehingga sistem pakar dengan beberapa knowledge dapat bekerja. Penelitian ini menggunakan tiga buah knowledge base yaitu untuk diagnosa kerusakan televisi, kerusakan handphone dan kerusakan komputer.

1.2. Batasan Masalah.

Untuk lebih fokus dalam pembangunan Sistem Pakar, maka sistem akan dibatasi pada penggunaan teknik penalaran *Forward Chaining* dimana untuk mendapatkan kesimpulan tentang jenis kerusakan yang ada

maka perlu dipenuhi beberapa fakta yang akan ditampilkan dalam bentuk konsultasi. Sistem diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis web sehingga mudah diakses.

1.3. Rumusan Masalah.

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem pakar yang memiliki beberapa kepakaran dan beberapa knowledge base.
2. Bagaimana mengatasi ketidakpastian keputusan dalam sistem pakar tersebut jika kesimpulan akhir dari sistem pakar belum mengarah pada satu kesimpulan final.

1.4. Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pakar yang memiliki beberapa bentuk kepakaran dan didukung dengan beberapa knowledge untuk setiap kepakaran yang ada.

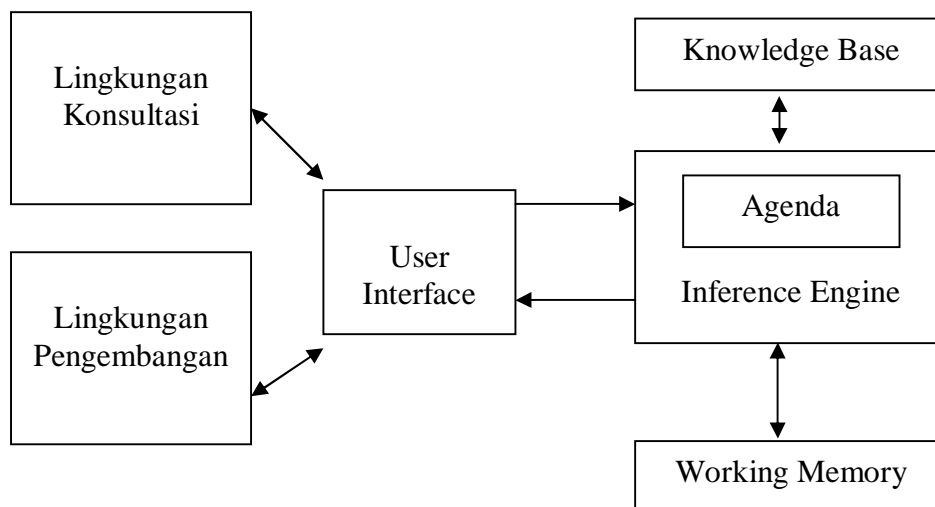
Manfaat yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Bagi seorang pakar atau ahli.
Sistem pakar akan seperti asisten pribadinya, karena bagaimanapun juga sistem pakar dibangun berdasarkan pengetahuan dari seorang yang ahli dalam bidang tertentu.
2. Bagi para pengguna atau *user*.
Adanya beberapa pengetahuan dalam sistem pakar memungkinkan seorang ahli dapat memanfaatkan sistem untuk keperluan yang lebih luas.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Konsep Sistem Pakar

Sistem pakar terdiri dari 2 bagian pokok, yaitu: lingkungan pengembangan (development environment) dan lingkungan konsultasi (consultation environment). Lingkungan pengembangan digunakan sebagai pembangun sistem pakar baik dari segi pembangun komponen maupun basis pengetahuan. Lingkungan konsultasi digunakan oleh seseorang yang bukan ahli untuk berkonsultasi. Secara umum komponen sistem pakar dapat ditunjukkan pada gambar 1 (Giarratano, 1993).



Gambar 1. Struktur Dasar Sistem Pakar

1. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)

Basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah. Basis pengetahuan ini juga berisi tentang aturan-aturan yang berkaitan dengan pengetahuan tersebut. Dalam proses ini pengetahuan direpresentasikan menjadi basis pengetahuan dan basis aturan selanjutnya dikodekan, dikumpulkan, dan dibentuk secara sistematis.

Ada beberapa cara merepresentasikan data menjadi basis pengetahuan yaitu dalam bentuk atribut, aturan-aturan, jaringan semantik, *frame*, dan logika. Ada dua elemen utama basis pengetahuan yaitu :

- a. Fakta, merupakan situasi (teori) informasi yang terkait
- b. Heuristic khusus atau *rule*, yang secara langsung menggunakan pengetahuan untuk menyelesaikan masalah tertentu.

Pada penalaran berbasis aturan, pengetahuan direpresentasikan dengan menggunakan aturan berbentuk : IF-THEN. Bentuk ini digunakan apabila memiliki sejumlah pengetahuan pakar pada suatu permasalahan tertentu dan si pakar dapat menyelesaikan masalah tersebut secara berurutan. Apabila ditemukan pengetahuan baru yang harus di inputkan atau diedit, maka keseluruhan program harus diubah dan memerlukan banyak waktu

untuk penelusuran kembali listing program. Maka pembuatan sistem pakar dengan beberapa *knowledge base* perlu memperhatikan bagaimana penyimpanan yang tepat sehingga tabel data untuk menyimpan *knowledge* tersebut dapat terorganisasi dengan baik bagi beberapa *knowledge*.

2. Mesin Inferensi (*Inference Engine*)

Inferensi merupakan proses yang digunakan sistem pakar untuk menghasilkan informasi baru dari informasi yang telah diketahui. Dalam sistem pakar proses inferensi dilakukan dalam suatu modul yang disebut dengan mesin inferensi (*Inference Engine*). Fungsi *Inference Engine* adalah :

- a. Memberikan pertanyaan kepada *user*.
- b. Menambah jawaban pada *working memory* (*blackboard*).
- c. Menambahkan fakta baru dari suatu *rule* (hasil inferensi).
- d. Menambahkan fakta baru tersebut pada *working memory*.
- e. Mencocokkan fakta pada *working memory* dengan *rule*.

Secara umum dalam inferensi penalaran maju (*Forward Chaining*) aturan (*rule*) akan diuji satu persatu dalam urutan tertentu. Saat tiap aturan diuji, sistem akan mengevaluasi apakah kondisi benar atau salah. Dengan kata lain, penalaran dimulai dari fakta terlebih dahulu untuk menguji hipotesis. *Forward chaining* adalah *data-driven* karena inferensi dimulai dengan informasi yang tersedia dan kemudian konklusi akan diperoleh.

Pada sistem pakar umumnya metode penalaran atau mesin inferensi tersebut diimplementasikan dalam bentuk baris-baris coding dalam bahasa pemrograman tertentu. Maka sudah dapat diperkirakan bahwa sistem pakar dengan beberapa *knowledge* hanya dapat diisi beberapa kepakaran yang memiliki teknik inferensi yang sama dan memiliki struktur *knowledge base* yang sama.

3. *Working Memory*

Working memory merupakan bagian dari sistem pakar yang digunakan untuk merekam kejadian yang sedang berlangsung termasuk keputusan sementara. Bagian ini berisi fakta-fakta masalah yang ditemukan dalam suatu proses. Fakta-fakta ini berasal dari konsultasi. Struktur *working memory* akan mengikuti alur inferensi sistem pakar tersebut.

4. *User Interface*

Bagian ini merupakan suatu mekanisme atau media komunikasi antar pemakai (*user*) dengan program. Bagian ini juga menyediakan dan memberikan fasilitas informasi dan beberapa keterangan yang mengarah pada penelusuran masalah sampai ditemukan solusi.

2.2. Struktur Detail Sistem Pakar

Jika hendak membentuk sistem pakar dengan banyak kemampuan kepakaran maka perlu memperhatikan secara detail struktur sistem pakar tersebut. Bagian-bagian struktur detail sistem pakar yang perlu diperhatikan adalah :

1. *Knowledge Acquisition System*.

Bagian ini digunakan untuk memasukkan pengetahuan, mengkonstruksi atau menambah maupun mengembangkan pengetahuan dalam basis pengetahuan. Pengetahuan yang diperoleh dapat berasal dari seorang pakar atau ahli, *literature*, penelitian, basis data maupun gambar.

Contoh akuisi pengetahuan adalah pada kasus diagnosis kerusakan mesin motor. Yang dimulai dengan mengumpulkan data tentang macam kerusakan, penyebab kerusakan, ciri kerusakan, sampai pada solusinya. Data kerusakan mesin ini diperoleh dari pakar dibidangnya. Pada sistem pakar dengan beberapa *knowledge* maka bagian akuisisi pengetahuan harus dapat mengakomodasi pemasukan pengetahuan untuk beberapa jenis kepakaran, misalnya kepakaran dalam diagnosa kerusakan televisi, kerusakan handphone dan komputer.

2. *Workplace (Blackboard)*

Merupakan bagian dalam *memory* yang berisi fakta-fakta pada suatu keadaan. Fakta-fakta ini diperoleh pada proses konsultasi.

3. *Explanation Subsystem*.

Explanation Subsystem digunakan untuk memberikan respon dan memberikan penjelasan tentang apa yang dilakukan sistem pakar. *Explanation Subsystem* yang terdapat dalam sistem pakar digunakan untuk mengklarifikasi proses *reasoning*, rekomendasi dan tindakan lainnya (misalnya : melalui pertanyaan).

4. *Knowledge Refining System*.

Sistem ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem pakar apakah pengetahuan-pengetahuan yang ada masih sesuai atau cocok digunakan di masa mendatang.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Analisis Kebutuhan Sistem

Sistem pakar yang dibutuhkan harus memiliki semua sub sistem yang telah dijelaskan dalam landasan teori. yaitu :

1. Sarana untuk Akuisisi Pengetahuan (*Knowledge Acquisition*)

Pengetahuan yang dikumpulkan menggunakan sarana ini tergantung pada jenis knowledge yang hendak dimasukkan dalam sistem. Jika ada tiga buah knowledge hendak dimasukkan dalam sistem maka pengetahuan yang dibutuhkan adalah :

- Gejala-gejala kerusakan televisi, handphone dan komputer
- Jenis-jenis kerusakan televisi,handphone dan komputer
- Cara pencegahan dan saran perbaikannya

2. Sarana untuk Representasi Pengetahuan (*Knowledge Representation*)

Yaitu sarana berbentuk basis pengetahuan dan basis aturan atau kaidah yang dikumpulkan, dikodekan, diorganisasikan dan digambarkan dalam bentuk rancangan yang sistematis. Pengetahuan dinyatakan dalam bentuk aturan IF-THEN. Bagian premis dari aturan yang digunakan untuk menentukan gejala kerusakan, sedangkan bagian kesimpulan berkaitan dengan nama kerusakan.

3. Sarana untuk Proses Inferensi (*Inference Engine*)

Sarana ini akan melakukan penalaran maju (*forward reasoning*) dimana aturan-aturan diuji satu demi satu dalam urutan tertentu. Saat tiap aturan diuji, sistem pakar akan mendeteksi kerusakan yang sesuai dengan aturan yang telah dibuat.

Jika ada kekurangan fakta dalam menentukan suatu jenis kerusakan maka ketidakpastian ini akan dihitung menggunakan teorema *probabilistic bayes*, dengan rumus sebagai berikut:

$$p(H_i|E) = \frac{p(E|H_i) * p(H_i)}{\sum_{k=1}^n p(E|H_k) * p(H_k)}$$

Dimana :

$p(H_i|E)$ = probabilitas hipotesis H_i benar jika diberikan *evidence* E

$p(E|H_i)$ = probabilitas munculnya *evidence* E jika diketahui hipotesis H_i benar

$p(H_i)$ = probabilitas hipotesis tanpa memandang *evidence* sebelumnya

n = jumlah hipotesis yang mungkin

(Pal and Shiu, 2004)

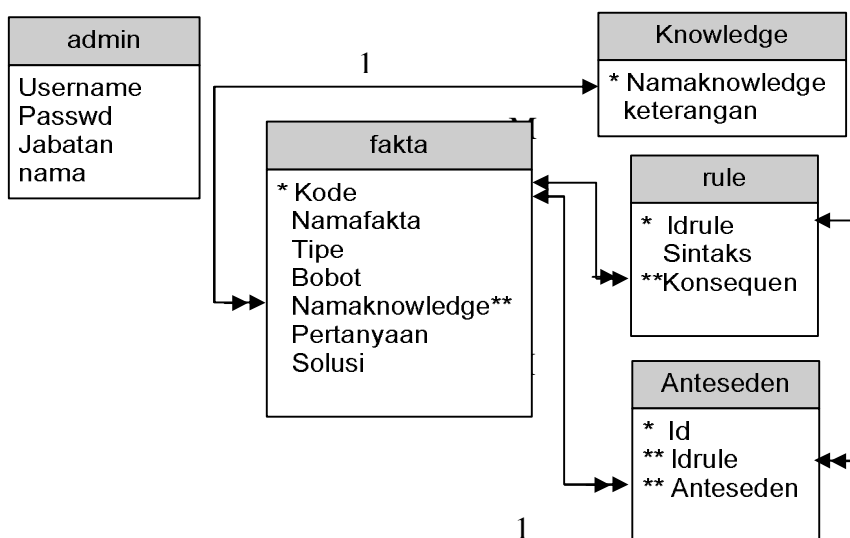
3.2. Perancangan Knowledge Base

3.2.1. Fakta dan Rule

Representasi aturan yang memiliki pola IF kondisi THEN aksi pada tabel pakar memberikan keuntungan, yaitu kemudahan dalam memodifikasi, baik perubahan, penambahan, maupun penghapusannya

3.2.2. Perancangan Media Penyimpanan Knowledge

Diagram relasi antar tabel untuk penyimpanan knowledge dan proses inferensi ada pada gambar 2.



Gambar 2 Database Tabel Relationship

Penjelasan

1. Tabel Knowledge

Tabel knowledge akan berisi knowledge yang tersedia dalam sistem pakar tersebut. Tabel ini merupakan tabel induk dari tabel fakta dimana tabel fakta akan berisi fakta-fakta kerusakan yang ada dalam sebuah knowledge.

2. Tabel Fakta

Tabel fakta akan berisi gejala-gejala kerusakan dan nama-nama kerusakan alat sesuai knowledge yang ada. Setiap fakta kerusakan akan menjadi data induk bagi tabel rule.

3. Tabel Rule

Tabel rule berfungsi untuk menyimpan rule-rule untuk proses inferensi. Beberapa buah rule akan berelasi dengan satu fakta kerusakan. Tabel rule juga berelasi satu ke banyak dengan tabel anteseden.

4. Tabel Anteseden

Tabel Anteseden akan berisi gejala-gejala bagi setiap rule. Setiap gejala kerusakan dalam tabel fakta akan menjadi data induk bagi tabel anteseden.

3.2.3. Agenda







Agenda merupakan daftar prioritas prosedur yang dibuat oleh motor inferensi dan direkam dalam *working memory*. Agenda akan diisi oleh rule yang aktif dalam proses inferensi. Jika terjadi konflik yang disebabkan adanya beberapa rule aktif dalam agenda maka penyelesaian konflik tersebut dilakukan dengan teknik *Specificity* dimana rule yang dipilih adalah rule yang terbanyak jumlah kondisi yang terpenuhi dibandingkan dengan rule-rule lain dalam konflik tersebut.

4. IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

4.1. Bagian Pakar

User interface yang disediakan untuk bagian pakar adalah sebagai berikut :

- a. Sarana pengelolaan knowledge

PENGELOLAAN KNOWLEDGE				
No.	Nama Identitas Knowledge	keterangan	Status	Proses
1	DIAGNOSA TELEVISI	Knowledge untuk diagnosa kerusakan televisi	NONAKTIF	 
2	DIAGNOSA KOMPUTER	Knowledge untuk diagnosa kerusakan komputer	NONAKTIF	 
3	DIAGNOSA HANDPHONE	Knowledge untuk diagnosa kerusakan handphone	AKTIF	 
	<input type="text"/>			<input type="button" value="Tambah"/>

Gambar 3. Sarana Pengelolaan Knowledge

Sarana pada gambar 3 berguna untuk menambah, edit dan hapus knowledge yang hendak dimasukkan dalam sistem pakar.

- b. Sarana untuk mengelola rule, yaitu menambah, edit dan hapus rule-rule yang berlaku.

Sarana ini merupakan inti dari akuisisi pengetahuan dari seorang pakar bagi sistem pakar tersebut. Seorang pakar dapat memasukkan pengetahuannya dalam komputer dalam bentuk aturan IF .. THEN rule. Seorang pakar juga dapat melakukan edit dan hapus rule yang sudah tidak berlaku. Sarana pengelolaan rule ini ada pada gambar 4.

PENGELOLAAN RULE

PENAMBAHAN RULE BARU

IF <input type="checkbox"/> Tidak ada jaringan <input type="checkbox"/> Signal naik turun <input type="checkbox"/> Muncul contact service <input type="checkbox"/> LCD Blank <input type="checkbox"/> Speaker & Mic Mati <input type="checkbox"/> Kerusakan Antena <input type="checkbox"/> Kerusakan IC CPU <input type="checkbox"/> Mati total <input type="checkbox"/> restart	THEN <input type="radio"/> Kerusakan Antena <input type="radio"/> Kerusakan IC CPU
---	---

RULE	Operasi
IF Tidak ada jaringan AND Signal naik turun AND Muncul contact service THEN Kerusakan Antena	[Edit] [Delete]
IF Tidak ada jaringan AND Muncul contact service AND LCD Blank AND Mati total AND restart THEN Kerusakan IC CPU	[Edit] [Delete]

[\[Tambah Rule\]](#)

Gambar 4. Sarana Pengelolaan Rule

4.2. Bagian Pengguna

- a. Halaman untuk diagnosis kerusakan alat elektronik

SISTEM PAKAR

UNTUK DIAGNOSA KERUSAKAN ALAT ELEKTRONIK

(TELEVISI, HANDPHONE, DAN KOMPUTER)

KNOWLEDGE AKTIF : DIAGNOSA HANDPHONE

MENU UTAMA

HOME

DIAGNOSA

LOGIN PAKAR

Pengguna, silahkan jawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan memilih salah satu pilihan jawaban yang tersedia.

Pertanyaan : Apakah sinyal naik turun?

FAKTA : apakah tidak ada jaringan?? Jawab : YA

Designed By Agus Sasmito, Omi Khomsah, 2011

Gambar 5. Halaman Diagnosa Kerusakan

Halaman untuk diagnosa kerusakan akan memberikan pertanyaan-pertanyaan kepada pengguna terkait kerusakan alat elektronik yang diketahuinya. Pengguna akan memberikan fakta berupa jawaban "YA" atau "TIDAK" pada setiap pertanyaan yang diajukan. Kelebihan sistem pakar ini adalah pengguna juga dapat memberikan jawaban "TIDAK TAHU" kepada sistem. Hal ini untuk menyesuaikan dengan realitas di

D-56

masyarakat bahwa sangat mungkin pengguna tidak mengetahui apakah sebuah gejala kerusakan tersebut benar-benar terjadi atau tidak pada alat elektronik yang dimilikinya.

- b. Halaman untuk menampilkan hasil diagnosis

KESIMPULAN

Kerusakan alat anda : Kerusakan Antena

Solusinya :
IC RF ANtena di blower. kemudian dicek apakah masih berfungsi. jika tidak maka ganti IC RF Antena dengan yang baru.

Kesimpulan diperoleh setelah anda menentukan fakta yang ada adalah :

FAKTA DITANYAKAN :
apakah tidak ada jaringan?? Jawab : YA
Apakah sinyal naik turun? Jawab : YA

Gambar 6. Hasil Diagnosa

Hasil diagnosa kerusakan alat elektronik ditampilkan berikut nama kerusakan dan solusinya. Kemudian pengguna juga melihat daftar pertanyaan yang sudah dijawabnya selama proses konsultasi.

HASIL PROSES PENALARAN :
Kemungkinan Kerusakan Antena adalah 0.625.
Solusinya : IC RF ANtena di blower. kemudian dicek apakah masih berfungsi. jika tidak maka ganti IC RF Antena dengan yang baru.

Kemungkinan Kerusakan IC CPU adalah 0.375.
Solusinya : IC Cpu di blower. kemudian dicek apakah masih berfungsi. Jika tidak maka gantilah IC dengan yang baru

FAKTA DITANYAKAN :
apakah tidak ada jaringan?? Jawab : YA
Apakah sinyal naik turun? Jawab : TIDAK TAHU
Apakah muncul "contact service"? Jawab : TIDAK TAHU
Apakah LCD Blank? Jawab : TIDAK TAHU
Apakah HP mati total? Jawab : TIDAK TAHU
Apakah HP restart? Jawab : TIDAK TAHU

Gambar 7. Hasil Penalaran Dengan Probabilitas

Hasil yang mengandung unsur ketidak pastian dapat dimunculkan oleh sistem. Pada contoh gambar 7 merupakan hasil diagnosa kerusakan dimana sistem tidak dapat memberikan kesimpulan secara pasti. Sistem akan memberikan probabilitas kemungkinan kerusakan dengan perhitungan probabilitas bayes. Hasilnya ada

pada gambar 7 dimana probabilitas kerusakan handphone karena antenna adalah 0,625 (62,5%) dan probabilitas karena kerusakan IC CPU adalah 0.375 (37,5%).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Sistem pakar dengan beberapa *knowledge base* ini dapat mendiagnosis kerusakan alat-alat elektronik dengan syarat knowledge yang dibutuhkan sudah tersedia.
2. Sistem pakar dapat mengelola knowledge untuk beberapa kasus dengan baik sehingga setiap knowledge dapat bermanfaat untuk diagnosa setiap kasus tanpa saling mengganggu satu sama lain.
3. Sistem pakar dapat mengoperasikan beberapa knowledge untuk domain yang berbeda.
4. Sistem pakar dapat mengakomodasi jawaban atas pertanyaan diagnosa dalam tiga jenis jawaban, yaitu "YA", "TIDAK" dan "TIDAK TAHU". Hal ini merupakan kelebihan sistem karena memungkinkan pengguna menjawab "TIDAK TAHU"
5. Sistem pakar dilengkapi dengan manajemen ketidak pastian. Sistem tetap dapat memberikan hasil kesimpulan walaupun fakta yang dimasukkan oleh pengguna tidak lengkap.

5.2. Saran

Hendaknya kelemahan-kelemahan dari hasil penelitian dapat diperbaiki di waktu mendatang antara lain dengan mencoba algoritma yang lebih mangkus, mengecek kesalahan-kesalahan yang timbul jika ada, dan memperbaikinya. Kemudian memformulasikan bobot hubungan antara suatu gejala dengan penyakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Giarratano, J., and Riley, G., 1993, *Expert Systems : Principles and Programming*, PWS Publishing Company, Boston.
- Kusumadewi, S., 2003, *Artificial Intelligence*, Graha Ilmu : Yogyakarta.
- Turban, E, and E. Aronson, J, 2005, *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, Pearson Education, inc, New Jersey.
- Ian H. Witten, Eibe Frank, Mark A. Hall, *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques (Third Edition)*, Morgan Kaufmann, 2011
- Watson, Ian, 1997, *Applying Case Based Reasoning : Techniques for Enterprise System*, Morgan Kauffman, California.
- Pal, S K. And Shiu, S. C.K., *Foundations of Soft Case Based Reasoning*. Willey & Sons, Inc. Canada. pp 64 – 67. 2004.