

SISTEM PAKAR

Penyelesaian Kasus Kerusakan Pada Mesin Cuci dengan Metode Backward Chaining

Sistem pakar (*expert system*) adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagaimana yang dipikirkan oleh pakar. Pakar yang dimaksud di sini adalah orang yang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam. Seorang pakar dapat memecahkan masalah yang tidak mampu dipecahkan kebanyakan orang atau memecahkan suatu masalah dengan lebih efisien namun bukan berarti lebih murah.

Dalam merancang sistem pakar, langkah-langkah yang dilakukan berdasarkan pengetahuan yang di rumuskan ke dalam bentuk representasi pengetahuan. Representasi pengetahuan yang dipilih dapat di sajikan dalam bentuk tabel keputusan, pohon keputusan dan kaidah produksi.

Buku sistem pakar ini merupakan bagian dari materi pembelajaran perkuliahan khususnya informatika, maka dalam buku ini memberikan contoh penyelesaian kasus kerusakan pada mesin cuci dengan metode *backward chaining*. Dengan adanya buku ini dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam pembangunan sebuah sistem pakar.



Penerbit Mitra Cendekia Media
FB: Penerbit Mitra Cendekia
HP/WA: 0812-7574-0738
Website : www.mitracendekiamedia.com



Joko Kuswanto, M.Kom.



SISTEM PAKAR

Penyelesaian Kasus Kerusakan Pada Mesin Cuci dengan Metode Backward Chaining

Joko Kuswanto, M.Kom.

SISTEM PAKAR: Penyelesaian Kasus Kerusakan Pada Mesin Cuci dengan Metode Backward Chaining



SISTEM PAKAR

*Penyelesaian Kasus Kerusakan pada Mesin Cuci
dengan Metode Backward Chaining*

UU No 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat ciptaan dan/atau produk hak terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. penggunaan ciptaan dan/atau produk hak terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. penggunaan ciptaan dan/atau produk hak terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan fonogram yang telah dilakukan pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu ciptaan dan/atau produk hak terkait dapat digunakan tanpa izin pelaku pertunjukan, produser fonogram, atau lembaga penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

SISTEM PAKAR

*Penyelesaian Kasus Kerusakan pada
Mesin Cuci dengan Metode
Backward Chaining*

Joko Kuswanto, M.Kom.



**SISTEM PAKAR: Penyelesaian Kasus Kerusakan pada Mesin Cuci dengan
Metode *Backward Chaining***

Joko Kuswanto, M.Kom.

Editor:

Dwi Fadhila

Desainer:

Mifta Ardila

Sumber Gambar Kover:

www.freepik.com

Penata Letak:

Dwi Fadhila

Proofreader:

Tim Mitra Cendekia Media

Ukuran :

xii, 75 hlm, 14,8 x 21 cm

ISBN :

978-623-176-034-0

Cetakan Pertama:

Desember 2022

Hak Cipta 2022, pada Joko Kuswanto, M.Kom.

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Anggota IKAPI: 022/SBA/20
PENERBIT MITRA CENDEKIA MEDIA

Kapalo Koto No. 8, Selayo, Kec. Kubung, Kab. Solok
Sumatra Barat – Indonesia 27361
HP/WA: 0812-7574-0738
Website: www.mitracendekiamedia.com
E-mail: mitracendekiamedia@gmail.com

KATA PENGANTAR__ix

BAB I KECERDASAN BUATAN
(ARTIFICIAL INTELIIGENCE)

- A. Pengertian Kecerdasan Buatan__1
- B. Tujuan dibuatnya Kecerdasan Buatan__2
- C. Keuntungan Kecerdasan Buatan __3
- D. Kekurangan Kecerdasan Buatan__4
- E. Perbandingan AI dengan Pemrograman Konvensional__5
- F. Lingkup Kecerdasan Buatan Pada Aplikasi Komersial__5

BAB II SISTEM PAKAR
(EXPERT SYSTEM)

- A. Pengertian Sistem Pakar __7
- B. Konsep Dasar Sistem Pakar__9
- C. Manfaat dan Kekurangan Sistem Pakar__11
- D. Ciri-ciri Sistem Pakar __12
- E. Orang yang Terlibat dalam Sistem Pakar __13
- F. Perbandingan dengan Sistem Pakar__13
- G. Komponen Sistem Pakar__15

BAB III REPRESENTASI
PENGETAHUAN

- A. Logika__20
- B. Jaringan Semantik (*Semantic Nets*)__22
- C. *Object-Atributte-Value* (OAV)__24
- D. Bingkai (*Frame*)__24
- E. Kaidah Produksi (*Production Rule*)__25

BAB IV PERUNUTAN (INFERENSI)

- A. Runut Maju (*Forward Chaining*)_30
- B. Runut Balik (*Backward Chaining*)_34

BAB V RANCANG BANGUN SISTEM PAKAR

- A. Representasi Pengetahuan_39
- B. Memori Kerja_46
- C. Mesin Inferensi_46
- D. Perancangan Diagram Alir Data_49
 - 1. *Entity Relationship Diagram* (ERD)_49
 - 2. Perancangan Tabel_50
- E. Implementasi_56
- F. Pengujian_65

DAFTAR PUSTAKA__73

PROFIL PENULIS__75

D A F T A R G A M B A R

Gambar 2.1. Komponen Sistem Pakar.....	16
Gambar 3.1. Representasi Jaringan Semantik	23
Gambar 3.2. Bingkai Sepeda Motor Yamaha.....	25
Gambar 4.1. Runut Maju.....	30
Gambar 4.2. Contoh Runut Maju	33
Gambar 4.3. Runut Balik	34
Gambar 4.4. Contoh Runut Balik.....	37
Gambar 5.1. Pohon Penelusuran untuk kasus mesin tidak dapat berjalan	43
Gambar 5.2. <i>Flowchart</i> Langkah Penelusuran.....	47
Gambar 5.3. <i>Entity Relationship Diagram</i>	49
Gambar 5.4. Diagram Konteks.....	52
Gambar 5.5. DAD Level 0.....	53
Gambar 5.6. DAD Level 1 Proses 1 Pengolahan Data Kerusakan.....	54
Gambar 5.7. DAD Level 1 Proses 2 Pengolahan Aturan	55
Gambar 5.8. DAD Level 1 Proses 3 Penelusuran	56
Gambar 5.9. Form Login.....	56
Gambar 5.10. Form Konfirmasi	57
Gambar 5.11. Form Menu Utama Pakar	58
Gambar 5.12. Form Input Kerusakan	59
Gambar 5.13. Form Input Gangguan.....	60
Gambar 5.14. Form Input Penyelesaian	61
Gambar 5.15. Form Aturan Gangguan	62
Gambar 5.16. Form Aturan Penyelesaian	63
Gambar 5.17. Form Penelusuran – Kondisi yang dialami.....	64
Gambar 5.18. Form Penelusuran – Hasil Penelusuran dan Penyelesaian	64

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Perbandingan AI dengan Pemrograman Konvensional	5
Tabel 2.1. Perbandingan kemampuan seorang pakar dengan sistem pakar	14
Tabel 2.2. Perbandingan sistem konvensional dan sistem pakar	14
Tabel 3.1. Representasi pengetahuan dengan OAV	24
Tabel 4.1 Contoh Aturan-aturan	31
Tabel 4.2. Fakta Baru	33
Tabel 5.1 Tabel Keputusan	40
Tabel 5.2 Tabel Pakar	50
Tabel 5.3 Tabel Kerusakan.....	50
Tabel 5.4 Tabel Gangguan	51
Tabel 5.5 Tabel Penyelesaian	51
Tabel 5.6 Tabel Aturan Gangguan	52
Tabel 5.7 Tabel Aturan Penyelesaian	52
Tabel 5.8. Data pengujian jenis kerusakan	66
Tabel 5.9. Data pengujian gangguan kerusakan	67
Tabel 5.10. Data pengujian penyelesaian kerusakan	67
Tabel 5.11. Data pengujian aturan gangguan	68
Tabel 5.12. Data pengujian aturan penyelesaian ...	68
Tabel 5.13. Data pengujian penelusuran gangguan kerusakan	69
Tabel 5.14. Data pengujian penelusuran jenis kerusakan	69
Tabel 5.15. Data pengujian penelusuran penyelesaian kerusakan	69
Tabel 5.16. Data pengujian pakar	70

Segala puji bagi Allah, Robb semesta alam yang dengan rahmat dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan penulisan buku ini.

Buku ini membahas secara ringkas tentang sistem pakar yang merupakan suatu cabang dari kecerdasan buatan. Sistem yang mulai dikembangkan pada tahun 1960-an. Uraian dalam buku ini terbagi menjadi lima bab yang mengenalkan tentang sistem pakar. Kelima bab tersebut terdiri dari kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), sistem pakar (*expert system*), representasi pengetahuan, perunutan (inferensi), rancang bangun sistem pakar.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan buku ini.

Sebagai akhir kata, penulis berharap semoga buku ini dapat berguna bagi pembaca yang ingin mendalami tentang sistem pakar. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan buku ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca guna peningkatan kualitas buku ini di masa mendatang.

Baturaja, Juli 2022

Penulis

BAB I

KECERDASAN BUATAN (*ARTIFICIAL INTELLIGENCE*)

A. Pengertian Kecerdasan Buatan

Saat ini banyak teknologi diciptakan dengan tujuan dapat berpikir dan melakukan suatu pekerjaan seperti layaknya seorang manusia. Hal tersebut dianggap bahwa teknologi yang diciptakan sangat canggih dan cerdas. Teknologi yang canggih dan cerdas tersebut misalnya robot. Robot dibuat untuk membantu dan meringankan pekerjaan manusia.

Kecerdasan buatan adalah bidang ilmu komputasi data untuk menjadi sebuah entitas cerdas, untuk belajar dan menentukan keputusannya sendiri. Berikut beberapa pendapat para ahli terkait dengan kecerdasan buatan:

1. Kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) merupakan kawasan penelitian, aplikasi dan instruksi

yang terkait dengan pemrograman komputer untuk melakukan sesuatu hal yang dalam pandangan manusia adalah cerdas (Simon, 1987).

2. Kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) adalah ilmu yang mempelajari cara membuat komputer melakukan sesuatu seperti yang dilakukan manusia (Minsky, 1989).
3. Kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) sebagai sebuah studi tentang bagaimana membuat komputer melakukan hal-hal yang pada saat ini dapat dilakukan lebih baik oleh manusia (Rich and knight, 1991).
4. Kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) adalah salah satu bidang ilmu komputer yang mendayagunakan komputer sehingga dapat berperilaku cerdas seperti manusia (Hartati dan Iswanti, 2008).

Berdasarkan pendapat para ahli di atas dapat disimpulkan bahwa kecerdasan buatan (AI) adalah sebuah teknologi komputer atau mesin yang memiliki kecerdasan sehingga dapat bertindak layaknya manusia.

B. Tujuan dibuatnya Kecerdasan Buatan

Ada tiga tujuan kecerdasan buatan, yaitu:

1. Membuat komputer lebih cerdas. Komputer pada awalnya hanya dapat dipakai untuk menge-

tik, kemudian setelah dikembangkan fungsinya dapat dipakai untuk bermain *game*, *editing*, multimedia dan sebagainya

2. Mengerti tentang kecerdasan. Dibuatnya kecerdasan buatan dianggap dapat membantu memecahkan masalah lebih efektif, efisien, dan teliti.
3. Membuat mesin lebih berguna. Maksudnya mesin dapat meningkatkan akurasi pemrosesan yang menjadikan pekerjaan lebih ringan dan memberikan hasil maksimal.

C. Keuntungan Kecerdasan Buatan

Ada beberapa keuntungan dengan pengembangan serta penerapan dari kecerdasan buatan, di antaranya:

1. Bersifat permanen. Artinya kecerdasan dapat dipakai berulang-ulang.
2. Menawarkan kemudahan. Karena beragam data dari kecerdasan manusia telah disimpan dalam AI, sehingga dapat dengan mudah untuk mengaksesnya.
3. Bersifat konsisten dan teliti. Maksudnya adalah kecerdasan yang dimiliki akan pernah berkurang.
4. Dapat di dokumentasi. Artinya bisa disimpan baik dalam bentuk arsip atau pun berupa panduan untuk generasi berikutnya.

5. Relatif lebih murah dibandingkan dengan kecerdasan alamiah.
6. Dapat mengerjakan beberapa task dengan lebih cepat dan lebih baik dibanding manusia.

D. Kekurangan Kecerdasan Buatan

Selain memiliki kelebihan, kecerdasan buatan juga memiliki kekurangan, di antaranya:

1. Tidak memiliki *common sense*, yaitu sesuatu yang membuat kita tidak sekedar memproses informasi, tetapi mengerti informasi tersebut. Kemengertian ini hanya dimiliki manusia.
2. Kecerdasan terbatas pada program yang diberikan. AI tidak bisa digunakan untuk mengolah informasi yang tidak ada dalam sistemnya. Misalnya sistem pengenalan suara manusia dalam bahasa Indonesia, maka sistem tidak akan mengenali bahasa Inggris tanpa adanya fungsi di dalam sistem.

Komputer dapat digunakan untuk mengumpulkan informasi tentang objek, kegiatan (*events*), proses dan dapat memproses sejumlah besar informasi dengan lebih efisien daripada yang dikerjakan manusia. Namun di sisi lain, dengan menggunakan insting, manusia dapat melakukan hal yang sulit untuk diprogram pada komputer. Manusia dapat

mengenali (*recognize*) hubungan antara beberapa hal, menilai kualitas dan menemukan pola yang menjelaskan hubungan tersebut.

E. Perbandingan AI dengan Pemrograman Konvensional

Tabel 1.1. Perbandingan AI dengan Pemrograman Konvensional

Dimensi	Kecerdasan Buatan	Pemrograman Konvensional
Pemrosesan	Mengandung konsep-konsep simbolik	Algoritmik
Sifat <i>Input</i>	Bisa tidak lengkap	Harus lengkap
Pencarian	Kebanyakan bersifat heuristic	Biasanya didasarkan pada algoritma
Keterangan	Disediakan	Biasanya tidak disediakan
Fokus	Pengetahuan	Data & informasi
Struktur	Kontrol dipisahkan dari pengetahuan	Kontrol terintegrasi dengan informasi (data)
Sifat <i>output</i>	Kuantitatif, tidak harus lengkap	Kualitatif, harus lengkap
Pemeliharaan & update	Relatif mudah karena menggunakan modul-modul	Umunya sulit dilakukan
Kemampuan menalar	Ya dan terbatas tetapi dapat ditingkatkan	Tidak ada

F. Lingkup Kecerdasan Buatan Pada Aplikasi Komersial

Lingkup utama dalam kecerdasan buatan adalah:

1. Sistem Pakar (*Expert System*). Di sini komputer digunakan sebagai sarana untuk menyimpan pengetahuan para pakar. Dengan demikian komputer akan memiliki keahlian untuk menyelesaikan

permasalahan dengan meniru keahlian yang dimiliki oleh pakar.

2. Pengolahan Bahasa Alami (*Natural Language Processing*). Dengan pengolahan bahasa alami ini diharapkan *user* dapat berkomunikasi dengan komputer dengan menggunakan bahasa sehari-hari.
3. Pengenalan Ucapan (*Speech Recognition*). Melalui pengenalan ucapan diharapkan manusia dapat berkomunikasi dengan komputer dengan menggunakan suara.
4. Robotika & Sistem Sensor (*Robotics & Sensory Systems*).
5. *Computer Vision*, mencoba untuk dapat menginterpretasikan gambar atau objek-objek tampak melalui komputer.
6. *Intelligent Computer-aided Instruction*. Komputer dapat digunakan sebagai tutor yang dapat melatih dan mengajar.
7. *Game Playing*.

Implementasi AI dalam bidang komputer, misalnya *Decision Support Sistem* (Sistem Pendukung Keputusan), *Robotic*, *Natural Language* (Bahasa Alami), *Neural Network* (Jaringan Saraf), Sistem Pakar dan lain-lain.

BAB II

SISTEM PAKAR (*EXPERT SYSTEM*)

A. Pengertian Sistem Pakar

Ada beberapa definisi tentang sistem pakar, antara lain:

1. Sistem pakar adalah sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta, dan teknik penalaran dalam memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar dalam bidang tersebut (Martin dan Oxman, 1988).
2. Sistem pakar adalah suatu model dan prosedur yang berkaitan, dalam suatu domain tertentu, yang mana tingkat keahliannya dapat dibandingkan dengan keahlian seorang pakar (Ignizio, 1991).
3. Sistem pakar adalah sistem yang menggunakan pengetahuan manusia yang dimasukkan ke dalam komputer untuk memecahkan masalah-masalah yang biasanya diselesaikan oleh pakar (Turban dan Aronson, 2001).
4. Sistem pakar adalah salah satu cabang kecerdasan buatan yang menggunakan pengetahuan-pengeta-

huan khusus yang dimiliki oleh seorang ahli untuk menyelesaikan suatu masalah tertentu (Giarratano dan Riley, 2005).

5. Sistem pakar adalah salah satu cabang dari kecerdasan buatan yang membuat penggunaan secara luas *knowledge* yang khusus untuk menyelesaikan masalah tingkat manusia pakar (Arhami, 2005).

Sistem pakar (*expert system*) adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagaimana yang dipikirkan oleh pakar. Pakar yang dimaksud di sini adalah orang yang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam. Seorang pakar dapat memecahkan masalah yang tidak mampu dipecahkan kebanyakan orang atau memecahkan suatu masalah dengan lebih efisien namun bukan berarti lebih murah.

Sistem ini bekerja dengan menggunakan pengetahuan dan metode analisis yang telah didefinisikan terlebih dahulu oleh pakar yang sesuai dengan bidang keahliannya. Sistem ini disebut sistem pakar karena fungsi dan perannya sama seperti seorang ahli yang harus memiliki pengetahuan, pengalaman dalam memecahkan suatu persoalan. Sistem biasanya berfungsi sebagai kunci penting yang akan membantu suatu sistem pendukung keputusan atau sistem pendukung eksekutif.
Sebagai contoh: Dokter, Penasihat Keuangan, Pakar

Mesin Mobil, Pakar Pertanian, Pakar Komputer, Pakar Elektronik, dll.

B. Konsep Dasar Sistem Pakar

Menurut Turban, konsep dasar sistem pakar mengandung: keahlian, ahli, pengalihan keahlian, inferensi, aturan dan kemampuan menjelaskan. Keahlian adalah suatu kelebihan penguasaan pengetahuan di bidang tertentu yang diperoleh dari pelatihan, membaca atau pengalaman. Contoh bentuk pengetahuan yang termasuk keahlian adalah :

1. Fakta-fakta pada lingkup permasalahan tertentu.
2. Teori-teori pada lingkup permasalahan tertentu.
3. Prosedur-prosedur dan aturan-aturan berkenaan dengan lingkup permasalahan tertentu.
4. Strategi-strategi global untuk menyelesaikan masalah.
5. *Meta-knowledge* (pengetahuan tentang pengetahuan).

Penjelasan lain terkait dengan konsep dasar dari suatu sistem pakar adalah sebagai berikut:

1. Keahlian
Adalah suatu pengetahuan khusus yang diperoleh dari latihan, belajar dan pengetahuan. Pengetahuan dapat berupa faktor, teori, aturan, strategi global untuk memecahkan masalah.

2. Ahli (*Expert*)
Melibatkan kegiatan mengenali dan memformulasikan permasalahan, memecahkan masalah secara cepat dan tepat, menerangkan pemecahannya, belajar dari pengalaman, merestrukturisasi pengetahuan, memecahkan aturan serta menentukan relevansi.
3. Mentransfer keahlian (*transferring expertise*)
Adalah proses pentransferan keahlian dari seorang pakar ke dalam komputer agar dapat digunakan oleh orang lain yang bukan pakar. Pengetahuan tersebut ditempatkan ke dalam sebuah komponen yang dinamakan basis pengetahuan.
4. Menyimpulkan aturan (*inferencing rule*)
Merupakan kemampuan komputer yang telah diprogram. Penyimpulan ini dilakukan oleh mesin inferensi yang meliputi prosedur tentang penyelesaian masalah.
5. Peraturan (*rule*)
Diperlukan karena mayoritas dari sistem pakar bersifat *rule-based system*, yang berarti pengetahuan disimpan dalam bentuk aturan.
6. Kemampuan menjelaskan (*explanation capability*)
Adalah karakteristik dari sistem pakar yang memiliki kemampuan menjelaskan atau memberi saran mengapa tindakan tertentu dianjurkan atau tidak.

C. Manfaat dan kekurangan Sistem Pakar

Ada banyak manfaat yang dapat diperoleh dengan mengembangkan sistem pakar, antara lain:

1. Masyarakat awam nonpakar dapat memanfaatkan keahlian di dalam bidang tertentu tanpa kehadiran langsung seorang pakar.
2. Penghematan waktu dalam menyelesaikan masalah yang kompleks.
3. Memberikan penyederhanaan solusi untuk kasus-kasus yang kompleks dan berulang-ulang.
4. Pengetahuan dari seorang pakar dapat didokumentasikan tanpa ada batas waktu.
5. Memungkinkan penggabungan berbagai bidang pengetahuan dari berbagai pakar untuk dikombinasikan.
6. Menjadikan pengetahuan dan nasihat lebih mudah didapat.
7. Meningkatkan *output* dan produktivitas.
8. Meningkatkan penyelesaian masalah, menerusi panduan pakar, penerangan, sistem pakar khas.
9. Meningkatkan reliabilitas (kepercayaan).
10. Memberikan respons (jawaban) yang cepat.
11. Merupakan panduan yang *intelligence* (cerdas).
12. Dapat bekerja dengan informasi yang kurang lengkap dan mengandung ketidakpastian.
13. *Intelligence database* (basis data cerdas), bahwa sistem pakar dapat digunakan untuk mengakses basis data dengan cerdas.

Beberapa kekurangan pada sistem pakar di antaranya:

1. Sulit dikembangkan karena keterbatasan keahlian dan ketersediaan pakar.
2. Daya kerja dan produktivitas manusia menjadi berkurang karena semuanya dilakukan secara otomatis oleh sistem.
3. Pengembangan perangkat lunak sistem pakar lebih sulit dibandingkan dengan perangkat lunak konvensional.
4. Biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan dan pemeliharaan sistem pakar.
5. Sistem pakar tidak 100% bernilai benar.

D. Ciri-ciri Sistem Pakar

1. Terbatas pada bidang yang spesifik.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. Dapat mengemukakan rangkaian alasan yang diberikannya dengan cara yang dapat dipahami.
4. Berdasarkan pada rule atau kaidah tertentu.
5. Dirancang untuk dapat dikembangkan secara bertahap.
6. *Output*-nya bersifat nasihat atau anjuran.
7. *Output* tergantung dari dialog dengan *user*
8. *Knowledge base* dan *inference engine* terpisah

E. Orang yang terlibat dalam Sistem Pakar

Untuk memahami perancangan sistem pakar, perlu dipahami mengenai siapa saja yang berinteraksi dengan sistem. Mereka adalah:

- a. Pakar (*domain expert*)
Seseorang ahli yang dapat menyelesaikan masalah yang sedang diusahakan untuk dipecahkan oleh sistem.
- b. Pembangun pengetahuan (*knowledge engineer*)
Seseorang yang menerjemahkan pengetahuan seorang pakar dalam bentuk deklaratif sehingga dapat digunakan oleh sistem pakar.
- c. Pengguna (*user*)
Seseorang yang berkonsultasi dengan sistem untuk mendapatkan saran yang disediakan oleh pakar.
- d. Pembangun sistem (*system engineer*)
Seseorang yang membuat antarmuka pengguna, merancang bentuk basis pengetahuan secara deklaratif dan mengimplementasikan mesin inferensi.

F. Perbandingan dengan Sistem Pakar

Seorang pakar dengan sistem pakar mempunyai banyak perbedaan. Perbandingan kemampuan antara seorang pakar dengan sebuah sistem pakar seperti terlihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1. Perbandingan kemampuan seorang pakar dengan sistem pakar

Factor	Human Expert	Exper System
<i>Time availability</i>	Hari kerja	Setiap saat
Geografis	Lokal/tertentu	Di mana saja
Keamanan	Tidak tergantung	Dapat diganti
<i>Perishable</i> /dapat habis	Ya	Tidak
Performansi	<i>Variable</i>	Konsisten
Kecepatan	<i>Variable</i>	Konsisten
Biaya	Tinggi	Terjangkau

Terdapat beberapa perbedaan antara sistem konvensional dan sistem pakar. Perbedaan tersebut ditunjukkan dalam tabel 2.2. di bawah ini:

Tabel 2.2. Perbandingan sistem konvensional dan sistem pakar

Sistem Konvensional	Sistem Pakar
Informasi dan pemrosesan umumnya digabung dalam satu program sekuensial	Basis pengetahuan terpisah dari mekanisme pemrosesan (inferensi)
Program tidak pernah salah (kecuali pemrogramnya yang salah)	Program bisa saja melakukan kesalahan
Tidak menjelaskan mengapa <i>input</i> dibutuhkan atau bagaimana hasil yang diperoleh	Penjelasan (<i>explanation</i>) merupakan bagian dari sistem pakar
Membutuhkan semua <i>input</i> data	Tidak harus membutuhkan semua <i>input</i> data atau fakta
Perubahan pada program merepotkan	Perubahan pada kaidah dapat dilakukan dengan mudah
Sistem bekerja jika sudah lengkap	Sistem dapat bekerja hanya dengan kaidah yang sedikit
Eksekusi secara algoritmik (<i>step-by-step</i>)	Eksekusi dilakukan secara heuristik dan logis
Manipulasi efektif pada database yang besar	Manipulasi efektif pada basis pengetahuan yang besar
Efisiensi adalah tujuan utama	Efektivitas adalah tujuan utama
Data kuantitatif	Data kualitatif
Representasi dalam numerik	Representasi pengetahuan dalam simbolik

Menangkap, menambah dan mendistribusikan data numerik atau <i>informasi</i>	Menangkap, menambah dan mendistribusi pertimbangan (<i>judgment</i>) dan pengetahuan
---	--

G. Komponen Sistem Pakar

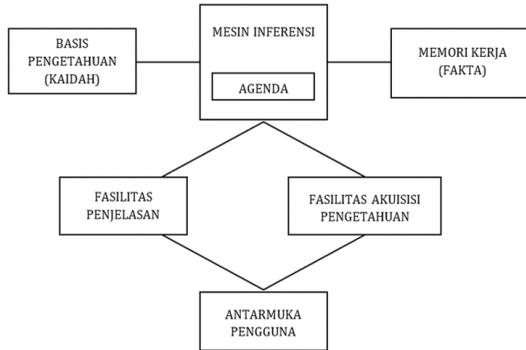
Untuk membangun sistem pakar dibutuhkan komponen-komponen yang harus dimiliki di antaranya (Giarratano dan Riley, 2005):

1. Antarmuka pengguna (*user interface*)
2. Basis pengetahuan (*knowledge base*)
3. Mekanisme inferensi (*inference mechanisme*)
4. Memori kerja (*working memory*)

Selain komponen di atas, untuk menjadikan sistem pakar menjadi lebih menyerupai seorang pakar yang berinteraksi dengan pemakai, maka dapat dilengkapi dengan fasilitas berikut:

1. Fasilitas penjelasan (*explanation facility*)
2. Fasilitas akuisisi pengetahuan (*knowledge acquisition facility*)

Komponen dari sistem pakar dapat dilihat pada gambar di bawah (Giarrantano dan Riley, 2005).



Gambar 2.1. Komponen Sistem Pakar

1. Antarmuka Pengguna

Antarmuka pengguna adalah perangkat lunak yang menyediakan media komunikasi antara pengguna dengan sistem. Pada bagian ini dimungkinkan terjadi dialog antara program dengan pengguna. Program akan mengajukan pertanyaan-pertanyaan (dapat berbentuk ya/tidak atau berbentuk pilihan). Melalui jawaban yang diberikan pengguna, sistem akan mengambil kesimpulan berupa informasi-informasi sesuai dengan sistem pakar yang dibangun.

2. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan merupakan kumpulan pengetahuan bidang tertentu dari pakar dan inti program sistem pakar. Sifatnya dinamis, karena pengetahuan dapat berkembang atau bertambah (*ter-update*).

Ada 2 bentuk pendekatan basis pengetahuan yang sangat umum digunakan, yaitu:

a. Penalaran berbasis aturan (*Rule-Based Reasoning*)

Pada penalaran berbasis aturan, pengetahuan direpresentasikan dengan menggunakan aturan berbentuk: **IF-THEN**. Bentuk ini digunakan apabila kita memiliki sejumlah pengetahuan pakar pada suatu permasalahan tertentu, dan si pakar dapat menyelesaikan masalah tersebut secara berurutan. Di samping itu, bentuk ini juga digunakan apabila dibutuhkan penjelasan tentang jejak (langkah-langkah) pencapaian solusi.

b. Penalaran berbasis kasus (*Case-Based Reasoning*).

Pada penalaran berbasis kasus, basis pengetahuan akan berisi solusi-solusi yang telah dicapai sebelumnya, kemudian akan diturunkan suatu solusi untuk keadaan yang terjadi sekarang (fakta yang ada). Bentuk ini digunakan apabila *user* menginginkan untuk tahu lebih banyak lagi pada kasus-kasus yang hampir sama (mirip). Selain itu, bentuk ini juga digunakan apabila kita telah memiliki sejumlah situasi atau kasus tertentu dalam basis pengetahuan.

3. Mesin Inferensi

Pada prinsipnya, mesin inferensi akan mencari solusi dari suatu permasalahan. Mesin inferensi merupakan

otak dari sistem pakar, berupa perangkat lunak yang melakukan tugas inferensi penalaran sistem pakar.

4. Memori Kerja

Merupakan bagian dari sistem pakar yang menyimpan fakta-fakta yang diperoleh saat proses konsultasi berlangsung. Fakta tersebut nantinya diolah mesin inferensi berdasarkan pengetahuan yang disimpan dalam basis pengetahuan untuk menentukan suatu keputusan pemecahan masalah. Kesimpulan dapat berupa hasil diagnosa, tindakan, atau akibat.

5. Fasilitas Penjelasan

Yaitu menyediakan kebenaran dari solusi yang dihasilkan kepada pengguna.

6. Fasilitas Akuisisi Pengetahuan

Meliputi proses pengumpulan, pemindahan dan perubahan dari kemampuan pemecahan masalah seorang pakar atau sumber pengetahuan terdokumentasi ke program komputer, yang bertujuan untuk memperbaiki atau mengembangkan basis pengetahuan.

BAB III

REPRESENTASI PENGETAHUAN

Pengetahuan merupakan kemampuan untuk membentuk model mental yang menggambarkan objek dengan tepat dan merepresentasikannya dalam aksi yang dilakukan terhadap suatu objek (Martin dan Oxman, 1988).

Agar pengetahuan dapat digunakan dalam sistem, pengetahuan harus direpresentasikan dalam *format* tertentu yang kemudian dihimpun dalam suatu basis pengetahuan. Cara sistem pakar merepresentasikan pengetahuan akan mempengaruhi perkembangan, efisiensi, dan perbaikan sistem.

Representasi pengetahuan merupakan metode yang digunakan untuk mengodekan pengetahuan dalam sebuah sistem pakar yang berbasis pengetahuan. Perepresentasian dimaksudkan untuk menangkap sifat-sifat penting problema dan membuat *informasi* itu dapat diakses oleh prosedur pemecahan problema.

Bahasa representasi harus dapat membuat seorang pemrogram mampu merepresentasikan pengetahuan yang diperlukan untuk mendapatkan solusi problema, *dapat diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman dan dapat disimpan*. Harus dirancang agar fakta-fakta dan pengetahuan lain yang terkandung di dalamnya dapat digunakan untuk penalaran.

Pengetahuan dapat direpresentasikan dalam bentuk yang sederhana atau kompleks, tergantung dari masalahnya (Schnupp, 1989). Pemilihan representasi pengetahuan yang tepat akan membuat sistem pakar dapat mengakses basis pengetahuan tersebut untuk keperluan pembuatan keputusan. Beberapa model representasi pengetahuan dalam sistem pakar adalah: logika (*logic*), jaringan semantik (*semantic network*), object-atributte-value (OAV), bingkai (*frame*) dan kaidah produksi (*production rule*).

A. Logika

Logika merupakan suatu pengkajian ilmiah tentang serangkaian penalaran, sistem kaidah, dan prosedur yang membantu proses penalaran. Logika merupakan bentuk representasi pengetahuan yang paling tua, yang menjadi dasar dari teknik representasi *high level*.

Dalam melakukan penalaran, komputer harus dapat menggunakan proses penalaran deduktif dan induktif ke dalam bentuk yang sesuai dengan manipulasi komputer, yaitu berupa logika simbolik atau logika matematik.

Penalaran deduktif merupakan proses nalar yang menarik kesimpulan yang bersifat khusus dari hal-hal yang bersifat umum. Nilai kebenaran dalam penalaran deduktif bersifat mutlak benar atau salah dan tidak keduanya bersama-sama. Umumnya penalaran deduktif mengambil kesimpulan secara logis berdasarkan premis yang ditemukan. Premis adalah asumsi, pemikiran, dan landasan kesimpulan yang dianggap benar. Beberapa contohnya sebagai berikut:

Contoh 1

Premis 1: Hamdan suka mengonsumsi makanan bergizi.

Premis 2: Orang yang suka mengonsumsi makanan bergizi, tubuhnya sehat.

Kesimpulan: Hamdan mempunyai tubuh yang sehat.

Contoh 2

Premis 1: Setiap hewan adalah makhluk hidup.

Premis 2: Jerapah adalah hewan

Kesimpulan: Jerapah adalah makhluk hidup

Contoh 3

Premis 1: Setiap hewan (A) adalah makhluk hidup (B). $\rightarrow A=B$

Premis 2: Setiap anjing (C) adalah hewan (A). $\rightarrow C=A$

Kesimpulan: Anjing adalah makhluk hidup. \rightarrow Maka, $C=B$

Penalaran induktif merupakan proses penarikan kesimpulan dari hal yang bersifat khusus menjadi hal yang bersifat umum. Penalaran induktif biasanya mengambil kesimpulan dari premis umum seperti pengamatan, data, atau fakta. Kemudian mengambil kesimpulan dengan spesifik atau hipotesis.

Contoh dari penalaran induktif, yakni:

Contoh 1

Premis 1: Hewan membutuhkan makanan
Premis 2: Tumbuhan membutuhkan makanan
Premis 3: Manusia membutuhkan makanan
Kesimpulan: Setiap makhluk hidup membutuhkan makanan

Contoh 2

Premis 1: Sapi mempunyai mata
Premis 2: Perkutut mempunyai mata
Premis 3: Ular mempunyai mata
Kesimpulan: Setiap hewan mempunyai mata

Contoh 3

Premis 1: Ketika kaleng gula tidak di tutup dengan rapat
Premis 2: Semut datang dan mengerubuti
Kesimpulan: Gula menarik semut

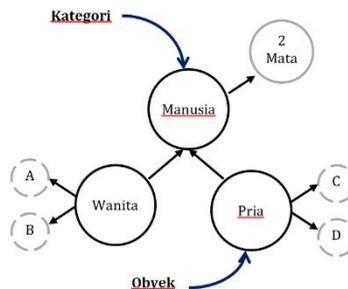
B. Jaringan Semantik (*Semantic Nets*)

Konsep jaringan semantik diperkenalkan pada tahun 1968 oleh Ross Quillian. Jaringan semantik merupakan

teknik representasi kecerdasan buatan klasik yang digunakan untuk *informasi* proporsional. Yang dimaksud dengan *informasi* proporsional adalah pernyataan yang mempunyai nilai benar atau salah. Sebagai contoh: sebuah bujur sangkar memiliki 4 sisi. *Informasi* proporsional merupakan bahasa deklaratif karena menyatakan fakta.

Representasi jaringan semantik merupakan penggambaran grafis dari pengetahuan yang memperlihatkan hubungan hirarkis dari objek-objek. Komponen dasar untuk merepresentasikan pengetahuan dalam bentuk jaringan semantik adalah simpul (*node*) dan penghubung (*link*). Simpul merepresentasikan objek, konsep, atau situasi. Simpul digambarkan dengan kotak atau lingkaran. Penghubung menghubungkan antar simpul. Penghubung digambarkan dengan panah berarah dan diberi label untuk menyatakan hubungan yang direpresentasikan.

Gambar di bawah menunjukkan sebuah contoh bagaimana pengetahuan dapat direpresentasikan menggunakan jaringan semantik.



Gambar 3.1. Representasi Jaringan Semantik

Gambar di atas merepresentasikan pernyataan bahwa objek “Pria” merupakan turunan dari katagori “Manusia”, objek “Pria” selain mempunyai sifat-sifat individu (C dan D) juga mempunyai sifat dari “Manusia” yaitu punya 2 mata.

C. Object-Attribute-Value (OAV)

Object dapat berupa bentuk fisik atau konsep. *Attribute* adalah karakteristik atau sifat dari obejct tersebut. *Values* (nilai) besaran/nilai/takaran spesifik dari attribute tersebut pada situasi tertentu, dapat berupa numerik, string atau boolean.

Sebuah *object* bisa memiliki beberapa *attribute*, biasa disebut OAV *Multi-attribute*. Contoh representasi pengetahuan dengan OAV ditunjukkan pada tabel di bawah:

Tabel 3.1. Representasi pengetahuan dengan OAV

<i>Object</i>	<i>Attribute</i>	<i>Value</i>
Mangga	Warna	Hijau, Orange
Mangga	Berbiji	Tunggal
Mangga	Rasa	Asam, Manis
Mangga	Bentuk	Oval
Pisang	Warna	Hijau, Kuning
Pisang	Bentuk	Lonjong

D. Bingkai (Frame)

Bingkai berupa ruang-ruang (*slot*) yang berisi atribut untuk mendeskripsikan pengetahuan. Pengetahuan yang termuat dalam slot dapat berupa kejadian, lokasi, situasi,

ataupun elemen-elemen lainnya. Bingkai digunakan untuk merepresentasikan pengetahuan deklaratif.

Bingkai merupakan cara yang lebih kompleks untuk menyimpan objek dan nilai atributnya bila dibandingkan dengan jaringan semantik. Bingkai menambahkan kecerdasan pada representasi data dan mengizinkan objek untuk menurunkan nilai dari objek yang lain. Pada gambar di bawah dapat dilihat contoh bingkai Sepeda Motor Yamaha.

Ruang (<i>slots</i>)	Isi (<i>fillers</i>)
Nama	Yamaha
Spesialisasi dari	Produk sepeda motor
Type	Jupiter, Mio, Vixion, Nmax
Buatan	Jepang

Gambar 3.2. Bingkai Sepeda Motor Yamaha

E. Kaidah Produksi (*Production Rule*)

Kaidah menyediakan cara *formal* untuk merepresentasikan rekomendasi, arahan, atau strategi. Kaidah produksi dituliskan dalam bentuk jika-maka (*if-then*). Kaidah *if-then* menghubungkan anteseden (*antecedent*) dengan konsekuensi yang diakibatkannya. Berbagai struktur kaidah *if-then* yang menghubungkan objek atau atribut adalah sebagai berikut:

- JIKA permis MAKA konklusi
- JIKA masukan MAKA keluaran
- JIKA kondisi MAKA tindakan
- JIKA anteseden MAKA konsekuensi
- JIKA data MAKA hasil

JIKA tindakan MAKA tujuan
JIKA aksi MAKA reaksi
JIKA sebab MAKA akibat
JIKA gejala MAKA diagnosa

Premis mengacu pada fakta yang harus benar sebelum konklusi tertentu dapat berubah. Masukkan mengacu pada data yang harus tersedia sebelum keluaran dapat diperoleh. Kondisi mengacu pada keadaan yang harus berlaku sebelum tindakan dapat diambil. Anteseden mengacu pada situasi yang terjadi sebelum konsekuensi dapat diamati. Data mengacu pada kegiatan yang harus dilakukan sebelum hasil dapat diharapkan. Tindakan mengacu pada kegiatan yang harus dilakukan sebelum hasil dapat diharapkan.

Kaidah dapat dibedakan menjadi dua, yaitu kaidah derajat pertama (*first order rule*) dan kaidah meta (*meta rule*). Kaidah derajat pertama adalah kaidah sederhana yang terdiri dari anteseden dan konsekuen. Misalnya:

JIKA hewan punya sayap dan bertelur
MAKA hewan tersebut berjenis burung

Kaidah meta adalah kaidah yang anteseden atau konsekuennya mengandung informasi tentang kaidah yang lain. Misalnya:

Aturan 1:

- JIKA mengalami kehilangan kesadaran yang berlangsung sangat singkat, sehingga aktivitas yang sedang berjalan terhenti
- DAN terkadang disertai dengan mata yang menatap kosong atau gerakan mioklonik dari sekelompok otot mata atau wajah, otomatis-e, kehilangan tonus otot (sehingga barang yang dipegang bisa terjatuh atau bila sedang berdiri bisa terjatuh)
- DAN serangan berakhir dengan diikuti oleh pulihnya kesadaran
- DAN berlangsung beberapa detik sampai setengah menit, dan dapat berlangsung puluhan kali dalam sehari
- MAKA mengalami tipe sawan lena

Aturan 2

- JIKA tipe sawan umum
- ATAU tipe sawan mioklonik
- ATAU tipe sawan lena
- ATAU tipe sawan tonik-klonik
- DAN EEG tidak menunjukkan adanya kelainan fokal
- DAN penyebab tidak diketahui
- DAN awitan berhubungan dengan usia
- MAKA terkena epilepsi idiopatik umum

Dari contoh di atas, konsekuen dari aturan 1, yaitu mengalami sawan lena, menjadi anteseden bagi aturan 2.

BAB IV

PERUNUTAN (INFERENSI)

Inferensi atau yang sering disebut dengan penurutan/ penalaran merupakan komponen dengan mekanisme pola pikir dan penalaran yang digunakan oleh pakar dalam menyelesaikan suatu masalah. Mesin inferensi adalah program komputer yang memberikan metodologi untuk penalaran tentang informasi yang ada dalam basis pengetahuan dan dalam memori kerja (*workplace*), dan untuk memformulasikan kesimpulan.

Pada sistem pakar, dalam melakukan inferensi diperlukan adanya proses pengujian kaidah-kaidah dalam urutan tertentu untuk mencari yang sesuai dengan kondisi awal atau kondisi yang berjalan yang sudah dimasukkan pada basis data. Inferensi sendiri melakukan proses pencocokan fakta, pernyataan atau kondisi berjalan yang tersimpan pada basis pengetahuan maupun pada memori kerja dengan kondisi yang dinyatakan pada premis atau bagian kondisi pada kaidah.

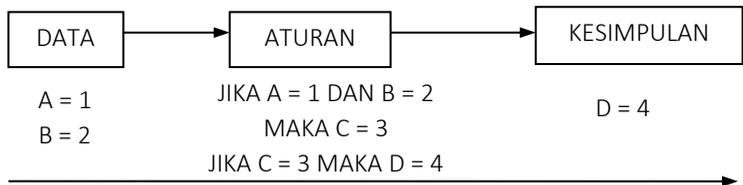
Terdapat dua pendekatan untuk mengontrol inferensi dalam sistem pakar berbasis aturan, yaitu runut maju (*forward chaining*) dan runut balik (*backward chaining*).

A. Runut Maju (*Forward Chaining*)

Runut maju berarti menggunakan himpunan aturan kondisi-aksi. Dalam metode ini, data digunakan untuk menentukan aturan mana yang akan dijalankan, kemudian aturan tersebut dijalankan. Mungkin proses menambahkan data ke memori kerja. Proses diulang sampai ditemukan suatu hasil.

Forward Chaining merupakan pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kiri (IF dulu). Dengan kata lain, penalaran dimulai dari fakta terlebih dahulu untuk menguji kebenaran hipotesis.

Gambar berikut menunjukkan bagaimana cara kerja metode inferensi runut maju.



Gambar 4.1. Runut Maju

Contoh aturan-aturan dari metode *Forward Chaining* atau runut maju dapat ditunjukkan pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Contoh Aturan-aturan

No	Aturan
R-1	IF A & B THEN C
R-2	IF C THEN D
R-3	IF A & E THEN F
R-4	IF A THEN G
R-5	IF F & G THEN D
R-6	IF G & E THEN H
R-7	IF C & H THEN I
R-8	IF I & A THEN J
R-9	IF G THEN J
R-10	IF J THEN K

Contoh:

Pada tabel di atas terlihat ada 10 aturan yang tersimpan dalam basis pengetahuan. Fakta awal yang diberikan hanya: A & F (artinya: A dan F bernilai benar). Ingin dibuktikan apakah K bernilai benar (hipotesis: K)?

Langkah-langkah inferensi adalah sebagai berikut :

1. Dimulai dari R-1. A merupakan fakta sehingga bernilai benar, sedangkan B belum bisa diketahui kebenarannya, sehingga C-pun juga belum bisa diketahui kebenarannya. Oleh karena itu kita tidak mendapatkan informasi apa pun pada R-1 ini. Sehingga kita menuju ke R-2.
2. Pada R-2, kita tidak mengetahui informasi apa pun tentang C, sehingga kita juga tidak bisa memastikan kebenaran D. Oleh karena itu kita tidak mendapatkan informasi apa pun pada R-1 ini. Sehingga kita menuju ke R-3.
3. Pada R-3, baik A maupun E adalah fakta sehingga jelas benar. Dengan demikian F sebagai konsekuensi

juga ikut benar. Sehingga sekarang kita mempunyai fakta baru yaitu F. Karena F bukan hipotesis yang hendak kita buktikan ($=K$), maka penelusuran kita lanjutkan ke R-4.

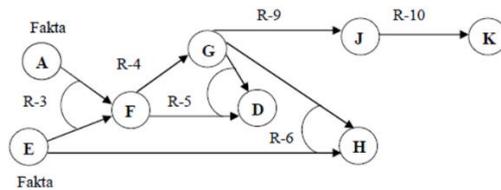
4. Pada R-4, A adalah fakta sehingga jelas benar. Dengan demikian G sebagai konsekuensi juga ikut benar. Sehingga sekarang kita mempunyai fakta baru yaitu G. Karena G bukan hipotesis yang hendak kita buktikan ($=K$), maka penelusuran kita lanjutkan ke R-5.
5. Pada R-5, baik F maupun G bernilai benar berdasarkan aturan R-3, dan R-4. Dengan demikian D sebagai konsekuensi juga ikut benar. Sehingga sekarang kita mempunyai fakta baru yaitu D. Karena D bukan hipotesis yang hendak kita buktikan ($=K$), maka penelusuran kita lanjutkan ke R-6
6. Pada R-6, baik A maupun G adalah benar berdasarkan fakta dan R-4. Dengan demikian H sebagai konsekuensi juga ikut benar. Sehingga sekarang kita mempunyai fakta baru yaitu H. Karena H bukan hipotesis yang hendak kita buktikan ($=K$), maka penelusuran kita lanjutkan ke R-7.
7. Pada R-7, meskipun H benar berdasarkan R-6, namun kita tidak tahu kebenaran C, sehingga I-pun juga belum bisa diketahui kebenarannya. Oleh karena itu kita tidak mendapatkan informasi apa pun pada R-7 ini. Sehingga kita menuju ke R-8.

8. Pada R-8, meskipun A benar karena fakta, namun kita tidak tahu kebenaran I, sehingga J-pun juga belum bisa diketahui kebenarannya. Oleh karena itu kita tidak mendapatkan informasi apa pun pada R-8 ini. Sehingga kita menuju ke R-9.
9. Pada R-9, J bernilai benar karena G benar berdasarkan R-4. Karena J bukan hipotesis yang hendak kita buktikan (=K), maka penelusuran kita lanjutkan ke R-10.
10. Pada R-10, K bernilai benar karena J benar berdasarkan R-9. Karena H sudah merupakan hipotesis yang hendak kita buktikan (=K), maka terbukti bahwa K adalah benar.

Tabel munculnya fakta baru pada saat inferensi terlihat pada Tabel 4.2. Sedangkan alur inferensi terlihat pada Gambar 4.2.

Tabel 4.2. Fakta Baru

Aturan	Fakta Baru
R-3	F
R-4	G
R-5	D
R-6	H
R-9	J
R-10	K



Gambar 4.2. Contoh Runut Maju

Metode inferensi runut maju cocok digunakan untuk menangani masalah pengendalian (*controlling*) dan peramalan (*prognosis*).

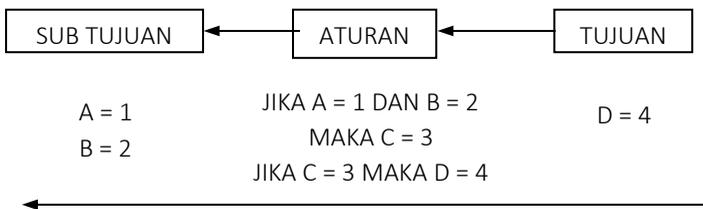
Berikut contoh inferensi dengan menggunakan inferensi runut maju:

IF mesin tidak tersambung ke sumber listrik
ATAU sekering utama putus
ATAU tombol *start/add clothes* sudah ditekan
DAN opsi penundaan pelaksanaan sudah dipilih
DAN pintu tidak ditutup rapat
MAKA Mesin tidak dapat berjalan

B. Runut Balik (*Backward Chaining*)

Runut balik merupakan metode penalaran kebalikan dari runut maju. Dalam runut balik, penalaran dimulai dengan tujuan merunut balik ke jalur yang mengarahkan ke tujuan tersebut.

Gambar berikut menunjukkan bagaimana cara kerja metode inferensi runut balik.



Gambar 4.3. Runut Balik

Runut balik disebut juga sebagai *goal-drive reasoning*, merupakan cara yang efisien untuk memecahkan masalah yang dimodelkan sebagai masalah pemilihan terstruktur. Tujuan dari inferensi ini adalah mengambil pilihan terbaik dari banyak kemungkinan. Metode inferensi runut balik ini cocok digunakan untuk memecahkan masalah diagnosis (Schnupp, 1989).

Adapun contoh aturan-aturan pada Runut Balik dengan mengambil aturan dari Tabel 4.1 di atas dengan 10 aturan yang tersimpan dalam basis pengetahuan. Fakta awal yang diberikan hanya: A & F (artinya: A dan F bernilai benar). Ingin dibuktikan apakah K bernilai benar (hipotesis: K)?

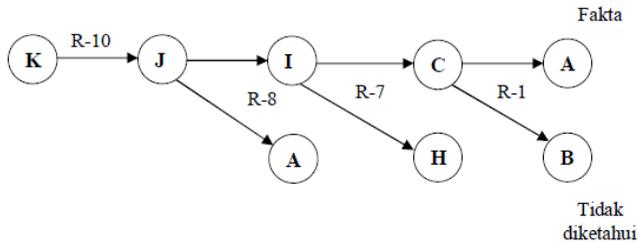
Langkah-langkah inferensi adalah sebagai berikut:

1. Pertama-tama kita cari terlebih dahulu mulai dari R-1, aturan mana yang memiliki konsekuen K. Ternyata setelah ditelusur, aturan dengan konsekuen K baru ditemukan pada R-10. Untuk membuktikan bahwa K benar, maka perlu dibuktikan bahwa J benar.
2. Kita cari aturan yang memiliki konsekuen J. Kita mulai dari R-1, dan ternyata kita baru akan menemukan aturan dengan konsekuen J pada R-8. Untuk membuktikan bahwa J benar, maka perlu dibuktikan bahwa I dan A benar. Untuk membukti-

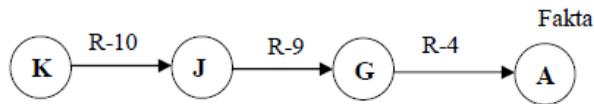
kan kebenaran I, kita perlu cari aturan dengan konsekuen I, ternyata ada di R-7.

3. Untuk membuktikan I benar di R-7, kita perlu buktikan bahwa C dan H benar. Untuk itu kitapun perlu mencari aturan dengan konsekuen C, dan ada di R-1.
4. Untuk membuktikan C benar di R-1, kita perlu buktikan bahwa A dan B benar. A jelas benar karena A merupakan fakta. Sedangkan B kita tidak bisa membuktikan kebenarannya, karena selain bukan fakta, di dalam basis pengetahuan juga tidak ada aturan dengan konsekuen B. Dengan demikian maka dari penalaran ini kita tidak bisa buktikan kebenaran dari hipotesis K. Namun demikian, kita masih punya alternatif lain untuk melakukan penalaran.
5. Kita lakukan *backtracking*. Kita ulangi lagi dengan pembuktian kebenaran C dengan mencari aturan lain dengan konsekuen C. Ternyata tidak ditemukan.
6. Kita lakukan *backtracking* lagi dengan mencari aturan dengan konsekuen I, ternyata juga tidak ada.
7. Kita lakukan *backtracking* lagi dengan mencari aturan dengan konsekuen J, ternyata kita temukan pada R-9. Sehingga kita perlu buktikan kebenaran G.
8. Kita mendapatkan R-4 dengan konsekuen G. Kita perlu buktikan kebenaran A. Karena A adalah fakta, maka terbukti bahwa G benar. Dengan demikian berdasarkan penalaran ini bisa dibuktikan bahwa K bernilai benar.

Alur inferensi terlihat pada Gambar 4.4.



(a) Pertama: gagal



(b) Kedua: sukses

Gambar 4.4. Contoh Runut Balik

Berikut contoh inferensi dengan menggunakan inferensi runut balik:

Aturan 1:

Mesin tidak dapat berjalan

JIKA mesin tidak tersambung ke sumber listrik

ATAU sekering utama putus

ATAU tombol *start/add clothes* sudah ditekan

DAN opsi penundaan pelaksanaan sudah dipilih

DAN pintu tidak ditutup rapat

Aturan 2:

Mesin tidak mau mengisi air

JIKA kran tertutup

ATAU selang air masuk terjepit atau tertekuk

ATAU filter dalam selang air tersumbat

Aturan 3:

Mesin bergetar atau bising

JIKA baut-baut dan pengemas pengiriman belum dilepaskan

DAN kaki penyangga belum disetel

ATAU cucian tidak terbagi rata dalam tabung

ATAU mungkin cucian dalam tabung terlalu sedikit

Aturan 4:

Pintu tak dapat dibuka

JIKA program masih berlangsung

ATAU kunci pintu belum dilepaskan

ATAU ada air di dalam tabung

BAB V

RANCANG BANGUN SISTEM PAKAR

Sistem pakar yang dicontohkan pada kasus ini ialah sistem pakar yang dapat bertindak sebagai pendiagnosis kerusakan pada mesin cuci dan memberikan rekomendasi perbaikan atas kerusakan yang terjadi. Sistem pakar yang dicontohkan memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Menanyakan gejala dari kerusakan
2. Memberikan langkah yang bisa dilakukan untuk mengidentifikasi kerusakan
3. Memberikan saran/rekomendasi perbaikan

A. Representasi Pengetahuan

Dalam merancang sistem pakar, langkah-langkah yang dilakukan berdasarkan pengetahuan yang di rumuskan ke dalam bentuk representasi pengetahuan. Representasi pengetahuan yang dipilih dapat di sajikan dalam bentuk tabel keputusan, pohon keputusan dan kaidah produksi.

1. Tabel 5.1 Tabel Keputusan

Kerusakan Gangguan	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6	K 7	K 8	K 9	K 10	K 11	K 12
G1												
G2												
G3												
G4												
G5												
G6												
G7												
G8												
G9												
G10												
G11												
G12												
G13												
G14												
G15												
G16												
G17												
G18												
G19												
G20												
G21												
G22												
G23												
G24												
G25												
G26												
G27												
G28												
G29												

Keterangan:

Kerusakan:

- K1: Mesin tidak dapat berjalan
- K2: Mesin tidak mau mengisi air
- K3: Mesin cuci cepat rusak
- K4: Mesin cuci tidak dapat memeras
- K5: Tabung pengering pada mesin cuci tidak dapat berputar
- K6: Air yang keluar pada *Water Heater* tidak panas
- K7: Hasil cucian tidak memuaskan
- K8: Mesin bergetar atau bising
- K9: bantalan rusak sehingga timbul suara bising
- K10: Pintu tak dapat dibuka
- K11: motor tidak berputar
- K12: Terjadi bunga es

Gejala:

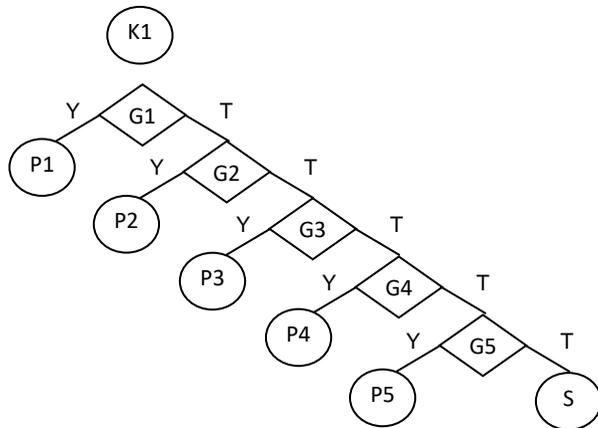
- G1: mesin tidak tersambung ke sumber listrik
- G2: sekering utama putus
- G3: tombol *start/add clothes* sudah ditekan
- G4: opsi penundaan pelaksanaan sudah dipilih
- G5: pintu tidak ditutup rapat
- G6: kran tertutup
- G7: selang air masuk terjepit/tertekek
- G8: filter dalam selang air tersumbat
- G9: lantai yang tidak rata
- G10: beban tak seimbang

- G11: air tumpah
- G12: cucian tidak terbagi dalam tabung
- G13: pompa pembuangan tersumbat
- G14: tombol *spin timer* belum diaktifkan
- G15: termostat belum disetel
- G16: detergen yang digunakan terlalu sedikit atau jenisnya tidak tepat
- G17: noda membandel belum mendapat perlakuan apa-apa sebelum dicuci
- G18: suhu yang dipakai tidak tepat
- G19: beban terlalu berat
- G20: baut-baut dan pengemas pengiriman belum dilepaskan
- G21: kaki penyangga belum disetel
- G22: cucian tidak terbagi rata dalam tabung
- G23: mungkin cucian dalam tabung terlalu sedikit
- G24: program masih berlangsung
- G25: kunci pintu belum dilepaskan
- G26: ada air di dalam tabung
- G27: mesin dipasang di tempat yang suhunya dapat turun di bawah 0°C
- G28: pembebanan yang berlebihan (mesin cuci diisi melebihi kapasitas maksimumnya)
- G29: terjadi kerusakan pada catu daya atau motor listriknya

2. Pohon Keputusan

Walaupun aturan atau kaidah dapat dihasilkan secara langsung dari tabel keputusan yang telah dibuat,

namun untuk menghasilkan aturan yang lebih efisien dapat dilakukan dengan membuat pohon keputusan. Gambar berikut menunjukkan pohon keputusan kasus “Mesin tidak dapat berjalan” dari tabel keputusan di atas.



Gambar 5.1. Pohon Penelusuran untuk kasus mesin tidak dapat berjalan

Keterangan:

Y : Ya

T : Tidak

G-n : Gangguan/Gejala ke-n

P-n : Penyelesaian ke-n

S : Selesai

3. Kaidah Produksi

Kaidah produksi didapat dengan melihat pohon keputusan yang telah dibuat. Terdapat 12 kaidah atau aturan. Adapun kaidah tersebut adalah sebagai berikut:

Kaidah 1: Mesin tidak dapat berjalan

JIKA mesin tidak tersambung ke sumber listrik
ATAU sekering utama putus
ATAU tombol start/add clothes sudah ditekan
DAN opsi penundaan pelaksanaan sudah dipilih
DAN pintu tidak ditutup rapat

Kaidah 2: Mesin tidak mau mengisi air

JIKA kran tertutup
ATAU selang air masuk terjepit atau tertekuk
ATAU filter dalam selang air tersumbat

Kaidah 3: Mesin cuci cepat rusak

JIKA lantai tidak rata
DAN beban tak seimbang
ATAU air tumpah

Kaidah 4: Mesin cuci tidak dapat memeras

JIKA cucian tidak terbagi dalam tabung
ATAU pompa pembuangan tersumbat

Kaidah 5: Tabung pengering pada mesin cuci tidak dapat berputar

JIKA mesin tidak tersambung ke sumber listrik
ATAU pintu tidak ditutup rapat
ATAU tombol *spin timer* belum diaktifkan

Kaidah 6: Air yang keluar pada Water Heater tidak panas

JIKA mesin tidak tersambung ke sumber listrik
ATAU termostat belum disetel

Kaidah 7: Hasil cucian tidak memuaskan
JIKA detergen yang digunakan terlalu sedikit atau jenisnya tidak tepat

DAN noda membandel belum mendapat perlakuan apa-apa sebelum dicuci
ATAU suhu yang dipakai tidak tepat
ATAU beban terlalu berat

Kaidah 8: Mesin bergetar atau bising
JIKA baut-baut dan pengemas pengiriman belum dilepaskan

DAN kaki penyangga belum disetel
ATAU cucian tidak terbagi rata dalam tabung
ATAU mungkin cucian dalam tabung terlalu sedikit

Kaidah 9: Pintu tak dapat dibuka
JIKA program masih berlangsung
ATAU kunci pintu belum dilepaskan
ATAU ada air di dalam tabung

Kaidah 10: Terjadi bunga es
JIKA mesin dipasang di tempat yang suhunya dapat turun di bawah 0°C

Kaidah 11: Bantalan rusak sehingga timbul suara bising

JIKA pembebanan yang berlebihan (mesin cuci diisi melebihi kapasitas maksimumnya)

Kaidah 12: Motor tidak berputar

JIKA terjadi kerusakan pada catu daya atau motor listriknya

B. Memori Kerja

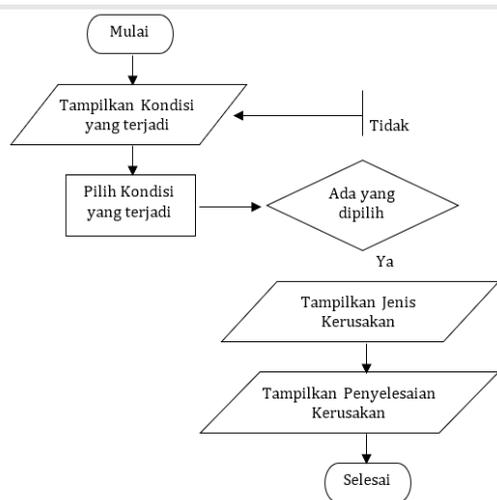
Kegunaan dari memori kerja dalam sebuah sistem pakar adalah untuk menyimpan fakta-fakta yang terjadi selama proses konsultasi. Pada sistem pakar yang dibangun ini, proses konsultasi berupa tanya jawab. Pengguna menjawab pertanyaan yang diberikan oleh sistem, kemudian jawaban yang diberikan oleh pengguna mewakili fakta yang dialami pengguna.

C. Mesin Inferensi

Setelah data-data dan aturan pengetahuan sudah diperoleh, selanjutnya adalah menentukan inferensi. Mesin inferensi akan mengontrol keseluruhan eksekusi sistem pakar. Secara khusus, dapat dikatakan bahwa mesin inferensilah yang akan mengontrol urutan klausa-klausa mana yang akan dieksekusi.

Selama proses penelusuran, mesin inferensi menggunakan metode runut balik (*backward chaining*). Proses *backward chaining* dimulai dengan memberikan indikasi atau keadaan yang sedang dialami pada saat melakukan penelusuran lalu diolah melalui proses penentuan penyelesaian sehingga dapat diperoleh solusinya.

Untuk melihat bagaimana langkah penelusuran dari aplikasi yang dibangun, dapat dilihat melalui gambar *flowchart* di bawah ini:



Gambar 5.2. *Flowchart* Langkah Penelusuran

Langkah-langkah untuk melakukan penelusurannya baik itu dari jenis kerusakan, gangguan kerusakan dan cara penyelesaian kerusakan adalah sebagai berikut:

1. Mulai
2. Cari jenis kerusakan
`SELECT * From Kerusakan order by Kd_Kerusakan`
3. Tampilkan jenis kerusakan
4. Pilih salah satu jenis kerusakan dari data yang ditampilkan

5. Jika tidak ada jenis kerusakan yang dipilih maka akan menampilkan peringatan, belum memilih jenis kerusakan, kembali ke langkah 4
6. Jika ya, tampilkan gangguan dan penyelesaian dari jenis kerusakan yang dipilih:

```
"SELECT      Gangguan.Kd_Gangguan,
Gangguan.Gangguan FROM Gangguan,
Aturan_Gangguan,Kerusakan WHERE
Kerusakan.Kd_Kerusakan      =
Aturan_Gangguan.Kd_Kerusakan AND
Gangguan.Kd_Gangguan      =
Aturan_Gangguan.Kd_Gangguan AND
Kerusakan.Kd_Kerusakan = ' ' &
Left (FrmPenelusuran.LstJenis.Text,
4) & ' ' "
```

```
"SELECT
Penyelesaian.Kd_Penyelesaian,
Penyelesaian.Penyelesaian FROM
Penyelesaian,
Aturan_Penyelesaian,Kerusakan
WHERE Kerusakan.Kd_Kerusakan =
Aturan_Penyelesaian.Kd_Kerusakan
AND Penyelesaian.Kd_Penyelesaian =
Aturan_Penyelesaian.Kd_Penyelesaia
n AND Kerusakan.Kd_Kerusakan = ' ' &
Left (FrmPenelusuran.LstJenis.Text,
4) & ' ' "
```

7. Selesai

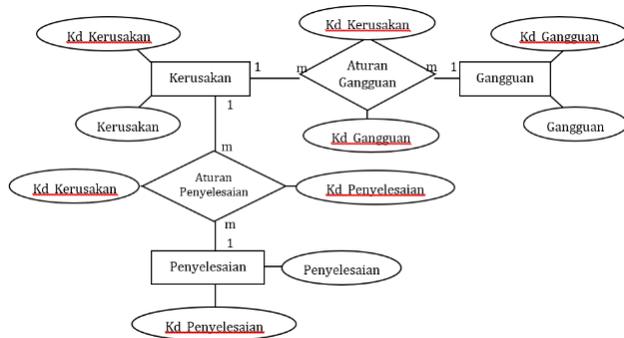
D. Perancangan Sistem

1. Entity Relationship Diagram (ERD)

ERD adalah diagram yang memperlihatkan entitas-entitas yang terlibat dalam suatu sistem serta hubungan-hubungan (relasi) antar entitas. Penekanan pada ERD adalah tabel-tabel yang merepresentasikan entitas-entitas serta tabel-tabel yang merepresentasikan relasi antar entitas itu sendiri. Entitas yang terlibat dalam sistem pakar kerusakan mesin cuci adalah:

- Kerusakan
- Gangguan
- Penyelesaian
- Aturan_Gangguan
- Aturan_Penyelesaian

Dari entitas yang terlibat dapat dibuat suatu diagram hubungan antar entitas, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 5.3. Entity Relationship Diagram

2. Perancangan Tabel

Dalam suatu aplikasi sebuah program banyak digunakan tabel-tabel untuk mempermudah pengguna dalam rangka menyimpan sebuah data sesuai yang diinginkan dan bisa juga sebagai dokumentasi. Adapun rancangan tabel tersebut adalah sebagai berikut:

a. Tabel Pakar

Nama Tabel : Pakar

Primary Key : -

Keterangan : Tabel yang berisi tentang nama dan *password* pakar.

Tabel 5.2 Tabel Pakar

Nama Field	Tipe	Ukuran	Keterangan
Nama	Text	10	Nama
<i>Password</i>	Text	10	<i>Password</i>

b. Tabel Kerusakan

Nama Tabel : Kerusakan

Primary Key : Kd_Kerusakan

Keterangan : Tabel *input* yang berisi tentang data-data jenis kerusakan mesin cuci

Tabel 5.3 Tabel Kerusakan

Nama Field	Tipe	Ukuran	Keterangan
Kd_Kerusakan	Text	4	Kode Kerusakan
Kerusakan	Text	100	Jenis kerusakan

c. Tabel Gangguan

Nama Tabel : Gangguan

Primary Key : Kd_Gangguan

Keterangan : Tabel *input* yang berisi tentang data-data gangguan pada mesin cuci

Tabel 5.4 Tabel Gangguan

Nama Field	Tipe	Ukuran	Keterangan
Kd_Gangguan	Text	4	Kode gangguan
Gangguan	Memo		Gangguan kerusakan

d. Tabel Penyelesaian

Nama Tabel : Penyelesaian

Primary Key : Kd_Penyelesaian

Keterangan : Tabel *input* yang berisi tentang data-data penyelesaian kerusakan pada mesin cuci

Tabel 5.5 Tabel Penyelesaian

Nama Field	Tipe	Ukuran	Keterangan
Kd_Penyelesaian	Text	4	Kode Penyelesaian
Penyelesaian	Memo		Penyelesaian kerusakan

e. Tabel Aturan - Gangguan

Nama Tabel : Aturan_Gangguan

Primary Key : -

Keterangan : Tabel *input* yang berisi tentang data-data aturan antara jenis kerusakan dengan gangguan pada mesin cuci

Tabel 5.6 Tabel Aturan_Gangguan

Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
Kd_Kerusakan	Text	4	Kode Kerusakan
Kd_Gangguan	Text	4	Kode Gangguan

f. Tabel Aturan - Penyelesaian

Nama Tabel : Aturan_Penyelesaian

Primary Key : -

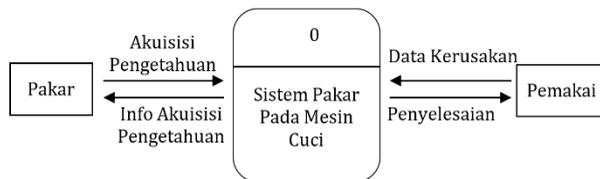
Keterangan : Tabel *input* yang berisi tentang data-data aturan antara jenis kerusakan dengan penyelesaian kerusakan pada mesin cuci

Tabel 5.7 Tabel Aturan_Penyelesaian

Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
Kd_Kerusakan	Text	4	Kode Kerusakan
Kd_Penyelesaian	Text	4	Kode Penyelesaian

3. Perancangan Diagram Alir Data

a. Diagram Konteks



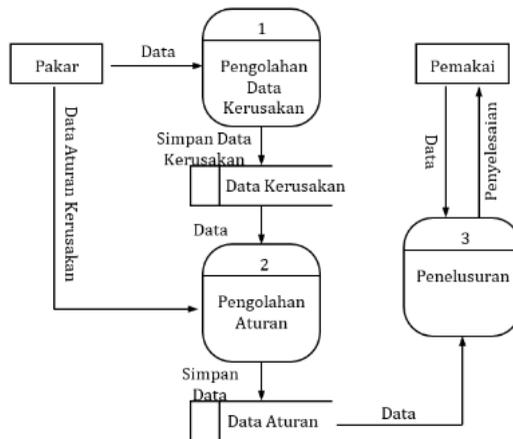
Gambar 5.4. Diagram Konteks

Gambar di atas menunjukkan bahwa sistem pakar berinteraksi dengan 2 *external entity*, yaitu Pakar dan Pemakai. Seorang pakar dapat memasukkan data kepakaran ke dalam sistem serta dapat memperoleh informasi pakar

melalui fasilitas akuisisi pengetahuan. Seorang pemakai hanya bisa melakukan penelusuran dengan sistem.

b. DAD Level 0

DAD Level 0 menggambarkan mengenai pengolahan data yang ada di dalam sistem, seperti pengolahan data kerusakan dan pengolahan aturan. Dalam pengolahan data dapat dilakukan: Tambah data, Edit data, dan Hapus data. Proses-proses yang terdapat dalam DAD Level 0 sistem pakar gangguan dan penyelesaian pada mesin cuci dapat dilihat pada gambar di bawah.

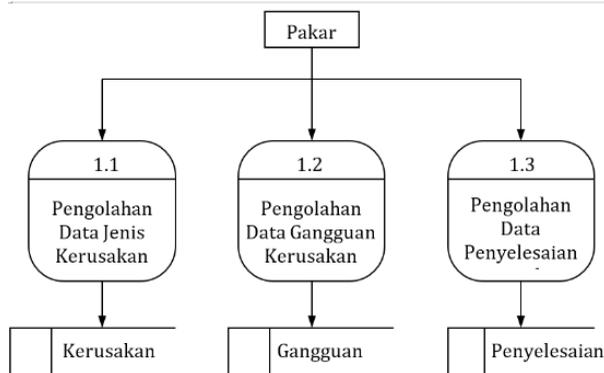


Gambar 5.5. DAD Level 0

c. DAD Level 1 Proses 1 Pengolahan Data Kerusakan

DAD Level 1 Proses 1 Pengolahan Data Kerusakan, menggambarkan mengenai pengolahan da-

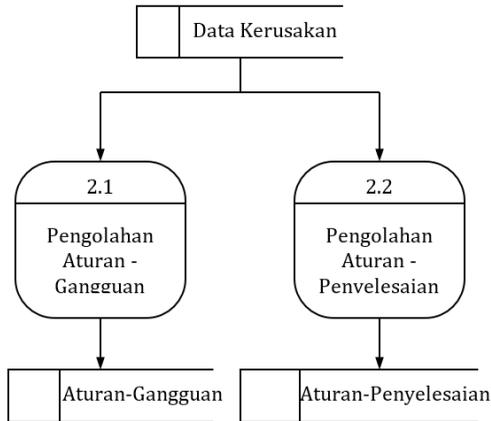
ta kerusakan. Dalam pengolahan data kerusakan dapat dibagi menjadi tiga, yaitu pengolahan data dari jenis kerusakan, gangguan kerusakan, dan penyelesaian kerusakan kemudian data disimpan dalam sebuah database. Gambar DAD Level 1 Proses 1 Pengolahan Data Kerusakan dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 5.6. DAD Level 1 Proses 1 Pengolahan Data Kerusakan

d. DAD Level 1 Proses 2 Pengolahan Aturan

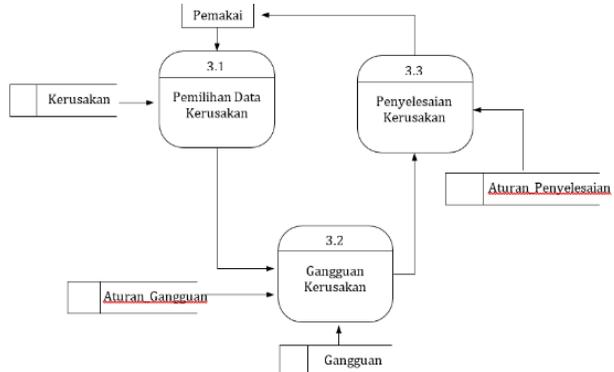
DAD Level 1 Proses 2 Pengolahan Aturan, menggambarkan mengenai pengolahan aturan yang dibagi menjadi dua, yaitu pengolahan aturan-gangguan dan aturan-penyelesaian, kemudian data disimpan dalam sebuah database. Gambar DAD Level 1 Proses 2 Pengolahan Aturan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5.7. DAD Level 1 Proses 2 Pengolahan Aturan

e. DAD Level 1 Proses 3 Penelusuran

DAD Level 1 Proses 3 Penelusuran, menggambarkan mengenai langkah penelusuran yang dibagi menjadi beberapa langkah. Pertama pemakai melakukan pemilihan data-data kerusakan yang telah disediakan oleh sistem, kemudian penyebab atau gangguan dari kerusakan yang telah dipilih akan ditampilkan dengan mengambil data-data dari tabel aturan gangguan. Selanjutnya bagaimana penyelesaian dari kerusakan akan diberikan dengan mengambil data dari tabel aturan penyelesaian. Gambar DAD Level 1 Proses 3 Penelusuran dapat dilihat pada gambar.



Gambar 5.8. DAD Level 1 Proses 3 Penelusuran

E. Implementasi

Implementasi merupakan bentuk program yang dijalankan pada sistem yang dikembangkan. Tahap implementasi dilakukan setelah melalui tahap perencanaan dengan tujuan agar pada tahap implementasi dapat dengan mudah menjabarkan rancangan perangkat lunak yang dibuat. Adapun implementasi hasil perancangan pada sistem pakar kerusakan mesin cuci adalah sebagai berikut:

1. Login

The screenshot shows a 'Login' window. At the top, it says 'Pilihan Anda' (Your Choice). There are two radio buttons: 'Pemakai' (User) which is selected, and 'Pakar' (Expert). Below these are two text input fields labeled 'Nama' (Name) and 'Password'. At the bottom, there are three buttons: 'Batal' (Cancel), 'Login', and 'Keluar' (Exit).

Gambar 5.9. Form login

Form login ini berfungsi memberikan keamanan dengan hak akses untuk user. Pada form login

terdapat dua pilihan yaitu **Pakar** dan **Pemakai**. Jika *user login* dengan menu **Pemakai**, maka tidak perlu memasukkan nama dan *password*. Pemakai tinggal memilih/klik **Login**, kemudian akan ditampilkan menu utama pemakai. Sebaliknya, apabila *user login* dengan menu **Pakar**, maka harus memasukkan nama dan *password* terlebih dahulu sebelum mengklik **Login**. Jika nama dan *password* yang dimasukkan benar maka akan masuk ke menu utama pakar, tetapi jika salah maka akan ditampilkan pesan kesalahan.



Gambar 5.10. Form Konfirmasi

Jika pesan kesalahan terjadi maka Anda diminta untuk memasukkan nama dan *password* kembali pada *form login* sampai benar. Apabila nama dan *password* sudah benar maka menu utama pakar akan ditampilkan. Pakar dapat mengakses basis pengetahuan dan aturan, di mana pakar dapat menambah, mengedit dan menghapus data-datanya.

2. Pakar

Pada *form* menu utama pakar akan ditampilkan beberapa menu. Pertama menu Data Pengetahuan

yang berisi menu kerusakan, gangguan, penyelesaian dan petunjuk. Kedua menu akuisisi pengetahuan yang berisi aturan gangguan dan aturan penyelesaian serta petunjuk. Terakhir menu operasional yang berisi menu penelusuran, *password*, tentang dan keluar. Apabila Anda memilih dengan cara mengklik salah satu menu, maka akan menampilkan *form* sesuai dengan menu yang dipilih.



Gambar 5.11. *Form* Menu Utama Pakar

3. Data Jenis Kerusakan

Form kerusakan berisi 5 menu, yaitu tambah, simpan, edit, hapus dan keluar. Untuk menambah data Anda tinggal mengklik menu tambah, secara otomatis kode akan terisikan dengan berisikan data terakhir ditambah satu kemudian ketikkan data kerusakan. Untuk menyimpan datanya Anda tinggal mengklik menu simpan. Untuk edit data, langkah awal

Anda pilih salah satu data yang ada dalam terdaftar, kemudian ganti data kerusakannya kemudian klik edit. Cara penghapusan data adalah dengan memilih salah satu data yang terdapat dalam daftar kemudian klik hapus. Untuk keluar dari *form* klik menu keluar.

Kode	Kerusakan
K001	Mesin tidak dapat berjalan
K002	Mesin tidak mau mengisi air
K003	Mesin cuci cepat rusak
K004	Mesin cuci tidak dapat memeras
K005	Tabung pengering pada mesin cuci tidak dapat berputar
K006	Air yang keluar pada Water Heater tidak panas
K007	Hasil cucian tidak memuaskan
K008	Mesin bergetar atau bising
K009	Pintu tak dapat dibuka
K010	Terjadi bunga es

Gambar 5.12. *Form Input Kerusakan*

4. Data Gangguan Kerusakan

Form gangguan berisi 5 menu, yaitu tambah, simpan, edit, hapus dan keluar. Untuk menambah data Anda tinggal mengklik menu tambah, secara otomatis kode akan terisikan dengan berisikan data terakhir ditambah satu, kemudian ketikkan data gangguan. Untuk menyimpan datanya Anda tinggal mengklik menu simpan. Untuk edit data, langkah awal Anda pilih salah satu data yang ada dalam

terdaftar, kemudian ganti data gangguannya kemudian klik edit. Cara penghapusan data adalah dengan memilih salah satu data yang terdapat dalam daftar kemudian klik hapus. Untuk keluar dari *form* klik menu keluar.

Kode	Gangguan
G001	mesin tidak tersambung ke sumber listrik
G002	sekering utama putus
G003	tombol start/add clothes sudah ditekan
G004	opsi penundaan pelaksanaan sudah dipilih
G005	pintu tidak ditutup rapat
G006	kran tertutup
G007	selang air masuk terjepit / tertekuk
G008	filter dalam selang air tersumbat
G009	lantai tidak rata
G010	beban tak seimbang

Gambar 5.13. *Form* Input Gangguan

5. Data Penyelesaian Kerusakan

Form penyelesaian berisi 5 menu, yaitu tambah, simpan, edit, hapus dan keluar. Untuk menambah data mengklik menu tambah, secara otomatis kode akan terisikan dengan berisikan data terakhir ditambah satu, kemudian ketikkan data penyelesaiannya. Untuk menyimpan data klik menu simpan. Untuk edit data, langkah awalnya pilih salah satu data yang ada dalam terdaftar, kemudian ganti datanya kemudian klik edit. Cara penghapusan data

adalah dengan memilih salah satu data yang terdapat dalam daftar kemudian klik hapus. Untuk keluar dari *form* klik menu keluar.

Kode	Penyelesaian
P001	Sebelum menjalankan mesin silahkan periksa apakah mesin sudah tersambung ke listrik
P002	Perbaiki atau ganti jika sekering putus
P003	Periksa apakah timer sudah di program dengan posisi pen
P004	Pastikan pintu mesin cuci tertutup rapat
P005	Periksa kran apa sudah dalam kondisi terbuka atau masih
P006	Jika dalam kondisi masih tertutup maka sebelum mesin din
P007	Periksa kondisi selang air masuk
P008	Apa selang air masuk terjepit atau tertekuk
P009	Lakukan pengecekan terhadap filter dalam selang air
P010	Jangan sampai dalam kondisi selang air tersumbat

Gambar 5.14. *Form Input* Penyelesaian

6. Data Aturan Gangguan

Form aturan gangguan berisi tentang hubungan antara kerusakan dengan gangguan atau penyebab dari kerusakan yang terjadi. Langkah-langkahnya adalah dengan memilih kerusakan yang akan dihubungkan dengan gangguan terlebih dahulu. Setelah memilih kerusakan, lanjutkan dengan memilih gangguannya, kemudian pilih operator yang merupakan aturan hubungan antara kerusakan dengan gangguan kemudian klik simpan. Untuk menghapus data aturannya, langkah awal dengan memilih kerusakan dan gangguan yang akan dihapus kemudian klik me-

nu hapus. Menu bersih digunakan untuk membatalkan pemilihan. Menu keluar untuk keluar dari *form*.

The screenshot shows a software window titled "Aturan Gangguan Kerusakan". It contains the following elements:

- Kerusakan:** A dropdown menu with the selected value "Mesin tidak dapat berjalan".
- Gangguan:** A dropdown menu with the selected value "mesin tidak tersambung ke sumber listrik".
- Operator:** A dropdown menu with the selected value "DAN".
- Daftar Aturan:** A text area containing the rule: "JIKA mesin tidak tersambung ke sumber listrik ATAU sekering utama putus ATAU tombol start/add clothes sudah ditekan DAN opsi penundaan pelaksanaan sudah dipilih DAN pintu tidak ditutup rapat MAKA Mesin tidak dapat berjalan".
- Buttons:** Four buttons at the bottom: "Simpan", "Hapus", "Bersih", and "Keluar".

Gambar 5.15. *Form* Aturan Gangguan

7. Data Aturan Penyelesaian

Form aturan penyelesaian berisi tentang hubungan antara kerusakan dengan penyelesaian dari kerusakan yang terjadi. Langkah-langkahnya adalah dengan memilih kerusakan yang akan dihubungkan dengan penyelesaian terlebih dahulu. Setelah memilih kerusakan, lanjutkan dengan memilih penyelesaiannya, pilih operator yang merupakan aturan hubungan antara kerusakan dengan penyelesaian kemudian klik simpan. Untuk menghapus data aturannya, langkah awal dengan memilih kerusakan dan penyelesaian yang akan dihapus kemudian klik menu hapus. Menu bersih digunakan untuk membatalkan pemilihan. Menu keluar untuk keluar dari *form*.

Gambar 5.16. *Form* Aturan Penyelesaian

8. Penelusuran

Jika menu **penelusuran** di klik maka akan menampilkan *form* penelusuran. Untuk memulai penelusuran, klik menu **Mulai**. Pertanyaan-pertanyaan akan ditampilkan. Dari pertanyaan-pertanyaan yang ada tinggal memilih jawabannya **YA** atau **Tidak** kemudian klik menu Berikutnya. Jika kondisi yang dialami sudah cukup maka klik menu Selesai untuk melihat hasil penelusuran dan penyelesaiannya.

Gambar 5.17. Form Penelusuran – Kondisi yang dialami

Setelah menu selesai di klik, akan ditampilkan hasil penelusuran dan penyelesaiannya. Untuk memilih ulang klik menu **Mulai**. Klik **Keluar** untuk keluar sekaligus menutup sesi penelusuran.

Gambar 5.18. Form Penelusuran – Hasil Penelusuran dan Penyelesaian

F. Pengujian

1. Pengujian secara manual

Pada sesi kasus penelusuran berfungsi untuk memperjelas cara kerja sistem pakar. Adapun salah satu contoh penelusuran adalah sebagai berikut:

Pertanyaan 1 : Apakah mesin tidak tersambung ke sumber listrik?

Jawaban : Tidak

Pertanyaan 2 : Apakah kran tertutup?

Jawaban : Ya

Pertanyaan 3 : Apakah selang air masuk terjepit / tertekuk?

Jawaban : Ya

Pertanyaan 4 : Apakah filter dalam selang air tersumbat?

Jawaban : Ya

Kondisi yang dialami: JIKA kran tertutup
ATAU selang air masuk terjepit / tertekuk
ATAU filter dalam selang air tersumbat

Hasil : (K002) Mesin tidak mau mengisi air

Penyelesaian :

- a. Periksa kran apa sudah dalam kondisi terbuka atau masih dalam kondisi tertutup

- b. Jika dalam kondisi masih tertutup maka sebelum mesin dinyalakan silakan buka kran terlebih dahulu
 - c. Periksa kondisi selang air masuk
 - d. Apa selang air masuk terjepit atau tertekuk
 - e. Lakukan pengecekan terhadap filter dalam selang air
 - f. Jangan sampai dalam kondisi selang air tersumbat
2. Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini dilakukan untuk melakukan pengujian terhadap fungsi dari sistem yang telah dibangun. Adapun pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Akuisisi Basis Pengetahuan
 Fasilitas akuisisi basis pengetahuan merupakan fasilitas untuk mengelola data basis pengetahuan. Pengujian dilakukan pada fasilitas ini meliputi penambahan, pengubahan dan penghapusan data basis pengetahuan. Data-data basis pengetahuan yang akan digunakan dalam pengujian sistem ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.8. Data pengujian jenis kerusakan

Kode	Nama Kerusakan
K001	Mesin tidak dapat berjalan

Tabel 5.9. Data pengujian gangguan kerusakan

Kode	Nama Gangguan Kerusakan
G001	mesin tidak tersambung ke sumber listrik
G002	sekering utama putus
G003	tombol start/add clothes sudah ditekan
G004	opsi penundaan pelaksanaan sudah dipilih
G005	pintu tidak ditutup rapat

Tabel 5.10. Data pengujian penyelesaian kerusakan

Kode	Nama Penyelesaian Kerusakan
P001	Sebelum menjalankan mesin silakan periksa apakah mesin sudah tersambung ke listrik
P002	Perbaiki atau ganti jika sekering putus
P003	Periksa apakah <i>timer</i> sudah di program dengan posisi pencucian
P004	Pastikan pintu mesin cuci tertutup rapat

Fasilitas akuisisi basis pengetahuan bisa diakses apabila seorang *user* berstatus sebagai pakar. Apabila nama dan *password* dari *user* sesuai dengan database, maka akan masuk ke menu utama pakar. Akan tetapi jika nama dan *password user* salah atau tidak sesuai dengan database maka akan muncul peringatan bahwa nama dan *password* pakar salah.

b. Akuisisi Basis Aturan

Fasilitas akuisisi basis aturan merupakan fasilitas untuk mengelola data basis aturan. Pengujian yang dilakukan pada fasilitas ini meliputi penambahan dan penghapusan data basis aturan. Data-data basis aturan yang akan digunakan

dalam pengujian sistem ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.11. Data pengujian aturan gangguan

No	Aturan – Gangguan
1	<p>IF (G001) mesin tidak tersambung ke sumber listrik</p> <p>ATAU (G002) sekering utama putus</p> <p>ATAU (G003) tombol start/add clothes sudah ditekan</p> <p>DAN (G004) opsi penundaan pelaksanaan sudah dipilih</p> <p>DAN (G005) pintu tidak ditutup rapat</p> <p>MAKA (K001) Mesin tidak dapat berjalan</p>

Tabel 5.12. Data pengujian aturan penyelesaian

No	Aturan – Penyelesaian
1	<p>IF (K001) Mesin tidak dapat berjalan</p> <p>MAKA (P001) sebelum menjalankan mesin silahkan periksa apakah mesin sudah tersambung ke listrik</p> <p>ATAU (P002) perbaiki atau ganti jika sekering putus</p> <p>DAN (P003) periksa apakah timer sudah di program dengan posisi pencucian</p> <p>DAN (P004) pastikan pintu mesin cuci tertutup rapat</p>

Fasilitas akuisisi basis aturan bisa diakses apabila seorang *user* berstatus sebagai pakar. Apabila nama dan *password* dari *user* sesuai dengan database, maka akan masuk ke menu utama pakar. Akan tetapi jika nama dan *password user* salah atau tidak sesuai dengan database maka akan muncul peringatan bahwa nama dan *password* pakar salah.

3. Pengujian *User*

Pengujian di sini berupa penelusuran yang diawali dengan pertanyaan tentang gangguan kemudian akan diberikan jenis kerusakan dan penyelesaian kerusakan. Data-data penelusuran yang akan digunakan dalam pengujian sistem ditunjukkan pada tabel-tabel berikut:

Tabel 5.13. Data pengujian penelusuran gangguan kerusakan

Kode	Nama Gangguan Kerusakan
G006	kran tertutup
G007	selang air masuk terjepit / tertekuk
G008	filter dalam selang air tersumbat

Tabel 5.14. Data pengujian penelusuran jenis kerusakan

Kode	Nama Kerusakan
K002	Mesin tidak mau mengisi air

Tabel 5.15. Data pengujian penelusuran penyelesaian kerusakan

Kode	Nama Penyelesaian Kerusakan
P005	Periksa kran apa sudah dalam kondisi terbuka atau masih dalam kondisi tertutup
P006	Jika dalam kondisi masih tertutup maka sebelum mesin dinyalakan silahkan buka kran terlebih dahulu
P007	Periksa kondisi selang air masuk
P008	Apa selang air masuk terjepit atau tertekuk
P009	Lakukan pengecekan terhadap filter dalam selang air
P010	Jangan sampai dalam kondisi selang air tersumbat

4. Pengujian Pakar

Pada aplikasi sistem pakar ini, sistem akan diuji coba oleh seorang pakar untuk mengetahui apakah sistem telah sesuai dengan ilmu pengetahuan dan ke-

ahlian seorang pakar. Pengujian akan lebih difokuskan pada menu penelusuran. Di dalam menu penelusuran ini akan diberikan contoh kasus yang mungkin terjadi pada saat penelusuran. Contoh kasus tersebut ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 5.16. Data pengujian pakar

No	Kasus	Pengujian Pakar	Pengujian Sistem	Hasil
1.	a. kran tertutup b. selang air masuk terjepit / tertekuk c. filter dalam selang air tersumbat	Mesin tidak mau mengisi air	Mesin tidak mau mengisi air	Sama
2.	a. mesin tidak tersambung ke sumber listrik b. pintu tidak ditutup rapat c. tombol <i>spin timer</i> belum diaktifkan	Tabung pengering pada mesin cuci tidak dapat berputar	Tabung pengering pada mesin cuci tidak dapat berputar	Sama
3.	terjadi kerusakan pada catu daya atau motor listriknya	Motor tidak berputar	Motor tidak berputar	Sama
4.	mesin dipasang di tempat yang suhunya dapat turun di bawah 0 °C	Terjadi bunga es	Terjadi bunga es	Sama
5.	a. mesin tidak tersambung ke sumber listrik	Tabung pengering pada mesin	Tabung pengering pada mesin	Sama

	b. pintu tidak ditutup rapat	cuci tidak dapat	cuci tidak dapat	
	c. tombol <i>spin</i> <i>timer</i> belum diaktifkan	berputar	berputar	

Dari tabel di atas dapat diketahui hasil dari pengujian penelusuran dari pakar dan sistem sudah sama. Maka sistem pakar yang dibuat ini adalah sudah 100% sesuai dengan pengetahuan yang dimiliki oleh pakar. Sehingga sistem pakar ini dapat digunakan oleh orang awam dalam mendapatkan informasi mengenai kerusakan yang terjadi pada mesin serta memberikan penyebab atau gangguan dari kerusakan serta cara penyelesaian dari kerusakan yang terjadi.

- Arhami, Muhammad., 2005, Konsep Dasar Sistem Pakar, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Giarratano J.,G. Riley.,1994, Expert System Principles and Programming, Carlson, second edition, PWS Publishing Company, Boston.
- Giarratano, J. and Riley, G., 2005, “Expert Systems: Principles and Programming”, 4th edition, Thomson Course Technology, Boston.
- Hanifah, Lulu, 2008, Exact: Sistem Pakar sebagai Penasehat Perbaikan Perangkat Keras Komputer, Skripsi S1 Fakultas MIPA UGM.
- Hartati, Sri., Iswanti, Sari., 2008, Sistem Pakar dan Pengembangannya, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Kusumadewi S., 2003, Artificial Intellegence (Teknik dan Aplikasinya), Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, Indonesia.
- Kusrini, 2006, Sistem Pakar Teori dan Aplikasi, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kuswanto, J. 2020. Sistem Pakar Untuk Perlindungan Tanaman Padi Menggunakan Metode Forward Chaining. Jurnal Ilmiah Edutic. Vol.7, No.1.
- Kuswanto, J. 2022. Penerapan Metode Forward Chaining Untuk Diagnosa Penyakit Pneumonia. Jurnal Unitek. Vol.15, No.1.
- Rich, Elaine dan Knight, Kevin. (1991). Artificial Intelligence. McGraw-Hill Inc, New York.
- Rika Rosnelly (2012), Sistem Pakar Konsep dan Teori. Penerbit: CV. ANDI OFFSET, Yogyakarta.

- Simon, H.A, 1987, Artificial intelligence. In R.J. Corsini (Ed.), Concise encyclopedia of psychology. Second edition, New York, NY: Wiley.
- Tim Penerbit Andi, 2003, Pengembangan Sistem Pakar Menggunakan Visual Basic, Andi Yogyakarta.
- Turban, E., 1995, Decision Support and Expert Systems, Management Support System, Prentice Hall International Inc., New York.



Joko Kuswanto, M.Kom. Lahir di Klaten pada tanggal 7 Mei 1985. Menyelesaikan Pendidikan S1 Teknik Informatika di STMIK Amikom Yogyakarta pada tahun 2008, menyelesaikan Pendidikan Pascasarjana (S2) Magister Teknik Informatika di STMIK Amikom Yogyakarta pada tahun 2011.

Mulai tahun 2010 aktif sebagai Dosen Teknologi Pendidikan di Universitas Baturaja dan mulai 2019 - sekarang aktif sebagai Dosen Informatika, Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Baturaja.