

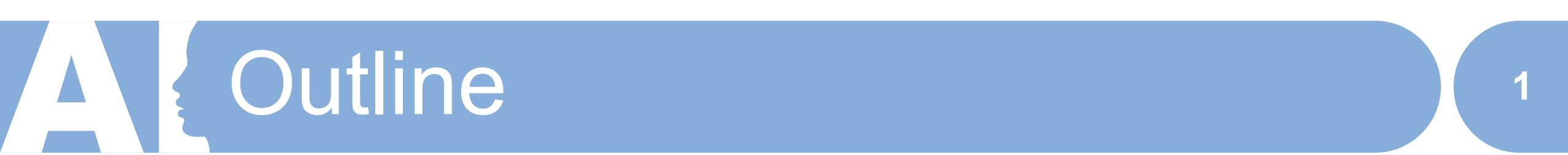


TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MATARAM



Rule Base Expert System

Ramaditia D – rama@unram.ac.id



- Pendahuluan
- Komponen Sistem Berbasis Aturan
- Struktur Sistem Pakar Berbasis Aturan (SPBA)
- Jenis SPBA
- Kelebihan dan Kekurangan SPBA
- Contoh Sistem Pakar



Pendahuluan

- Sistem Berbasis Aturan (Rule-based system), dikenal pula sebagai production system atau expert system (Sistem Pakar).
- **Sistem Pakar** adalah sistem yang meniru/mengadopsi kepakaran (keahlian) seseorang dalam bidang tertentu dalam menyelesaikan suatu permasalahan.
- Sistem Pakar menggunakan himpunan aturan dalam merepresentasi pengetahuan, memberitahukan apa yang harus dilakukan atau apa yang harus disimpulkan.
- Sistem Pakar memiliki kemampuan berdialog dengan user dan memberikan saran atau kesimpulan.



- Paling sederhana, dibuat menggunakan himpunan pernyataan dan aturan (rule). Aturan diekspresikan dalam pernyataan if-then (disebut aturan IF-THEN atau aturan produksi):

IF P THEN Q Ekuivalen dengan: $P \Rightarrow Q$

- Terdiri dari himpunan aturan IF-THEN, himpunan fakta dan beberapa interpreter untuk mengendalikan aplikasi dari aturan berdasarkan fakta.
- Area masalah tidak boleh terlalu besar karena dapat menyebabkan jumlah aturan sangat banyak, sehingga penalaran tidak efisien.

AI Komponen Sistem Pakar

- **Himpunan fakta:** Pernyataan dan relevan dengan statis awal dari sistem. Berupa data dan kondisi.
 - Contoh: **suhu < 0** (Suhu adalah data dan kondisi adalah < 0)
- **Himpunan aturan:** Semua tindakan yang harus diambil untuk menyelesaikan masalah sesuai dengan himpunan fakta yang ada. Aturan menghubungkan fakta dalam IF dengan action pada bagian THEN.
- **Kriteria berhenti:** kondisi yang menentukan bahwa solusi telah ditemukan atau tidak ada.



Komponen Sistem Pakar (2)

Contoh elemen sistem pakar dan interaksi antara komponennya

DATA	CONDITIONS	RULES
Season winter temperature wind blushing road weather	<0, >0 strongly, gently slippery, not slippery cold, warm, hot	<p>Premises</p> <p>IF temperature<0 AND IF wind blushing is strongly OR IF the road is slippery</p> <hr/> <p>Conclusion</p> <p>THEN the weather is cold</p>

Ada 2 cara aturan menetapkan nilai baru pada data: **by assignment** dan **by assertion**

AI Aturan (Rules)

Terdiri dari dua bagian:

1. **Bagian IF** disebut *antecedent* atau *premise* (atau *condition*)
2. **Bagian THEN** dinamakan *consequent* atau *conclusion* (atau *action*).

Ekspresi aturan sederhana :

IF premis

THEN tindakan

Contoh:

IF musim adalah dingin

THEN cuaca adalah dingin.

AI Rule dengan Banyak Premis

- Antar premis dihubungkan dengan OR atau AND
- Dihubungkan dengan AND:

```
IF premis1  
AND premis2  
...  
AND premisN  
THEN tindakan
```

```
IF Musim Dingin  
AND temperatur <0 derajat  
AND Berangin  
THEN Cuaca adalah Dingin
```

- Dihubungkan dengan OR:

```
IF premis1  
OR premis2  
...  
OR premisN  
THEN tindakan
```

```
IF Musim Dingin  
OR temperatur <0 derajat  
OR Berangin  
THEN Cuaca adalah Dingin
```



Rule dengan Banyak Premis (2)

- Premis dikombinasikan oleh AND dan OR

**IF premis1
AND premis2
...
OR premisN
THEN tindakan**

**IF Musim Dingin
AND temperatur <0 derajat
OR Berangin
THEN Cuaca adalah Dingin**



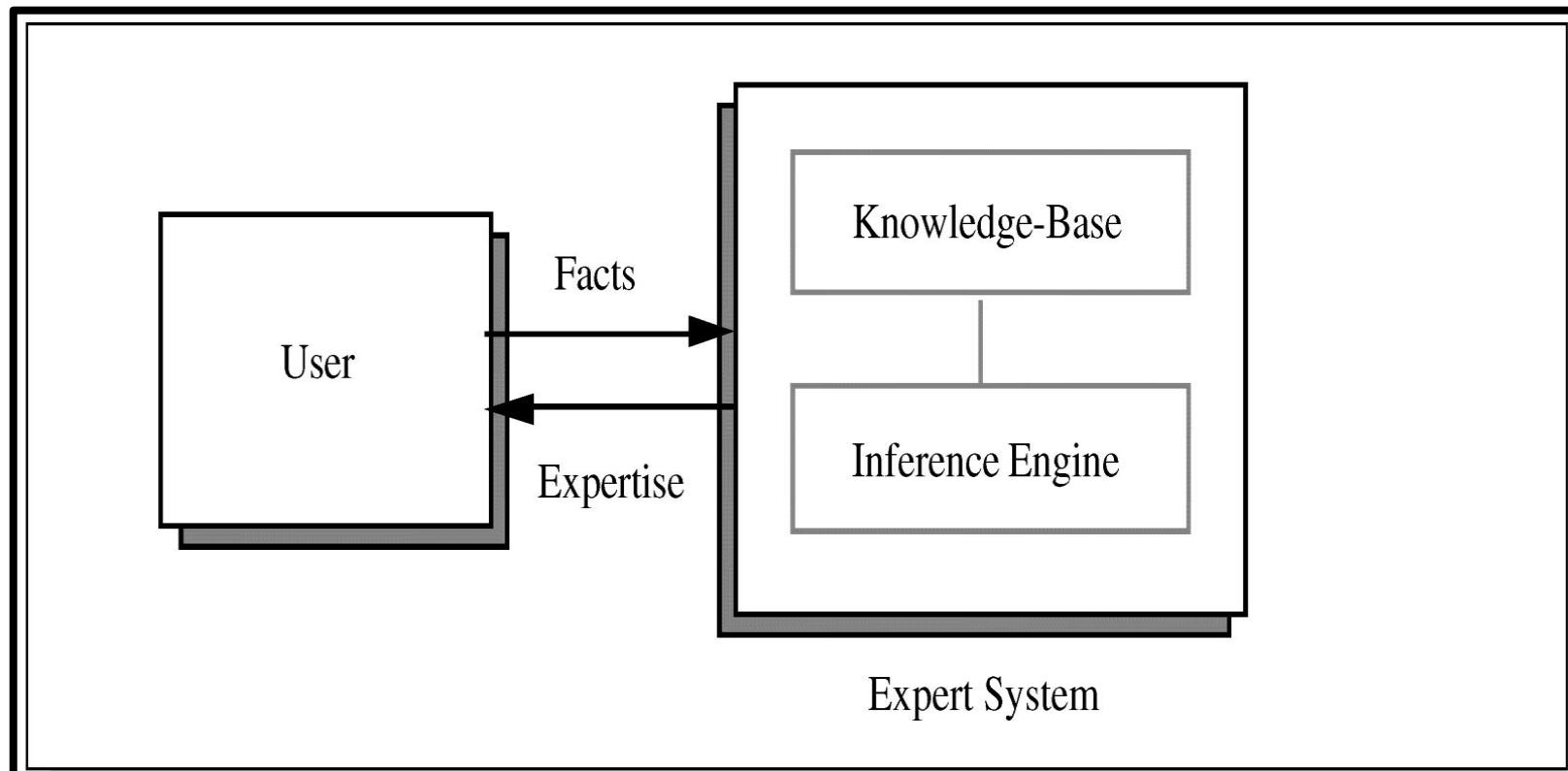
Rule dengan Banyak Akibat atau Tindakan

- Bentuk Dasar & Contohnya

**IF premis
THEN tindakan1
tindakan2
...
tindakan3**

**IF Musim Dingin
THEN Temperatur rendah
Jalan Licin
Ramalan Bersalju**

Basic Functions of Expert System

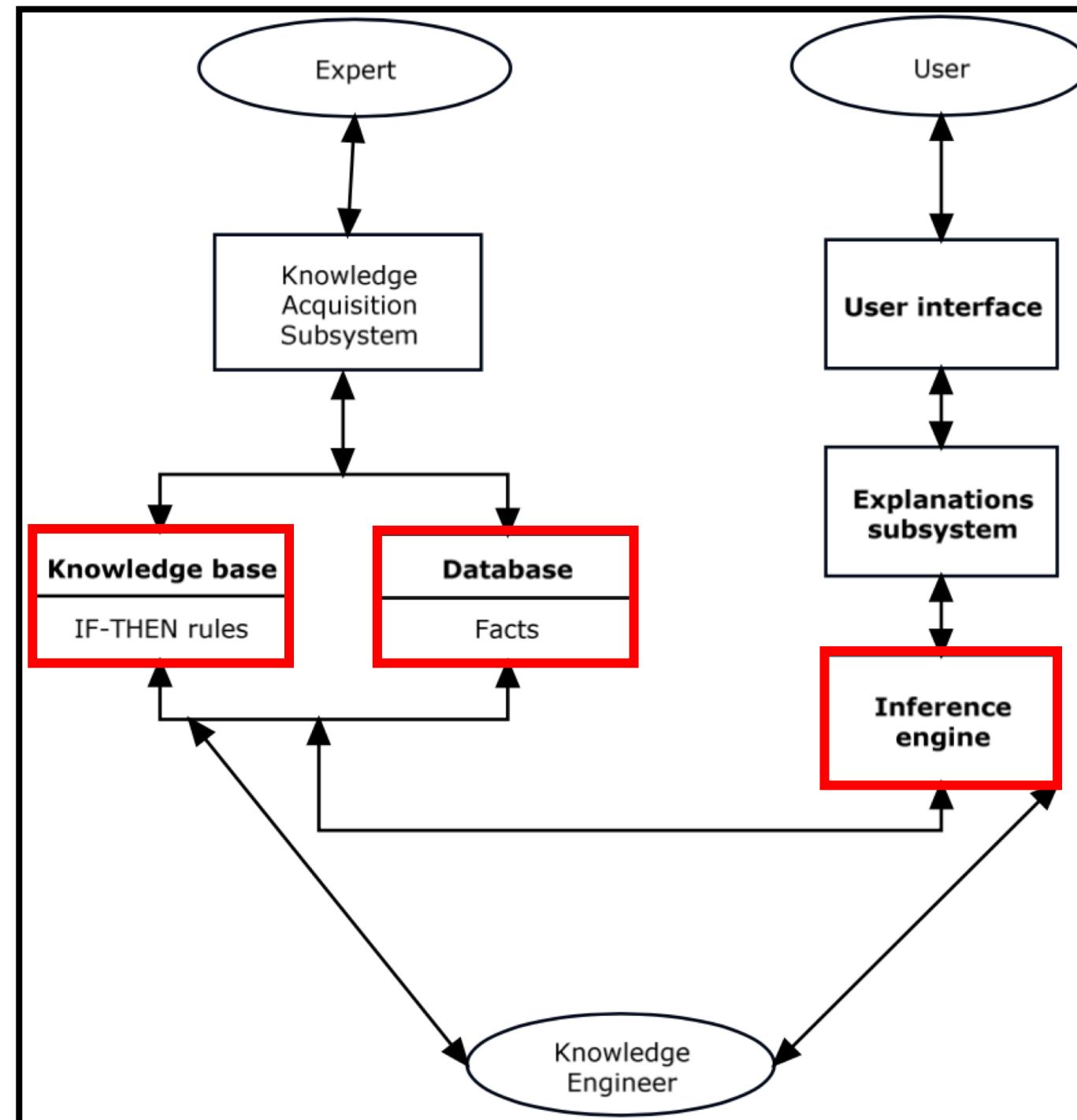


STRUKTUR EXPERT SYSTEM

Knowledge base: mengandung pengetahuan domain, berbentuk aturan IF-THEN

Database: himpunan fakta yang sesuai dengan bagian IF dari aturan dalam basis pengetahuan.

Inference Engine: semua proses yang memanfaatkan basis pengetahuan untuk menyimpulkan apa yang diminta pengguna dan menyusun penalaran yang diperlukan sistem untuk mencapai solusi



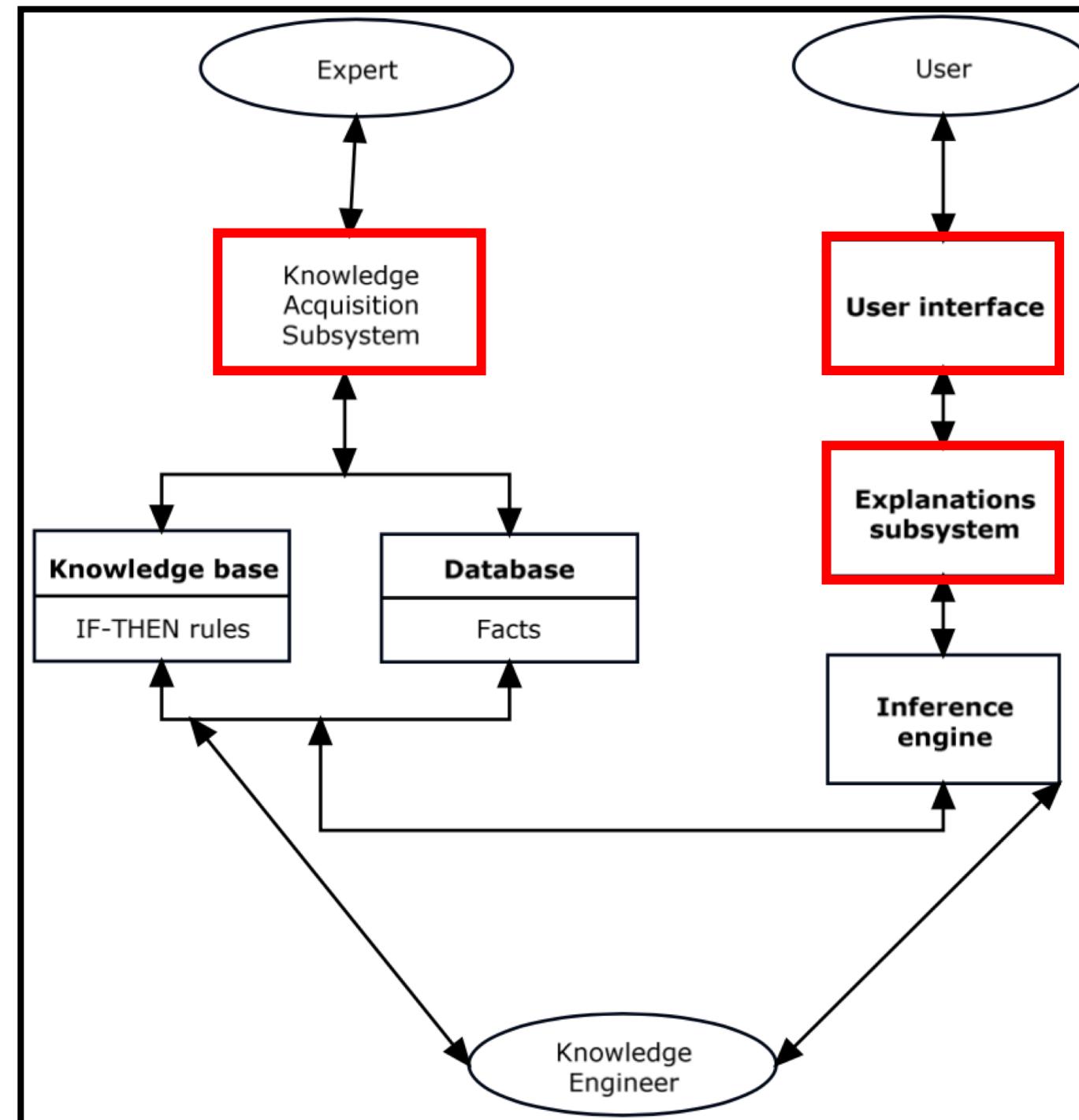
STRUKTUR EXPERT SYSTEM

Knowledge acquisition subsystem:

Memeriksa dan mengupdate basis pengetahuan (yang terus tumbuh), mungkin ada informasi yang tak-konsisten dan tak-lengkap.

Explanation subsystem: menganalisis struktur penalaran yang dikerjakan oleh sistem dan menjelaskan itu kepada pengguna, memberikan pengguna peluang untuk menanyakan sistem mengenai cara kesimpulan dicapai atau mengenai fakta yang digunakan.

User interface: komunikasi antara pengguna yang mencari solusi dan sistem pakar. Terdiri dari beberapa jenis sistem pengolahan bahasa alami atau graphical user interfaces (GUI) bermenu.

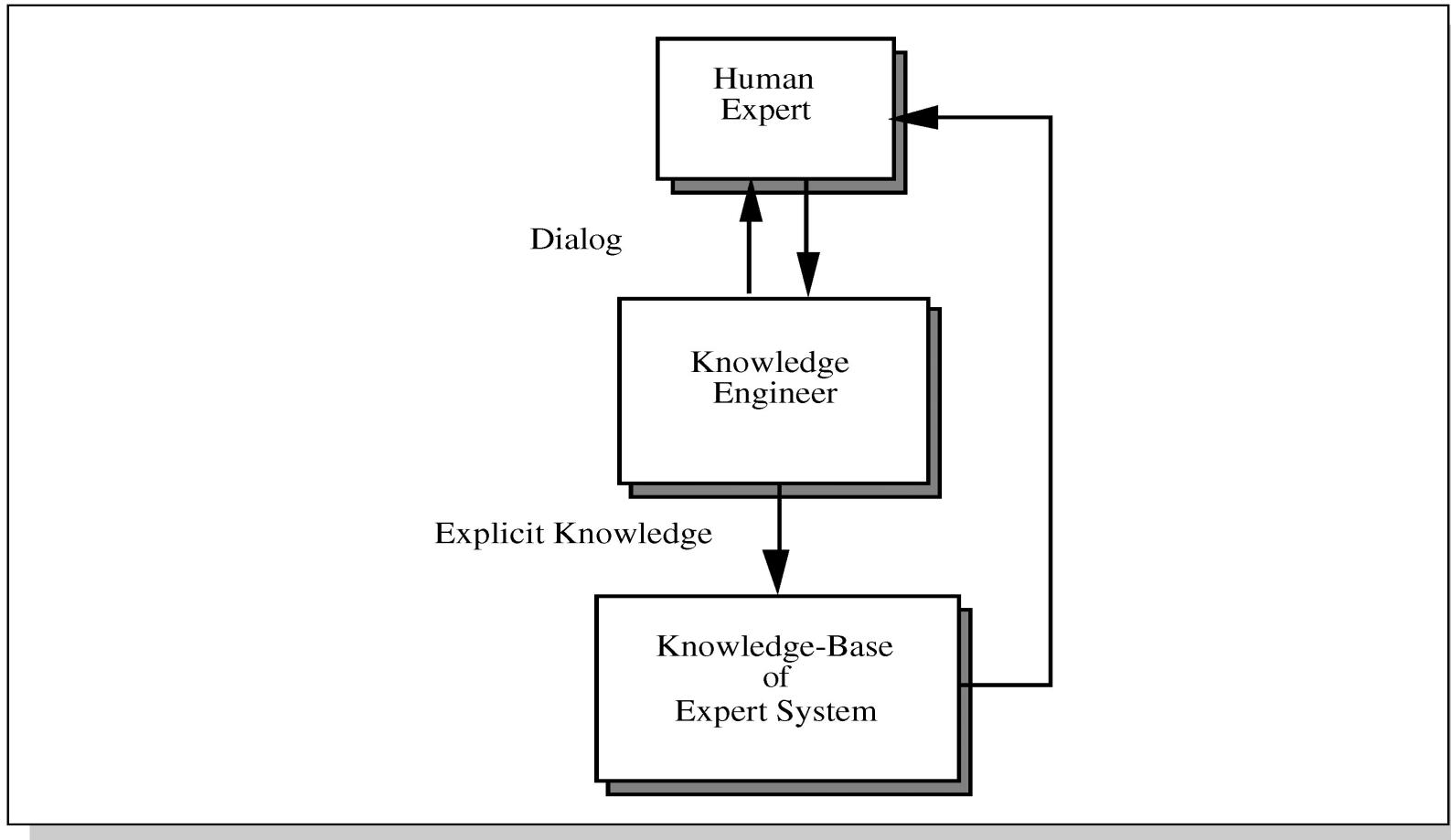




Proses pembuatan Expert System:

1. Knowlegde Enginer membagun dialog dengan Pakar untuk memperoleh pengetahuan.
2. Knowlogde enginer melakukan coding terhadap pengetahun secara eksplisit
3. Pakar memberikan evaluasi pada Expert System dan memberikan kritik untuk knowledge enginer.

Pembuatan Expert System





Cara Kerja Penalaran

- Dimulai dengan suatu rule-base (basis aturan), mengandung semua pengetahuan yang di-encode ke dalam rule IF-THEN dan suatu working memory, dapat berisi data awal atau tidak, assertions atau informasi yang diketahui awalnya.
- Sistem memeriksa (menguji) semua kondisi rule (IF) dan menetapkan suatu subset, himpunan konflik, berisi rules yang kondisinya terpenuhi berdasarkan pada working memory.
- Ketika rule dieksekusi, action yang ditentukan dalam klausa THEN-nya dihasilkan. Action-action ini dapat mengubah working memory, rule-base itu sendiri, atau hanya mengerjakan sesuatu yang ditetapkan/dimasukkan oleh system programmer.
- Loop eksekusi rules dan penggerjaan action ini berlanjut sampai ditemui kriteria berhenti. Karena sudah tidak ada lagi rules yang kondisinya terpenuhi atau dieksekusinya rule yang meminta program berhenti.

- Ada dua cara utama bagaimana rules dieksekusi:
 - ➡ **forward chaining systems.**

Dimulai dengan fakta awal dan tetap menggunakan rules untuk menarik kesimpulan baru (atau mengambil tindakan tertentu).
 - ➡ **backward chaining systems.**

Dimulai dengan beberapa hipotesis (atau goal) untuk membuktikan, dan terus mencari rules yang memungkinkan penyimpulan terhadap hipotesis tersebut, dengan mengatur sub-goal baru untuk dibuktikan.
- Sistem forward chaining utamanya bersifat data-driven, sedangkan backward chaining bersifat goal-driven.

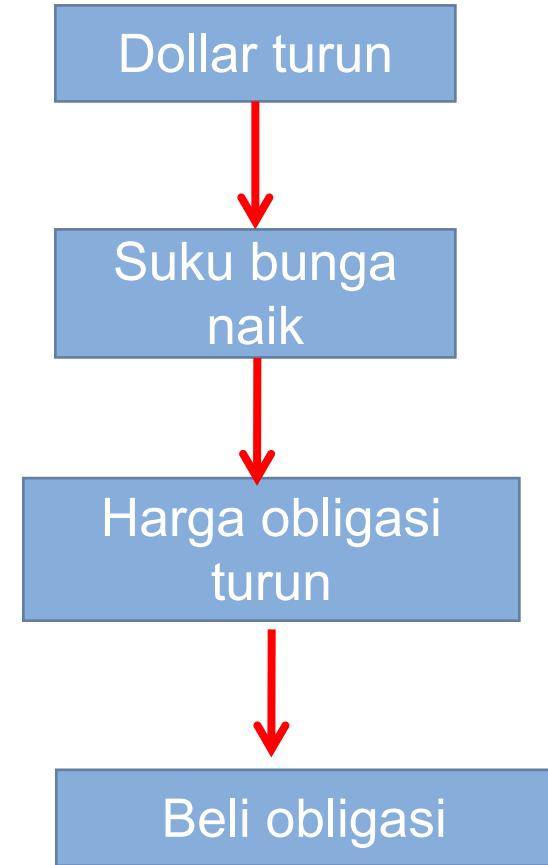
AI Contoh Sistem Pakar

- Diketahui sistem pakar dengan aturan-aturan sbb :
 - R1 : **IF** suku bunga turun **THEN** harga obligasi naik
 - R2 : **IF** suku bunga naik **THEN** harga obligasi turun
 - R3 : **IF** suku bunga tidak berubah **THEN** harga obligasi tidak berubah
 - R4 : **IF** dolar naik **THEN** suku bunga turun
 - R5 : **IF** dolar turun **THEN** suku bunga naik
 - R6 : **IF** harga obligasi turun **THEN** beli obligasi
- Apabila diketahui bahwa dolar turun, apakah sebaiknya dilakukan pembelian obligasi?



Forward Chaining

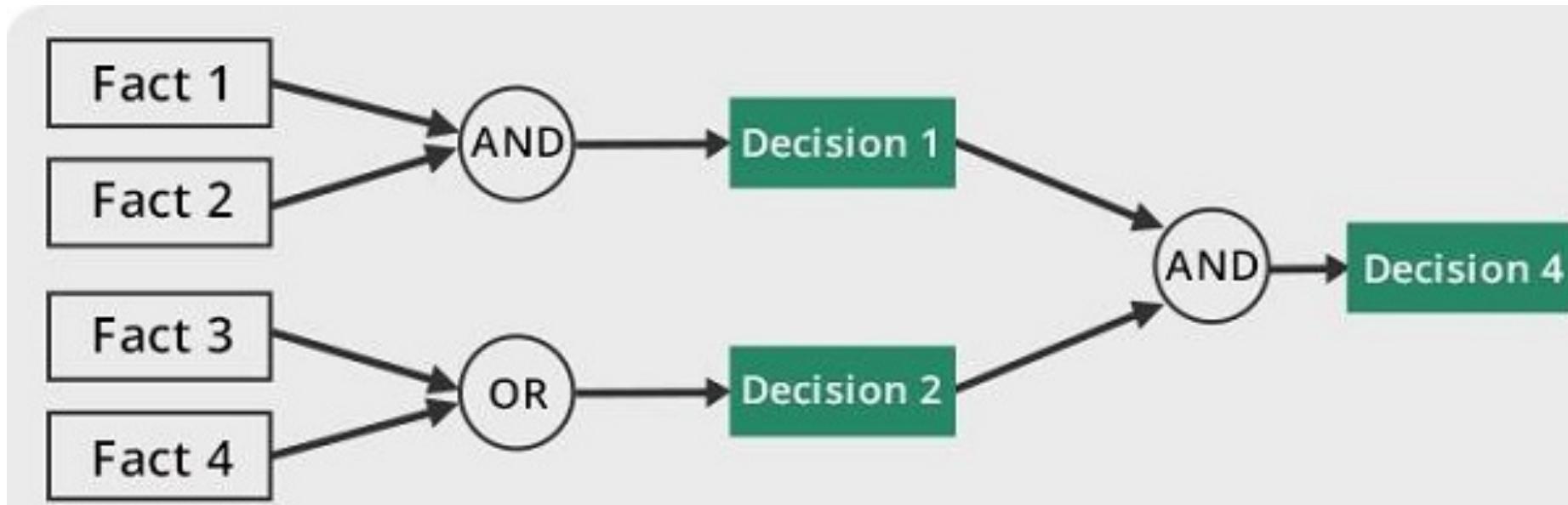
- Dari fakta dolar turun, berdasarkan aturan 5 diperoleh konklusi suku bunga naik.
- Dari aturan 2, suku bunga naik menyebabkan harga obligasi turun.
- Dengan aturan 6, jika harga obligasi turun maka kesimpulan yang diambil adalah membeli obligasi.



“What can happen next?”

AI

Contoh Mesin Inferensi Forward Chaining



A Backward Chaining

20

- Berangkat dari solusi yaitu membeli obligasi dengan menggunakan aturan 6 diperoleh anteseden harga obligasi turun.
- Dari aturan 2 akan dibuktikan harga obligasi turun bernilai benar jika suku bunga naik bernilai benar.
- Dari aturan 5 suku bunga naik memang bernilai benar karena diketahui fakta dollar turun.

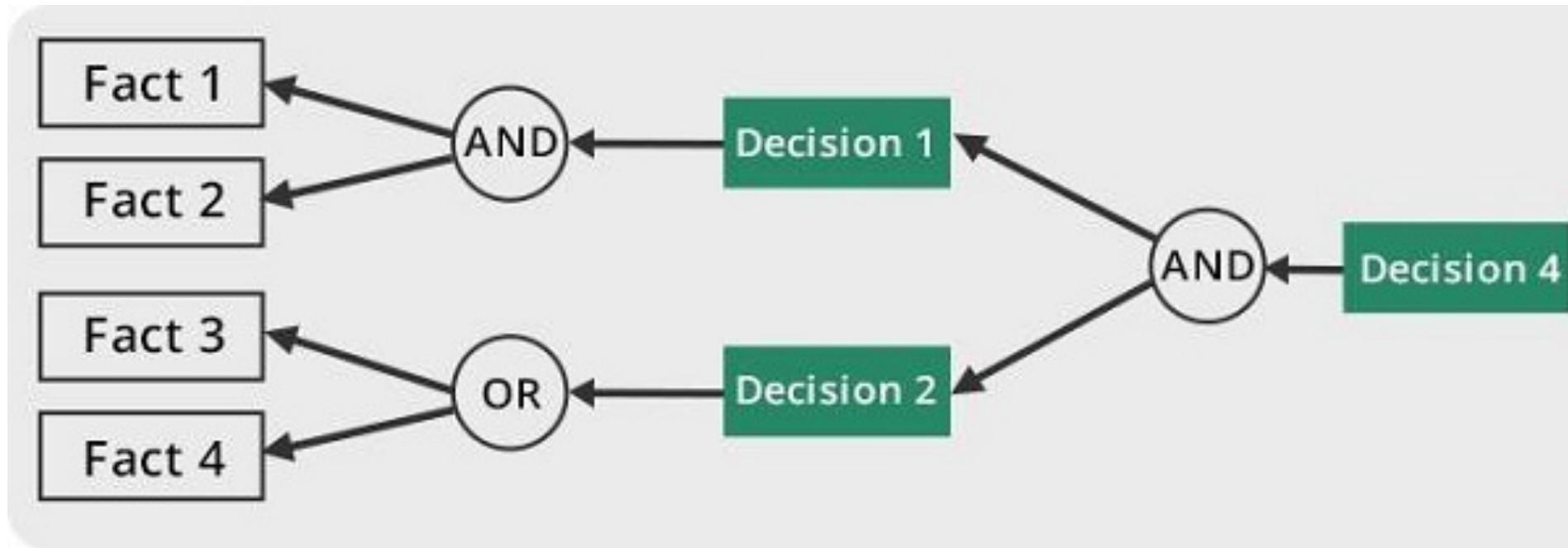


“Why this happened?”

AI

Contoh Mesin Inferensi Backward Chaining

21





Forward vs Backward Chaining

No	Forward Chaining	Backward Chaining
1	Forward chaining starts from known facts and applies inference rule to extract more data until it reaches to the goal.	Backward chaining starts from the goal and works backward through inference rules to find the required facts that support the goal.
2	It is a bottom-up approach	It is a top-down approach
3	Forward chaining is known as data-driven inference technique as we reach to the goal using the available data.	Backward chaining is known as goal-driven technique as we start from the goal and divide into sub-goal to extract the facts.
4	Forward chaining reasoning applies a breadth-first search strategy.	Backward chaining reasoning applies a depth-first search strategy.
5	Forward chaining tests for all the available rules	Backward chaining only tests for few required rules.
6	Forward chaining is suitable for the planning, monitoring, control, and interpretation application.	Backward chaining is suitable for diagnostic, prescription, and debugging application.



Forward or Backward Chaining?

23

- Harus melakukan observasi dulu bagaimana domain expert menyelesaikan suatu masalah.
- Jika pakar, harus terlebih dahulu mengumpulkan semua informasi yang mungkin dan menyimpulkan dari sana apapun yang dapat disimpulkan, maka disarankan menggunakan **forward chaining**.
- Jika pakar, memulai dengan hipotesis solusi dan kemudian mencari fakta-fakta untuk membuktikan hipotesis, maka yang cocok adalah **backward chaining**.



• **Forward Chaining**

- ➡ Semua atau sebagian besar data tersedia pada problem statement
- ➡ Terdapat sejumlah besar tujuan potensial yang sangat besar, tetapi hanya sedikit yang dapat dicapai dalam contoh masalah tertentu.
- ➡ Sangat sulit untuk memformulasikan tujuan atau hipotesis.

• **Backward Chaining**

- ➡ Problem data tidak tersedia (atau sulit didapatkan) tetapi dapat diperoleh dengan kebutuhan tertentu.
- ➡ Ada banyak aturan yang cocok dengan fakta, menghasilkan banyak kesimpulan, sehingga memilih tujuan memangkas ruang pencarian.
- ➡ Mudah untuk memformulasikan tujuan atau hipotesis.

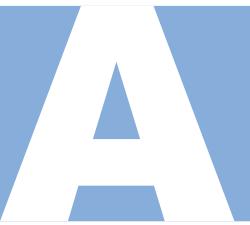


FAKTOR	PAKAR	SISTEM PAKAR
<i>Time availability</i>	Hari Kerja	Setiap Saat
Geografis	Lokal/tertentu	Dimana saja
Keamanan	Tidak tergantikan	Dapat diganti
<i>Perishable/dapat habis</i>	Ya	Tidak
Performansi	<i>Variable</i>	Konsisten
Kecepatan	<i>Variable</i>	Konsisten
Biaya	Tinggi	Terjangkau

AI Keuntungan Sistem Pakar

26

- a. **Easy to Replicate** – mudah untuk di replikasi
- b. **Availability** – mudah untuk diproduksi secara massal
- c. **Less Production Cost** – Biaya produksi masuk akal.
- d. **Speed** – Menawarkan kecepatan
- e. **Less Error Rate** – potensi error akan lebih rendah dari manusia
- f. **Reducing Risk** – Dapat bekerja pada lingkungan yang berbahaya bagi manusia
- g. **Steady Response** – Bekerja lebih stabil tanpa perlu motivasi, dll



Kelemahan Sistem Pakar

27

1. Tidak dapat menangani pengetahuan yang tidak konsisten
2. **Tidak selalu mudah untuk mengkodekan pengetahuan ke aturan.**
3. Para ahli seringkali kekurangan akses ke mekanisme analisis mereka sendiri.
4. **Validasi / Verifikasi sistem besar sangat sulit.**
5. Jika jumlah aturan banyak, efek penambahan aturan baru bisa jadi sulit untuk dinilai.
6. **Sistem Pakar tidak dapat menerapkan penilaian dan intuisi (lack human common sense)**
7. Tanggapan kreatif yang dapat ditanggapi oleh ahli manusia dalam keadaan yang tidak biasa tidak dapat digabungkan dalam sistem pakar.
8. **Ada kurangnya fleksibilitas dan kemampuan untuk beradaptasi dengan lingkungan yang berubah karena pertanyaan adalah standar dan tidak dapat diubah**
9. Sistem pakar tidak 100% benar dan menguntungkan sehingga perlu selalu diuji ulang secara teliti sebelum digunakan.

Dalam hal ini, peran manusia tetaplah menjadi FAKTOR yang DOMINAN.

Contoh Aplikasi Sistem Pakar



Expert System Identify an Australian Coin

ES-Builder Web

This expert system will identify all previously minted Australian Coins.

Note: There are 8 possible conclusions in this expert system.

 [Identify an Australian Coin](#)



[ES Knowledge Base](#) [ES Decision Tree](#) [ES Decision Table](#) [ES Attributes List](#)

[ES-Builder Web](#) ©2013 McGoo Software Provided free for personal and academic use. [ES-Builder Web Help](#) [Privacy Policy](#)



Expert System Identify an Australian flag

ES-Builder Web

A whole range of Australian Flags including states and territories, official and unofficial, that might be seen flying on a flagpole near you to represent some aspect of Australian nationalism. This expert system uses information and images from the [AusFlag](#) organisation.

Note: There are 17 possible conclusions in this expert system.
This expert system uses [Tested Certainty Factors](#).

 [Identify an Australian flag](#)

[ES Knowledge Base](#) [ES Decision Tree](#) [ES Decision Table](#) [ES Attributes List](#)

[ES-Builder Web](#) ©2013 McGoo Software Provided free for personal and academic use. [ES-Builder Web Help](#) [Privacy Policy](#)



Expert System Identify a sailing ship

ES-Builder

- └ A Expert
- └ V System
- └ C Shell

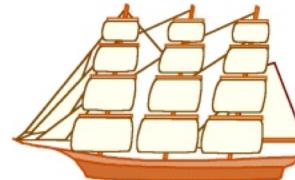
ES-Builder Web

Sailing Ships by McGoo Software

A range of commonly sighted sailing ships

Note: There are 11 possible conclusions in this expert system.
This expert system uses [Tested Certainty Factors.](#)

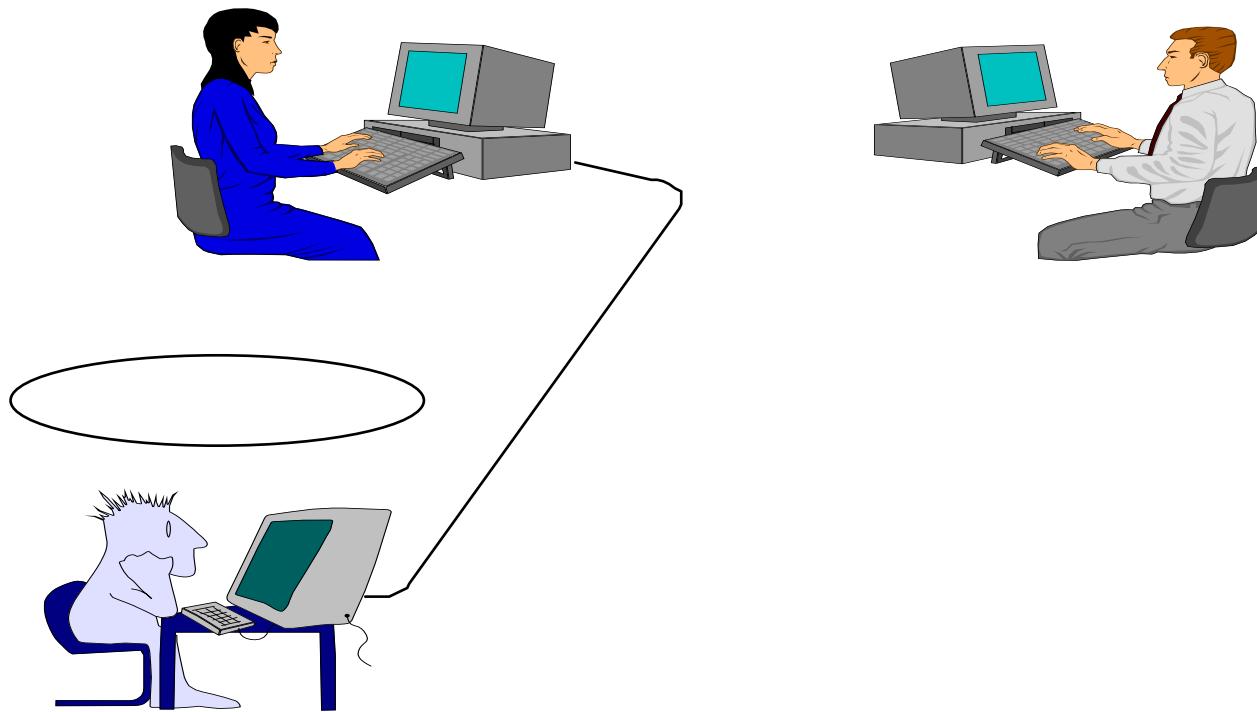
[Identify a sailing ship](#)



[ES Knowledge Base](#) [ES Decision Tree](#) [ES Decision Table](#) [ES Attributes List](#)

[ES-Builder Web ©2013 McGoo Software](#) Provided free for personal and academic use. [ES-Builder Web Help](#) [Privacy Policy](#)

- Sistem Pakar di bidang buah-buahan



- SP : Apakah buah berbentuk bulat ?
- U : Ya
- SP : Apakah buah berwarna hijau ketika muda dan kuning ketika sudah tua ?
- U : Tidak
- SP : Apakah buah berwarna hijau ketika muda dan merah ketika sudah tua ?
- U : Ya
- SP : Apakah berbatang?
- U : Ya
- SP : Menurut pengetahuan yang saya miliki APEL memenuhi kriteria buah yang anda sebutkan



Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Paru-Paru pada Anak

34

Konsultasi

DAFTAR GEJALA	
Kode	Gejala
<input type="checkbox"/> G003	Anak gelisah
<input type="checkbox"/> G004	Pernapasan cepat dan dangkal
<input type="checkbox"/> G005	Pernapasan cuping hidung
<input type="checkbox"/> G006	Sianosis sekitar hidung dan mulut
<input type="checkbox"/> G007	Disertai muntah dan diare
<input type="checkbox"/> G008	Dispnu (sesak napas)
<input type="checkbox"/> G009	Mengi

GEJALA YANG TELAH DI PILIH

Kode	Gejala
<input type="checkbox"/> G001	Suhu naik mendadak sampai 39 - 400 C
<input type="checkbox"/> G002	Disertai kejang demam yang tinggi

DIAGNOSA PENYAKIT

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Persentase
P001	Asma Buruk di Pagi Hari	23 %

Diagnosa Penyakit **Batal** **Tutup**

A Sistem Pakar untuk Konsultasi Hukum

35

PERTANYAAN UNTUK ANDA :



Forum
KONSULTASI HUKUM

Anda memilih unsur Jenis Tindak Pidana :

Ada orang tertentu yang dengan tidak sengaja melakukan tindakan yang merugikan tubuh atau nyawa orang lain

Berikan jawaban untuk pertanyaan dibawah ini :

kejadian karena kesalahan yang mengakibatkan orang lain luka biasa

Pilih Jawaban

YA
 TIDAK

 Pertanyaan sebelumnya | Pertanyaan selanjutnya 

 Rekam Jawaban



Jenis Tindak Pidana Yang dilimpahkan bagi anda adalah :

KEALPAAN

Pasal dan sanksi Yang dilimpahkan bagi anda adalah :

#. Sub Jenis : **KEALPAAN MATI**

Pasal : 359

Bunyi : Barangsiapa karena kesalahannya (kealpaannya)

menyebabkan orang lain mati

Sanksi : PIDANA PENJARA PALING LAMA 5 TAHUN ATAU KURUNGAN

PALING LAMA 1 TAHUN

Persentase Kejujuran Anda adalah : 100 %

Keterangan : Tidak ada jawaban yang kontradiksi

TERIMA KASIH

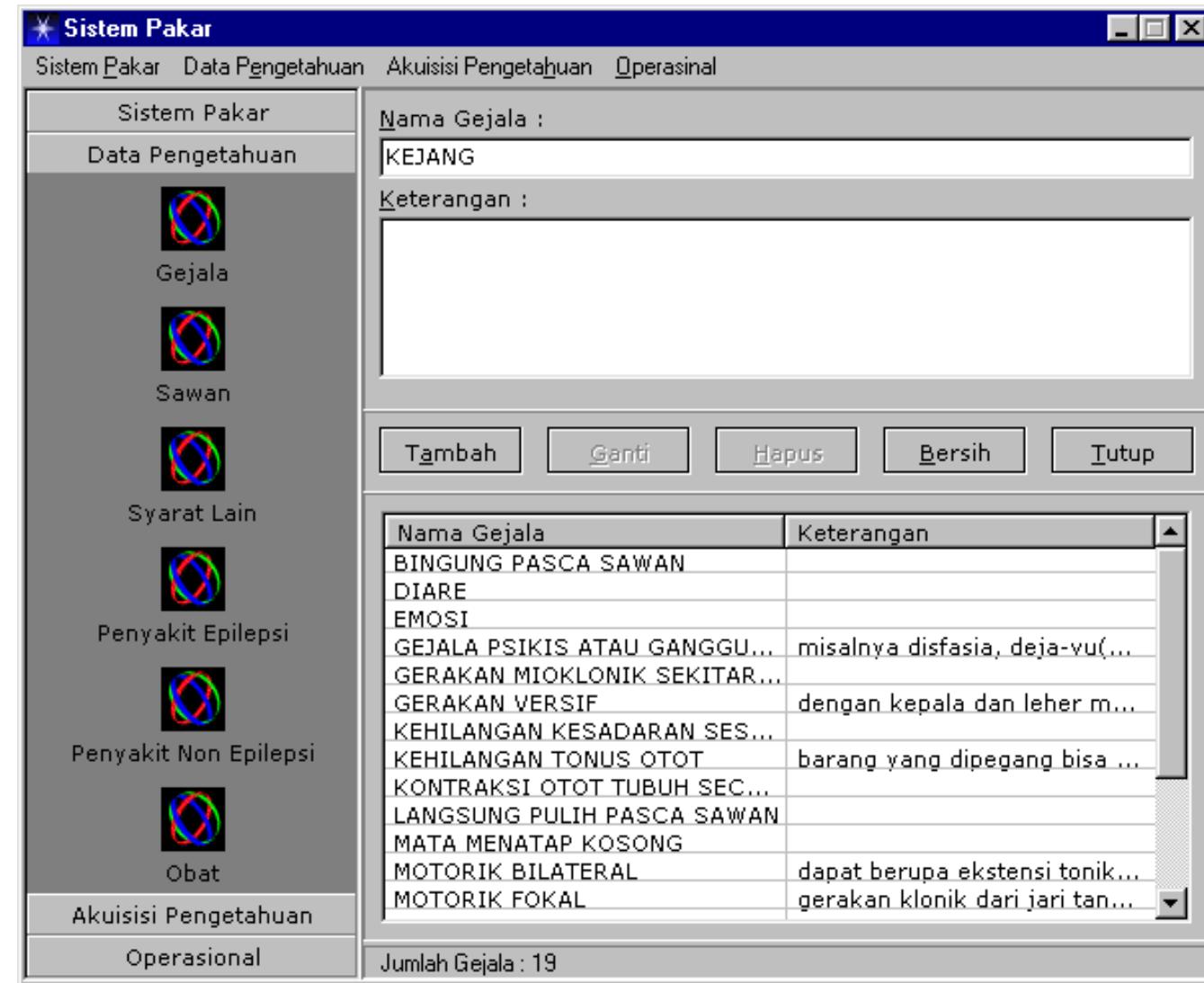
Saran untuk anda :

1. Ajukan surat permohonan untuk naik banding ke Pengadilan Tinggi, jika putusan Pengadilan Negeri tidak dapat anda terima.
2. Jika masih belum dapat memperoleh suatu keputusan yang baik di Pengadilan Tinggi maka disarankan untuk mengajukan permohonan Kasasi ke Mahkamah Agung.

Selesai

A Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Epilepsi

37



Sistem Pakar

Sistem Pakar Data Pengetahuan Akuisisi Pengetahuan Operasional

Sistem Pakar	Menderita <u>Sawan</u> :	dengan <u>CF</u> :
Data Pengetahuan	ATONIK	0.7
Akuisisi Pengetahuan	JIKA mengalami gejala BINGUNG PASCA SAWAN DAN mengalami gejala EMOSI DAN mengalami gejala GEJALA PSIKIS ATAU GANGGUAN FUNGSI ...	
Aturan Gejala Sawan	DAN	
Diagnosis Peny. Epilepsi	<input type="text"/>	<input type="button" value="Masuk"/>
Diagnosis Peny. Non Epilepsi	<input type="button" value="Tambah"/>	
Terapi Peny. Epilepsi	<input type="button" value="Bersih"/>	
Terapi Peny. Non Epilepsi	<input type="button" value="Tutup"/>	
Daftar Aturan		
Operasional		

Sistem Pakar

Sistem Pakar Data Pengetahuan Akuisisi Pengetahuan Operasional

Sistem Pakar

Data Pengetahuan

Akuisisi Pengetahuan



Aturan Gejala Sawan



Diagnosis Peny. Epilepsi



Diagnosis Peny. Non Epilepsi



Terapi Peny. Epilepsi



Terapi Peny. Non Epilepsi



Daftar Aturan

Operasional

Gunakan Obat :

TEGRETOL-XR (CARBAMAZEPINE)

JIKA

Menderita Epilepsi :

LOBUS TEMPORALIS

dengan CF :

0.3

s/d

0.7

Tambah

Bersih

Tutup

Sistem Pakar

Sistem Pakar Data Pengetahuan Akuisisi Pengetahuan Operasional

Sistem Pakar

Data Pengetahuan

Akuisisi Pengetahuan



Aturan Gejala Sawan



Diagnosis Peny. Epilepsi



Diagnosis Peny. Non Epilepsi



Terapi Peny. Epilepsi



Terapi Peny. Non Epilepsi



Daftar Aturan

Operasional

Jenis Aturan : SEMUA

ATURAN GEJALA - SAWAN

- Aturan 1 Mengalami Sawan "PARSIAL SEDERHANA" dengan CF 0.
JIKA mengalami gejala GERAKAN VERSIF
DAN mengalami gejala MOTORIK FOKAL
- Aturan 2 Mengalami Sawan "PARSIAL KOMPLEKS" dengan CF 0.
JIKA mengalami gejala EMOSI
DAN mengalami gejala SENSORIK KHUSUS
- Aturan 3 Mengalami Sawan "PARSIAL KOMPLEKS" dengan CF 0.
JIKA mengalami gejala BINGUNG PASCA SAWAN
DAN mengalami gejala MOTORIK FOKAL
- Aturan 4 Mengalami Sawan "TONIK-KLONIK PRIMER" dengan CF 0.
JIKA mengalami gejala BINGUNG PASCA SAWAN
DAN mengalami gejala SENSORIK KHUSUS

ATURAN PENYAKIT EPILEPSI

- Aturan 5 Menderita Epilepsi "LOBUS TEMPORALIS" dengan CF 0.
JIKA mengalami sawan PARSIAL SEDERHANA
DAN mengalami sawan LENYA
DAN EEG ada kelainan
- Aturan 6 Menderita Enfleksi "LOBUS TEMPORALIS" dengan CF 0.

Ditemukan 12 aturan

Tampil

Hapus

Bersih

Tutup

Sistem Pakar

Sistem Pakar Data Pengetahuan Akuisisi Pengetahuan Operasional

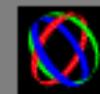


Sistem Pakar

Data Pengetahuan

Akuisisi Pengetahuan

Operasional



Konsultasi

Apakah pasien mengalami gejala SENSORIK KHUSUS berupa halusinasi sederhana (visual, auditorik, gustatorik)?

Tidak tahu Ya Tidak

Besar Kepercayaan (0 - 1) :

0.1

Mulai

Lanjut

Mengapa

Ulang

Terapi

Tutup

Sistem Pakar

Sistem Pakar Data Pengetahuan Akuisisi Pengetahuan Operasional

Sistem Pakar

Data Pengetahuan

Akuisisi Pengetahuan

Operasional



Konsultasi

Penyakit : LOBUS TEMPORALIS
Nama Obat : TEGRETOL (CARBAMAZEPI
Dosis : 200 mg, 2 kali sehari
E.Samping (sesuai dosis) : ataxia
E.Samping (tak sesuai dosis) : hyponatremia
Harga : \$68 per bulan



Tutup

Sistem Pakar

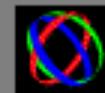
Sistem Pakar Data Pengetahuan Akuisisi Pengetahuan Operasional

Sistem Pakar

Data Pengetahuan

Akuisisi Pengetahuan

Operasional



Konsultasi

Kalau mengalami gejala :

BINGUNG PASCA SAWAN
GERAKAN VERSIF
MOTORIK FOKAL

dan memenuhi syarat :

EEG : ada kelainan
GANGGUAN DAYA INGAT : ada
PENYEBAB : diketahui

ada kemungkinan pasien terkena penyakit epilepsi LOBUS TEMPORA



Tutup