

ARSITEKTUR SISTEM PAKAR

ISMAIL YUSUF PANESSAI

DASAR-DASAR SISTEM PAKAR
PENGEMBANGAN APLIKASI PERANGKAT
KINERJA SISTEM PAKAR



LAMINTANG

Judul Buku	: ARSITEKTUR SISTEM PAKAR: KONSEP SISTEM PAKAR
Penulis	: ISMAIL YUSUF PANESSAI
ISBN	: 978-602-71773-6-9
Penyunting	: Tim Penyunting Penerbit PT. Lamintang
Penerbit	: PT. LAMINTANG
Redaksi	: Gedung LAMINTANG EDUCATION & TRAINING (LET) Centre. Ruko Buana Impian Blok B1 No. 28, Kota Batam 29452, KEPRI, Indonesia.
Telp/Fax	: (0778) 3583 241
Email	: LAMINTANG@gmail.com
Cetakan ke-1	: November 2016
Cetakan ke-2	: Oktober 2018
Cetakan ke-3	: Maret 2021

@Hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit PT. LAMINTANG.

Penerbit PT. Lamintang tidak bertanggung jawab atas isi buku. Segala saran untuk perbaikan isi buku mohon dikirim ke:

- ismailyusuf.panessai@yahoo.com
<https://ismailyusuf.com>
- doi: 10.31219/osf.io/h7t3r

Penulisan Referensi:

APA

Panessai, I. Y. (2021, Maret). Arsitektur Sistem Pakar: Konsep Sistem Pakar. Batam: Lamintang. <https://doi.org/10.31219/osf.io/h7t3r>

MLA

Panessai, Ismail Yusuf. “Arsitektur Sistem Pakar: Konsep Sistem Pakar. Batam: Lamintang.” Batam: Lamintang. 2021. <https://doi.org/10.31219/osf.io/h7t3r>

Chicago

Panessai, Ismail Yusuf. 2021. “Arsitektur Sistem Pakar: Konsep Sistem Pakar. Batam: Lamintang.” Batam: Lamintang. 2021. <https://doi.org/10.31219/osf.io/h7t3r>

IEEE

I. Y. Panessai, *Arsitektur Sistem Pakar: Konsep Sistem Pakar*. Batam: Lamintang, 2021. <https://doi.org/10.31219/osf.io/h7t3r>

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR *iii*

DAFTAR ISI *iv*

BAB 2 KONSEP SISTEM PAKAR 15

- 2.1 Konsep Dasar Sistem Pakar 15
- 2.2 Struktur Sistem Pakar 18
 - 2.2.1 Struktur Dasar Sistem Pakar 18
 - 2.2.2 Struktur Kompleks Sistem Pakar 21
- 2.3 Tahapan Umum Pengembangan Sistem Pakar 26
- 2.4 Orang yang Terlibat dalam Sistem Pakar 27

DAFTAR PUSTAKA 90

PENULIS 91

2

KONSEP SISTEM PAKAR

2.1 Konsep Dasar Sistem Pakar

Konsep-konsep yang mendasari sistem pakar, adalah:

1. Kepakaran
2. Pakar
3. Memindahkan kepakaran
4. Penarikan kesimpulan
5. Aturan
6. Kemampuan penjelasan

Hubungan antara bagian-bagian tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Konsep dasar sistem pakar

Kepakaran

Kepakaran (*expertise*) merupakan pengetahuan khusus yang dimiliki oleh seseorang melalui latihan, membaca, serta pengalaman yang dialami pada satu bidang tertentu.

Pengetahuan tersebut berupa:

- Fakta pada ruang lingkup permasalahan tertentu.
- Teori pada ruang lingkup permasalahan tertentu.
- Aturan singkat dan prosedur mengenai ruang lingkup permasalahan umum.
- Strategi umum untuk menyelesaikan beberapa masalah.
- Pengetahuan tentang sebuah pengetahuan (*meta-knowledge*)

Metaknowledge diartikan sebagai pengetahuan mengenai beberapa perbedaan topik permasalahan (*domain*). Metaknowledge akan menentukan basis pengetahuan yang sesuai.

Kemampuan seorang pakar akan memungkinkan mereka dapat mengambil keputusan dengan lebih cepat dan lebih baik berbanding seseorang yang bukan pakar.

Pakar

Pakar/ahli (*expert*) adalah seseorang yang memiliki pengetahuan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada bidang tertentu. Seorang pakar mampu memberikan penjelasan mengenai hasil serta kaitannya dengan permasalahan yang ada, dan dalam hal tertentu dapat memberikan alternatif lain agar mampu memecahkan permasalahan yang dihadapi serta menghasilkan solusi yang tepat.

Seorang pakar memiliki pengetahuan, penilaian, pengalaman, metode khusus, dan kemampuan untuk menerapkan kepakarannya dalam memberikan sebuah saran/pertimbangan yang dapat digunakan memecahkan sebuah masalah. Selain itu seorang pakar akan mempelajari hal-hal baru untuk setiap perkembangan seputar topik permasalahan, menyusun kembali pengetahuan jika dipandang perlu, memilih aturan jika diperlukan dan menentukan relevan atau tidaknya kepakaran yang dimiliki.

Memindahkan Kepakaran

Tujuan dari sistem pakar adalah memindahkan kepakaran (*transferring expertise*) yang dimiliki oleh seorang pakar ke dalam sebuah sistem komputer, kemudian dari sebuah sistem komputer kepada orang lain yang bukan pakar.

Proses memindahkan kepakaran meliputi empat kegiatan, yaitu:

1. Penambahan pengetahuan (*knowledge acquisition*) dari para pakar atau sumber-sumber lainnya.
2. Representasi pengetahuan (*knowledge representation*) dalam komputer.
3. Menyimpulkan pengetahuan (*knowledge inferencing*).
4. Memindahkan pengetahuan kepada pemakai (*knowledge transfer to user*).

Kesimpulan

Keistimewaan dari sistem pakar adalah memiliki kemampuan dalam memberikan saran/pertimbangan. Hal ini dimungkinkan dengan cara menempatkan kepakaran ke dalam basis pengetahuan dan membuat program yang mampu mengakses basis pengetahuan sehingga sistem dapat memberikan sebuah kesimpulan.

Kesimpulan (*inference*) dibentuk di dalam komponen yang dinamakan mesin penarik kesimpulan (*inference engine*), yang mana berisi aturan-aturan untuk menyelesaikan masalah.

Aturan

Umumnya sistem pakar adalah sistem berbasis aturan (*rules-based systems*), yaitu pengetahuan yang terdiri dari aturan-aturan (*rules*) sebagai prosedur penyelesaian masalah.

Contoh sebuah aturan dalam CATS-1:

JIKA mesin mogok dan tekanan bahan bakar kurang dari 38 psi dan alat ukur bekerja secara akurat MAKA ada kesalahan pada sistem bahan bakar.

Kemampuan Penjelasan

Keistimewaan lain dari sistem pakar adalah memiliki kemampuan dalam memberikan saran atau rekomendasi (*explanation capability*) serta menjelaskan mengapa tindakan tertentu tidak dianjurkan. Pemberian penjelasan dan pendapat dilakukan dalam suatu sub-sistem yang dinamakan sub-sistem penjelasan (*explanation subsystem*).

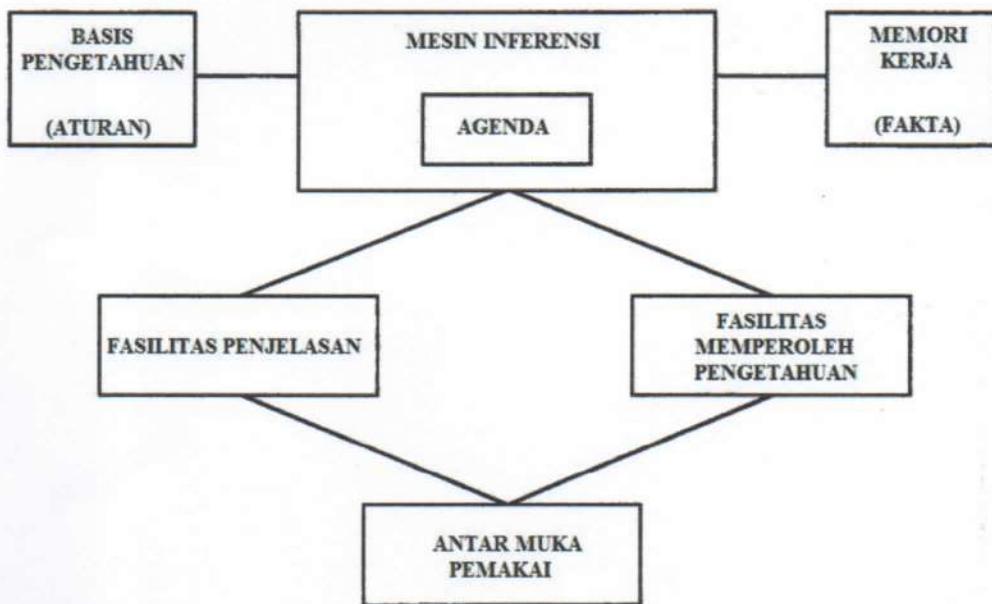
2.2 Struktur Sistem Pakar

2.2.1 Struktur Dasar Sistem Pakar

Struktur dasar sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 2.2, yang terdiri atas:

1. Antar muka pemakai
2. Fasilitas penjelasan
3. Fasilitas akuisisi/memperoleh pengetahuan
4. Agenda

5. Mesin inferensi
6. Memori kerja
7. Basis pengetahuan



Gambar 2.2 Struktur dasar sistem pakar

Berikut penjelasan setiap komponen-komponen pada struktur dasar sebuah sistem pakar:

- **Antar muka pemakai (*user interface*)**
Adalah mekanisme dimana pemakai dan sistem pakar berkomunikasi.
- **Fasilitas penjelasan (*explanation facility*)**
Adalah fasilitas untuk menerangkan pemberian alasan sistem pada pemakai.

Subsistem penjelasan memiliki kemampuan untuk menjejak (*tracing*) bagaimana suatu kesimpulan dapat diambil, merupakan hal yang sangat penting untuk transfer pengetahuan dan pemecahan masalah.

Komponen subsistem penjelasan harus dapat menyediakannya yang secara interaktif menjawab pertanyaan pemakai, misalnya:

“Mengapa pertanyaan tersebut anda tanyakan?”

“Seberapa yakin kesimpulan tersebut diambil?”

“Mengapa alternatif tersebut ditolak?”

“Apa yang akan dilakukan untuk mengambil suatu kesimpulan?”

“Fakta apalagi yang diperlukan untuk mengambil kesimpulan akhir?”

- Fasilitas akuisisi/memperoleh pengetahuan (*knowledge acquistion facility*)
Adalah cara otomatis pemakai untuk memasukkan pengetahuan ke dalam sistem, bukannya dengan melalui perekayasa yang memasukkan pengetahuan secara eksplisit kode pengetahuan.
- Agenda
Adalah daftar prioritas dari aturan yang dibuat oleh mesin inferensi, yang polanya dipenuhi oleh fakta di dalam memori yang bekerja.
- Mesin inferensi (*inferene engine*)
Membuat inferensi dengan menentukan aturan mana yang dipenuhi oleh fakta, prioritas aturan yang tercukupi, dan membuat aturan dengan prioritas tertinggi.

Mesin inferensi merupakan otak dari sistem pakar, juga dikenal sebagai penerjemah aturan (*rule interpreter*). Komponen ini berupa program komputer yang menyediakan suatu metodologi untuk memikirkan alasan

(*reasoning*) dan memformulasikan kesimpulan. Kerja mesin inferensi meliputi:

- Menentukan aturan mana yang akan dipakai
- Menyajikan pertanyaan kepada pemakai ketika diperlukan.
- Menambahkan jawaban ke dalam memori sistem pakar.
- Menyimpulkan fakta baru dari sebuah aturan
- Menambahkan fakta baru tadi (yang telah diperoleh) ke dalam memori.

- Memori kerja (*working memory*)

Berisi basis data dan fakta yang digunakan oleh aturan.

- Basis pengetahuan (*knowledge base*)

Basis Pengetahuan berisi pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami, memformulasikan, dan memecahkan masalah.

Basis pengetahuan tersusun atas dua elemen dasar yaitu:

- Fakta, misalnya: situasi, kondisi, dan kenyataan dari permasalahan yang ada, serta teori dalam bidang itu.
- Aturan, yang mengarahkan penggunaan pengetahuan untuk memecahkan masalah yang spesifik dalam bidang yang khusus.

Basis pengetahuan disebut juga dengan "*production memory*". Bentuk yang umum dari basis pengetahuan adalah IF-THEN.

2.2.2 Struktur Kompleks Sistem Pakar

Struktur kompleks yang lengkap dari sebuah sistem pakar, dapat dilihat pada Gambar 2.3 (Turban, 1995).

Berdasarkan Gambar 2.3, dapat dilihat bahwa sebuah sistem pakar disusun atas dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation/runtime environment*).

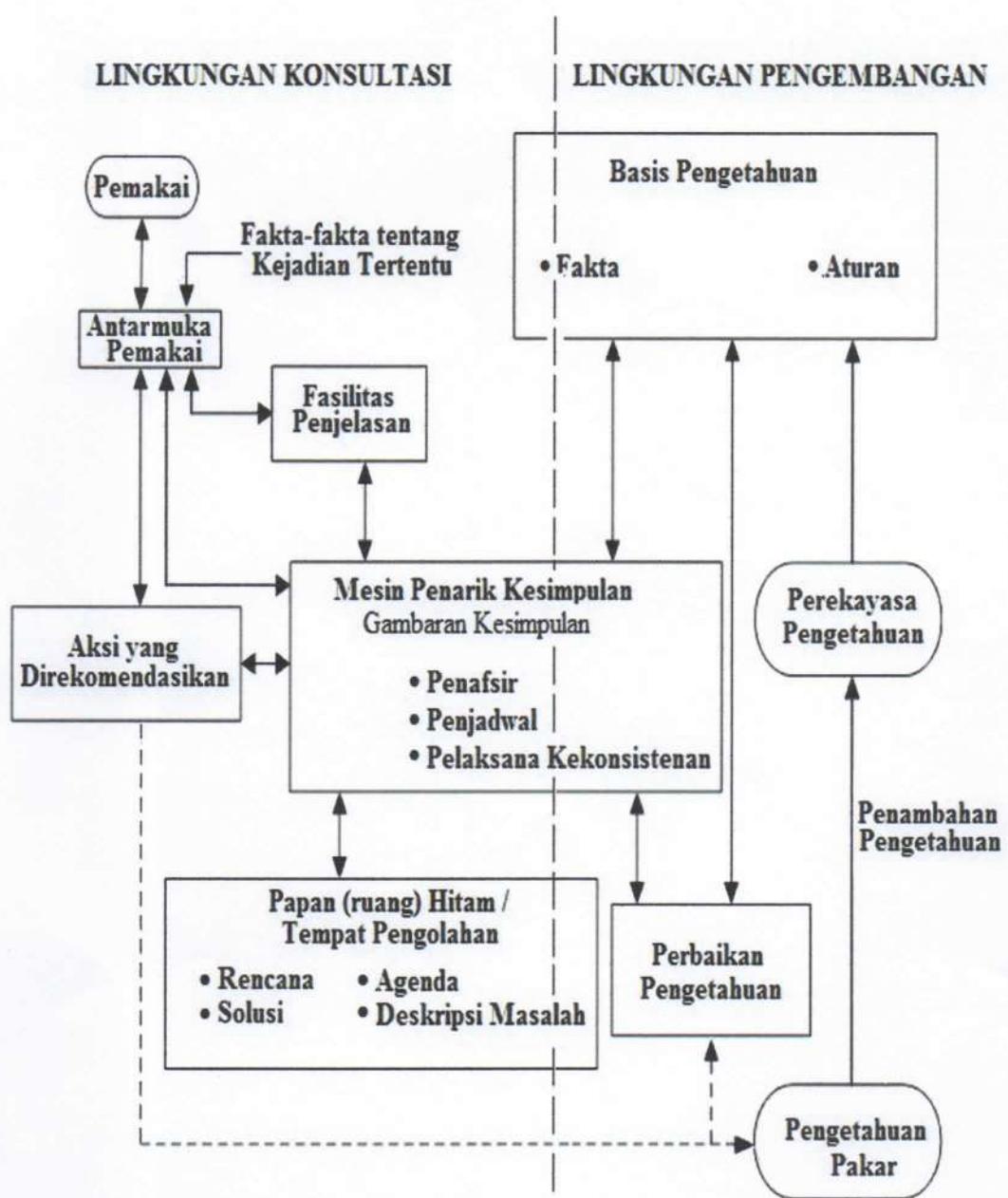
Lingkungan pengembangan digunakan oleh pembuat sistem pakar untuk membangun dan memasukkan komponen-komponen pengetahuan seorang pakar ke dalam basis pengetahuan (*knowledge base*) sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh pemakai yang bukan pakar guna memperoleh pengetahuan pakar.

Komponen-komponen dalam sebuah sistem pakar terdiri atas (Turban, 1995):

1. Sub-sistem akuisi pengetahuan
2. Basis pengetahuan
3. Mesin penarik kesimpulan
4. Papan (ruang) hitam / tempat pengolahan
5. Pemakai
6. Antarmuka pemakai
7. Sub-sistem bagian penjelasan
8. Sistem perbaikan pengetahuan

Catatan:

Papan (ruang) hitam (papan tulis atau dalam bahasa Inggris disebut sebagai blackboard), diartikan sebagai sebuah media yang berisi repositori permasalahan, solusi dan saran dalam menghasilkan sebuah informasi.



Gambar 2.3 Struktur lengkap sebuah sistem pakar

Sub-sistem Akuisisi Pengetahuan

Sub-sistem penambahan pengetahuan (*knowledge acquisition subsystem*) merupakan bagian sistem pakar yang digunakan untuk mengumpulkan, memindahkan dan mengubah kepakaran menyelesaikan masalah ke dalam komputer.

Kepakaran menyelesaikan masalah bersumber dari pengetahuan pakar, buku teks, basis data, laporan hasil penelitian dan gambar. Sumber pengetahuan tersebut kemudian didokumentasikan sehingga dapat dipelajari, diolah dan diorganisasikan menjadi sebuah basis pengetahuan.

Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan (*knowledge base*) merupakan bagian sistem pakar yang berisi pengetahuan untuk pemahaman, formulasi dan penyelesaian masalah.

Sebuah basis pengetahuan terdiri atas:

1. Fakta (pengetahuan tentang sesuatu hal), misalnya keadaan suatu masalah dan teori tentang bidang masalah.
2. Aturan atau heuristik khusus (rekomendasi logis), yang berhubungan langsung dengan penggunaan pengetahuan dalam pemecahan suatu masalah.

Mesin Penarik Kesimpulan

Mesin penarik kesimpulan (*inference engine*) adalah “otak” sebuah sistem pakar. Mesin penarik kesimpulan adalah program komputer yang berisi metode yang digunakan untuk melakukan penalaran terhadap informasi yang ada dalam basis pengetahuan dan dalam papan (ruang) hitam (*blackboard*), dan digunakan untuk merumuskan kesimpulan.

Mesin penarik kesimpulan terdiri atas tiga elemen utama, yaitu:

1. Penafsir

Penafsir (*interpreter*) akan mengeksekusi hal-hal agenda yang terpilih, dengan menggunakan aturan yang ada dalam basis pengetahuan yang sesuai.

2. Penjadwal

Penjadwal (*scheduler*) akan melakukan kontrol atas agenda.

3. Pelaksana kekonsistennan

Pelaksana kekonsistennan (*consistency enforcer*) akan memelihara kekonsistennan dalam merepresentasikan solusi yang bersifat darurat.

Papan (ruang) Hitam / Tempat Pengolahan

Papan (ruang) hitam / tempat pengolahan (*blackboard/workplace*) yang dalam bahasa Indonesia disebut sebagai papan tulis, adalah tempat sekumpulan memori kerja yang berfungsi untuk mendeskripsi masalah yang sedang ditangani dan juga digunakan untuk merekam hasil (kesimpulan) sementara.

Ada tiga tipe keputusan yang dapat direkam dalam papan (ruang) hitam, yaitu:

1. Rencana; bagaimana menghadapi masalah.
2. Agenda; aksi-aksi yang potensial yang menunggu untuk dieksekusi.
3. Solusi; calon aksi dan alternatif tindakan yang dibangkitkan.

Antarmuka Pemakai

Antarmuka pemakai (*user interface*) adalah media komunikasi antara pemakai dan komputer.

Informasi yang diterima dari pemakai diubah ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh komputer dan menghasilkan pengetahuan yang dimengerti oleh pemakai.

Media komunikasi adalah berupa bahasa sehari-hari, dan kadang-kadang ditambahkan dengan daftar/tabel dan gambar/grafik.

Sub-sistem Bagian Penjelasan

Sub-sistem bagian penjelasan (*explanation sub-system/justifier*) adalah bagian dari sistem pakar yang berfungsi untuk memberikan penjelasan/gambaran atas jalannya penalaran yang mendorong dihasilkannya suatu keputusan dalam menyelesaikan sebuah masalah.

Sub-sistem bagian penjelasan akan melacak respon dan memberikan penjelasan tentang kelakukan sistem pakar secara interaktif melalui pertanyaan-pertanyaan:

1. Mengapa sebuah pertanyaan ditanyakan oleh sistem pakar.
2. Bagaimana sebuah kesimpulan dicapai.
3. Mengapa sebuah alternatif penyelesaian dibatalkan.
4. Apa rencana yang digunakan dalam memperoleh solusi.

Sistem Perbaikan Pengetahuan

Sistem perbaikan pengetahuan (*knowledge refining system*) digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem pakar. Kemampuan seorang pakar dalam menganalisis dan meningkatkan kinerja pembelajaran dapat diterapkan dalam program sistem pakar melalui sistem perbaikan pengetahuan, sehingga sistem pakar mampu menganalisis penyebab dari kesuksesan dan kegagalan yang dialami.

2.3 Tahapan Umum Pengembangan Sistem Pakar

Perekayasa pengetahuan pertama kali akan membuat dialog dengan seorang pakar untuk menggali pengetahuan pakar. Tahap ini dianalogikan sebagaimana seorang pendesain dalam pemrograman konvensional yang mendiskusikan sistem yang diperlukan, dengan klien yang programnya akan dibuat.

Perekayasa pengetahuan kemudian mengkodekan pengetahuan secara eksplisit dalam basis pengetahuan. Pakar kemudian mengevaluasi sistem pakar dan

memberikan kritik dan saran kepada perekayasa pengetahuan. Proses ini berulang sehingga kinerja sistem dianggap telah memenuhi syarat oleh pakar.

Tahapan tersebut dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.4.



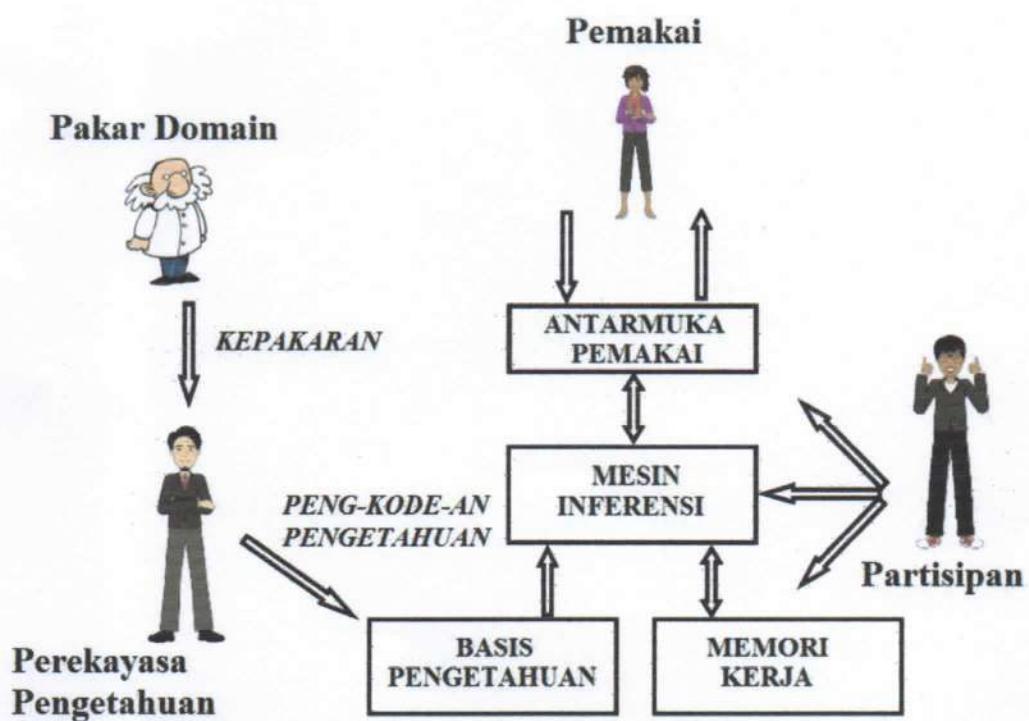
Gambar 2.4 Tahapan umum pengembangan sistem pakar

2.4 Orang yang Terlibat dalam Sistem Pakar

Setidaknya ada dua elemen yang terlibat dalam interaksi sebuah sistem pakar, yaitu pakar dan pemakai.

Secara umum, ada empat orang yang terlibat dalam pembuatan sebuah sistem pakar, yaitu:

1. Pakar
2. Perekayasa pengetahuan
3. Pemakai
4. Partisipan



Gambar 2.5 Komponen sistem pakar

Pakar

Pakar/ahli (*expert*) adalah seorang pakar yang memiliki pengetahuan khusus, pandangan, pengalaman dan metode yang mendukung kemampuan untuk memberikan saran dan penyelesaian masalah.

Perekayasa pengetahuan

Perekayasa pengetahuan (*knowledge engineer*) adalah seseorang yang berperan dalam menterjemahkan pengetahuan seorang pakar sehingga pengetahuan tersebut dapat digunakan oleh sistem pakar. Umumnya, seorang perekayasa pengetahuan juga berperan sebagai pembuat sistem (*system builder*).

Pemakai

Pemakai (*user*) adalah seseorang yang berkonsultasi dengan sistem pakar untuk mendapatkan saran dari seorang pakar.

Ada beberapa orang yang mungkin bertindak sebagai pemakai, yaitu:

- Seorang klien (tidak memiliki kepakaran) yang mencari saran dan dalam hal ini, sistem pakar berperan sebagai konsultan atau penasehat.
- Seorang siswa yang ingin belajar dan dalam hal ini, sistem pakar berperan sebagai instruktur.
- Seorang pembuat sistem pakar dan dalam hal ini, sistem pakar berperan sebagai teman.
- Seorang pakar dan dalam hal ini, sistem pakar berperan sebagai rekan sekerja atau asisten.

Partisipan

Ada beberapa partisipan yang mungkin terlibat dalam sistem pakar, yaitu:

- Pembuat sistem (*system builder*); yang berperan dalam mengintegrasikan sistem pakar dengan sistem komputerisasi.
- Pembuat alat (*tool builder*); yang dapat menyediakan atau membuat alat/fungsi khusus.
- Staf pembantu (*support staff*); yang dapat memberikan bantuan teknis.



DAFTAR PUSTAKA

- Durkin, J. (1994). *Expert Systems Design and Development*. New Jersey: Prentice Hall International Inc.
- Lin, B. (2021). *Expert Systems with Applications*. Science Direct, Volume 163.
- Negnevitsky, M. (2002). *Artificial Intelligence*. England: Pearson Addison Wesley.
- Rolston, D. (1988). *Artificial Intelligence and Expert Systems Development*. USA: McGraw-Hill Inc.
- Turban, E. (1995). *Decision Support Systems and Expert System*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Turban, E. and Aronson, J. (2001). *Decision Support Systems and Intelligent*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Turban, E., Aronson, J., Liang, T., and Sharda, R. (2007). *Decision Support and Business Intelligence System*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Xu, H. (2021). *Intelligent Systems with Applications*. Science Direct, Volume 10.

PENULIS

Ir. ISMAIL, M.Sc., PhD
<https://ismailyusuf.com>

Penulis menyelesaikan pendidikan diploma bidang Teknik Telekomunikasi (D3) di Politeknik Hasanuddin (Indonesia), Sarjana (S1) di UJ Jakarta (Indonesia), memperoleh gelar M.Sc (S2) dalam bidang Information Technology (IT) dari Departemen Artificial Intelligence di Universiti Teknikal Malaysia (UTeM) dan memperoleh gelar PhD (S3) dari Departemen Artificial Intelligence di University of Malaya (Malaysia). Selain itu, penulis menyelesaikan Pendidikan Profesi Insinyur di Universitas Andalas (Indonesia) pada tahun 2021.

Bidang utama ilmu penelitian yang didalami oleh penulis meliputi penerapan intelegensi buatan (sistem pakar, algoritma genetik, jaringan syaraf tiruan dan logika fuzzy) yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam riset operasi, transportasi, sistem kontrol dan optimasi multi-tujuan.

Email: ismailyusuf.panessai@yahoo.com

ARSITEKTUR SISTEM PAKAR:

KONSEP SISTEM PAKAR

Buku ini ditulis untuk menunjang kelancaran perkuliahan yang membahas tentang Sistem Pakar dalam mata kuliah Kecerdasan Buatan.

Buku ini membahas tentang Konsep Dasar Sistem Pakar, Struktur Sistem Pakar (Struktur Dasar dan Struktur Kompleks), Tahapan Umum Pengembangan Sistem Pakar, serta Orang yang Terlibat dalam Sistem Pakar.

PT. LAMINTANG

Gedung Lamintang Education & Training (LET) Centre. Ruko Buana Impian Blok B1 No. 28, Kota Batam 29452, KEPRI, Indonesia.

Telp/Fax: (0778) 3583 241

Email: LAMINTANG@gmail.com

ISBN: 978-602-71773-6-9



9 786027 177369