BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Artificial Intelligence

2.1.1. Sejarah Singkat

Sebagai bidang spesialisasi ilmu pengetahuan komputer, *artificial intelligence* sebenarnya sudah dimulai sejak musim panas tahun 1956. Pada waktu itu sekelompok pakar komputer berkumpul di Darmouth College untuk membahas potensi komputer dalam rangka menirukan atau mensimulasikan kepandaian manusia. Sebenarnya sejak saat itulah mulai lahirnya *artificial intelligence*. Para pakar mulai bekerja keras untuk membuat, mendiskusikan, merubah dan mengembangkan sampai mencapai titik kemajuan.

Pada permulaanya *artificial intelligence* hanya ada di universitas-universitas dan di laboratorium-laboratorium penelitian dan hanya sedikit produk praktis yang sudah dikembangkan. Menjelang akhir tahun 1970-an dan 1980-an, mulai dikembangkan secara penuh dan hasilnya secara berangsur-angsur mulai dipasarkan. Selama beberapa dekade yang lalu dan sampai sekarang sudah banyak hasil penelitian yang sedang dan sudah dikonversikan ke dalam produk nyata yang membawa keuntungan bagi para pemakainya.

2.1.2 Pengertian Artificial Intelligence

Intelligence atau intelegensia adalah seseorang yang pandai melaksanakan pengetahuan yang dimilikinya. Dengan pengertian tersebut maka bisa ditarik kesimpulan bahwa walaupun seseorang banyak memiliki pengetahuan, tapi bila ia

tidak bisa melaksanakan dalam praktek, maka ia tidak bisa digolongkan ke dalam intelegensia. Dengan perkataan lain, intelegensia adalah kemampuan manusia untuk memperoleh pengetahuan dan pandai melaksanakannya dalam praktek. Hal ini berarti kemampuan berfikir dan menalar. Artificial Intelligence merupakan sub bidang pengetahuan komputer yang khusus ditujukan untuk membuat software dan hardware yang sepenuhnya dapat menirukan beberapa fungsi otak manusia. Pada batas-batas tertentu *artificial intelligence* memungkinkan komputer bisa menerima pengetahuan melalui input manusia dan menggunakan pengetahuannya melalui simulasi proses penalaran dan berfikir manusia dengan demikian diharapkan komputer bisa membantu manusia di dalam memecahkan berbagai masalah yang lebih rumit.

Definisi lain Artificial Intelligence (AI) atau kecerdasan buatan yaitu suatu cabang sains komputer yang mempelajari otomatisasi tingkah laku cerdas manusia. Kecerdasan buatan harus didasarkan atas pada prinsip – prinsip teoretikal dan terapan yang menyangkut struktur data yang digunakan dalam representasi pengetahuan (Knowledge Representation), algoritma yang diperlukan dalam penerapan pengetahuan, serta teknik – teknik bahasa dan pemrograman yang dipakai dalam implementasinya.

Program komputer standar hanya dapat menyelesaikan persoalan yang telah diprogram secara spesifik. Jika sebuah program standar perlu diubah untuk menyesuaikan diri dengan suatu informasi baru, seluruh program harus dilihat satu persatu sampai kita dapatkan ruang optimal untuk menyisipkan perubahan atau modifikasi tersebut. Cara seperti ini bukan saja memboroskan waktu namun

dapat juga mempengaruhi bagian tertentu dari program itu sehingga menyebabkan terjadinya error.

Sebaliknya, kecerdasan buatan dapat memungkinkan komputer untuk ‘berpikir’. Dengan cara menyederhanakan program, kecerdasan buatan dapat menirukan proses belajar manusia sehingga informasi baru dapat diserap dan digunakan sebagai acuan di masa yang akan datang. Beberapa persoalan yang ditangani oleh Kecerdasan Buatan antara lain adalah permainan (game), pembuktian teorema, pemecahan problema umum, persepsi (vision dan percakapan), pemahaman bahasa alamiah, pemecahan problema pakar (matematika simbolik, diagnosa medis, rancang bangun rekayasa, analisa kimia).

2.1.3 Bidang Artificial Intelligence

Bidang yang memanfaatkan *artificial intellegence* sangat luas, diantaranya adalah :

1. Sistem Pakar (Expert System)

   Penggunaan teknik *artificial intelligence* pada umumnya dilakukan untuk membuat software sistem pakar, yaitu suatu program yang bertindak sebagai penasihat atau konsultan pintar. Dengan mengambil pengetahuan yang disimpan dalam domain tertentu, seorang pemakai yang tidak berpengalaman sekalipun bisa memecahkan suatu masalah yang rumit dan bisa mengambil keputusan yang tepat dan akurat seperti yang dilakukan seorang pakar.

2. Pemrosesan Bahasa Alami (Natural Language Processing)

   Pemrosesan bahasa alami adalah suatu bidang kecerdasan buatan yang mempelajari tata bahasa manusia. Untuk itu komputer dibuat agar mengerti

bahasa manusia, dengan demikian komputer dapat memberikan tanggapan terhadap masukan dari manusia dengan jawaban yang sesuai dengan struktur bahasa yang baik.

3. Komputer Visi

   Komputer visi adalah aplikasi lain dalam *artificial intelligence*. Komputer visi merupakan alat analisis dan evaluasi informasi visual dengan menggunakan komputer. Teknik *artificial intelligence* memungkinkan komputer bisa menguji sebuah gambar atau adegan nyata dengan mengidentifikasi objek, ciri-cirinya atau pola-polanya.

4. Robotika (Robotic)

   Robotika adalah suatu bidang rekayasa yang mencurahkan perhatiannya ke bidang duplikasi kemampuan fisik manusia, yaitu suatu komplemen alami dalam bidang *artificial intelligence* yang berusaha menirukan kemampuan mental manusia. Robot adalah mesin atau manipulator yang mampu melaksanakan fungsi fisik manusia secara terbatas.

2.2 Sistem Pakar

Sistem pakar (Expert System) merupakan bidang dari *artificial intelligence* yang paling luas penerapannya diantara bidang-bidang lainnya. Sistem pakar dirancang dengan masukan pengetahuan seseorang dalam hal ini seorang pakar pada basis pengetahuan, sehingga memungkinkan komputer untuk dapat berfikir dan mengambil keputusan berupa kesimpulan, berdasarkan sekumpulan kaidah yang ada.

Dengan mentransfer pengetahuan pakar ke dalam komputer, maka akan sangat mungkin seorang pemakai dapat berkomunikasi secara interaktif dengan komputer dalam memecahkan suatu masalah seolah-olah sedang berhadapan dengan seorang pakar.

2.2.1 Pengertian Sistem Pakar

Sistem pakar secara sederhana dapat dipandang sebagai usaha untuk menyimpan pengetahuan seorang ahli dalam suatu bidang tertentu ke dalam komputer, sehingga komputer dapat melakukan penalaran dan memberikan keputusan secara cerdas.

Sistem pakar adalah sebuah perangkat lunak komputer yang memiliki basis pengetahuan untuk domain tertentu dan menggunakan penalaran inferensi menyerupai seorang pakar dalam memecahkan masalah. Sistem pakar sebenarnya cenderung merupakan spesialisasi yang memfokuskan pada sejumlah masalah dengan ruang lingkup yang sempit. Sistem pakar merupakan program-program praktis yang menggunakan strategi heuristik yang dikembangkan oleh manusia untuk memecahkan masalah-masalah yang spesifik.

Konsep dasar sistem pakar terdiri dari beberapa hal yaitu kepakaran, transfer kepakaran, alasan-alasan, aturan-aturan, serta kemampuan menjelaskan. Kepakaran adalah pengetahuan khusus yang dibutuhkan. Kepakaran didapatkan dari pelatihan, membaca dan pengalaman. Berikut ini adalah beberapa contoh dari pengetahuan keahlian atau kepakaran :

1. Fakta-fakta pada lingkup permasalahan tertentu.
2. Teori-teori pada lingkup permasalahan tertentu.

3. Aturan-aturan dan prosedur-prosedur berkenaan dengan lingkup permasalahan tertentu.
4. Strategi-strategi global untuk menyelesaikan masalah yang ada.
5. *Meta-knowledge* (pengetahuan tentang pengetahuan).

Pengalihan keahlian dari para ahli atau pakar kedalam komputer untuk kemudian dialihkan lagi ke orang lain yang bukan ahli atau pakar, merupakan tujuan utama dari sistem pakar. Proses ini membutuhkan 4 aktifitas yaitu : tambahan pengetahuan (dari para ahli atau dari sumber lainnya), representasi pengetahuan (ke komputer), inferensi pengetahuan, dan pengalihan pengetahuan ke user. Pengetahuan yang disimpan ke komputer tersebut dinamakan dengan basis pengetahuan, yaitu fakta dan prosedur yang biasanya berupa aturan-aturan.

Karakteristik seorang pakar harus mempunyai kemampuan :

1. Mengenali dan memformulasikan masalah.
2. Memecahkan masalah yang relatif tepat dan cepat.
3. Mampu menjelaskan hasil yang diperoleh.
4. Belajar dari pengalaman.
5. Restrukturisasi pengetahuan.
6. Memilah-milah aturan yang ada.
7. Menentukan relevansinya.

Salah satu kemampuan sistem pakar adalah memberikan alasan. Alasan-alasan yang dimiliki oleh para pakar akan disimpan kedalam dasar pengetahuan, serta sebuah sistem pakar mempunyai atribut-atribut sebagai berikut :

1. Adanya basis pengetahuan yang biasanya direpresentasikan dalam bentuk deklaratif yang mudah dibaca dan diubah. Kebanyakan sistem pakar menggunakan struktur IF-THEN, terutama sistem pakar berbasis aturan.
2. Ada struktur yang jelas dalam merepresentasikan pengetahuan sehingga mudah dalam pengetesan serta pemeliharaannya.
3. Adanya perbedaan yang jelas antara representasi pengetahuan dengan mekanisme kontrol dan mekanisme inferensi.
4. Adanya antarmuka (interface) dengan pemakai untuk meminta data parameter-parameter, memberikan anjuran dan penerangan.
5. Adanya akuisisi pengetahuan dan modifikasi pengetahuan bagi pakar.

2.2.2 Ciri Dasar Sistem Pakar

Ciri-ciri sistem pakar adalah sebagai berikut :

1. Terbatas pada domain keahlian tertentu.
2. Sistem berfungsi sebagai konsultan ahli.
3. Dapat mengemukakan rangkaian alasan-alasan yang diberikannya dengan cara yang dapat dipahami.
4. Mesin inferensi dan basis pengetahuan terpisah.
5. Ada interaksi antara pemakai dengan komputer.
6. Ada fasilitas penjelasan pada pemakai.
7. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak pasti.
8. Dirancang untuk dikembangkan secara bertahap (Dinamis).

Perkembangan selanjutnya sesuai dengan perkembangan pemikiran pakarnya dan perangkat keras pendukung. Hal ini akan merubah beberapa ciri

yang disebutkan di atas, misalnya domain permasalahan akan semakin meluas karena dikembangkan secara bertahap

Sebuah sistem pakar bersifat terbuka terhadap pemeriksaan disebabkan beberapa alasan :

1. Jika seorang pakar atau ahli seperti dokter menerima rekomendasi dari komputer, maka mereka harus merasa puas oleh kebenaran jawaban yang diberikan.
2. Sebuah solusi haruslah terbuka terhadap pemeriksaan, karena kita dapat mengevaluasi setiap aspek-aspek dan keputusan yang diambil selama proses mendapatkan solusi dan memungkinkan adanya persetujuan parsial serta penambahan sejumlah informasi atau aturan baru untuk mengembangkan kinerjanya merupakan peranan penting dalam pembaruan basisi pengetahuan.

Beberapa keuntungan dalam penerapan sistem pakar :

1. Membuat seorang awam bekerja seperti layaknya seorang pakar.
2. Meningkatkan produktifitas akibat meningkatnya kualitas hasil pekerjaan, meningkatnya kualitas pekerjaan ini disebabkan meningkatnya efisiensi kerja.
3. Merupakan arsip yang terpercaya dari sebuah keahlian, sehingga bagi pemakai sebuah sistem pakar ini akan membuatnya seolah-olah berkonsultasi langsung denganseorang pakar.
4. Memperluas jangkauan dari keahlian seorang pakar, bisa diperoleh dan digunakan dimana saja.
5. Sebagai media pelengkap dalam pelatihan.

Selain beberapa keuntungan diatas, sistem pakar juga memiliki beberapa kelemahan yaitu :

1. Biaya yang dibutuhkan cukup mahal guna membuat dan memelihara sistem.
2. Sulit dikembangkan, disebabkan keterbatasan seorang pakar dibidangnya.

2.2.3 Klasifikasi Sistem Pakar

Berdasarkan kegunaannya, sistem pakar diklasifikasikan menjadi :

1. Diagnosis

   Diagnosis adalah suatu proses untuk mencari kesalahan yang ada dalam sistem. Sistem diagnosis mengobservasi perilaku alat atau sistem dan mencatat pelaksanaan yang tidak tepat, tidak teratur, atau tindakan-tindakan yang tidak direncanakan. Dengan informasi tersebut, sistem akan membuat inferensi kemungkinan penyebab timbulnya kerusakan, menentukan kerusakan dan mengusulkan perbaikan.

2. Pengajaran

   Sistem pakar ini digunakan untuk mengajar, mulai dari murud sampai mahasiswa perguruan tinggi. Kelebihan dari sistem pakar yang digunakan untuk mengajar adalah membuat diagnosis apa yang menyebabkan kekurangan yang terdapat pada seorang siswa, yang kemudian memberikan cara untuk memperbaikinya.

3. Interpretasi

   Pada sistem interpretasi, input yang diberikan dari observasi dan data lain kemudian diproses dengan menggunakan pangkalan pengetahuan dan sistem inferensi. Sistem ini membantu seseorang dalam menafsirkan dan memahami

situasi suatu peristiwa seperti analisis intelegensia, daya tahan, citra dan sinyal.

4. Prediksi

Sistem pakar prediksi ini digunakan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi atas dasar input yang dimasukkan dan atas dasar pangkalan pengetahuan yang sudah ada. Sistem pakar ini biasanya digunakan untuk memprediksi cuaca, penentuan masa tanam dan sebagainya.

5. Perencanaan

Perencanaan berusaha merumuskan metoda, penataan atau pendekatan yang bisa mendekatkan kepada tujuan. Dengan diberi langkah awal dan sasaran, sistem pakar dapat mengerjakan rancangan optimal untuk mencapai tujuan berdasarkan sumber yang diberikan. Beberapa aplikasi perencanaan adalah proyek manajemen, taktik dan strategi, dan sebagainya.

6. Kontrol

Sistem pakar ini digunakan untuk mengontrol kegiatan yang membutuhkan presisi waktu yang tinggi, misalnya pengontrolan pada industri-industri berteknologi tinggi.

2.2.4 Komponen-Komponen Sistem Pakar

2.2.4.1 Basis Pengetahuan (Knowledge Base)

Langkah pertama dalam membuat program *artificial intelligence* adalah menyusun suatu basis pengetahuan. Basis pengetahuan berisi fakta-fakta tentang obyek-obyek dalam domain yang ditentukan dan hubungannya satu sama lain.

Proses untuk mendapatkan pengetahuan untuk menjadikan basis pengetahuan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

1. Pengetahuan dapat dipelajari secara formal dari kuliah atau dari buku-buku. Prinsip, hukum dan aksioma dapat dipakai dalam menjelaskan proses-proses mencapai solusi. Pengetahuan yang didapat ini disebut dengan istilah “deep knowledge”.
2. Pengetahuan didapat dari pengalaman atau heuristik (heuristic knowledge). Pengetahuan ini dapat diperoleh dari pakar yang telah bekerja dalam suatu bidang.

Dalam basis pengetahuan ini terdapat pengetahuan berupa fakta dan kaidah khusus dari persoalan yang dipecahkan. Fakta berisi informasi mengenai obyek, kejadian dan situasi, sedangkan kaidah akan menyertakan informasi tentang bagaimana membangkitkan fakta baru dan hipotesa dari fakta yang sudah diketahui.

2.2.4.2 Mesin Inferensi (*Inference Engine*)

Mesin inferensi adalah software yang merupakan alat operasi pelacakan dan penyocokkan pola. Kadang-kadang disebut juga penafsir kaidah karena bekerjanya seperti interpreter bahasa komputer. Jika interpreter bahasa melihat baris kode ke dalam suatu program dan kemudian melakukan spesifikasi operasi, sedangkan interpreter kaidah menguji kaidah-kaidah dalam urutan tertentu untuk mencari yang sesuai dengan kondisi awal dan kondisi berjalan yang sudah dimasukkan ke dalam pangkalan data. Begitu kaidah cocok dengan kondisi yang ditemukan, maka kaidah terstimulasi. Karena kaidah terstimulasi , maka kaidah

yang satu akan mengacu kepada kaidah lainnya dan membentuk lingkaran inferensi. Pada saat kaidah baru diuji, ia mengecek status solusi masalah yang sudah disimpan dalam pangkalan data. Hal ini memberi informasi tambahan kepada interpreter kaidah yang menyebabkan ia bisa memodifikasi urutan kaidah terpilih berikutnya. Proses ini terus berlangsung sampai ditemukannya solusi yang diinginkan.

2.2.4.3 Antarmuka Pemakai (*User Interface*)

Antarmuka merupakan bagian software yang menyediakan sarana untuk pemakai agar bisa berkomunikasi dengan sistem. Misalnya untuk memasukkan data, menjalankan suatu aksi, memberi saran, membangun basis pengetahuan dan sebagainya. Disamping itu juga menyediakan sarana komunikasi jawaban atau solusi bila masalahnya telah ditemukan.

Antarmuka pemakai berisi pertanyaan, statemen atau urutan menu yang sudah dikemas, serta mengandung sarana pilihan kaidah final agar jawaban bisa ditampilkan.

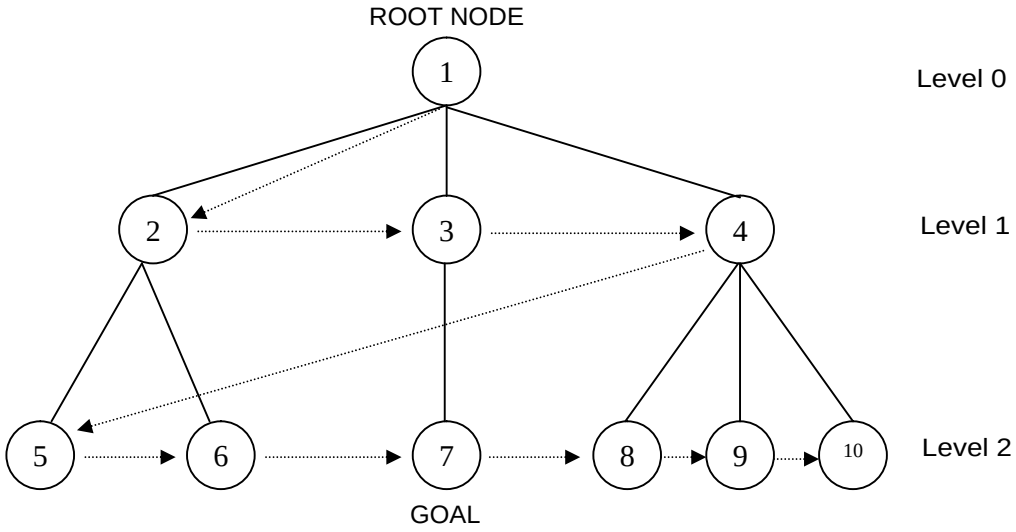
2.2.4.4 Pangkalan Data (Basis Data)

Bagian penting sistem pakar lainnnya adalah pangkalan data. Pangkalan data merupakan rangkaian informasi yang luas tentang status masalah yang sudah dipecah-pecah. Pangkalan data disebut juga sebagai pangkalan fakta karena mencatat fakta-fakta tentang suatu masalah.

2.2.5 Metoda Pelacakan

2.2.5.1 Pelacakan Melebar (Breadth First)

Pelacakan Breadth First menguji semua node dalam pohon pelacakan mulai dari node akar. Node yang ada pada setiap tingkat seluruhnya diuji sebelum pindah ke tingkat berikutnya. Pelacakan Breadth First diilustrasikan dalam gambar 2.1.



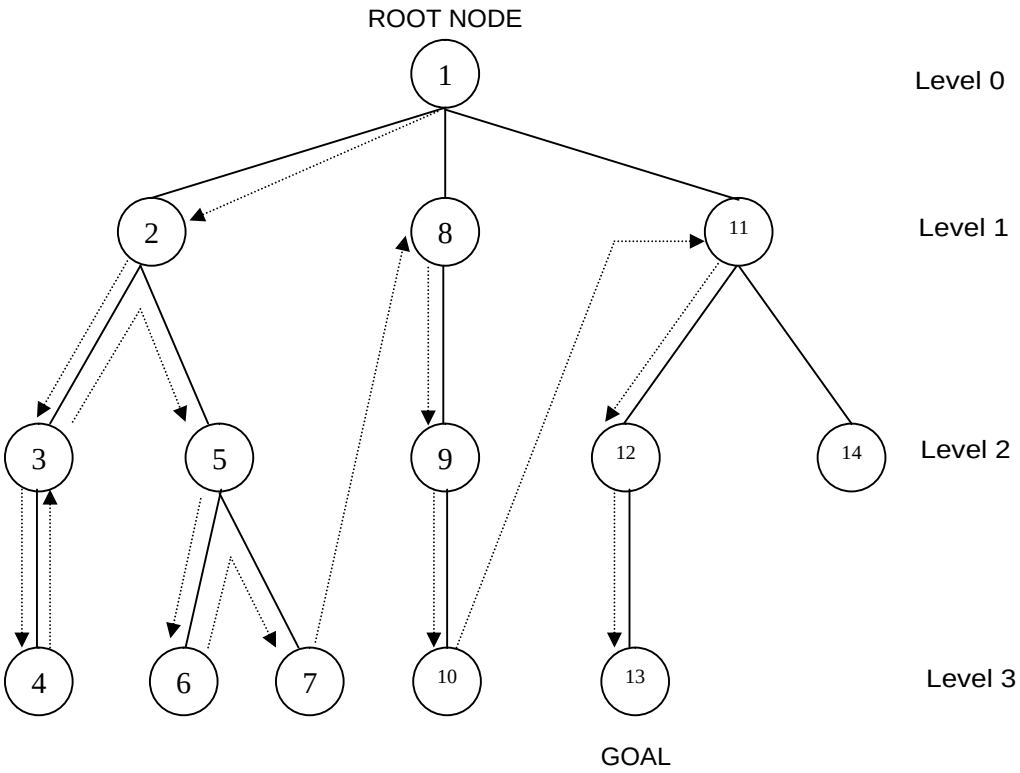
Gambar 2.1. Pelacakan Breadth First

Nomor-nomor yang ada di dalam lingkaran node menunjukkan node itu diuji. Dalam contoh ini, pelacakan akan berhenti pada node 7 karena node 7 adalah tujuan.

2.2.5.2 Pelacakan Mendalam (Depth First)

Pelacakan Depth First bermula dari node akar dan bergerak ke bawah (menurun) ke tingkat dalam yang berurutan. Suatu operator diterapkan pada node yang menimbulkan node berikutnya dalam satu urutan. Proses ini berlangsung

terus sampai solusi ditemukan atau jika menemui jalan buntu ia melacak ke belakang (backtracking). Pelacakan Depth First diilustrasikan dalam gambar 2.2.



Gambar 2.2. Pelacakan Depth First

Nomor-nomor yang ada di dalam lingkaran node menunjukkan node itu diuji. Dalam contoh ini, pelacakan akan berhenti pada node 13 karena node 13 adalah tujuan.

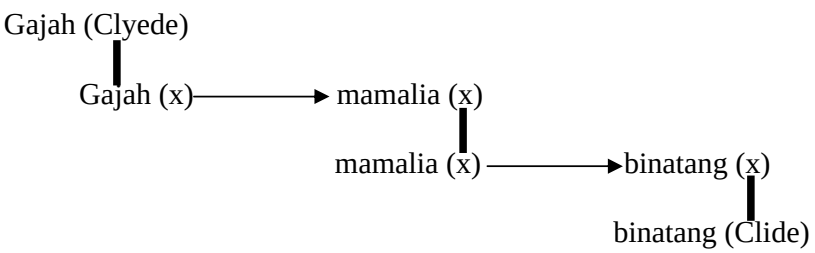
2.2.6 Forward dan Backward Chaining

2.2.6.1 Forward Chaining

Dalam melacak keadaan, kaidah interpreter dapat melakukan dua macam pendekatan dasar, yaitu forward dan backward chaining. Forward chaining adalah kaidah interpreter mencocokkan fakta atau statemen dalam pangkalan data dengan

stimulasi yang dinyatakan dalam bagian kiri atau kaidah IF. Bila fakta yang ada dalam pangkalan data sudah sesuai dengan kaidah IF, maka kaidah distimulasi.

Pangkalan data terdiri dari pengawalan fakta yang sudah diketahui. Motor inferensi memilih fakta ke satu noda yang sudah diketahui dan mulai melacak pangkalan kaidah untuk mencari premis, yaitu IF yang cocok dengannya, dan kemudian menguji semua kaidah secara berurutan. Proses ini terus berlangsug untuk mencocokkan premis lainnya kaidah interpreter menggunakan fakta baru dalam pangkalan data. Kemudian disimpulkan dan ditambahkan ke dalam pangkalan data. Setelah hipotesa sudah pasti benar merupakan hipotesa dan terbukti maka proses berakhir.



Gambar diatas adalah rantai sebab akibat yang direpresentasikan oleh barisan balok,| , yang menghubungkan akibat suatu kaidah ke antecedent berikutnya. Balok juga menunjukkan unifikasi / penggabungan variabel fakta gajah (Clyde) sebelum gajah dapat diaplikasikan. Rantai sebab akibat ini secara nyata sebagai urutan dari kesimpulan (implication) dan penggabungan (unification).

2.2.6.2 Backward Chaining

Pendekatan yang lainnya adalah backward chaining. Backward chaining memulai interpreter kaidah dari fakta yang ada dalam pangkalan data, yaitu hipotesa. Interpreter kaidah selanjutnya menguji kaidah sebelah kanan, yaitu

bagian THEN, yang bertujuan untuk mencari yang sesuai. Motor inferensi melacak bukti-bukti yang mendukung hipotesa yang diperbarui yang mendukung kesimpulan yang sesuai. Proses ini dilakukan berulang-ulanguntuk mencocokkan kaidah sebelah kanan terhadap status sistem yang berlaku. Semua sisi kaidah IF yang cocok digunakan untuk menghasilkan hipotesa-hipotesa antara yang baru dan keadaan tujuan yang kemudian direkam dalam pangkalan data. Seterusnya, backward chaining meneruskan pekerjaannya sampai hipotesa terbukti benar.

Dalam sistem pakar backward chaining, semua hipotesa harus diketahui dan semua kemungkinan terakhir terpenuhi. Pemilihan sudah diketahui sejak awal. Kesemuanya itu mempunyai makna sendiri, karena para pakar menciptakan sistem agar mengetahui jawaban. Selama proses backward chaining, interpreter kaidah akan melihat berbagai premis yang ada dalam pangkalan data. Bila ia tidak menemukan, maka ia meneruskan pelacakannya sampai pada apa yang harus ditemukannya.

Sebagai contoh misalkan Anda sedang mengemudi dan tiba-tiba Anda melihat mobil polisi dengan cahaya kelap-kelip dan bunyi sirine. Jika mobil polisi membuntuti di belakang Anda atau polisi melambaikan tangan memberhentikan Anda. Dengan mengadopsi ini sebagai suatu kerja hipotesis, maka Anda dapat menggunakan metode Backward Chaining untuk alasan mengapa?

Beberapa kemungkinan hipotesis lanjut dari contoh tersebut adalah membuang sampah sembarangan dari mobil, melampau batas kecepatan, kesalahan pemakaian peralatan dan mengemudi kendaraan curian. Selanjutnya Anda menguji fakta yang mendukung hipotesis lanjut. Apakah botol minuman yang Anda buang keluar melalui jendela, kecepatan 100 dalam 30 mil perjam

dalam zona cepat, lampu belakang yang rusak antau plat mobil yang Anda gunakan mengidentifikasi mobil yang Anda kemudi adalah mobil curian? Dalam kasus ini setipa bagian dari fakta mendukung hipotesis lebih lanjut ini merupakan alasan yang mungkin untuk membuktikan hipotesis kerja yang diinginkan polisi.

2.2.7 Tahap Pengembangan Sistem Pakar

Pengembangan sistem pakar diawali dengan rekayasa pengetahuan. Rekayasa pengetahuan merupakan proses pengumpulan dan pengorganisasian pengetahuan ke dalam bentuk yang dimengerti oleh sistem.

Tahap-tahap dalam pengembangan sistem pakar terdiri dari beberapa tahap yang saling terkait, yaitu :

1. Identifikasi Masalah

   Identifikasi adalah tahap pertama dalam pengembangan sistem pakar. Pembangun sistem pakar akan menentukan bagian yang penting untuk suatu masalah yang akan dibuat sistem pakarnya. Hal yang diidentifikasi adalah jenis masalah, pakar yang terlibat, sumber (referensi) dan tujuan dibentuknya sistem pakar.

2. Akuisisi Pengetahuan

   Akuisisi pengetahuan adalah sebuah proses untuk memperoleh, mengorganisasi, dan mempelajari pengetahuan (John Durkin, 1994). Objek dari akuisisi pengetahuan adalah untuk menyusun isi dari pengetahuan pada masalah yang menarik perhatian yang dapat dikodekan dalam sistem pakar. Sumber dari pengetahuan ini dapat berupa buku maupun berupa laporan –

laporan. Bagaimanapun juga, sumber yang sering dipergunakan dalam proyek adalah dari pakarnya.

3. Konseptualisasi

   Dalam tahap ini pembangun sistem pakar akan menentukan konsep, keterkaitan dan mekanisme kontrol yang diperlukan untuk pemecahan masalah. Hal lain yang tidak kalah pentingnya adalah membagi masalah menjadi sub masalah, menentukan strategi dan batasan pemecahan masalah.

4. Formalisasi

   Dalam tahap ini dilakukan pencarian alternatif pemecahan masalah melalui analisa hubungan sub-sub masalah. Dan dalam hal ini pembangun sistem pakar membuat sekumpulan kaidah dan memilih teknik representasi yang sesuai dengan sistem pakar yang akan dibangun.

5. Implementasi

   Dalam pembangunan sistem pakar akan dituangkan hasil representasi pengetahuan pada tahap formalisasi ke dalam suatu program komputer. Dalam pembuatan program diperlukan isi, bentuk dan integrasi. Isi program diperoleh dari hasil tahap formalisasi berupa representasi pengetahuan. Bentuk ditentukan berdasarkan bahasa pemrogaman yang dipilih. Integrasi menyangkut kombinasi dan reorganisasi dari berbagai representasi pengetahuan.

6. Pengujian

   Dalam tahap ini kinerja dan kegunaan dari program diuji dan dievaluasi, jika perlu dilakukan perbaikan dan revisi. Sistem pakar dapat dikembangkan

dengan menggunakan hampir semua bahasa pemograman, mulai bahasa pemograman tingkat tinggi sampai tingkat rendah.

2.3 Unggas

Unggas (burung**)** adalah anggota kelompok hewan bertulang belakang (vertebrata) yang memiliki bulu dan sayap. Fosil tertua burung ditemukan di Jerman dan dikenal sebagai *Archaeopteryx*.

Jenis-jenis burung begitu bervariasi, mulai dari burung kolibri yang kecil mungil hingga burung unta, yang lebih tinggi dari orang. Diperkirakan terdapat sekitar 8.800 – 10.200 spesies burung di seluruh dunia; sekitar 1.500 jenis di antaranya ditemukan di Indonesia. Berbagai jenis burung ini secara ilmiah digolongkan ke dalam kelas *Aves*.

2.3.1 Evolusi dan Morfologi

Meskipun burung berdarah panas, ia berkerabat dekat dengan reptil. Bersama kerabatnya terdekat, suku Crocodylidae alias keluarga buaya, burung membentuk kelompok hewan yang disebut Archosauria.

Diperkirakan burung berkembang dari sejenis reptil di masa lalu, yang memendek cakar depannya dan tumbuh bulu-bulu yang khusus di badannya. Pada awalnya, sayap primitif yang merupakan perkembangan dari cakar depan itu belum dapat digunakan untuk sungguh-sungguh terbang, dan hanya membantunya untuk bisa melayang dari suatu ketinggian ke tempat yang lebih rendah.

Burung masa kini telah berkembang sedemikian rupa sehingga terspesialisasi untuk terbang jauh, dengan perkecualian pada beberapa jenis yang

primitif. Bulu-bulunya, terutama di sayap, telah tumbuh semakin lebar, ringan, kuat dan bersusun rapat. Bulu-bulu ini juga bersusun demikian rupa sehingga mampu menolak air, dan memelihara tubuh burung tetap hangat di tengah udara dingin. Tulang belulangnya menjadi semakin ringan karena adanya rongga-rongga udara di dalamnya, namun tetap kuat menopang tubuh. Tulang dadanya tumbuh membesar dan memipih, sebagai tempat perlekatan otot-otot terbang yang kuat. Gigi-giginya menghilang, digantikan oleh paruh ringan dari zat tanduk. Kesemuanya itu menjadikan burung menjadi lebih mudah dan lebih pandai terbang, dan mampu mengunjungi berbagai macam habitat di muka bumi. Ratusan jenis burung dapat ditemukan di hutan-hutan tropis, mereka menghuni hutan-hutan ini dari tepi pantai hingga ke puncak-puncak pegunungan. Burung juga ditemukan di rawa-rawa, padang rumput, pesisir pantai, tengah lautan, gua-gua batu, perkotaan, dan wilayah kutub. Masing-masing jenis beradaptasi dengan lingkungan hidup dan makanan utamanya.

Maka dikenal berbagai jenis burung yang berbeda-beda warna dan bentuknya. Ada yang warnanya cerah cemerlang atau hitam legam, yang hijau daun, coklat gelap atau burik untuk menyamar, dan lain-lain. Ada yang memiliki paruh kuat untuk menyobek daging, mengerkah biji buah yang keras, runcing untuk menombak ikan, pipih untuk menyaring lumpur, lebar untuk menangkap serangga terbang, atau kecil panjang untuk mengisap nektar. Ada yang memiliki cakar tajam untuk mencengkeram mangsa, cakar pemanjat pohon, cakar penggali tanah dan serasah, cakar berselaput untuk berenang, cakar kuat untuk berlari dan merobek perut musuhnya.