



### **Hak cipta dan penggunaan kembali:**

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

### **Copyright and reuse:**

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kecerdasan Buatan

Ada berbagai pemahaman mengenai kecerdasan buatan, salah satunya dinyatakan Sri Kusumadewi dalam buku “Artificial Intelligence: Teknik dan Aplikasinya” (2003: 1) yang menyatakan bahwa “Kecerdasan buatan atau *artificial intelligence* merupakan salah satu bagian ilmu komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia.”

Pengertian kecerdasan buatan juga dapat dilihat dari penjelasan dalam *Dictionary of Computing* yang diterbitkan oleh Oxford University Press(2008: 23) yang menyatakan bahwa:

*“Artificial intelligence (AI) is a discipline concerned with the building of computer programs that perform tasks requiring intelligence when done by humans. Sometimes these computer programs are intended to simulate human behavior to assist psychologists and neuroscientists (cognitive modeling). Sometimes they are built to solve problems for technological application (expert systems, robotics). Philosophers have long been interested in the question, ‘can a computer think?’ There are two schools of thought: **weak AI**, which is the proposition that computers can at least simulate thought and intelligence; and **strong AI**, which argues that a machine that can perform cognitive tasks is actually thinking.* (Kecerdasan buatan dijelaskan sebagai sebuah disiplin yang berkaitan dengan pembangunan program komputer yang melakukan tugas-tugas yang membutuhkan kecerdasan ketika dilakukan oleh manusia. Terkadang program kecerdasan buatan bisa berupa simulasi sifat manusia (*cognitive modeling*) ataupun dibuat dengan tujuan menyelesaikan permasalahan aplikasi teknologi, seperti sistem pakar dan robot. Terkait dengan kerumitannya, terdapat dua jenis pemikiran yang berbeda mengenai kecerdasan buatan. *Pertama*, kecerdasan buatan yang lemah (*weak*

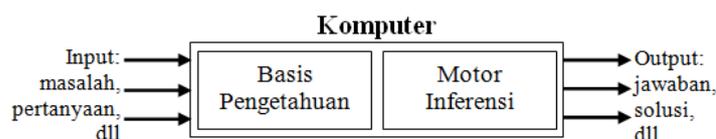
AI), yaitu pemikiran di mana komputer setidaknya dapat menyimulasikan pemikiran atau kecerdasan manusia. *Kedua*, kecerdasan buatan yang kuat (*strong AI*), yaitu pemikiran di mana komputer sebagai sebuah mesin yang dapat melakukan pekerjaan kognitif, bisa berpikir selayaknya manusia.”

Dijelaskan lebih lanjut oleh Sri Kusumadewi (2003: 1), sebagaimana dapat dilihat dalam kutipan berikut, bahwa: “Manusia bisa menjadi pandai dalam menyelesaikan segala permasalahan di dunia ini karena manusia mempunyai pengetahuan dan pengalaman. Pengetahuan diperoleh dari belajar. Semakin banyak bekal pengetahuan yang dimiliki oleh seseorang tentu saja diharapkan akan lebih mampu dalam menyelesaikan permasalahan. Namun, bekal pengetahuan saja tidak cukup, manusia juga diberi akal untuk melakukan penalaran, mengambil kesimpulan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman yang mereka miliki. Tanpa memiliki kemampuan untuk menalar dengan baik, manusia dengan segudang pengalaman dan pengetahuan tidak akan dapat menyelesaikan masalah dengan baik. Demikian pula, dengan kemampuan menalar yang sangat baik, namun tanpa bekal pengetahuan dan pengalaman yang memadai, manusia juga tidak akan bisa menyelesaikan masalah dengan baik. Agar komputer bisa bertindak seperti dan sebaik manusia, maka komputer juga harus diberi bekal pengetahuan dan mempunyai kemampuan untuk menalar. Untuk itu pada *artificial intelligence*, akan mencoba untuk memberikan beberapa metode untuk membekali komputer dengan kedua komponen tersebut agar komputer bisa menjadi mesin yang pintar.”

Pemahaman mengenai kecerdasan buatan dapat dilihat dari berbagai sudut pandang, seperti dijelaskan Sri Kusumadewi (2003: 2) yang menyatakan di antaranya, yaitu:

- a. Sudut pandang kecerdasan, yang menjelaskan bahwa kecerdasan buatan akan membuat mesin menjadi ‘cerdas’ (mampu berbuat seperti apa yang dilakukan oleh manusia);
- b. Sudut pandang penelitian, yang menjelaskan bahwa kecerdasan buatan adalah suatu studi bagaimana membuat agar komputer dapat melakukan sesuatu sebaik yang dikerjakan oleh manusia;
- c. Sudut pandang bisnis, yang menjelaskan bahwa kecerdasan buatan adalah kumpulan peralatan yang sangat *powerful* (kuat) dan metodologis dalam menyelesaikan masalah-masalah bisnis;
- d. Sudut pandang pemrograman, yang menjelaskan bahwa kecerdasan buatan meliputi studi tentang pemrograman simbolik, penyelesaian masalah (*problem solving*), dan pencarian (*searching*);

Dalam pembuatannya, dibutuhkan dua bagian utama yang sangat penting, seperti yang dijelaskan oleh Sri Kusumadewi (2003: 3), yaitu: “(1) Basis pengetahuan (*knowledge base*), yang berisi fakta-fakta, teori, pemikiran, dan hubungan antara satu dengan lainnya, (2) Mesin inferensi (*inference engine*), yang merupakan kemampuan menarik kesimpulan berdasarkan pengalaman.” Gambar 2.1 berikut merupakan penggambaran penerapan konsep kecerdasan buatan di komputer.



Gambar 2.1 Penerapan Konsep Kecerdasan Buatan di Komputer  
 Sumber: Sri Kusumadewi, 2003

Jika dibandingkan dengan kecerdasan alami yang dimiliki oleh manusia, kecerdasan buatan memiliki beberapa keuntungan secara komersial, seperti dijelaskan oleh Efraim Turban (dalam Sri Kusumadewi, 2003: 3), antara lain:

- a. Kecerdasan buatan lebih bersifat permanen. Kecerdasan alami akan cepat mengalami perubahan. Hal ini dimungkinkan karena sifat manusia yang pelupa. Kecerdasan buatan tidak akan berubah sepanjang sistem komputer dan program tidak mengubahnya;
- b. Kecerdasan buatan lebih mudah diaplikasikan dan disebar. Memindahkan pengetahuan manusia dari satu orang ke orang lain membutuhkan proses yang sangat lama; dan suatu keahlian itu tidak akan pernah dapat diduplikasi dengan lengkap. Oleh karena itu, jika pengetahuan terletak pada suatu sistem komputer, pengetahuan tersebut dapat disalin dari komputer tersebut dan dapat dipindahkan dengan mudah ke komputer yang lain;
- c. Kecerdasan buatan lebih murah dibanding dengan kecerdasan alami. Menyediakan layanan komputer akan lebih mudah dan murah dibandingkan dengan harus mendatangkan seseorang untuk mengerjakan sejumlah pekerjaan dalam jangka waktu yang sangat lama;
- d. Kecerdasan buatan bersifat konsisten. Hal ini disebabkan karena kecerdasan buatan adalah bagian dari teknologi komputer, sedangkan kecerdasan alami akan senantiasa berubah-ubah;
- e. Kecerdasan buatan dapat didokumentasi. Keputusan yang dibuat oleh komputer dapat didokumentasi dengan mudah dengan cara melacak setiap

aktivitas dari sistem tersebut. Kecerdasan alami sangat sulit untuk direproduksi;

- f. Kecerdasan buatan dapat mengerjakan pekerjaan lebih cepat dibanding dengan kecerdasan alami; dan
- g. Kecerdasan buatan dapat mengerjakan pekerjaan lebih baik dibanding dengan kecerdasan alami.

Di lain pihak, kecerdasan alami juga memiliki keuntungan tersendiri jika dibandingkan dengan kecerdasan buatan, Efrain Turban (dalam Sri Kusumadewi, 2003: 4) menjelaskan bahwa keuntungan tersebut antara lain:

- a. Kreatif. Kemampuan untuk menambah ataupun memenuhi pengetahuan itu sangat melekat pada jiwa manusia. Pada kecerdasan buatan, untuk menambah pengetahuan harus dilakukan melalui sistem yang dibangun;
- b. Kecerdasan alami memungkinkan orang untuk menggunakan pengalaman secara langsung, sedangkan pada kecerdasan buatan harus bekerja dengan input-input simbolik; dan
- c. Pemikiran manusia dapat digunakan secara luas, sedangkan kecerdasan buatan sangat terbatas.

Semakin pesatnya perkembangan teknologi menyebabkan adanya perkembangan dan perluasan lingkup yang membutuhkan kehadiran kecerdasan buatan. Karakteristik 'cerdas' sudah mulai dibutuhkan di berbagai disiplin ilmu dan teknologi. Kecerdasan buatan tidak hanya dominan di bidang ilmu komputer (informatika), namun juga sudah merambah di berbagai disiplin ilmu yang lain. Adanya irisan penggunaan kecerdasan buatan di berbagai disiplin ilmu tersebut

menyebabkan cukup rumitnya untuk mengklasifikasikan kecerdasan buatan menurut disiplin ilmu yang menggunakannya. Untuk memudahkan hal tersebut, Sri Kusumadewi (2003: 6) mengklasifikasikan lingkup kecerdasan buatan berdasarkan *output* yang diberikan yaitu pada aplikasi komersial (meskipun sebenarnya kecerdasan buatan itu sendiri bukan merupakan medan komersial) dalam lingkup utama sebagai berikut.

- a. Sistem pakar (*expert system*), di mana 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;
- b. Pengolahan bahasa alami (*natural language processing*), dengan pengolahan bahasa alami ini diharapkan *user* dapat berkomunikasi dengan komputer dengan menggunakan bahasa sehari-hari;
- c. Pengenalan ucapan (*speech recognition*), melalui pengenalan ucapan diharapkan manusia dapat berkomunikasi dengan komputer dengan menggunakan suara;
- d. Robotika dan sistem sensor (*robotics and sensory systems*);
- e. *Computer vision*, mencoba untuk dapat menginterpretasikan gambar atau objek-objek tampak melalui komputer;
- f. *Intelligent computer-aided instruction*, komputer dapat digunakan sebagai tutor yang dapat melatih dan mengajar; dan
- g. *Game Playing*.

Beberapa karakteristik yang ada pada sistem yang menggunakan *artificial intelligence* adalah pemrogramannya yang cenderung bersifat simbolik ketimbang algoritmik, bisa mengakomodasi *input* yang tidak lengkap, bisa melakukan inferensi, dan adanya pemisahan antara kontrol dengan pengetahuan. (Sri Kusumadewi, 2003: 7).

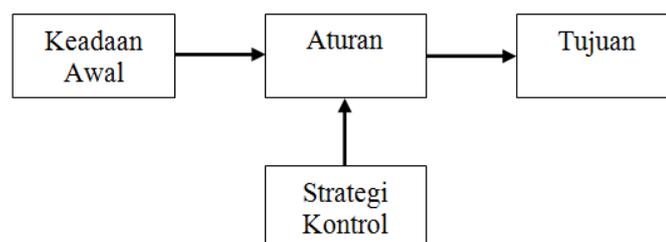
## **2.2 Representasi Pengetahuan**

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, Sri Kusumadewi (2003: 61) menjelaskan bahwa dalam menyelesaikan permasalahan menggunakan kecerdasan buatan, tentu dibutuhkan pengetahuan yang cukup. Tidak hanya itu, sistem juga harus memiliki kemampuan untuk menalar. Basis pengetahuan dan kemampuan untuk melakukan penalaran merupakan bagian terpenting dari sistem yang menggunakan kecerdasan buatan. Meskipun suatu sistem memiliki banyak pengetahuan, namun tidak memiliki kemampuan untuk menalar, tentu akan menjadi percuma. Demikian pula sebaliknya, apabila suatu sistem memiliki kemampuan yang sangat handal untuk menalar, namun basis pengetahuan yang dimilikinya tidak cukup, maka solusi yang diperolehpun menjadi tidak maksimal.

Representasi pengetahuan dijelaskan oleh Meilia Adiana Trisnawati (2010: 5) sebagai metode yang digunakan untuk mengodekan pengetahuan dalam sebuah sistem pakar yang berbasis pengetahuan. Perepresentasian dimaksudkan untuk menangkap sifat-sifat penting masalah dan membuat informasi itu dapat diakses oleh prosedur pemecahan masalah.

Merujuk pada Gambar 2.1, digambarkan bahwa pada sistem yang menggunakan kecerdasan buatan, akan mencoba untuk memberikan *output* berupa solusi dari suatu masalah berdasarkan kumpulan pengetahuan yang ada. Pada gambar tersebut, *input* yang diberikan pada sistem yang menggunakan kecerdasan buatan berupa masalah. Pada sistem harus dilengkapi dengan sekumpulan pengetahuan yang ada pada basis pengetahuan. Sistem harus memiliki *inference engine* agar mampu mengambil kesimpulan berdasarkan fakta atau pengetahuan. *Output* yang diberikan berupa solusi masalah sebagai hasil dari inferensi. Secara umum, Sri Kusumadewi (2003: 11) menyatakan bahwa untuk membangun suatu sistem yang mampu menyelesaikan masalah, berikut merupakan beberapa hal yang perlu dipertimbangkan.

- a. Mendefinisikan masalah dengan tepat. Pendefinisian ini mencakup spesifikasi yang tepat mengenai keadaan awal dan solusi yang diharapkan;
- b. Menganalisis masalah tersebut serta mencari beberapa teknik penyelesaian masalah yang sesuai;
- c. Merepresentasikan pengetahuan yang perlu untuk menyelesaikan masalah tersebut;
- d. Memilih teknik penyelesaian masalah yang terbaik.



Gambar 2.2 Sistem Produksi  
Sumber: Sri Kusumadewi, 2003

Terdapat berbagai cara dalam merepresentasikan pengetahuan, seperti logika, *tree*, jaringan semantik, *frame*, naskah, dan sistem produksi. Menurut Sri Kusumadewi (2003: 86), sistem produksi merupakan salah satu bentuk representasi pengetahuan yang sangat populer dan banyak digunakan. Secara umum, sistem ini terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut, yang digambarkan dalam Gambar 2.2.

- a. Ruang keadaan, yang berisi keadaan awal, tujuan, dan kumpulan aturan yang digunakan untuk mencapai tujuan.
- b. Strategi kontrol, yang berguna untuk mengarahkan bagaimana proses pencarian akan berlangsung dan mengendalikan arah eksplorasi.

Dijelaskan lebih lanjut, Sri Kusumadewi (2003: 87) menyatakan bahwa representasi pengetahuan dengan sistem produksi, pada dasarnya berupa aplikasi aturan (*rule*) yang berupa:

- a. *Antecedent*, yaitu bagian yang mengekspresikan situasi atau premis (pernyataan berawalan IF).
- b. *Consequences*, yaitu bagian yang menyatakan suatu tindakan tertentu atau konklusi yang diterapkan jika suatu situasi atau premis bernilai benar (pernyataan berawalan THEN).

Konsekuensi atau konklusi yang dinyatakan pada bagian THEN baru dinyatakan benar, jika bagian IF pada sistem tersebut juga benar atau sesuai dengan aturan tertentu.

Contoh:

```
IF lalu lintas pagi ini padat  
THEN saya naik sepeda motor
```

### 2.3 Sistem Pakar

Secara umum, Sri Kusumadewi (2003: 109) menjelaskan bahwa, “Sistem pakar (*expert system*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli. Dengan sistem pakar ini, orang awam pun dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para ahli. Bagi para ahli, sistem pakar ini juga akan membantu aktivitasnya sebagai asisten yang sangat berpengalaman.”

Dijelaskan lebih dalam pada *Dictionary of Computing* terbitan Oxford University Press (2008: 185) yang menyatakan bahwa:

*“Expert systems are computer programs built for commercial application using the programming techniques of artificial intelligence, especially those techniques developed for problem solving. Expert systems have been built for a variety of purposes including medical diagnosis, electronic fault finding, mineral prospecting, and computer system configuration.”*(Sistem pakar merupakan sebuah program komputer yang dibangun untuk aplikasi komersial menggunakan teknik pemrograman yang terkait dengan kecerdasan buatan, khususnya teknik *problem-solving*. Program ini telah dibangun di berbagai bidang, contohnya diagnosis penyakit, pencarian kesalahan elektronik, dan konfigurasi sistem komputer.”

Selain pemahaman di atas, ada beberapa definisi tentang sistem pakar oleh beberapa tokoh (dalam Sri Kusumadewi, 2003: 109), sebagai berikut.

- a. Menurut Durkin, “Sistem pakar adalah suatu program komputer yang dirancang untuk memodelkan kemampuan penyelesaian masalah yang dilakukan oleh seorang pakar.”

- b. Menurut Ignizio, “Sistem pakar adalah suatu model dan prosedur yang berkaitan, dalam suatu domain tertentu, yang mana tingkat keahliannya dapat dibandingkan dengan keahlian seorang pakar.”
- c. Menurut Giarratano dan Riley, “Sistem pakar adalah suatu sistem komputer yang bisa menyamai atau meniru kemampuan seorang pakar.”

Efraim Turban (dalam Sri Kusumadewi, 2003: 111) selanjutnya menjelaskan konsep dasar sistem pakar, antara lain sebagai berikut.

- a. Keahlian, yaitu suatu kelebihan penguasaan pengetahuan di bidang tertentu yang diperoleh dari pelatihan, membaca atau pengalaman. Contoh bentuk pengetahuan yang termasuk keahlian antara lain fakta-fakta pada lingkup permasalahan tertentu, teori-teori pada lingkup permasalahan tertentu, prosedur dan aturan yang berkenaan dengan lingkup permasalahan tertentu, strategi global untuk menyelesaikan masalah, dan *meta-knowledge* (pengetahuan tentang pengetahuan). Bentuk-bentuk ini memungkinkan para ahli untuk dapat mengambil keputusan lebih cepat dan lebih baik daripada seseorang yang bukan ahli.
- b. Ahli, yaitu seseorang yang mampu menjelaskan suatu tanggapan, mempelajari hal-hal baru seputar topik permasalahan (domain), menyusun kembali pengetahuan jika dipandang perlu, memecah aturan-aturan jika dibutuhkan, dan menentukan relevan tidaknya keahlian mereka.
- c. Pengalihan keahlian. Tujuan utama dari sistem pakar adalah pengalihan keahlian dari para ahli ke komputer untuk kemudian dialihkan lagi ke orang lain yang bukan ahli. Proses pengalihan keahlian ini membutuhkan empat

langkah aktivitas, yaitu: (1) tambahan pengetahuan (dari para ahli atau sumber-sumber lainnya), (2) representasi pengetahuan (ke komputer), (3) inferensi pengetahuan, dan (4) pengalihan pengetahuan ke *user*.

- d. Inferensi atau kemampuan menalar, merupakan salah satu fitur yang harus dimiliki oleh sistem pakar. Jika keahlian-keahlian sudah tersimpan sebagai basis pengetahuan dan sudah tersedia program yang mampu mengakses basis data, maka komputer harus dapat diprogram untuk membuat inferensi. Proses inferensi ini dikemas dalam bentuk mesin inferensi (*inference engine*).
- e. Aturan. Sebagian besar sistem pakar komersial dibuat dalam bentuk *rule-based systems*, yang mana pengetahuan disimpan dalam bentuk aturan-aturan. Aturan tersebut biasanya berbentuk IF-THEN.
- f. Kemampuan menjelaskan atau kemampuan merekomendasi.

Jika dilihat dari bentuknya, sistem pakar dapat dikategorikan menjadi empat bentuk yang berbeda, seperti yang dijelaskan oleh Sri Kusumadewi (2003: 113) sebagai berikut.

- a. Berdiri sendiri. Sistem pakar jenis ini merupakan *software* yang berdiri sendiri dan tidak tergabung dengan *software* lainnya.
- b. Tergabung. Sistem pakar jenis ini merupakan bagian program yang terkandung di dalam suatu algoritma (konvensional), atau merupakan program yang di dalamnya memanggil algoritma subrutin lain (konvensional).

- c. Menghubungkan ke *software* lain. Bentuk ini biasanya merupakan sistem pakar yang menghubungkan ke suatu paket program tertentu, misalnya dengan DBMS.
- d. Sistem mengabdikan. Sistem pakar bentuk ini merupakan bagian dari komputer khusus yang dihubungkan dengan suatu fungsi tertentu, misalnya sistem pakar yang digunakan untuk membantu menganalisis data radar.

Selanjutnya, dalam bukunya Sri Kusumadewi (2003: 110) menyebutkan beberapa manfaat yang dapat dipetik dari keberadaan sistem pakar saat ini, antara lain sebagai berikut.

- a. Memungkinkan orang awam bisa mengerjakan pekerjaan para ahli;
- b. Bisa melakukan proses secara berulang secara otomatis;
- c. Menyimpan pengetahuan dan keahlian para pakar;
- d. Meningkatkan *output* dan produktivitas;
- e. Meningkatkan kualitas;
- f. Mampu mengambil dan melestarikan keahlian para pakar (terutama yang termasuk keahlian langka);
- g. Mampu beroperasi dalam lingkungan yang berbahaya;
- h. Memiliki kemampuan untuk mengakses pengetahuan;
- i. Memiliki reliabilitas;
- j. Meningkatkan kapabilitas sistem komputer;
- k. Memiliki kemampuan untuk bekerja dengan informasi yang tidak lengkap dan mengandung ketidakpastian;
- l. Sebagai media pelengkap dalam penelitian;

- m. Meningkatkan kapabilitas dalam penyelesaian masalah;
- n. Menghemat waktu dalam pengambilan keputusan.

Di samping memiliki beberapa keuntungan, lebih lanjut Sri Kusumadewi (2003: 111) juga menyebutkan beberapa kelemahan yang dimiliki oleh sistem pakar, antara lain sebagai berikut.

- a. Biaya yang diperlukan untuk membuat dan memeliharanya sangatlah mahal;
- b. Sulit dikembangkan, terkait dengan ketersediaan pakar di bidangnya; dan
- c. Kebenarannya tidak dapat dijamin 100%.

Sebuah sistem pakar yang baik, disebutkan Sri Kusumadewi (2003: 122) harus memenuhi ciri-ciri tersendiri, antara lain memiliki fasilitas informasi yang handal, mudah dimodifikasi, dapat digunakan dalam berbagai jenis komputer, dan memiliki kemampuan untuk belajar beradaptasi.

### **2.2.1 Basis Pengetahuan**

Penjelasan mengenai basis pengetahuan (*knowledge base*) dapat dilihat dari penjelasan dalam *Dictionary of Computing* yang diterbitkan oleh Oxford University Press(2008: 279) yang menyatakan bahwa:

*“Knowledge base is a collection of knowledge, usually relevant to a particular application domain, that has been formalized in an appropriate scheme to support reasoning processes. Knowledge bases are different from databases in that (a) they not only store data but facilitate modification, revision, and other forms of internal manipulation of the knowledge, (b) they are also able to handle knowledge that is incomplete, inconsistent, and uncertain, and (c) they may use imperative as well as declarative forms of knowledge. (Basis pengetahuan merupakan kumpulan pengetahuan yang relevan dengan domain aplikasi tertentu, yang telah disusun dengan skema yang sesuai untuk membantu proses penarikan kesimpulan. Perbedaan basis pengetahuan dengan basis data, antara lain (a)*

basis pengetahuan tidak hanya menyimpan data, tetapi juga memfasilitasi modifikasi, revisi, dan bentuk manipulasi lainnya terhadap data di dalamnya, (b) basis pengetahuan dapat menggunakan data pengetahuan yang tidak lengkap, (c) basis pengetahuan dapat menggunakan data pengetahuan dalam bentuk imperatif ataupun deklaratif.)”

Sri Kusumadewi (2003: 115) menjelaskan bahwa basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah, tentu saja di dalam domain tertentu. Ada dua bentuk pendekatan basis pengetahuan yang sangat umum digunakan, yaitu:

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

Pada penalaran berbasis aturan, pengetahuan atau informasi direpresentasikan dengan menggunakan aturan berbentuk IF-THEN. Bentuk ini digunakan apabila kita memiliki sejumlah pengetahuan pakar pada suatu permasalahan tertentu dan masalah dapat diselesaikan 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*)

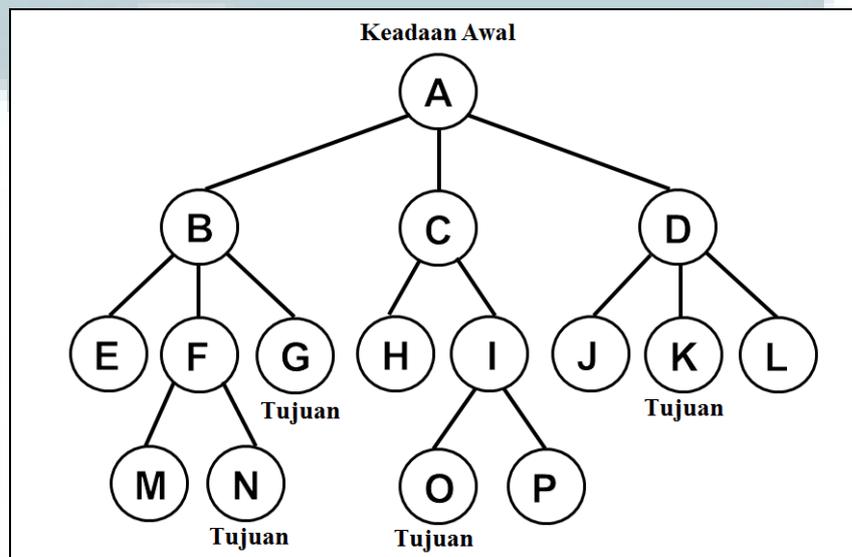
Pada penalaran berbasis kasus, basis pengetahuan akan berisi solusi-solusi yang telah dicapai sebelumnya, kemudian akan diturunkan suatu solusi untuk keadaan yang terjadi sekarang (fakta yang ada). Bentuk ini digunakan apabila *user* ingin tahu lebih banyak lagi pada kasus-kasus yang hampir sama. Selain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

### 2.3.2 Mesin Inferensi

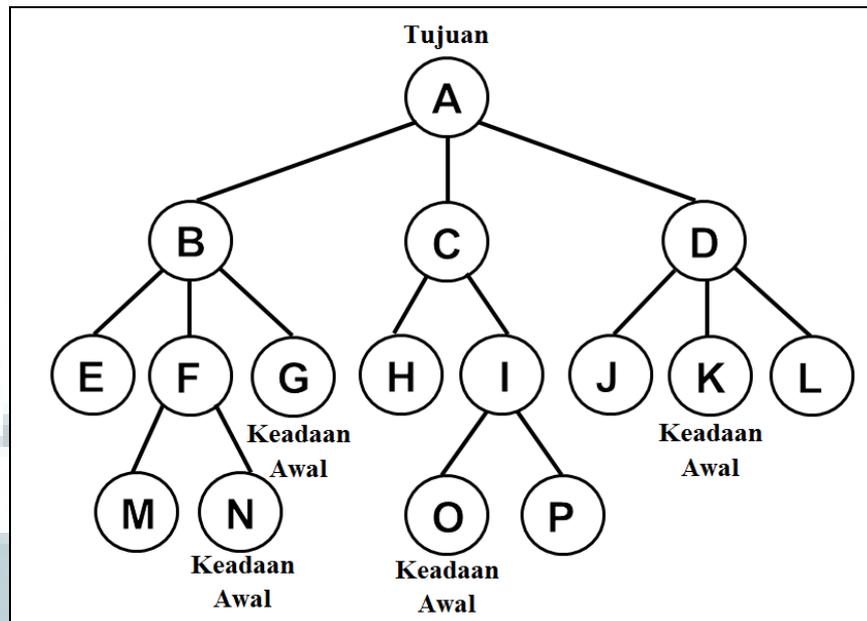
Mesin inferensi (*inference engine*) dijelaskan dalam *Dictionary of Computing* yang diterbitkan oleh Oxford University Press (2008: 249) sebagai berikut:

*“Inference engine is the part of the expert system program that operates on the knowledge base and produces inferences. If the knowledge base is regarded as a program then the inference engine is the interpreter. (Mesin inferensi merupakan bagian dari sistem pakar yang bekerja pada basis pengetahuan dan menghasilkan inferensi. Jika basis pengetahuan adalah program, maka mesin inferensi adalah penerjemahnya.)”*

Lebih lanjut Sri Kusumadewi (2003: 87) menjabarkan bahwa terdapat dua cara yang dapat digunakan dalam melakukan inferensi, yaitu:



Gambar 2.3 Penalaran Maju (Forward Chaining)  
Sumber: Sri Kusumadewi, 2003



Gambar 2.4 Penalaran Mundur (Backward Chaining)  
 Sumber: Sri Kusumadewi, 2003

1. *Forward Reasoning* (Penalaran Maju). Dapat dilihat pada Gambar 2.3, pelacakan pada penalaran maju dimulai dari keadaan awal (informasi atau fakta yang ada) dan kemudian dicoba untuk mencocokkan dengan tujuan yang diharapkan).
2. *Backward Reasoning* (Penalaran Mundur). Dapat dilihat pada Gambar 2.4, penalaran mundur dimulai dari tujuan atau hipotesis, baru dicocokkan dengan keadaan awal atau fakta-fakta yang ada.

## 2.4 Bahasa Pemrograman C#

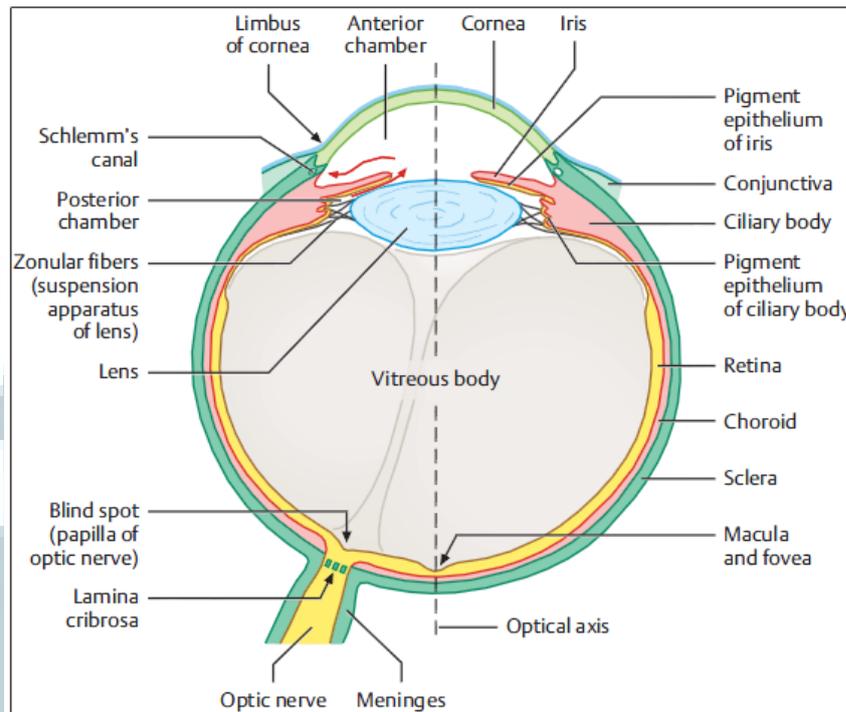
Dijelaskan pada publikasi “*C# Language Specification*” yang diterbitkan oleh European Computer Manufacturers Association (ECMA) International (2006: xix) bahwa bahasa pemrograman C# ditemukan pertama kali oleh Anders

Hejlsber, Scott Wiltamuth, dan Peter Golde. Selanjutnya didistribusikan secara luas oleh Microsoft pada Juli 2000, sebagai bagian dari .NET *Framework*. C# dirancang menjadi bahasa pemrograman yang mudah, modern, dan berorientasi pada objek dengan mendukung prinsip-prinsip pada rekayasa piranti lunak pada umumnya. C# dapat mencakup perancangan aplikasi dalam berbagai ukuran, mulai dari aplikasi dalam skala besar hingga fungsi spesifik yang lebih kecil.

Selanjutnya, dalam bukunya yang berjudul “*Beginning Microsoft Visual C# 2008*”, Karli Watson (2008: 3) mengatakan bahwa C# merupakan evolusi dari bahasa pemrograman C dan C++, dengan meningkatkan fitur-fiturnya serta menghilangkan kekurangannya. Perancangan aplikasi dapat dilakukan dengan lebih mudah menggunakan C# dikarenakan sintaksis yang lebih mudah dibandingkan bahasa pemrograman pendahulunya.

## **2.5 Mata**

Adolf Faller dan Michael Schünke menjelaskan dalam bukunya yang berjudul *The Human Body: An Introduction to Structure and Function* (2004: 625) bahwa organ penglihatan adalah bola mata dengan jaringan saraf optik, termasuk kelopak mata, aparat lakrimal, dan otot di sekitar mata. Selanjutnya, anatomi mata digambarkan secara horizontal sesuai dengan Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Anatomi horizontal sebuah mata  
*Sumber: Faller, 2004*

### 2.5.1 Keluhan Penderita dengan Kelainan Mata

Dalam bukunya yang berjudul “Ilmu Penyakit Mata”, Sidarta Ilyas dan Sri Rahayu Yulianti (2011: 55) mengatakan bahwa keluhan yang dikeluarkan penderita perlu digali lebih lanjut untuk mendapatkan keterangan yang lebih terarah pada penyakit sehingga lebih mudah menegakkan diagnosis serta memberikan keterangan pada pasien mengenai penyakitnya.

Perlu pula dicatat hal yang terkait dengan keterangan yang didapatkan dari kelengkapan status yang sudah menjadi hal baki, seperti nama, usia, jenis kelamin, pekerjaan, dan anamnesis mengenai perjalanan penyakitnya. Jenis kelamin perlu diperhatikan karena ada penyakit yang sering terdapat pada jenis kelamin tertentu, seperti glaukoma kongestif akut, buta warna, dan lainnya.

Pekerjaan penderita juga dapat menyebabkan beberapa penyakit tertentu seperti trauma di dalam pabrik atau di dapur. Pada jenis pekerjaan tertentu diperlukan syarat seperti tajam penglihatan untuk dapat melakukan pekerjaan. Pekerjaan tertentu lainnya memerlukan penglihatan stereoskopis dan penglihatan warna yang baik. Selain itu, diagnosis dapat dikembangkan lebih lanjut berdasarkan keluhan yang diderita penderita. Berikut adalah beberapa keluhan yang mungkin dirasakan oleh penderita (Ilyas, 2011: 56).

- 1) *Kelopak mata berkedut (twitch).*
- 2) *Sakit kepala.* Sakit kepala merupakan keluhan penderita yang paling sering ditemukan. Keluhan ini dapat disebabkan oleh kelainan mata maupun keadaan lainnya.
- 3) *Bulu mata rontok (madarosis).*
- 4) *Sakit mata pada pergerakan bola mata.*
- 5) *Mata gatal dan berair.* Mata gatal dan berair merupakan keluhan yang sering ditemukan pada kelainan mata.
- 6) *Mata berlendir atau kotor.*
- 7) *Fotofobia atau perasaan silau dan sakit.* Fotofobia merupakan keadaan tidak tahan atau terlalu sensitifnya mata terhadap cahaya, mudah silau disertai dengan rasa sakit.
- 8) *Melihat benda menjadi lebih kecil (mikropsia).*
- 9) *Kelopak bengkak.*
- 10) *Gelap atau penglihatan turun mendadak pada satu mata.*
- 11) *Gelap atau penglihatan turun mendadak pada kedua mata.*

- 12) *Halo sekitar sumber cahaya.*
- 13) *Fotopsia.* Keluhan fotopsia adalah melihat pijaran halilintar kecil pada lapang pandangan.
- 14) *Astenopia atau kelelahan waktu membaca.*
- 15) *Diplopia monokular.*
- 16) *Diplopia binokular.*
- 17) *Buta dengan sakit pada mata.*
- 1) *Buta senja atau malam.*

UMMN