BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pakar

2.1.1 Pengertian Sistem Pakar

Sistem pakar (*expert system*) adalah sistem yang berusaha mengapdosi 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 [8].

Dengan sistem pakar, orang awam pun dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para ahli. Bagi para ahli, sistem pakar juga akan membantu aktivitasnya sebagai asisten yang sangat berpengalaman.

Sistem pakar dikembangkan pertama kali tahun 1960. sampai saat ini sudah banyak sistem pakar yang dibuat, beberapa contoh diantaranya pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sistem pakar yang terkenal [8]

Sistem pakar	Kegunaan
MYCIN	Diagnosa penyakit
DENDRAL	Mengidentifikasi struktur molekular campuran kimia yang tak dikenal
XCON & XSEL	Membantu mengkonfigurasi sistem komputer besar
SOPHIE	Analisis sirkit elektronik
Prospector	Digunakan di dalam geologi untuk membantu mencari dan menemukan deposit

FOLIO	Membantu memberikan keputusan bagi seorang manajer dalam hal stok broker dan investasi
DELTA	Pemeliharaan lokomotif listrik disel

2.1.2 Konsep Dasar Sistem Pakar

Konsep dasar sistem pakar mengandung keahlian, ahli/pakar, pengalihan keahlian, mengambil keputusan, aturan, kemampuan menjelaskan.

Keahlian bersifat luas dan merupakan penguasaan pengetahuan dalam bidang khusus yang diperoleh dari pelatihan, membaca atau pengalaman. Contoh bentuk pengetahuan yang termasuk keahlian :

a. Teori, fakta, aturan-aturan pada lingkup permasalahan tertentu
b. Strategi global untuk menyelesaikan masalah

Seorang ahli adalah seseorang yang mampu menjelaskan suatu tanggapan, mempelajari hal-hal baru seputar topik permasalahan, menyusun kembali pengetahuan jika dipandang perlu, memecahkan masalah dengan cepat dan tepat

Pengalihan keahlian adalah untuk mentransfer keahlian dari seorang pakar ke dalam komputer kemudian ke masyarakat. Proses ini meliputi empat kegiatan, yaitu perolehan pengetahuan (dari para ahli atau sumber-sumber lainnya), representasi pengetahuan ke komputer, kesimpulan dari pengetahuan dan pengalihan pengetahuan ke pengguna.

Hal yang unik dari sistem pakar adalah kemampuan untuk menjelaskan dimana keahlian tersimpan dalam basis pengetahuan. Kemampuan komputer untuk

mengambil kesimpulan dilakukan oleh komponen yang dikenal dengan mesin inferensi yaitu meliputi prosedur tentang pemecahan masalah.

Sistem pakar yang dibuat merupakan sistem yang berdasarkan pada aturan–aturan dimana program disimpan dalam bentuk aturan-aturan sebagai prosedur pemecahan masalah. Aturan tersebut biasanya berbentuk *IF – THEN*.

Keunikan lain dari sistem pakar adalah kemampuan dalam menjelaskan atau memberi saran atau rekomendasi serta juga menjelaskan mengapa beberapa tindakan atau saran tidak direkomendasikan. Kemampuan inilah yang membedakan sistem pakar dengan konvensional (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Perbedaan sistem konvensional dan sistem pakar [8]

Sistem Konvensional	Sistem Pakar
Informasi dan pemrosesannya biasanya jadi satu dengan program	Basis pengetahuan merupakan bagian terpisah dari mekanisme inferensi
Program tidak pernah salah (kecuali pemrogramnya yang salah)	Program bisa saja melakukan kesalahan
Biasanya tidak bisa menjelaskan mengapa suatu input data itu dibutuhkan atau bagaimana output itu diperoleh	Penjelasan adalah bagian terpenting dari sistem pakar
Pengubahan program cukup sulit dan merepotkan	Pengubahan pada aturan/kaidah dapat dilakukan dengan mudah
Sistem hanya akan bekerja jika sistem tersebut sudah lengkap	Sistem dapat bekerja hanya dengan beberapa aturan
Eksekusi dilakukan langkah demi langkah secara algoritmik	Eksekusi dilakukan pada keseluruhan basis pengetahuan secara heuristik dan logis
Menggunakan data	Menggunakan pengetahuan
Tujuan utamanya adalah efisiensi	Tujuan utamanya adalah efektivitas

2.1.3 Ciri-ciri sistem pakar

Sistem pakar yang baik harus memenuhi ciri-ciri sebagai berikut:

1. Memiliki fasilitas informasi yang handal.
2. Mudah dimodifikasi.
3. Dapat digunakan dalam berbagai jenis komputer.
4. Memiliki kemampuan untuk belajar beradaptasi.

2.1.4 Keuntungan Sistem Pakar

Secara garis besar, banyak manfaat yang dapat diambil dengan adanya sistem pakar antara lain **:**

1. Memungkinkan orang awam bisa mengerjakan pekerjaan para ahli
2. Bisa melakukan proses secara berulang secara otomatis
3. Menyimpan pengetahuan dan keahlian para pakar
4. Mampu mengambil dan melestarikan keahlian para pakar (terutama yang termasuk keahlian langka)
5. Mampu beroperasi dalam lingkungan yang berbahaya
6. Memiliki kemampuan untuk bekerja dengan informasi yang tidak lengkap dan mengandung ketidakpastian
7. Tidak memerlukan biaya saat tidak digunakan, sedangkan pada pakar manusia memerlukan biaya sehari-hari.

8. Dapat digandakan (diperbanyak) sesuai kebutuhan dengan waktu yang minimal dan sedikit biaya.
9. Dapat memecahkan masalah lebih cepat daripada kemampuan manusia dengan catatan menggunakan data yang sama.
10. Menghemat waktu dalam pengambilan keputusan
11. Meningkatkan kualitas dan produktivitas

2.1.5 Kelemahan Sistem Pakar

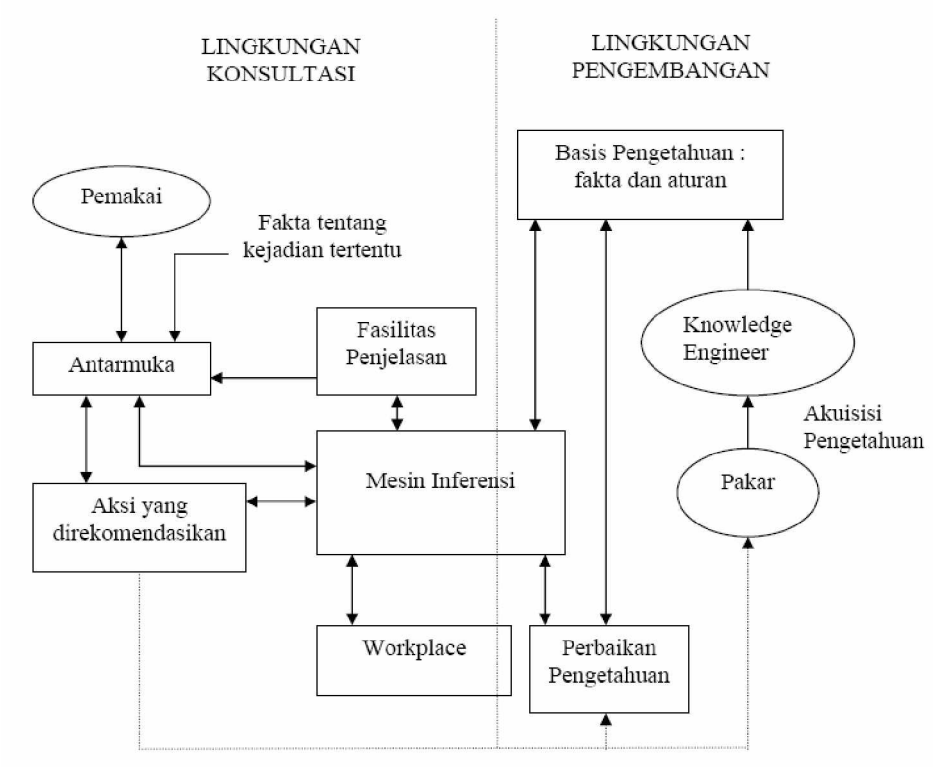
Disamping memiliki beberapa keuntungan, sistem pakar juga memiliki beberapa kelemahan, antara lain:

1. Biaya yang diperlukan untuk membuat, memelihara, dan mengembangkannya sangat mahal.
2. Sulit dikembangkan, hal ini erat kaitannya dengan ketersediaan pakar di bidangnya.
3. Sistem pakar tidak 100% benar karena seseorang yang terlibat dalam pembuatan sistem pakar tidak selalu benar. Oleh karena itu perlu diuji ulang secara teliti sebelum digunakan.

2.1.6 Struktur Sistem Pakar

Sistem pakar terdiri dari dua bagian pokok, yaitu: lingkungan pengembangan (*development environment)* dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*).

Lingkungan pengembangan digunakan sebagai pembangun sistem pakar baik dari segi pembangun komponen maupun basis pengetahuan. Lingkungan konsultasi digunakan oleh seorang yang bukan ahli untuk berkonsultasi [8].



Gambar 2.1 Struktur sistem pakar [8]

Komponen-komponen yang terdapat dalam struktur sistem pakar adalah:

1. Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

Merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antarmuka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Selain itu antarmuka menerima dari sistem dan menyajikannya ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pemakai.

2. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman, formulasi, dan penyelesaian masalah. Komponen sistem pakar ini disusun atas 2 elemen dasar, yaitu:

a. fakta : informasi tentang obyek dalam area permasalahan tertentu
b. aturan : informasi tentang cara bagaimana memperoleh fakta baru dari fakta yang telah diketahui.

3. Akuisisi Pengetahuan (*Knowledge Acquisition*)

Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer, dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan ke dalam program komputer. Dalam tahap ini *knowledge engineer* berusaha menyerap pengetahuan untuk selanjutnya ditransfer ke dalam basis pengetahuan. Pengetahuan diperoleh dari pakar, dilengkapi dengan buku, basis data, laporan penelitian dan pengalaman pemakai. Metode akuisisi pengetahuan :

a. Wawancara adalah metode yang paling banyak digunakan, yang melibatkan pembicaraan dengan pakar secara langsung dalam suatu wawancara
b. Analisis protokol Dalam metode ini pakar diminta untuk melakukan suatu pekerjaan dan mengungkapkan proses pemikirannya dengan menggunakan kata-kata. Pekerjaan tersebut direkam, dituliskan, dan dianalisis.
c. Observasi pada pekerjaan pakar Pekerjaan dalam bidang tertentu yang dilakukan pakar direkam dan diobservasi

d. Induksi aturan dari contoh Induksi adalah suatu proses penalaran dari khusus ke umum. Suatu sistem induksi aturan diberi contoh-contoh dari suatu masalah yang hasilnya telah diketahui. Setelah diberikan beberapa contoh, sistem induksi aturan tersebut dapat membuat aturan yang benar untuk kasus-kasus contoh. Selanjutnya aturan dapat digunakan untuk menilai kasus lain yang hasilnya tidak diketahui.

4. Mesin/Motor Inferensi (*inference engine*)

Komponen ini mengandung mekanisme pola pikir dan penalaran yang digunakan oleh pakar dalam menyelesaikan suatu masalah. Mesin inferensi adalah program komputer yang memberikan metodologi untuk penalaran tentang informasi yang ada dalam basis pengetahuan dan dalam workplace, dan untuk memformulasikan kesimpulan.

5. *Workplace / Blackboard*

Workplace merupakan area dari sekumpulan memori kerja (working memory), digunakan untuk merekam kejadian yang sedang berlangsung termasuk keputusan sementara. Ada 3 keputusan yang dapat direkam :

a. Rencana : bagaimana menghadapi masalah
b. Agenda : aksi-aksi yang potensial yang sedang menunggu untuk dieksekusi
c. Solusi : calon aksi yang akan dibangkitkan

6. Fasilitas Penjelasan

Adalah komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar. Digunakan untuk melacak respon dan memberikan penjelasan tentang kelakuan sistem pakar secara interaktif melalui pertanyaan :

a. mengapa suatu pertanyaan ditanyakan oleh sistem pakar ?
b. bagaimana konklusi dicapai ?
c. mengapa ada alternatif yang dibatalkan ?
d. rencana apa yang digunakan untuk mendapatkan solusi ?

7. Perbaikan Pengetahuan

Pakar memiliki kemampuan untuk menganalisis dan meningkatkan kinerjanya serta kemampuan untuk belajar dari kinerjanya. Kemampuan tersebut adalah penting dalam pembelajaran terkomputerisasi, sehingga program akan mampu menganalisis penyebab kesuksesan dan kegagalan yang dialaminya dan juga mengevaluasi apakah pengetahuan-pengetahuan yang ada masih cocok untuk digunakan di masa mendatang

2.1.7 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah. Ada dua bentuk pendekatan basis pengetahuan yang sangat umum digunakan, yaitu :

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

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

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

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

2.1.8 Motor Inferensi

Ada dua cara yang dapat dikerjakan dalam melakukan inferensi :

a. Forward Chaining

Pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kiri dulu (*IF* dulu). Dengan kata lain penalaran dimulai dari fakta terlebih dahulu untuk menguji kebenaran hipotesis.

Tabel 2.2 Contoh –contoh Aturan [8]

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

b. Backward Chaining

Pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kanan (*THEN* dulu). Dengan kata lain penalaran dimulai dari hipotesis terlebih dahulu, dan untuk menguji kebenaran hipotesis tersebut harus dicari fakta-fakta yang ada dalam basis pengetahuan.

Contoh :

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

2.1.9 Elemen manusia yang Terkait dalam Penggunaan dan pengembangan sistem Pakar

1. Pakar adalah orang yang memiliki pengetahuan khusus, pendapat, pengalaman dan metode, serta kemampuan untuk mengaplikasikan keahliannya tersebut guna menyelesaikan masalah.
2. Perekayasa pengetahuan
3. Perekayasa pengetahuan adalah orang yang membantu pakar dalam menyusun area permasalahan dengan menginterpretasikan dan mengintegrasikan jawaban-jawaban pakar atas pertanyaan yang diajukan, menggambarkan analogi, mengajukan counter example dan menerangkan kesulitan-kesulitan konseptual.
4. Pemakai
   a. Pemakai awam : dalam hal ini sistem pakar bertindak sebagai konsultan untuk memberikan saran dan solusi kepada pemakai
   b. Pelajar yang ingin belajar : sistem pakar bertindak sebagai instruktur

c. Pembuat sistem pakar : sistem pakar sebagai partner dalam pengembangan basis pengetahuan.
d. Pakar : sistem pakar bertindak sebagai mitra kerja/asisten.

2.1.10 Area Permasalahan Aplikasi Sistem Pakar

1. Interpretasi

   Pengambilan keputusan dari hasil observasi, diantaranya : pengawasan, pengenalan ucapan, analisis citra, interpretasi sinyal, dan beberapa analisis kecerdasan.

2. Prediksi

   Memprediksi akibat-akibat yang dimungkinkan dari situasi-situasi tertentu, diantaranya : peramalan, prediksi demografis, peralaman ekonomi, prediksi lalulintas, estimasi hasil, militer, pemasaran, atau peramalan keuangan.

3. Diagnosis

   Menentukan sebab malfungsi dalam situasi kompleks yang didasarkan pada gejala-gejala yang teramati, diantaranya : medis, elektronis, mekanis, dan diagnosis perangkat lunak

4. Desain

   Menentukan konfigurasi komponen-komponen sistem yang cocok dengan tujuan-tujuan kinerja tertentu dan kendala-kendala tertentu, diantaranya : layout sirkuit, perancangan bangunan

5. Perencanaan

Merencanakan serangkaian tindakan yang akan dapat mencapai sejumlah tujuan dengan kondisi awal tertentu, diantaranya : perencanaan keuangan, komunikasi, militer, pengembangan politik, routing dan manajemen proyek.

6. Monitoring

Membandingkan tingkah laku suatu sistem yang teramati dengan tingkah laku yang diharapkan darinya, diantaranya : *Computer Aided Monitoring System*

7. *Debugging* dan *repair*

Menentukan dan mengimplementasikan cara-cara untuk mengatasi malfungsi, diantaranya memberikan resep obat terhadap suatu kegagalan.

8. Instruksi

Melakukan instruksi untuk diagnosis, debugging dan perbaikan kinerja.

9. Kontrol

Mengatur tingkah laku suatu environment yang kompleks seperti kontrol terhadap interpretasi-interpretasi, prediksi, perbaikan, dan monitoring kelakuan sistem

10. Seleksi

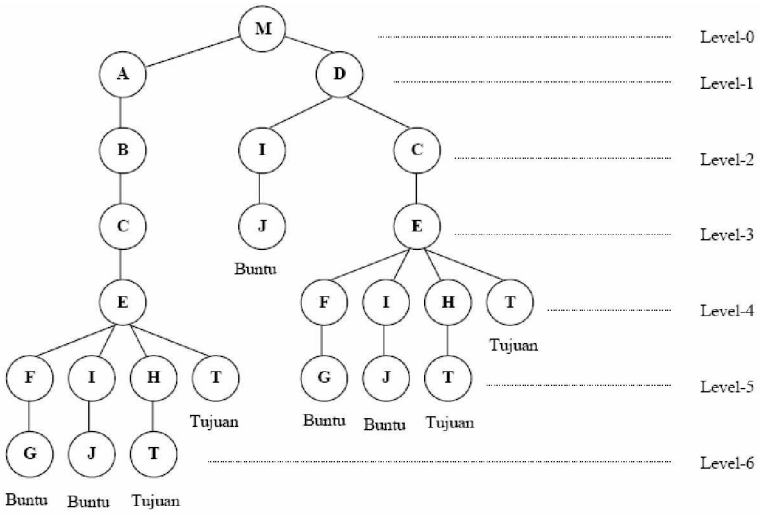
Mengidentifikasi pilihan terbaik dari sekumpulan (list) kemungkinan.

11. Simulasi

Pemodelan interaksi antara komponen-komponen sistem.

2.1.11 Pohon Pelacakan

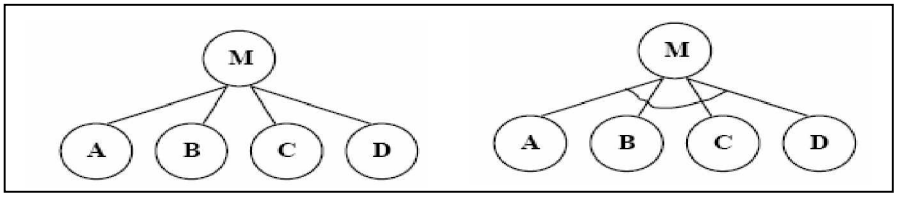
Struktur pohon digunakan untuk menggambarkan keadaan secara hirarkis. Node yg terletak pada level-o disebut ’akar’. Node akar : menunjukkan keadaan awal & memiliki beberapa percabangan yang terdiri atas beberapa node yg disebut ’anak’. Node-node yg tidak memiliki anak disebut ’daun’ menunjukkan akhir dari suatu pencarian, dapat berupa tujuan yang diharapkan (goal) atau jalan buntu (dead end). Gambar 2.2 menunjukkan pohon pencarian untuk graph keadaan dengan 6 level.



Gambar 2.2 Struktur pohon [8]

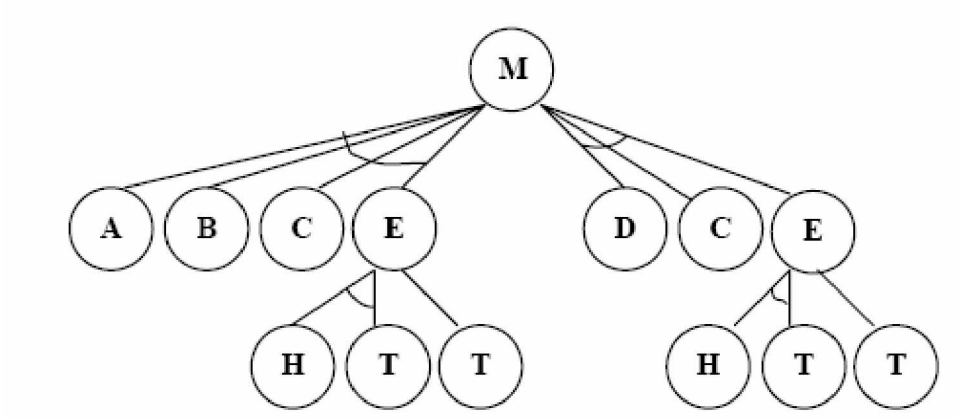
2.1.12 Pohon *AND/OR*

Masalah M dicari solusinya dengan 4 kemungkinan yaitu A *OR* B *OR* C *OR* D. Masalah M hanya dapat diselesaikan dengan A *AND* B *AND* C *AND* D



Gambar 2.3 Node *AND/OR* [8]

Contoh : Dengan menggunakan pohon AND/OR tujuan yang dicapai pada pohon di Gambar sebelumnya bisa dipersingkat hanya sampai level-2 saja.



Gambar 2.4 Pohon *AND/OR* [8]

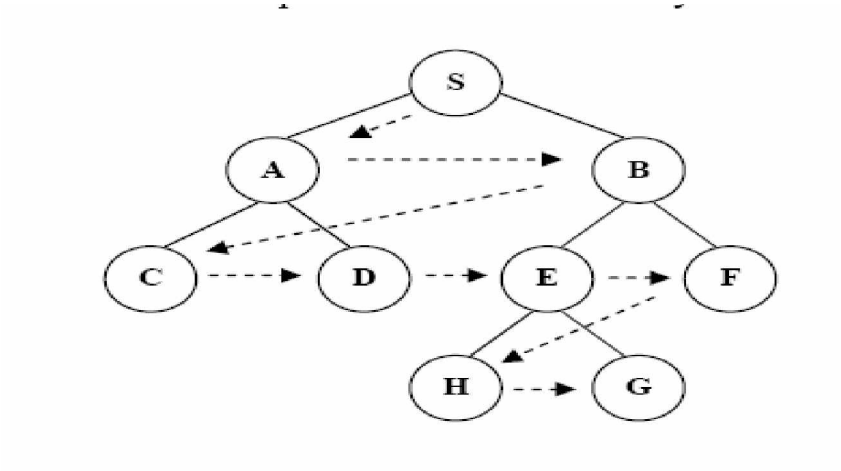
2.1.13 Metode Pelacakan

Hal penting dalam menentukan keberhasilan sistem cerdas adalah kesuksesan dalam pencarian. Pada dasarnnya ada dua teknik pencarian yaitu :

A. Pencarian Buta (*Blind Search*)

1. *Breadth – First Search*

Semua node pada level n akan dikunjungi terlebih dahulu sebelum mengunjungi node-node pada level n+1. pencarian dimulai dari node akar terus ke level 1 dari kiri ke kanan, kemudian berpindah ke level berikutnya dari kiri ke kanan hingga solusi ditemukan.



Gambar 2.5 *Breadth -First Search* [8]

Keuntungan Metode *Breadth -First Search* :

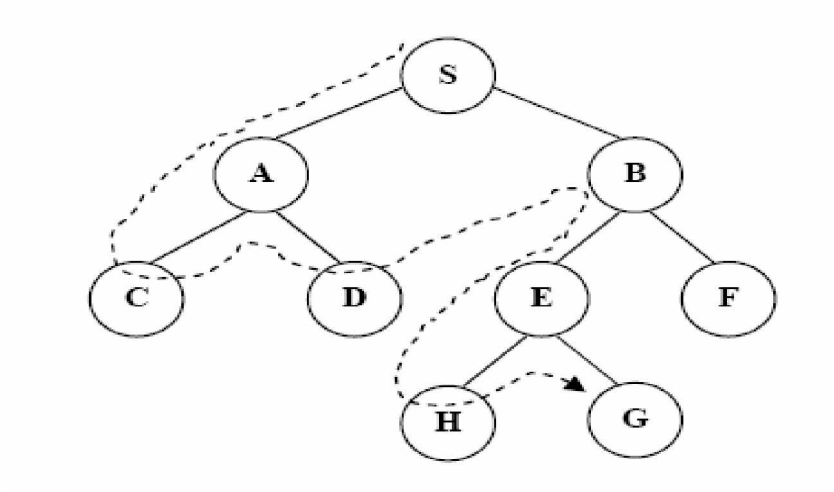
a. tidak akan menemui jalan buntu
b. jika ada 1 solusi, maka breadth – first search solusi, maka solusi minimum akan ditemukan.

Kelemahan Metode *Breadth -First Search* :

a. membutuhkan memori yang cukup banyak
b. membutuhkan waktu yang cukup lama.

2. *Depth – First Search*

Proses pencarian dilakukan pada semua anaknya sebelum dilakukan pencarian ke node-node yang selevel. Pencarian dimulai dari node akar ke level yang lebih tinggi. Proses diulangi terus hingga ditemukan solusi.



Gambar 2.6 *Depth – First Search* [8]

Keuntungan dari Metode *Depth – First Search*:

a. membutuhkan memori relatif kecil, karena hanya node-node pada lintasan yang aktif saja yang disimpan
b. Secara kebetulan, akan menemukan solusi tanpa harus menguji lebih banyak lagi dalam ruang keadaan

Kelemahan Metode *Depth – First Search* :

a. Memungkinkan tidak ditemukannya tujuan yang diharapkan
b. Hanya mendapat 1 solusi pada setiap pencarian .

B. *Heuristic Search*

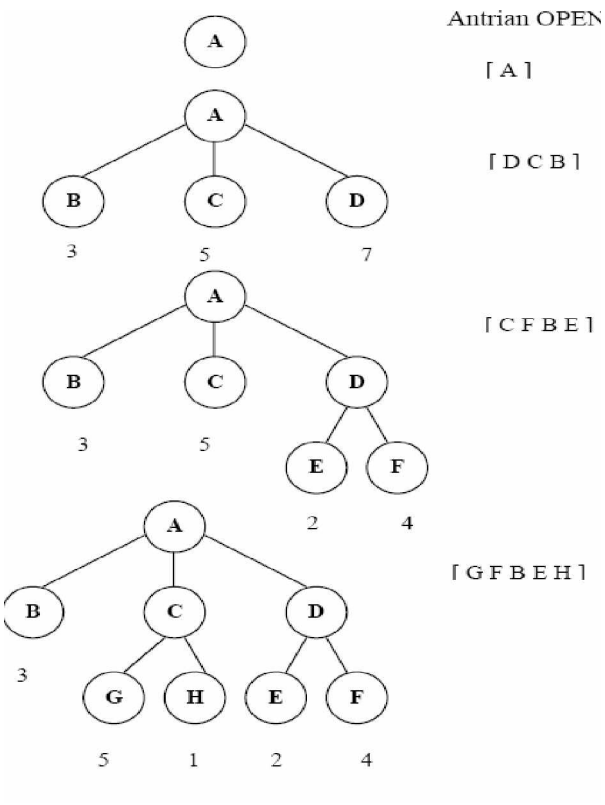
Pencarian buta tidak selalu dapat diterapkan dengan baik, hal ini disebabkan waktu aksesnya yang cukup lama & besarnya memori yang diperlukan. Kelemahan ini dapat diatasi jika ada informasi tambahan dari domain yang bersangkutan.

1. Metode *Best First Search*

Metode best first search merupakan kombinasi dari metode depth first search dan breadth first search dengan mengambil kelebihan dari kedua metode tersebut. Hill climbing tidak diperbolehkan untuk kembali ke node pada lebih rendah meskipun node tersebut memiliki nilai heuristik lebih baik. Pada best first search, pencarian diperbolehkan mengunjungi node di lebih rendah, jika ternyata node di level lebih tinggi memiliki nilai heuristik lebih buruk. Untuk mengimplementasikan metode ini, dibutuhkan 2 antrian yang berisi node-node, yaitu :

OPEN : berisi node-node yang sudah dibangkitkan, sudah memiliki fungsi heuristik namun belum diuji. Umumnya berupa antrian berprioritas yang berisi elemen-elemen dengan nilai heuristik tertinggi.

CLOSED : berisi node-node yang sudah diuji



Gambar 2.7 *Best– First Search* [8]

Diasumsikan node dengan nilai yang lebih besar memiliki nilai evaluasi yang lebih baik. Pada keadaan awal, antrian berisi A. Pengujian dilakukan di level pertama, node D memiliki nilai terbaik, sehingga menempati antrian pertama, disusul dengan C dan B. Node D memiliki cabang E dan F yang masing-masing bernilai 2 & 4. Dengan demikian C merupakan pilihan terbaik dengan menempati antrian pertama. Demikian seterusnya.

2.2 Basis Data

Basis dataterdiri dari dua kata, yaitu Basis dan Data. Basis diartikan sebagai markas atau gudang tempat berkumpul. Sedangkan Data adalah representasi fakta dunia nyata yang mewakili suatu objek seperti manusi, barang, peristiwa, konsep, keadaan dan sebagainya yang direkam dalam bentuk angka, huruf, symbol, teks, gambar, bunyi, dan kombinasinya.

Database adalah kumpulan file-file yang saling bereaksi, reaksi tersebut biasa ditujunjukan dengan kunci tiap file yang ada [3]. Merancang database adalah bagian merancang sehingga database dapat memuaskan keperluaan saat ini dan masa mendatang. Terdapat dua buah teknik untuk merancang database, yaitu dengan teknik normalisasi dan teknik *entity relationship.*

2.2.1 Pengertian Sistem Basis Data

Sistem basis data adalah sistem yang terdiri dari kumpulan file (tabel) yang saling berhubungan (dalam sebuah basis data sistem komputer) dan sekumpulan program yang memungkinkan beberapa pemakai dan program lain untuk mengakses dan memanipulasi file-file (table-tabel) tersebut [5]. Komponen-komponen utama sebuah sistem basis data:

1. Perangkat Keras (*Hardware*)
2. Sistem Operasi (*Operating System*)
3. Basis Data (*database*)

4. sistem Pengolahan Basis Data
5. Pemakai (*use*r)
6. Aplilkasi (perangkat lunak) lain (bersifat opsional)

2.3 Pemodelan Analisis Perangkat Lunak

2.3.1 *Flowchart*

Flowchart merupakan gambaran dalam bentuk diagram alir dari algoritma-algoritma dalam suatu program, yang menyatakan arah alur program tersebut. Hal tersebut memungkinkan untuk memecah proses menjadi kejadian-kejadian individual atau aktifitas untuk menunjukan secara singkat hubungan diantaranya. Konstruksi *flowchart* memungkinkan pengertian lebih baik kepada proses dan pengertian yang lebih baik terhadap proses akan membawa kepada perbaikan pengembangan suatu sistem.

2.3.2 *Data Flow Diagram* (DFD)

Data flow diagram (DFD) adalah diagram yang menggunakan notasi-notasi untuk menggambarkan arus dari data sistem [6].

Diagram arus data sering digunakan untuk menggambarkan suatu sistem yang telah ada atau sistem baru yang akan dikembangkan secara ligika tanpa memperrtimbangkan lingkungan fisik dimana data tersebut akan disimpan. Diagram

arus data merupakan alat yang sangat populer saat ini, karena dapat menggambarkan arus data dalam sistem dengan terstruktur.

2.3.3 Diagram Konteks

Context diagram atau diagram konteks meupakan diagram yang terdiri dari suatu proses dan menggambarkan ruang lingkup suatu sistem [6]. Alat permodelan ini digunakan untuk menggambarkan aliran informasi sistem dengan lingkungan, serta mendeskripsikan fungsi sebuah sistem. Digambarkan dengan sebuah lingkaran yang terhubung dengan entitas luar yang terlibat dalam sistem.

2.3.4 Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) adalah model jaringan yang menggunakan susunan data yang disimpan dalam sistedm secara abstrak. Atau juga dapat dikatakan sebagai sebuah teknik untuk menggambarkan informasi yang dibutuhkan dalam sistem dan hubungan antar data-data tersebut [6].

Secara terjemahan dalam bahasa indonesia, Entity Relationship Diagram adalah diaram relasi atau keterhubungan entitas. Dari model *Entity Relationship Diagram* akan didapatkan pula kejelasan aktivitas yang dilakukan dalam sistem didalam entity Relationship Diagram (ERD) dikenal beberapa komponen, yaitu sebagai berikut:

a. Entitas *(Entity)*

Adalah suatu objek yang memiliki huubungan dengan objek lain. Dalam ERD digambarkan dengan bentuk persegi panjang.

b. Hubungan (*Relationship*)

Dimana entitas dapat berhubungan dengan entitas lain, hubungan ini disebut dengan entity relationship yang digambarkan dengan garis.

Ada empat bentuk relasi dasr pada database, yaitu:

a. *One-to-One*

Artinya satu data memiliki satu data pasangan.

b. *One-to Many*

Artinya satu data memiliki beberapa data pasangan.

c. *Many-to-One*

Artinya beberapa data memiliki satu data pasangan.

d. *Many-to-Many*

Artinya beberapa data memiliki beberapa data pasangan.

2.3.5 Kamus Data

Kamus data adalah suatu daftar atau kamus dari seluruh elemen-elemen data yang diperlukan oleh suatu sistem. Kamus data dibuat berdasarkan arus data yang terdapat pada DFD. Arus data dalam DFD bersifat global sehingga hanya dapat ditunjukkan nama arus datanya saja dan keterangan lebih lanjut mengenai struktur arus data dapat dilihat dari kamus data[6].

2.6 Software Pendukung

Untuk membangun sebuah Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Mata Pada Manusia Dengan Metode *Certainty Factor* Berbasis Web dibutuhkan perangkat lunak yang menunjang yaitu bahasa pemrograman PHP dengan program aplikasi Macromedia Dreamwaver 8 sebagai editornya, dengan *Database Management System* (DBMS) menggunakan MySQL.

2.4.1 PHP

PHP (akronim dari PHP *Hypertext Preprocessor*) yang merupakan bahasa pemrogramman berbasis web yang memiliki kemampuan untuk memproses data dinamis [10].

PHP dikatakan sebagai sebuah server-side embedded script language artinya sintaks-sintaks dan perintah yang kita berikan akan sepenuhnya dijalankan oleh server tetapi disertakan pada halaman HTML biasa [10]. Aplikasi-aplikasi yang dibangun oleh PHP pada umumnya akan memberikan hasil pada *web browser*, tetapi prosesnya secara keseluruhan dijalankan di server.

Pada prinsipnya server akan bekerja apabila ada permintaan dari *client.* Dalam hal ini client menggunakan kode-kode PHP untuk mengirimkan permintaan ke *server*. Ketika menggunakan PHP sebagai *server-side embedded script language* maka *server* akan melakukan hal-hal sebagai berikut :

1. Membaca permintaan dari *client/browser*
2. Mencari halaman/*page* di *server*
3. Melakukan instruksi yang diberikan oleh PHP untuk melakukan modifikasi pada halaman/*page*.
4. Mengirim kembali halaman tersebut kepada *client* melalui *internet* atau *intranet.*

2.4.2 Macromedia Dreamwaver 8

Macromedia Dreamweaver merupakan editor visual yang proporsal untuk menambah dan mengolah situs web dan halaman-halaman HTML [1]. Dengan Dreamweaver sangat mudah membuat dan mengedit lintas platform termasuk lintas platform browser. Dreamweaver menyediakan desain tingkat tinggi dan tool-tool untuk layout, kemudian juga sangat mudah menggunakan kemampuan *Dynamic HTML* seperti animasi layer dan behavior tanpa perlu menulis kode programnya. Teknologi *roundrip* HTML dari macromedia mengimpor dokumen HTML tanpa perlu memformat ulang kodenya dan kita bisa mengeset Dreamweaver untuk merapikan dan memformat ulang HTML jika menginginkannya. Deramweaver juga menyediakan tool SQL sederhana yang memungkinkan untuk membuat query tanpa harus menguasai SQL.

2.4.3 Pengertian *Database*

Database pada dasarnya adalah komputerisasi sistem penyimpanan data yang bertujuan memelihara informasi agar informasi tersedia pada saat dibutuhkan. Berikut ini pengertian database yang diberikan oleh James Martin, tertuang dalam bukunya berjudul *Data Organization* : "Database adalah suatu kumpulan data terhubung yang tersimpan secara bersama pada suatu median, tidak perlu suatu kerangkapan data dengan cara tertentu sehingga mudah untuk digunakan atau ditampilkan kembali".

2.4.3.1 MySQL

MySQL adalah perangkat lunak pengolah database yang sangat populer, terutama di kalangan pengguna sistem operasi berbasis Unix. MySQL merupakan perangkat lunak yang bersifat open source dan menggunakan bahasa stander SQL (*Structured Query Language*).

Kelebihan MySQL sebagai SQL Server dan Database adalah :

1. Source MySQL dapat diperoleh dengan mudah dan gratis
2. Memiliki kecepatan dan stabilitas yang sangat baik
3. Syntax-nya lebih mudah dipahami dan tidak rumit
4. Pengaksesan database dapat dilakukan dengan mudah

2.6 Aplikasi Web

Aplikasi web adalah program yang menggunakan HTTP sebagai protocol komunikasi dan menyampaikan informasi berbasis web kepada pemakai dalam bentuk HTML.

2.5.1 Definisi Web Server

Web Server adalah merupakan suatu server internet yang menggunakan protokol HTTP (*Hipertext Tranfer Protocol*) untuk melayani semua proses pentranferan data. Web Server hingga saat ini merupakan *server* yang dapat dikatakan sebagai tulang punggung bagi semua pengguna internet. Hal ini dikarenakan, *web server* bukan hanya bisa melayani jenis data dalam bentuk text, akan tetapi juga dapat menampilkan format-format data dalam bentuk gambar, suara dan juga dapat berinteraksi dalam dunia wireless internet dengan menjadikannya sebagai sebuah WAP (*Wireless Access Protocol*) *gateway* dan sebagainya. *Web Sever* adalah sebuah komputer yang menyediakan layanan internet server, juga disebut dengan site. Apache, IIS (Internet Information Service), dan Xitami merupakan contoh perangkat lunak web server. Secara internal *web server* inilah yang berkomunikasi dengan perangkat lunak lain yang berfunngsi untuk menterjemahkan kode-kode tertentu, menjalankan kode-kode tersebut, dan memungkinkan berinteraksi dengan basis data, PHP, Perl, ASP adalah beberapa contoh *middleware*.

2.5.1 Apache

Untuk menjalankan PHP dan MySQL, Anda membutuhkan web server. Web server yang juga dikenal dengan istilah HTTPD (*Hypertext Tranfer protocol Daemon*) atau HTTP server adalah sevice yang bekerja untuk melayani request dari HTTP client (*web browser*) ke komputer server. PHP dan MySQL dapat bekerja sama dengan banyak web server. Salah satu web server yang dikenal dan sudah terbukti ketangguhannya serta konektivitasnya dengan PHP dan MySQL adalah *apache*. Seperti halnnya PHP dan MySQL, apache juga dikembangkan oleh komunitas open source di internet. Saat ini *apache* merupakan web server paling populer. Berdasarkan hasil penelitian Netcrat Web Server Survey pada tahun 2002, 63% website di dunia menggunakan apache sebagai *web server*.

2.6 Teori Penyakit Mata

2.6.3 Penyakit Katarak

Katarak adalah setiap keadaan kekeruhan pada lensa yang dapat terjadi akibat penambahan cairan di lensa, pemecahan protein lensa, atau kedua-duanya [2].

Katarak biasanya terjadi pada usia lanjut dan bisa diturunkan. Pembentukan katarak dipercepat oleh faktor lingkungan, seperti merokok atau bahan beracun lainnya. Katarak bisa disebabkan oleh:

a Cedera mata

b Penyakit metabolik (misalnya *diabetes*)

c Obat-obat tertentu (misalnya kortikosteroid).

Katarak kongenitalis adalah katarak yang ditemukan pada bayi ketika lahir (atau beberapa saat kemudian). Katarak kongenitalis bisa merupakan penyakit keturunan (diwariskan secara *autosomal dominan*) atau bisa disebabkan oleh: Infeksi kongenital, seperti campak Jerman, dan berhubungan dengan penyakit metabolik, seperti *galaktosemia*. Faktor resiko terjadinya katarak kongenitalis adalah:

a Penyakit metabolik yang diturunkan

b Riwayat katarak dalam keluarga

c Infeksi virus pada ibu ketika bayi masih dalam kandungan.

Katarak pada dewasa biasanya berhubungan dengan proses penuaan. Katarak pada dewasa dikelompokkan menjadi:

a. Katarak *immatur* : lensa masih memiliki bagian yang jernih
b. Katarak *matur* : lensa sudah seluruhnya keruh
c. Katarak *hipermatur* : ada bagian permukaan lensa yang sudah merembes melalui *kapsul* lensa dan bisa menyebabkan peradangan pada struktur mata yang lainnya.

Kebanyakan lensa agak keruh setelah usia 60 tahun. Sebagian besar penderita mengalami perubahan yang serupa pada kedua matanya, meskipun perubahan pada salah satu mata mungkin lebih buruk dibandingkan dengan mata yang lainnya. Banyak penderita katarak yang hanya mengalami gangguan penglihatan yang ringan

dan tidak sadar bahwa mereka menderita katarak. Faktor yang mempengaruhi terjadinya katarak adalah:

a. kadar kalsium darah yang rendah
b. *diabetes*
c. pemakaian kortikosteroid jangka panjang
d. berbagai penyakit peradangan dan penyakit metabolik.
e. faktor lingkungan (trauma, penyinaran, sinar *ultraviolet*).

2.6.3 *Glaukoma*

Glaukoma adalah suatu penyakit dimana tekanan di dalam bola mata meningkat, sehingga terjadi kerusakan pada *saraf optikus* dan menyebabkan penurunan fungsi penglihatan [2]. Terdapat 4 jenis glaukoma:

1 *Glaukoma* Sudut Terbuka
2 *Glaukoma* Sudut Tertutup
3 *Glaukoma Kongenitalis*
4 *Glaukoma* Sekunder.

Keempat jenis glaukoma ditandai dengan peningkatan tekanan di dalam bola mata dan karenanya semuanya bisa menyebabkan kerusakan saraf optikus yang progresif.

Penyebab *Glaukoma* dikarenakan *bilik anterior* dan *bilik posterior* mata terisi oleh cairan encer yang disebut *humor aqueus*. Dalam keadaan normal, cairan ini

dihasilkan di dalam bilik posterior, melewati pupil masuk ke dalam bilik anterior lalu mengalir dari mata melalui suatu saluran. Jika aliran cairan ini terganggu (biasanya karena penyumbatan yang menghalangi keluarnya cairan dari bilik anterior), maka akan terjadi peningkatan tekanan. Peningkatan tekanan intraokuler akan mendorong perbatasan antara saraf optikus dan *retina* di bagian belakang mata. Akibatnya pasokan darah ke saraf optikus berkurang sehingga sel-sel sarafnya mati. Karena saraf optikus mengalami kemunduran, maka akan terbentuk *bintik buta* pada lapang pandang mata. Yang pertama terkena adalah lapang pandang tepi, lalu diikuti oleh lapang pandang sentral. Jika tidak diobati, glaukoma pada akhirnya bisa menyebabkan kebutaan.

2.6.3 Kelainan Refraksi

Dalam keadaan normal, mata menghasilkan gambaran yang jelas karena cahaya yang masuk dibiaskan oleh *kornea* dan *lensa*, sehingga terfokus ke *retina*. Retina mengirimkan gambaran yang terbentuk ke otak melalui *saraf optikus*. Bentuk kornea tetap, tetapi bentuk lensa berubah agar terfokus pada objek yang memiliki jarak yang berlainan dari mata [2]. Pada kelainan refraktif, cahaya tidak dibiaskan sebagaimana mestinya sehingga gambaran yang terbentuk terlihat kabur.

Jenis-jenis kelainan refraksi [2]:

1 Miopia

Mata miopik lebih panjang daripada normal, sehingga cahaya terfokus di

depan retina. Objek pada jarak pendek tampak jelas, tetapi objek pada jarak jauh terlihat kabur. Pada miopia, objek pada jarak jauh terlihat kabur karena mata terlalu panjang dan gambaran terfokus di depan retina bukan tepat pada retina.

Miopia merupakan kelainan yang diturunkan dan seringkali ditemukan pada anak-anak ketika mereka berusia 8-12 tahun. Antara usia 13-19 tahun, ketika tubuh mengalami pertumbuhan yang pesat, miopia semakin memburuk. Antara usia 20-40 tahun, biasanya terjadi sedikit perubahan. Jika sifatnya ringan maka disebut *miopia rendah*, jika berat disebut *miopia tinggi*.

2 Hipermitropia

Mata hiperopik lebih pendek daripada normal. Cahaya dari objek jarak dekat (misalnya ketika membaca buku), tidak dapat terfokus secara jelas pada retina. Mata terlalu pendek sehingga objek jarak dekat terlihat kabur. Hiperopia juga diturunkan. Bayi dan anak-anak cenderung mengalami hiperopia ringan. Sejalan dengan pertumbuhan dan bertambah panjangnya mata, hiperopia semakin berkurang.

3 Astigmata

Kornea merupakan jendela mata. Kornea yang normal berbentuk bundar dan licin, seperti halnya bola basket. Pada astigmata, kornea lebih melengkung ke satu arah, berbentuk oval. Astigmata menyebabkan distorsi atau pandangan

kabur pada objek jarak dekat maupun jarak jauh. Penglihatan penderita hampir menyerupai penglihatan di rumah kaca, dimana seseorang terlihat terlalu tinggi, terlalu lebar atau terlalu kurus Astigmata bisa ditemukan bersama-sama dengan miopia maupun hiperopia.