BAB II

TINJAUAN TEORI

2.1 Kecerdasan Buatan (Artificial Intellegence)

Artificial Intelligence (AI) atau kecerdasan buatan merupakan cabang dari ilmu komputer yang konsern dengan pengautomatisasi tingkah laku cerdas. Pernyataan tersebut juga dapat dijadikan definisi dari AI. Definisi ini menunjukkan bahwa AI adalah bagian dari komputer sehingga harus didasarkan pada *sound theoretical* (teori suara) dan prinsip – prinsip aplikasi dari bidangnya. Prinsip – prinsip ini meliputi struktur data yang digunakan dalam representasi pengetahuan, algoritma yang diperlukan untuk mengaplikasikan pengetahuan tersebut, serta bahasa dan teknik pemrograman yang digunakan dalam mengimplementasikannya.

2.1.1 Definisi Kecerdasan Buatan (Artificial Intellegence)

Ada beberapa definisi kecerdasan buatan (Artificial Intellegence), antara lain :

1. Menurut Sri Kusumadewi [2003] Artificial Intellegence merupakan " salah satu bagian ilmu komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia.
2. Menurut Anita Desiani dan Muhammad Arhami [2006] Artificial Intellegence adalah " Bagian dari komputer sehingga harus didasarkan pada *Sound Theoretical* (Teori Suara) dan prinsip – prinsip dibidangnya. Prinsip – prinsip ini meliputi struktur data yang digunakan dalam

representasi pengetahuan, algoritma yang diperlukan untuk mengaplikasikan pengetahuan tersebut, serta bahasa dan teknik pemrograman yang digunakan dalam mengimplementasikannya.

Dari definisi diatas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa kecerdasan buatan (Artificial Intellegence) adalah suatu ilmu yang mempelajari cara membuat komputer yang didalamnya terdapat pengetahuan – pengetahuan yang diperlukan untuk mengaplikasikannya, sehingga komputer ini dapat melakukan pekerjaan – pekerjaan yang dilakukan oleh manusia.

2.2 Sejarah Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan termasuk bidang ilmu yang relatif muda. Pada tahun 1950-an para ilmuan dan peneliti mulai memikirkan bagaimana caranya agar mesin dapat melakukan pekerjaannya seperti yang bisa dikerjakan oleh manusia. Alan Turing, seorang matematikawan dari Inggris pertama kali mengusulkan adanya tes untuk melihat tidaknya sebuah mesin dikatakan cerdas. Hasil tes tersebut kemudian dikenal dengan Turing Test, dimana si mesin tersebut menyamar seolah – olah sebagai seseorang di dalam suatu permainan yang mampu memberikan respon terhadap serangkaian pertanyaan yang diajukan. Turing beranggapan bahwa, jika mesin dapat membuat seseorang percaya bahwa dirinya mampu berkomunikasi dengan orang lain, maka dapat dikatakan bahwa mesin tersebut cerdas (seperti layaknya manusia).

Kecerdasan Buatan atau " *Artificial Intellegence* " itu sendiri dimunculkan oleh seorang profesor dari Massachusetts Instituts of

Technology yang bernama John McCarthy pada tahun 1956 pada Dartmouth Conference yang dihadiri oleh para peneliti AI. Pada konferensi tersebut juga didefinisikan tujuan utama dari kecerdasan buatan, yaitu: mengetahui dan memodelkan proses – proses berfikir manusia dan mendesain mesin agar dapat menirukan kelakuan manusia tersebut.

Beberapa program AI yang mulai dibuat pada tahun 1956 – 1966, antara lain :

1. Logic Theorist, diperkenalkan pada Dartmouth Conference, program ini dapat membuktikan teorema – teorema matematika.
2. Sad Sam, diprogram oleh Robert K. Lindsay (1960). Program ini dapat mengetahui kalimat – kalimat sederhana yang ditulis dalam bahasa Inggris dan mampu memberikan jawaban dari fakta – fakta yang didengar dalam sebuah percakapan.
3. ELIZA, diprogram oleh Joseph Weizenbaum (1967). Program ini mampu melakukan terapi terhadap pasien dengan memberikan beberapa pertanyaan.

2.3 Definisi Sistem Pakar

Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikna suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli. Dengan sistem pakar ini, orang awampun 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.

2.4 Sejarah sistem pakar

Perkembangan AI (*Artifficial Intelligence*) merupakan terobosan baru dalam dunia computer. AI berkembang setelah perusahaan General Electric menggunakan computer pertama kali di bidang bisnis. Pada tahun 1956, istilah AI mulai dipopulerkan oleh John McCarthy sebagai suatu tema ilmiah di bidang computer yang diadakan di Dartmouth College.

Pada tahun yang sama computer berbasis AI pertama kali dikembangkan dengan nama Logic Theorist yang melakukan penalaran terbatas untuk teorema kalkulus. Perkembangan ini mendorong para peneliti untuk mengembangkan program lain yang disebut sebagai General Problem Solver (GPS). Program ini bertujuan untuk memecahkan berbagai jenis masalah dan ternyata menjadi tugas yang sangat besar dan sangat berat untuk dikembangkan.

Setelah GPS, ternyata AI banyak dikembangkan dalam bidang permainan atau game, misalnya program permainan catur oleh Shannon (1955) dan program untuk pengecekan masalah oleh Samuel (1963). Banyak juga ahli yang mengimplementasikan AI dalam bidang bisnis dan matematika.

Pada tahun 1972, Newell dan Simon memperkenalkan Teori Logika secara konseptual yang kemudian berkembang pesat dan menjadi acuan pengembangan sistem berbasis kecerdasan buatan lainnya.

Buchanan dan Feigenbaum juga mengembangkan bahasa pemrograman DENDRAL pada tahun 1978. bahasa pemrograman ini dibuat untuk badan

antariksa Amerika Serikat, yaitu NASA, dan digunakan untuk penelitian kimia di planet Mars.

Pada tahun 1976, yaitu 2 tahun sebelum DENDRAL, sebenarnya program sistem pakar sudah dikembangkan secara modern, yaitu MYCIN yang dibuat oleh Shortliffe dengan bahasa pemrograman LISP. Program MYCIN menyimpan ± 500 basis pengetahuan dan basis aturan untuk mendiagnosis penyakit manusia. Program ini juga mengimplementasikan metode penelusuran dan pemecahan masalah, serta mengembangkan berbagai teori penting dalam kecerdasan buatan seperti metode *certainty factor*, teori probabilitas dan teorema *fuzzy*.

Dewasa ini program MYCIN menjadi acuan penting untuk pengembangan sistem pakar secara modern karena di dalamnya telah terintegrasi semua komponen standar yang dibutuhkan oleh sistem pakar itu sendiri.

2.5 Sistem Pakar

Ada beberapa pengertian sistem pakar (*Expert System)*, antara lain :

1. Menurut Sri Kusumadewi[2003] 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."
2. Menurut Anita Desiani dan Muhammad Arhami [2006] Sistem pakar adalah "program komputer yang merupakan cabang dari penelitian ilmu computer yang disebut AI (*Artificial Intelligence)*. Tujuan ilmu AI adalah membuat sesuatu menjadi cerdas dalam hal pemahaman melalui program komputer yang ditunjukan dengan tingkah laku cerdas."

Hal ini berkenan dengan suatu konsep dan metode inferensi simbolik atau penalaran yang dilakukan komputer, dan berkenaan juga dengan bagaimana suatu pengetahuan digunakan untuk membuat suatu kesimpulan yang akan dipresentasikan ke dalam suatu mesin.

Tentu saja istilah *intelligence* (kecerdasan) mencakup berbagai keahlian kognif yang di dalamnya termasuk kemampuan untuk memecahkan permasalahan, belajar dan memahami bahasa. AI merupakan alamat atau tempat yang tepat untuk semua hal tersebut. Banyak kemajuan saat ini telah dibuat di dalam lingkup AI seperti pemecahan masalah, konsep dan metode untuk membuat program yang menalar permasalahan yang ada.

Program – program AI yang mencapai kemampuan tingkat pakar dalam menyelesaikan suatu permasalahan dalam suatu lingkup tertentu dengan menghasilkan suatu pengetahuan tentang masalah yang spesifik dinamakan basis pengetahuan (*knowledge – based)* atau sistem pakar. Sistem pakar merupakan sistem yang berbasis pengetahuan, yaitu sistem yang meniru penalaran dari seorang pakar dalam bidang tertentu. Sistem ini menggunakan pengetahuan manusia untuk menyelesaikan masalah yang biasanya memerlukan kepakaran seorang ahli (Turban, 2001). Bentuk pengetahuan dalam suatu area kepakaran tertentu dapat di kategorikan sebagai berikut (Firebaugh, 1989) :

1. Objek

   Bentuk ini meliputi sifat – sifat objek secara fisis yang dapat diperoleh dari pernyataan sederhana, aturan IF – THEN, dan daftar atribut dari objek tersebut.

2. Kejadian

   Bentuk ini meliputi aksi dan kejadian. Kejadian secara umum menentukan suatu elemen waktu dan dapat menunjukan sebab akibat.

3. Performance

   Bentuk ini meliputi informasi tentang bagaimana melakukan pekerjaan tertentu.

4. Meta – Pengetahuan (*Meta – Knowledge)*.

   Meta – pengetahuan adalah pengetahuan yang dimiliki sistem tentang pengetahuan internalnya (Rolston,1988).

Seorang pakar dengan sistem pakar mempunyai banyak perbedaan. Darkin (1994) mengemukakan perbandingan kemampuan antara seorang pakar dengan sebuah sistem pakar seperti pada table 2.1 berikut ini :

Table 2.1 Perbandingan kemampuan pakar dengan sistem pakar

(Anita Desiani dan Muhammad Arhami,2006)

Factor	Human ekspert	Ekspert system
Time availibility	*Hari kerja*	*Setiap saat*
Geografis	Local / tertentu	Dimana saja
Keamanan	Tidak tergantikan	Dapat diganti
Perishable / dapat habis	ya	Tidak
Performansi	Variable	Konsisten
Kecepatan	Variable	Konsisten
Biaya	Tinggi	Terjangkau

Dari table diatas, dapat dikembangkan penjelasan lebih lanjut tentang keunggulan sistem pakar dibandingkan seorang pakar, yaitu :

1. Sistem pakar bisa digunakan setiap harinya yang menyerupai sebuah mesin, sedangkan seorang pakar tidak mungkin bekerja terus – menerus setiap hari tanpa beristirahat.
2. Sistem pakar merupakan suatu perangkat lunak yang dapat diperbanyak, kemudian dibagikan ke berbagai lokasi maupun tempat yang berbeda – beda untuk dapat digunakan, sedangkan seorang pakar hanya bekerja pada satu tempat dan pada saat yang bersamaan.
3. Suatu sistem pakar dapat diberi pengamanan untuk menentukan siapa saja yang mempunyai hak akses untuk menggunakannya dan jawaban yang diberikan oleh sistem terbebas dari proses intimidasi/ ancaman, sedangkan seorang pakar bisa saja mendapat ancaman atau tekanan pada saat menyelesaikan permasalahan.
4. Pengetahuan (*Knowledge)*yang disimpan pada sistem pakar tidak akan bisa hilang / lupa yang dalam hal ini tentunya harus didukung oleh maintenance yang baik, sedangkan pengetahuan seorang pakar manusia lambat laun akan hilang karena meninggal, usia yang makin tua, maupun menderita suatu penyakit. Walaupun pengetahuan yang dimilikinya dalam waktu yang singkat tidak akan hilang, bisa saja seorang pakar mengundurkan diri dari pekerjaannya, pindah tugas atau dipecat dari pekerjaannya sehingga organisasi yang bersangkutan akan kehilangan seorang pakar yang berbakat.

5. Kemampuan memecahkan masalah pada suatu sistem pakar tidak dipengaruhi oleh faktor dari luar seperti intimidasi, perasaan kejiwaan, faktor ekonomi ataupun perasaan tidak suka kepada sistem pakar. Akan tetapi, seorang pakar yang dapat dipengaruhi oleh factor – factor luar seperti yang disebutkan diatas dalam menyelesaikan atau memecahkan suatu masalah, sehingga jawaban yang diberikan dapat berbeda – beda walaupun masalahnya sama. Atau dengan kata lain, seorang pakar boleh jadi tidak konsisten.
6. Umumnya, kecepatan dalam memecahkan masalah pada suatu sistem pakar relatif lebih cepat dibandingkan oleh seorang pakar manusia. Hal ini sudah dibuktikan pada beberapa sistem pakar yang terkenal didunia.
7. Biaya menggaji seorang pakar lebih mahal bila dibandingkan dengan memakai program sistem pakar (dengan asumsi bahwa program sistem pakar itu sudah ada).

Dengan demikian, bisa ditarik kesimpulan beberapa alasan mendasar pengembangan sistem pakar untuk menggantikan seorang pakar, diantaranya :

1. Dapat menyediakan kepakaran setiap waktu dan di berbagai lokasi.
2. Secara otomatis mengerjakan tugas – tugas rutin yang membutuhkan seorang pakar.
3. Seorang pakar akan pensiun atau pergi.
4. Kepakaran dibutuhkan juga pada lingkungan yang tidak bersahabat (*hostile environment).*

Ada banyak manfaat yang dapat diperoleh dengan mengembangkan sistem pakar, antara lain :

1. Masyarakat awan non – pakar dapat memanfaatkan keahlian di dalam bidang tertentu tanpa kehadiran langsung seorang pakar.
2. Meningkatkan produktifitas kerja, yaitu bertambah efisiensi pekerjaan tertentu serta hasil solusi kerja.
3. Penghematan waktu dalam menyelesaikan masalah yang kompleks.
4. Memberikan penyederhanaan solusi untuk kasus – kasus yang kompleks dan berulang – ulang.
5. Pengetahuan dari seorang pakar dapat didokumentasikan tanpa ada batas waktu.
6. Memungkinkan penggabungan berbagai bidang pengetahuan dari berbagai pakar untuk dikombinasikan.

2.6 Ciri – ciri dan Kategori masalah sistem pakar

Sistem pakar merupakan program – program praktis yang menggunakan strategi heuristik yang dikembangkan oleh manusia untuk menyelesaikan permasalahan – permasalahan yang spesifik (khusus), disebabkan oleh keheuristikannya dan sifatnya yang berdasarkan pada pengetahuan sehingga umumnya sistem pakar bersifat :

1. Memiliki informasi yang handal, baik dalam menampilkan langkah – langkah maupun dalam menjawab pertanyaan – pertanyaan tentang proses penyelesaian.

2. Mudah dimodifikasi, yaitu dengan menambah atau menghapus suatu kemampuan dari basis pengetahuannya.
3. Heuristik dalam menggunakan pengetahuan (yang sering kali tidak sempurna) untuk mendapatkan penyelesaiannya.
4. Dapat digunakan dalam berbagai jenis komputer.
5. Memiliki kemampuan untuk beradaptasi.

Sistem pakar saat ini telah dibuat untuk memecahkan berbagai macam permasalahan dalam berbagai bidang seperti matematika, teknik, kedokteran, kimia, farmasi, sains komputer, bisnis, hukum, pendidikan sampai pertahanan. Secara umum, ada beberapa kategori dan area permasalahan sistem pakar, yaitu :

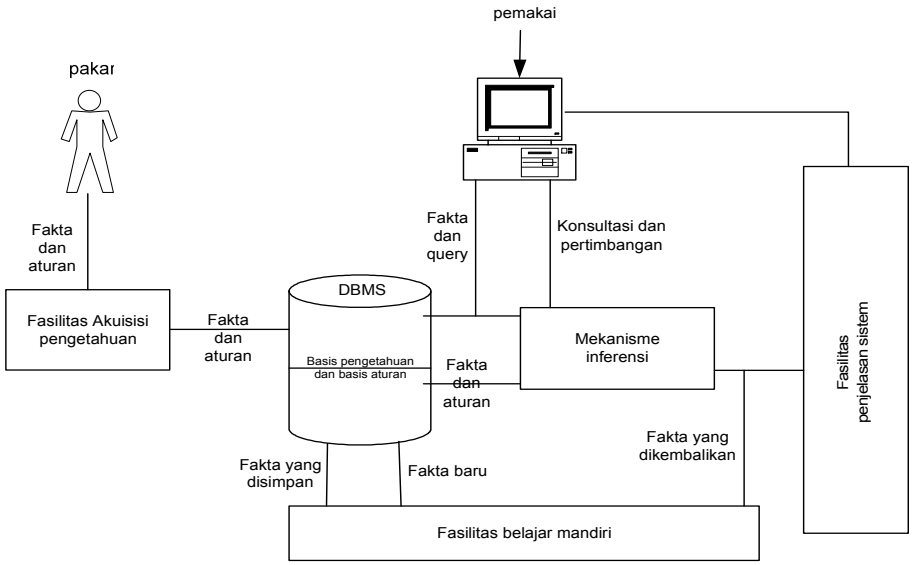
1. Interpretasi yaitu pengambilan keputusan atau deskripsi tingkat tinggi dari sekumpulan data mentah. Termasuk di antaranya juga pengawasan, pengenalan ucapan, analisis citra, interpretasi sinyal dan beberapa analisis kecerdasan
2. Proyeksi, yaitu memprediksi akibat – akibat yang dimungkinkan dari situasi – situasi tertentu, di antaranya peramalan, prediksi demografis, peramalan ekonomi, prediksi lalu lintas, estimasi hasil, militer, pemasaran atau peramalan keuangan.
3. Diagnosis, yaitu menentukan sebab malfungsi dalam situasi kompleks yang didasarkan pada gejala – gejala yang teramati, di antaranya medis, elektrolis, mekanis dan diagnosis perangkat lunak.
4. Desain, yaitu menentukan konfigurasi komponen – komponen sistem yang cocok dengan tujuan – tujuan kinerja tertentu yang memenuhi

kendala – kendala tertentu. Diantaranya layout sirkuit dan perancangan bangunan.

5. Perencanaan, yaitu merencanankan sarangkaian tindakan yang dapat mencapai sejumlah tujuan dengan kondisi awal tertentu, diantaranya adalah perencanaan keuangan, komunikasi, militer, pengembangan produk, routing dan manajemen proyek.
6. Monitoring, yaitu membandingkan antara tingkah laku suatu sistem yang teramati dengan tingkah laku yang diharapkan darinya, misalnya adalah *computer Aided Monitoring System.*
7. Debugging dan repair, yaitu menentukan dan mengimplementasikan cara – cara untuk mengatasi malfungsi, diantaranya memberikan resep obat terhadap suatu kegagalan.
8. Intruksi, yaitu mendeteksi dan mengoreksi defisiensi dalam pemahaman domain subjek, diantaranya melakukan instruksi untuk diagnosis, debugging dan perbaikan kinerja.
9. Pengendalian, yaitu mengatur tingkah laku suatu environment yang kompleks seperti control terhadap interpretasi – interpretasi, prediksi, perbaikan dan monitoring kelakuan sistem.
10. Seleksi, yaitu mengidentifikasikan pilihan terbaik dari sekumpulan (list) kemungkinan.
11. Simulasi, yaitu pemodelan interaksi antara komponen – komponen sistem.

2.7 Struktur sistem pakar

Suatu sistem disebut sebagai sistem pakar jika mempunyai ciri dan karakteristik tertentu. Hal ini juga harus didukung oleh komponen – komponen sistem pakar yang mampu menggambarkan tentang ciri dan karakteristik tersebut. Komponen sistem pakar dapat digambarkan pada Gambar 2.1 Struktur bagan sistem pakar.

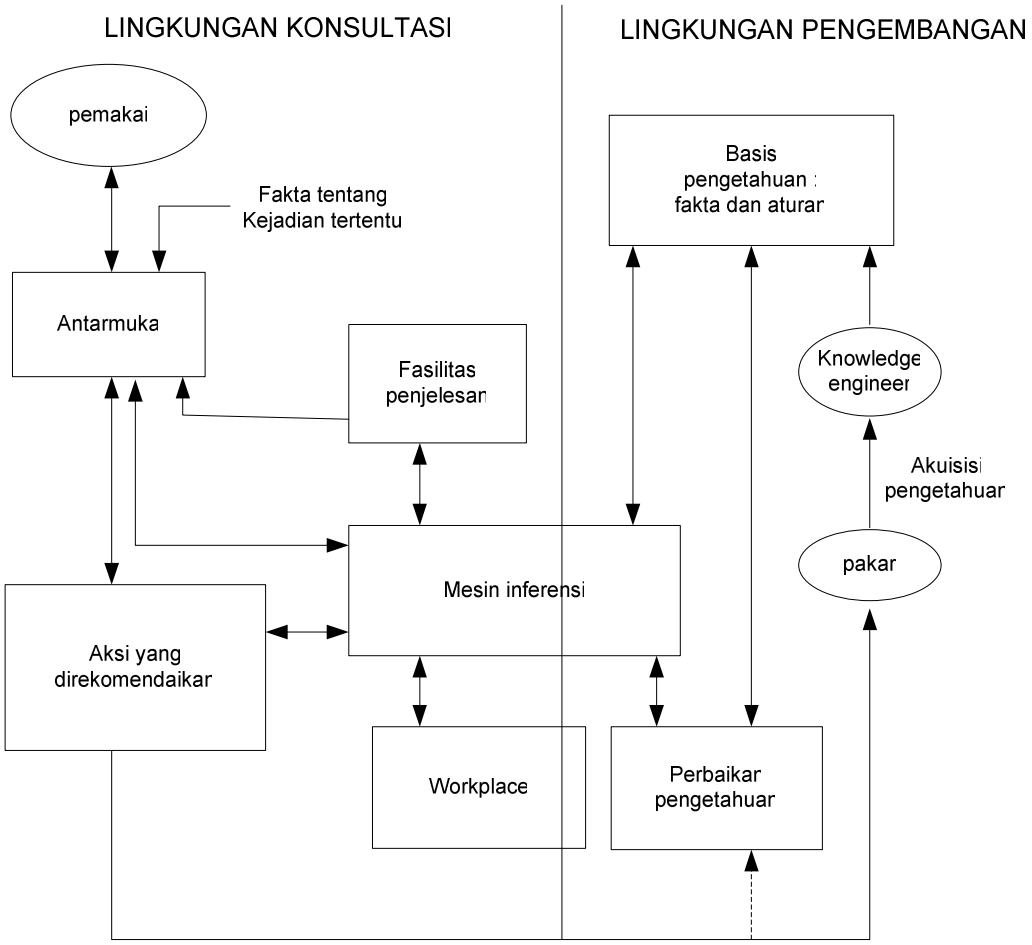


Gambar 2.1 struktur bagan sistem pakar

Kelima komponen penting pada gambar tersebut adalah akuisisi pengetahuan, basis pengetahuan dan basis aturan, mekanisme inferensi fasilitas penjelasan program dan antar muka pemakai yang merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Sedangkan fasilitas belajar mandiri merupakan komponen yang mendukung system pakar sebagai suatu kecerdasan buatan tingkat lanjut.

2.7.1 Antarmuka pengguna

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 informasi dari sistem dan menyajikannya kedalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pemakai. Menurut Mcleod (1995), pada bagian ini terjadi dialog antara program dan pemakai, yang memungkinkan sistem pakar menerima instruksi dan informasi (*input)* dari pemakai, juga memberikan informasi (*output*) kepada pemakai.



Gambar 2.2 Arsitektur sistem pakar

(Anita Desiani dan Muhammad Arhami, 2006)

2.7.2 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman, formulasi, dan penyelesaian masalah. Komponen sistem pakar ini disusun atas dua elemen dasar, yaitu fakta dan aturan. Fakta merupakan informasi tentang obyek dalam area permasalahan tertentu, sedangkan aturan merupakan informasi tentang cara memperoleh fakta baru dari fakta yang telah diketahui.

Dalam studi kasus pada sistem berbasis pengetahuan, terdapat beberapa karakteristik dibangun yang akan membantu kita dalam membentuk serangkaian prinsip – prinsip arsitekturnya. Prinsip tersebut meliputi:

1. Pengetahuan merupakan kunci kekuatan sistem pakar.
2. Pengetahuan sering tidak pasti dan tidak lengkap.
3. Pengetahuan sering miskin spesifikasi.
4. Amatir menjadi ahli secara bertahap.
5. Sistem pakar harus fleksibel.
6. Sistem pakar harus transparan

Sejarah penelitian di bidang AI telah menunjukan berulang kali bahwa pengetahuan adalah kunci untuk setiap sistem cerdas (*intelligence system*).

2.7.3 Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan (*knowledge acquisition*) 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. Terdapat tiga metode utama dalam akuisisi pengetahuan, yaitu:

1. Wawancara

   Wawancara adalah metode akuisisi yang paling banyak digunakan. Metode ini melibatkan pembicaraan dengan pakar secara langsung dalam suatu wawancara. Terdapat beberapa bentuk wawancara yang dapat digunakan. Masing – masing bentuk wawancara tersebut mempunyai tujuan yang berbeda.

   a. Contoh masalah (kasus)

      Dalam bentuk wawancara ini, pakar dihadapkan dengan suatu masalah nyata.

   b. Wawancara Klasifikasi

      Maksud dari bentuk wawancara ini adalah untuk memperoleh wawasan pakar untuk domain permasalahan tertentu.

   c. Wawancara terarah (*directed interview*)

      Metode ini biasanya merupakan pelengkap bagi metode wawancara dengan menggunakan contoh masalah dan wawancara klasifikasi. Dalam bentuk wawancara ini, pakar dan *knowledge engineer* mendiskusikan domain dan cara penyelesaian masalah dalam tingkat yang lebih umum dari dua metode sebelumnya.

   d. Diskusi kasus dalam konteks sebuah prototipe system

      Dalam metode ini, pakar dihadapkan dengan sebuah kasus contoh dari prototipe sistem. Metode ini digunakan untuk melihat apa yang pakar pikirkan tentang prototipe sistem.

2. Analisis protokol

   Dalam metode akuisisi ini, pakar diminta untuk melakukan suatu pekerjaan dan mengungkapkan proses pemikirannya dengan menggunakan kata – kata. Pekerjaan tersebut direkam, dituliskan, dan dianalisis.

3. Observasi pada pekerjaan pakar

   Dalam metode ini, pekerjaan dalam bidang tertentu yang dilakukan pakar direkam dan diobservasi.

4. Induksi aturan dari contoh

   Metode ini dibatasi untuk sistem berbasis aturan. 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.

Proses akuisisi pengetahuan dibagi ke dalam enam tahapan, yaitu:

1. Tahap identifikasi

   Tahap identifikasi meliputi penentuan komponen – komponen kunci dalam sistem yang sedang dibangun. Komponen kunci ini adalah *knowledge engineer*, pakar, karakteristik masalah, sumber daya dan tujuan. *Knowledge engineer* dan pakar bekerja bersama untuk menentukan berbagai aspek masalah seperti lingkup dari proyek, data input yang dimasukan, bagian – bagian penting dan interaksinya,

bentuk dan isi dari penyelesian, dan kesulitan – kesulitan yang mungkin terjadi dalam pembangunan sistem. Mereka juga harus menentukan sumber pengetahuan seperti basis data, sistem informasi manajemen, buku teks, serta prototipe masalah dan contoh. Selain menentukan sumber pengetahuan, pakar juga mengklarifikasi dan menentukan tujuan – tujuan sistem dalam proses penentuan masalah.

2. Tahap Konseptualisasi

   Konsep – konsep kunci dan hubungannya yang telah ditentukan pada tahap pertama dibuat lebih jelas dalam tahap konseptualisasi.

3. Tahap formalisasi

   Tahap ini melipti pemetaan konsep – konsep kunci, submasalah dan bentuk aliran informasi yang telah ditentukan dalam tahap – tahap sebelumnya ke dalam representasi formal yang paling sesuai dengan masalah yang ada.

4. Tahap implementasi

   Tahap ini meliputi pemetaan pengetahuan dari tahap sebelumnya yang telah diformalisasi ke dalam skema representasi pengetahuan yang dipilih.

5. Tahap pengujian

   Setelah prototip sistem yang dibangun dalam tahap sebelumnya berhasil menangani dua atau tiga contoh, prototip sistem tersebut harus menjalani serangkaian pengujian dengan teliti menggunakan beragam sample masalah. Masalah – masalah yang ditemukan dalam pengujian

ini biasanya dapat dibagi dalam tiga kategori, yaitu kegagalan input/output, kesalahan logika dan strategi kontrol.

6. Revisi prototip

   Suatu unsur penting pada semua tahap dalam proses akuisisi pengetahuan adalah kemampuan untuk kembali ke tahap – tahap sebelumnya untuk memperbaiki sistem.

2.7.4 Mekanisme Inferensi

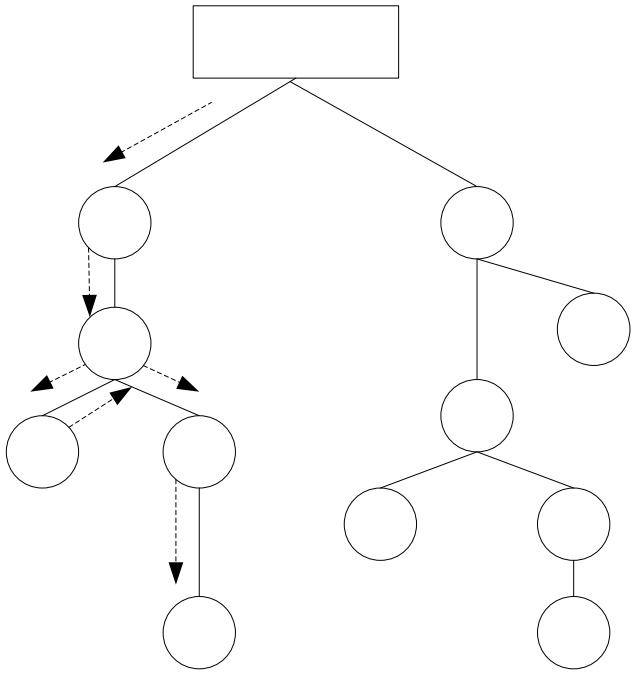
Mekanisme inferensi adalah bagian dari sistem pakar yang melakukan penalaran dengan menggunakan isi daftar aturan berdasarkan urutan dan pola tertentu. Selama proses konsultasi antar sistem dan pemakai, mekanisme inferensi menguji aturan satu demi satu sampai kondisi aturan itu benar.

Secara umum ada dua teknik utama yang digunakan dalam mekanisme inferensi untuk pengujian aturan, yaitu penalaran maju (*forward reasoning*) dan penalaran mundur (*reserve reasoning*).

Dalam penalaran maju, aturan – aturan diuji satu demi satu dalam urutan tertentu. Urutan itu mungkin berupa urutan pemasukan aturan ke dalam basis aturan atau juga urutan lain yang ditentukan oleh pemakai. Saat tiap aturan diuji, sistem pakar akan mengevaluasi apakah kondisinya benar atau salah. Jika kondisinya benar, maka aturan itu disimpan kemudian aturan berikutnya diuji. Sebaliknya kondisinya salah, aturan itu tidak disimpan dan aturan berikutnya diuji. Proses ini akan berulang (iterative) sampai seluruh basis aturan teruji dengan berbagai kondisi.

Selain teknik penalaran, diperlukan juga teknik penelusuran data dalam bentuk network atau jaringan yang terdiri atas node – node berbentuk tree atau pohon. Ada 3 teknik yang digunakan dalam proses penelusuran data, yaitu *Depth First Search, Breadth First Search* dan *Best First Search.*

Depth First Search adalah teknik penelusuran data pada node – node secara vertical dan sudah terdefinisikan, misalnya dari kiri ke kanan. Keuntungan pencarian dengan teknik ini adalah bahwa penelusuran masalah dapat digali secara mendalam sampai ditemukannya kepastian suatu solusi yang optimal. Kekurangan teknik penelusuran ini adalah membutuhkan waktu yang sangat lama untuk ruang lingkup masalah yang besar.

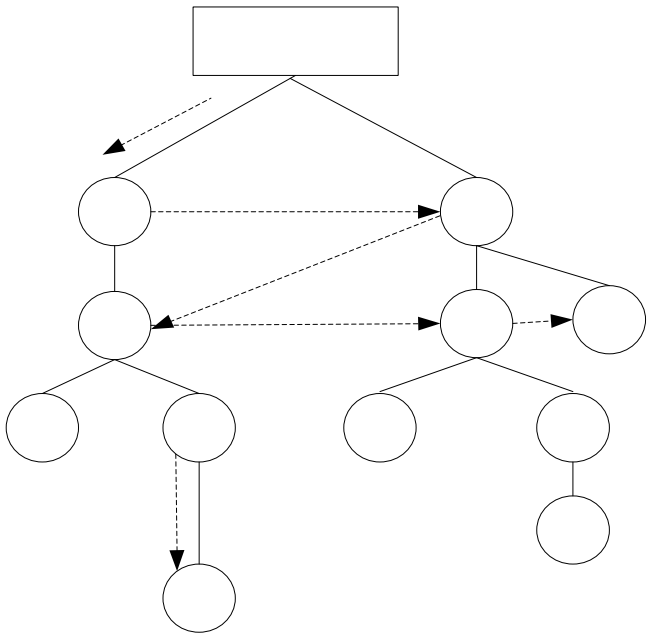


Gambar 2.3 Penelusuran Data dengan Depth First Search

Breadth First Search adalah teknik penelusuran data pada semua node dalam satu level atau satu tingkatan sebelum ke level atau tingkatan di bawahnya. Keuntungan pencarian dengan teknik ini adalah sama dengan depth first search,

hanya saja penelusuran dengan teknik ini mempunyai nilai tambah, di mana semua node akan dicek secara menyeluruh pada setiap tingkatan node. Kekurangan teknik penelusuran ini terletak pada waktu yang dibutuhkan yang sangat lama apabila solusi berada dalam posisi node terakhir sehingga menjadi tidak efisien. Kekurangan dalam implementasi juga perlu dipertimbangkan, misalnya teknik penelusuran menjadi tidak interaktif antara pemakai dan system karena menyebabkan tidak adanya relasi antara suatu topic dengan topic yang lain atau harus melompat dari satu topic ke topic yang lain sebelum topic tersebut selesai ditelusuri.

Kedua teknik penelusuran pada pembahasan di atas merupakan teknik dasar penelusuran dalam ruang lingkup masalah yang luas tanpa menggunakan pengetahuan sehingga boleh dikatakan bahwa penelusuran tersebut merupakan penelusuran buta (blind). Ada alternaif lain penelusuran data selain kedua penelusuran tersebut, yaitu *best First Search.*



Gambar 2.4 Penelusuran Data dengan Breadth First Search

Penelusuran Best First Search adalah penelusuran yang menggunakan pengetahuan akan suatu masalah untuk melakukan panduan pencarian kearah node tempat di mana solusi berada. Pencarian jenis ini dikenal juga sebagai heuristik. Pendekatan yang dilakukan adalah mencari solusi yang terbaik berdasarkan pengetahuan yang dimiliki sehingga penelusuran dapat ditentukan harus dimulai dari mana dan bagaimana menggunakan proses terbaik untuk mencari solusi. Keuntungan jenis penelusuran ini adalah mengurangi beban komputasi karena hanya solusi yang memberikan harapan saja yang diuji dan akan behenti apabila solusi sudah mendekati yang terbaik. Ini merupakan model yang menyerupai cara manusia mengambil solusi, hanya saja solusi yang diambil bisa saja salah dan tidak ada jaminan bahwa solusi yang dihasilkan merupakan solusi yang mutlak benar.

2.7.5 Workplace

Workplace merupakan area dari sekumpulan memori kerja (*working memory*). *Workplace* digunakan untuk merekam hasil – hasil antara kesimpulan yang dicapai. Ada 3 tipe keputusan yang dapat direkam, yaitu:

1. Rencana : Bagaimana menghadapi masalah
2. Agenda : Aksi – aksi yang potensial yang sedang menunggu untuk dieksekusi
3. Solusi : Calon aksi yang akan dibangkitkan

2.7.6 Fasilitas penjelasan

Fasilitas penjelasan adalah komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar. Komponen ini menggambarkan penalaran sistem kepada pemakai. Fasilitas penjelasan dapat menjelaskan perilaku sistem pakar dengan menjawab pertanyaan – pertanyaan sebagai berikut :

1. Mengapa pertanyaan tertentu ditanyakan oleh sistem pakar?
2. Bagaimana kesimpulan tertentu diperoleh?
3. Mengapa alternative tertentu ditolak?
4. Apa rencana untuk memperoleh penyelesaian?

2.7.7 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.

2.8 Unsur Manusia dalam sistem pakar

Sistem pakar setidak – tidaknya mempunyai dua unsur manusia atau lebih yang terlibat di dalam pembangunan dan pengembangan serta penggunaannya. Minimal, ada seseorang yang membangun dan ada penggunanya. Sering juga ada pakar dan perekayasa pengetahuan (*knowledge engineer*). Ada 4 unsur manusia dalam sistem pakar yaitu:

1. Pakar (*The Expert*)

   Pakar merupakan orang yang menguasai bidang ilmu pengetahuan tertentu, berpengalaman, pengambilan keputusan dan menguasai metode – metode tertentu, serta mampu memanfaatkan talentanya dalam memberikan nasehat/saran terhadap penyelesaian suatu permasalahan. Juga merupakan tugas dari seorang pakar untuk memberikan atau menyediakan pengetahuan bagaimana seseorang membentuk suatu sistem berbasis pengetahuan yang hendak dibuatnya. Selain itu, pakar juga mengetahui mana fakta yang penting dan tidak penting di antara fakta – fakta yang ada.

2. Perekayasa pengetahuan (*knowledge Engineer*)

   Knowledge engineer adalah orang yang membantu pakar dalam menyusun area permasalahan dengan menginterpretasikan dan mengintegrasikan jawaban – jawaban pakar atas pertanyaan yang diajukan, menggambarkan analog, mengajukan *counter example* dan menerangkan kesulitan – kesulitan konseptual.

3. Pemakai (*user*)

   Sistem pakar memiliki beberapa kelas pemakai, yaitu:

   a. Pemakai bukan pakar. Dalam hal ini, system pakar berperan sebagai seorang konsultan atau pemberi nasihat.
   b. Siswa yang ingin belajar, di sini sistem pakar berperan sebagai instruktur.

c. Pembangun sistem pakar yang ingin meningkatkan dan menambah basis pengetahuan, dalam hal ini sistem pakar berperan sebagai rekan kerja (partner)
d. Pakar, dalam hal ini sistem pakar berperan sebagai kolega atau asisten.

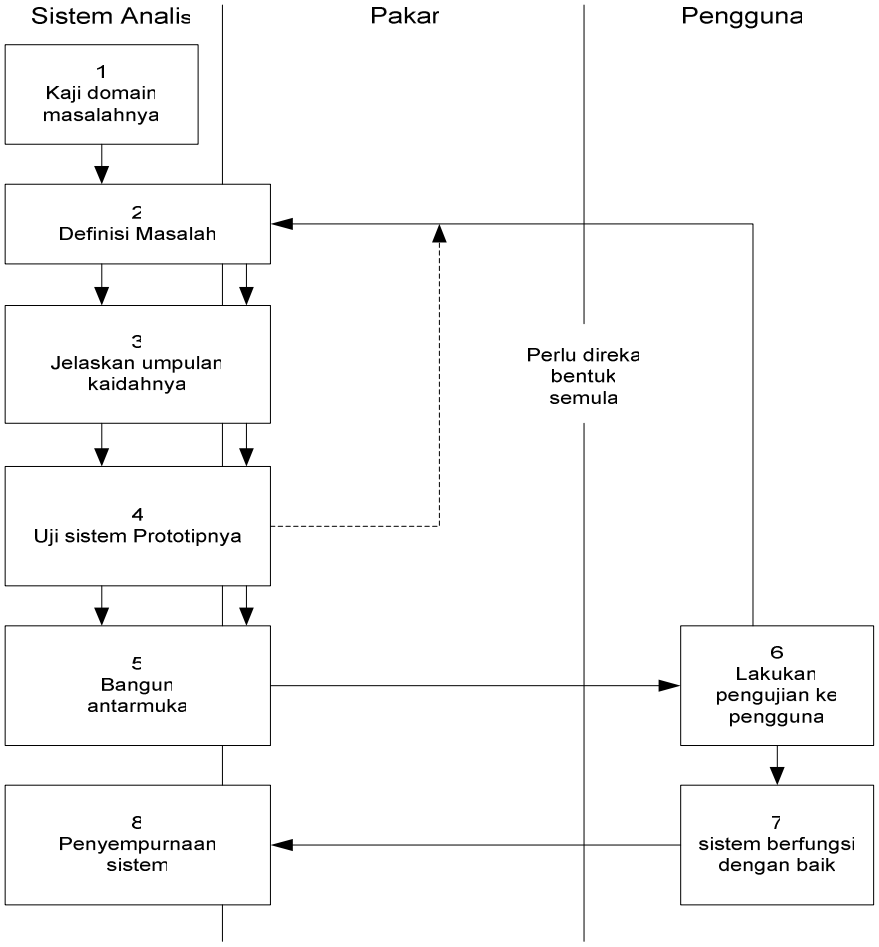
4. Unsur lainnya

Beberapa unsur lainnya yang mungkin termasuk ke dalam unsur manusia untuk sistem pakar adalah *sistem builder* (pembangunan sistem) atau *sistem analyst* yang membantu mengintegrasikan sebuah sistem pakar dengan sistem terkomputerisasi lainnya. Suatu *tool builder* dapat menyediakan atau membangun tool – tool yang khusus.

2.9 Pembangunan sistem pakar

Proses pembangunan suatu sistem pakar dikenal juga sebagai rekayasa pengetahuan (*knowledge engineering*). Pembangunan sistem pakar melibatkan pembinaan pengkalan pengetahuan dengan melibatkan pakar atau sumber yang didokumentasikan. Pengetahuan dalam pembangunan sistem ini, biasanya dibagi atas deklarasi (fakta) dan procedural. Selain itu, pembangunan suatu sistem pakar melibatkan komponen – komponen dari sistem pakar seperti yang telah disebutkan di atas, yaitu *user interface* (antarmuka pengguna), basis pengetahuan, akuisisi pengetahuan, mesin inferensi, *workplace,* fasilitas penjelasan, dan perbaikan pengetahuan. Orang – orang yang terlibat dalam pembangunan ini adalah pakar, perekayasa pengetahuan, sistem analis dan programmer.

Untuk pembangunan sistem pakar, langkah – langkah yang perlu dilakukan secara garis besarnya seperti gambar berikut ini:



Gambar 2.5 Langkah – langkah pembangunan sistem pakar

(Anita Desiani dan Muhammad Arhami, 2006)

Dari gambar di atas, dapat dijelaskan bahwa sebelum membangun suatu sistem pakar maka sistem analis mengkaji terlebih dahulu domain permasalahan yang akan dibuat sistem pakarnya. Berikutnya, bersama – sama dengan pakar melakukan pendefinisian masalah dan menjelaskan kaidah – kaidahnya atau rule – rule yang akan dibuat. Jika kaidah – kaidahnya sudah disusun dalam suatu

kumpulan maka prototipe sistemnya diuji. Jika prototipe sistemnya tidak layak maka kembali ke langkah 2 dan mengulangnya sampai prototipnya benar – benar layak digunakan.langkah selanjutnya adalah membangun suatu antarmuka. Setelah antarmuka selesai dibuat maka sistem dicobakan kepada pengguna. Jika kurang memadai maka sistem analis dan pakar kembali melakukan pendefinisian masalah dan kembali mengulangi langkah 2 sampai 6 hingga memperoleh suatu system yang dapat digunakan dengan baik oleh pengguna. Selanjutnya, untuk kesempurnaan sistem yang dibangun maka sistem analis dan pakar secara berkelanjutan melakukan pengujian – pengujian terhadap sistem yang dibuat. Dengan demikian, akan didapatkan suatu sistem pakar yang tangguh dari suatu domain permasalahan.

2.10 Leukemia

Leukemia merupakan kanker yang terjadi pada sel darah manusia. Untuk mengetahui tentang leukemia, kita harus mengenal dahulu sel-sel darah yang normal serta apa yang terjadi jika terkena leukemia. Darah manusia terdiri dari cairan yang disebut sebagai plasma darah, dan tiga kelompok sel darah. Kelompok sel darah itu dibedakan menjadi sel darah merah, sel darah putih, dan keping-keping darah.

Sel darah putih atau leukosit berfungsi untuk melindungi tubuh terhadap infeksi atau serangan penyakit lainnya. Sel darah merah atau eritrosit berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh, dan membawa karbon dioksida dari jaringan tubuh kembali ke paru-paru.? Keping-keping darah atau trombosit sangat berperan dalam proses pembekuan darah.

Ketika terjadi leukemia, tubuh akan memproduksi sel-sel darah yang abnormal dan dalam jumlah yang besar. Pada leukemia, sel darah yang abnormal tersebut adalah kelompok sel darah putih. Sel-sel darah yang terkena leukemia akan sangat berbeda dengan sel darah normal, dan tidak mampu berfungsi seperti layaknya sel darah normal.

Penyebab leukemia sejauh ini belum diketahui. Namun banyak penelitian yang dilakukan untuk memecahkan masalah ini. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa leukemia lebih sering menyerang kaum pria dibandingkan kaum wanita, dan juga pada kelompok orang kulit putih dibandingkan dengan orang kulit hitam. Namun sampai saat ini belum diketahui mengapa hal tersebut dapat terjadi.

Beberapa hal yang diduga menjadi penyebab leukemia misalnya tubuh sering terpapar oleh bahan kimia tertentu, sinar radiasi, serta obat-obatan (seperti pada pengobatan kanker), atau karena adanya kromosom yang abnormal (seperti pada Down syndrome). Bahan-bahan tersebut dapat menyebabkan terjadinya mutasi dan akhirnya akan mempengaruhi pertumbuhan atau proses pembelahan sel darah putih.

Gejala penyakit leukemia biasanya ditandai dengan adanya anemia. Infeksi akan mudah atau sering terjadi karena sel darah putih tidak dapat berfungsi dengan baik, rasa sakit atau nyeri pada tulang, serta pendarahan yang sering terjadi karena darah sulit membeku. Jika tidak diobati, maka akan mengakibatkan leukemia akut dan akhirnya dapat menyebabkan kematian. Pengobatan leukemia dapat berupa kemoterapi dengan obat anti kanker, terapi radiasi, tranfusi darah dan plasma, serta transplantasi sumsum tulang.

Tabel 2.2 jumlah sel dalam tubuh

Jenis	Ukuran Normal
Trombosit	150000 – 450000 /mm3 darah
Kadar Hemoglobin	12 – 14 gr/dL
Lekosit Blast	0%
Lekosit Segmen	40% – 60%
Lekosit Limfosit	20% - 36%
Lekosit Mielosit	< 1%
Lekosit Metamielosit	< 1%

2.10.1 Leukemia Mielositik Kronik

Leukemia Mielositik (mieloid, mielogenous, granulositik, LMK) adalah suatu penyakit dimana sebuah sel di dalam sumsum tulang berubah menjadi ganas dan menghasilkan sejumlah besar granulosit (salah satu jenis sel darah putih)yang abnormal.

Penyakit ini bisa mengenai semua kelompok umur, baik pria maupun wanita; tetapi jarang ditemukan pada anak-anak berumur kurang dari 10 tahun. Sebagian besar granulosit leukemik dihasilkan di dalam sumsum tulang, tetapi beberapa diantaranya dibuat di limpa dan hati. Pada LMK, sel-selnya terdiri dari sel yang sangat muda sampai sel yang matang; sedangkan pada LMA hanya ditemukan sel muda. Granulosit leukemik cenderung menggeser sel-sel normal di dalam sumsum tulang dan seringkali menyebabkan terbentuknya sejumlah besar jaringan fibrosa yang menggantukan sumsum tulang yang normal.

Selama perjalanan penyakit ini, semakin banyak granulosit muda yang masuk ke dalam aliran darah dan sumsum tulang (fase akselerasi). Pada fase tersebut, terjadi anemia dan trombositopenia (penurunan jumlah trombosit) dan proporsi sel darah putih muda (sel blast) meningkat secara dramatis. Kadang granulosit leukemik mengalami lebih banyak perubahan dan penyakit berkembang menjadi krisis blast.

Pada krisis blast, sel stem yang ganas hanya menghasilkan granulosit muda saja, suatu pertanda bahwa penyakit semakin memburuk. Pada saat ini kloroma (tumor yang berisi granulosit) bisa tumbuh di kulit, tulang, otak dan kelenjar getah bening.

2.10.1.1 Penyebab

Penyakit ini berhubungan dengan suatu kelainan kromosom yang disebut kromosom Filadelfia.

2.10.1.2 Pengobatan

Sebagian besar pengobatan tidak menyembuhkan penyakit, tetapi hanya memperlambat perkembangan penyakit. Pengobatan dianggap berhasil apabila jumlah sel darah putih dapat diturunkan sampai kurang dari 50.000/mikroliter darah. Pengobatan yang terbaik sekalipun tidak bisa menghancurkan semua sel leukemik.

Satu-satunya kesempatan penyembuhan adalah dengan pencangkokan sumsum tulang. Pencangkokan paling efektif jika dilakukan pada stadium awal dan kurang efektif jika dilakukan pada fase akselerasi atau krisis blast. Obat interferon alfa bisa menormalkan kembali sumsum tulang dan menyebabkan remisi. Hidroksiurea per-oral (ditelan) merupakan kemoterapi yang paling banyak digunakan untuk penyakit ini.

Busulfan juga efektif, tetapi karena memiliki efek samping yang serius, maka pemakaiannya tidak boleh terlalu lama. Terapi penyinaran untuk limpa kadang membantu mengurangi jumlah sel leukemik.

Kadang limpa harus diangkat melalui pembedahan (splenektomi) untuk:

- mengurangi rasa tidak nyaman di perut
- meningkatkan jumlah trombosit
- mengurangi kemungkinan dilakukannya transfusi.

2.10.2 Leukemia Limfositik Kronik

Leukemia Limfositik Kronik (LLK) ditandai dengan adanya sejumlah besar limfosit (salah satu jenis sel darah putih) matang yang bersifat ganas dan pembesaran kelenjar getah bening. Lebih dari 3/4 penderita berumur lebih dari 60 tahun, dan 2-3 kali lebih sering menyerang pria.

Pada awalnya penambahan jumlah limfosit matang yang ganas terjadi di kelenjar getah bening. Kemudian menyebar ke hati dan limpa, dan keduanya mulai membesar. Masuknya limfosit ini ke dalam sumsum tulang akan menggeser sel-sel yang normal, sehingga terjadi anemia dan penurunan jumlah sel darah putih dan trombosit di dalam darah. Kadar dan aktivitas antibodi (protein untuk melawan infeksi) juga berkurang.

Sistem kekebalan yang biasanya melindungi tubuh terhadap serangan dari luar, seringkali menjadi salah arah dan menghancurkan jaringan tubuh yang normal.

Hal ini bisa menyebabkan:

- penghancuran sel darah merah dan trombosit
- peradangan pembuluh darah
- peradangan sendi (artritis rematoid)
- peradangan kelenjar tiroid (tiroiditis).

Beberapa jenis leukemia limfositik kronik dikelompokkan berdasarkan jenis limfosit yang terkena. Leukemia sel B (leukemia limfosit B) merupakan jenis yang paling sering ditemukan, hampir mencapai 3/4 kasus LLK. Leukemia sel T (leukemia limfosit T) lebih jarang ditemukan.

Jenis yang lainnya adalah:

- Sindroma Sézary (fase leukemik dari mikosis fungoides)
- leukemia sel berambut adalah jenis leukemia yang jarang, yang menghasilkan sejumlah besar sel darah putih yang memiliki tonjolan khas (dapat dilihat dibawah mikroskop).

2.10.2.1 Pengobatan

Leukemia limfositik kronik berkembang dengan lambat, sehingga banyak penderita yang tidak memerlukan pengobatan selama bertahun-tahun sampai jumlah limfosit sangat banyak, kelenjar getah bening membesar atau terjadi penurunan jumlah eritrosit atau trombosit.

Anemia diatasi dengan transfusi darah dan suntikan eritropoietin (obat yang merangsang pembentukan sel-sel darah merah). Jika jumlah trombosit sangat menurun, diberikan transfusi trombosit. Infeksi diatasi dengan antibiotik. Terapi penyinaran digunakan untuk memperkecil ukuran kelenjar getah bening, hati atau limpa.

Obat antikanker saja atau ditambah kortikosteroid diberikan jika jumlah limfositnya sangat banyak. Prednison dan kortikosteroid lainnya bisa menyebabkan perbaikan pada penderita leukemia yang sudah menyebar. Tetapi respon ini biasanya berlangsung singkat dan setelah pemakaian jangka panjang, kortikosteroid menyebabkan beberapa efek samping. Leukemia sel B diobati dengan alkylating agent, yang membunuh sel kanker dengan mempengaruhi DNAnya. Leukemia sel berambut diobati dengan interferon alfa dan pentostatin.

2.10.3 Leukemia Mieloid Akut

Leukemia Mieloid (mielositik, mielogenous, mieloblastik, mielomonositik, LMA) Akut adalah penyakit yang bisa berakibat fatal, dimana mielosit (yang dalam keadaan normal berkembang menjadi granulosit) berubah menjadi ganas dan dengan segera akan menggantikan sel-sel normal di sumsum tulang. Leukemia ini bisa menyerang segala usia, tetapi paling sering terjadi pada dewasa.

Sel-sel leukemik tertimbun di dalam sumsum tulang, menghancurkan dan menggantikan sel-sel yang menghasilkan sel darah yang normal. Sel kanker ini kemudian dilepaskan ke dalam aliran darah dan berpindah ke organ lainnya, dimana mereka melanjutkan pertumbuhannya dan membelah diri. Mereka bisa membentuk tumor kecil (kloroma) di dalam atau tepat dibawah kulit dan bisa menyebabkan meningitis, anemia, gagal hati, gagal ginjal dan kerusakan organ lainnya.

2.10.3.1 Penyebab

Pemaparan terhadap radiasi (penyinaran) dosis tinggi dan penggunaan beberapa obat kemoterapi antikanker akan meningkatkan kemungkinan terjadinya LMA.

2.10.3.2 Pengobatan

Tujuan pengobatan adalah menghancurkan semua sel leukemik sehingga penyakit bisa dikendalikan. LMA hanya memberikan respon terhadap obat

tertentu dan pengobatan seringkali membuat penderita lebih sakit sebelum mereka membaik. Penderita menjadi lebih sakit karena pengobatan menekan aktivitias sumsum tulang, sehingga jumlah sel darah putih semakin sedikit (terutama granulosit) dan hal ini menyebabkan penderita mudah mengalami infeksi. Mungkin diperlukan transfusi sel darah merah dan trombosit.

Pada kemoterapi awal biasanya diberikan sitarabin (selama 7 hari) dan daunorubisin (selama 3 hari). Kadang diberikan obat tambahan (misalnya tioguanin atau vinkristin) dan prednison. Setelah tercapai remisi, diberikan kemoterapi tambahan (kemoterapi konsolidasi) beberapa minggu atau beberapa bulan setelah pengobatan awal. Biasanya tidak diperlukan pengobatan untuk otak. Pencangkokan tulang bisa dilakukan pada penderita yang tidak memberikan respon terhadap pengobatan dan pada penderita usia muda yang pada awalnya memberikan respon terhadap pengobatan.

2.10.4 Leukemia Limfositik Akut

Leukemia Limfositik Akut (LLA) adalah suatu penyakit yang berakibat fatal, dimana sel-sel yang dalam keadaan normal berkembang menjadi limfosit berubah menjadi ganas dan dengan segera akan menggantikan sel-sel normal di dalam sumsum tulang. LLA merupakan leukemia yang paling sering terjadi pada anak-anak.

Leukemia jenis ini merupakan 25% dari semua jenis kanker yang mengenai anak-anak di bawah umur 15 tahun. Paling sering terjadi pada anak usia antara 3-5 tahun, tetapi kadang terjadi pada usia remaja dan dewasa. Sel-sel yang

belum matang, yang dalam keadaan normal berkembang menjadi limfosit, berubah menjadi ganas.

Sel leukemik ini tertimbun di sumsum tulang, lalu menghancurkan dan menggantikan sel-sel yang menghasilkan sel darah yang normal. Sel kanker ini kemudian dilepaskan ke dalam aliran darah dan berpindah ke hati, limpa, kelenjar getah bening, otak, ginjal dan organ reproduksi; dimana mereka melanjutkan pertumbuhannya dan membelah diri. Sel kanker bisa mengiritasi selaput otak, menyebabkan meningitis dan bisa menyebabkan anemia, gagal hati, gagal ginjal dan kerusakan organ lainnya.

2.10.4.1 Penyebab

Sebagian besar kasus tampaknya tidak memiliki penyebab yang pasti. Radiasi, bahan racun (misalnya benzena) dan beberapa obat kemoterapi diduga berperan dalam terjadinya leukemia. Kelainan kromosom juga memegang peranan dalam terjadinya leukemia akut.

Faktor resiko untuk leukemia akut adalah:

- sindroma Down
- memiliki kakak/adik yang menderita leukemia
- pemaparan oleh radiasi (penyinaran), bahan kimia dan obat.

2.10.4.2 Pengobatan

Tujuan pengobatan adalah mencapai kesembuhan total dengan menghancurkan sel-sel leukemik sehingga sel normal bisa tumbuh kembali di dalam sumsum tulang. Penderita yang menjalani kemoterapi perlu dirawat di

rumah sakit selama beberapa hari atau beberapa minggu, tergantung kepada respon yang ditunjukkan oleh sumsum tulang.

Sebelum sumsum tulang kembali berfungsi normal, penderita mungkin memerlukan:

- transfusi sel darah merah untuk mengatasi anemia
- transfusi trombosit untuk mengatasi perdarahan
- antibiotik untuk mengatasi infeksi.

Beberapa kombinasi dari obat kemoterapi sering digunakan dan dosisnya diulang selama beberapa hari atau beberapa minggu. Suatu kombinasi terdiri dari prednison per-oral (ditelan) dan dosis mingguan dari vinkristin dengan antrasiklin atau asparaginase intravena. Untuk mengatasi sel leukemik di otak, biasanya diberikan suntikan metotreksat langsung ke dalam cairan spinal dan terapi penyinaran ke otak.

Beberapa minggu atau beberapa bulan setelah pengobatan awal yang intensif untuk menghancurkan sel leukemik, diberikan pengobatan tambahan (kemoterapi konsolidasi) untuk menghancurkan sisa-sisa sel leukemik.
Pengobatan bisa berlangsung selama 2-3 tahun.

Sel-sel leukemik bisa kembali muncul, seringkali di sumsum tulang, otak atau buah zakar. Pemunculan kembali sel leukemik di sumsum tulang merupakan masalah yang sangat serius. Penderita harus kembali menjalani kemoterapi.
Pencangkokan sumsum tulang menjanjikan kesempatan untuk sembuh pada penderita ini.

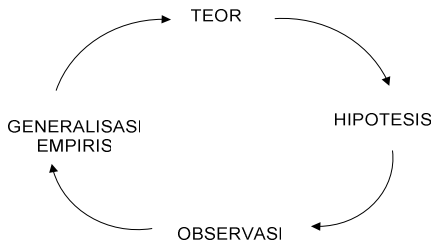
Jika sel leukemik kembali muncul di otak, maka obat kemoterapi disuntikkan ke dalam cairan spinal sebanyak 1-2 kali/minggu. Pemunculan

kembali sel leukemik di buah zakar, biasanya diatasi dengan kemoterapi dan terapi penyinaran.

2.11 Hipotesis

Penelitian ilmiah umumnya didasarkan pada teori yang akan diverifikasi melalui observasi. Untuk membuktikan teori ini, maka dirumuskanlah proposisi – proposisi dalam bentuk hipotesa – hipotesa yang akan dibuktikan secara empiris. Jadi dalam hal ini hipotesis merupakan pernyataan sementara yang dapat dibuktikan apakah diterima atau tidak. Ada juga yang mendefinisikan hipotesis sebagai suatu pernyataan sementara tentang realitas. Diterima atau tidaknya sebuah hipotesis tergantung dari fakta atau informasi yang dikumpulkan. Salah satu model yag sangat sederhana namun memberikan pemahaman yang sangat berarti terhadap hipotesis ini adalah model yang dikembangkan oleh Wallace (Gambar 2.6).

Dari gambar tersebut tampak bahwa sebuah teori akan dibuktikan melalui pengujian hipotesis berdasarkan observasi yang diperoleh. Dari pengujian hipotesis kita bisa membukikan apakah teori yang ada dapat diterima atau tidak sesuai dengan realitas. Selanjutnya kita akan mengembangkan teori – teori baru. Proses ini akan terus berulang – ulang tanpa ada hentinya. Salah satu yang menarik dari model di atas adalah tidak ada kejelasan dimana titik awal dan titik akhir dari proses ilmu pengetahuan. Jadi kita bisa memulai suatu kegiatan dimana saja dalam lingkaran tersebut sesuai dengan keinginan kita (Babbie,1979).



Gambar 2.6 Roda Ilmu Pengetahuan dari Wallace (Babbie, 1979)

2.12 Variabel

Menurut Bambang S. Soedibjo[2005] yang dimaksud dengan Variabel adalah " Segala sesuatu yang bisa mengandung beragam nilai". Nilai – nilai ini bisa berbeda pada waktu yang berbeda untuk orang atau objek yang sama atau pada waktu yang sama tetapi orang atau objek yang berbeda.

2.12.1 Jenis – jenis Variabel

Ada empat jenis utama variabel yang akan dibahas dalam buku ini, yaitu :

1. Variabel dependen (variabel takbebas, variabel takterikat, variabel kriteria)
2. Variabel independen (variabel bebas atau variabel prediktor)
3. Variabel moderator
4. Variabel intervening

2.12.1.1 Variabel Dependen

Yang dimaksud dengan Variabel Dependen menurut Bambang S. Soedijo [2005] adalah " variabel yang menjadi perhatian utama dalam sebuah penelitian".

Disebut variabel dependen karena nilai – nilai variabel ini tergantug pada variabel lainnya. Salah satu tujuan utama dalam sebuah penelitian adalah bagaimana kita dapat memahami dan menjelaskan variabilitas dari variabel

ini atau memprediksinya. Dengan melakukan analisis terhadap variabel ini, contohnya mencari variabel – variabel yang mempengaruhinya, maka diharapkan kita dapat mencari solusi dari masalah yang diteliti. Untuk tujuan ini biasanya yang menjadi perhatian utama peneliti adalah bagaimana mengukur atau mengkuantifikasikan variabel tersebut. Dalam sebuah masalah yang diteliti adalah mungkin ditemukan lebih dari satu variabel dependen.

2.12.1.2 Variabel Independen

Yang dimaksud dengan Variabel Independen menurut Bambang S. Soedibjo [2005] adalah " salah satu variabel yang mempengaruhi variabel dependen baik secara positif maupun negatif".

Jika variabel independen ada, maka disitu terdapat pula variabel dependen. Setiap unit kenaikan dari variabel independen akan menyebabkan kenaikan pula dalam variabel dependen. Dengan perkataan lain bahwa varians dari variabel dependen dapat ditemukan oleh variabel independen. Dikatakan berpengaruh positif apabila kenaikan variabel independen diikuti pula oleh kenaikan variabel dependen, sedangkan dikatakan berpengaruh negatif yaitu apabila kenaikan variabel independen akan diikuti oleh penurunan variabel dependen atau sebaliknya.

2.12.1.3 Variabel Moderator

Yang dimaksud dengan Variabel Moderator menurut Bambang S. Soedibjo [2005] adalah " Variabel yang mempengaruhi (dalam hal ini memperkuat) hubungan antara variabel dependen dan independen".

Dengan demikian, kehadiran variabel ini akan mengubah hubungan awal antara variabel dependen dan independen.

2.12.1.4 Variabel Intervening

Yang dimaksud dengan Variabel Intervening menurut Bambang S. Soedibjo [2005] adalah " salah satu variabel yang muncul antara waktu variabel independen mulai mempengaruhi variabel dependen".

Variabel ini muncul pada saat dampaknya dirasakan oleh variabel dependen. Jadi dalam hal ini variabel intervening berkaitan dengan kualitas atau dimensi waktu. Variabel intervening muncul sebagai fungsi dari variabel independen yang bekerja dalam setiap situasi dan membantu untuk menjelaskan atau mengkonseptualisasikan pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen.

2.13 Skala Likert

Skala ini digunakan untuk melihat seberapa besar tingkat persetujuan responden terhadap pernyataan yang diajukan mulai dari yang sangat tidak setuju hingga yang sangat setuju. Setiap tanggapan atau respon dari pernyataan diberikan skor dengan skala 5 yaitu mulai 1 untuk jawaban sangat tidak setuju sampai 5 untuk jawaban sangat setuju.

Skala Likert merupakan skala yang paling umum digunakan untuk mengukur sikap dan perilaku dalam penelitian organisasional atau manajemen. Ada dua pendapat mengenai jenis skala yang digunakan dalam skala Likert ini. Yang satu berpendapat bahwa skala Likert termasuk ke dalam skala Ordinal dan

yang satu lagi memasukannya ke dalam skala Interval. Perbedaan pandangan ini sebenarnya bukanlah masalah yang serius, karena masalahnya hanya terletak pada analisis data yang akan dilakukan apakah secara parametrik atau non-parametrik. Secara umum interval dalam skala Likert adalah sama (Likert dalam Dunn-Rankin,1983), sehingga skala ini bisa dikategorikan ke dalam skala interval. Uji yang dilakukan oleh Dunn-Rankin (1983) menunjukan bahwa analisis data berbasis skala Likert apabila dilakukan secara hati – hati umumnya akan memberikan hasil yang sama dengan skala interval suksesif. Karena penskalaan Likert lebih mudah, maka skala ini lebih populer dibandingkan dengan skala lainnya.

Dalam menggunakan skala Likert, pernyataan yang akan mengukur sikap hendaknya disusun dengan mengikuti kriteria berikut (Dunn-Rankin,1983)

1. Hindarkan pernyataan yang mengacu kepada masa lalu.
2. Hindarkan pernyataan yang faktual atau dapat ditafsirkan faktual
3. Hindarkan pernyataan yang dapat ditafsirkan ganda.
4. Hindarkan pernyataan yang tidak relevan dengan subjek atau wilayah yang diamati.
5. Hindarkan pernyataan yang dapat didukung oleh hampir setiap orang atau tidak seorang pun (dikuatirkan instrumen yang dibuat akan memberikan hasil yang terkonsentrasi pada titik akhir skala atau awal skala).
6. Pilihlah pernyataan yang diyakini dapat mencakup semua kisaran skala.
7. Pernyataan hendaknya sederhana, jelas dan langsung.

8. Pernyataan hendaknya pendek (jarang sekali yang melebihi 20 kata)
9. Setiap pernyataan hendaknya hanya berisikan satu pemikiran yang lengkap.
10. Hindarkan kata – kata *selalu, tidak ada, semua* atau *tidak pernah.*
11. Hindarkan kalimat – kalimat yang kompleks atau gabungan.
12. Hindarkan sifat negatif berganda.
13. Hindarkan kata – kata yang susah dipahami.

Bagi pembaca yang ragu – ragu apakah skala Likert ini ordinal atau interval, maka dapat dilakukan transformasi dari ordinal ke interval dengan suatu metode yang dinamakan *metode interval suksesif.*

2.14 Pengujian Kepuasan

Yang dimaksud dengan kepuasan menurut Philip Kotler[1997] adalah " perasaan senang atau kecewa seseorang yang berasal dari perbandingan antara kesannya terhadap kinerja (atau hasil) suatu produk dan harapan – harapannya.

Pemantauan dan pengukuran terhadap kepuasan pelanggan telah menjadi hal yang sangat esensial bagi setiap perusahaan. Hal ini dikarenakan langkah tersebut dapat memberikan umpan balik dan masukan bagi keperluan pengembangan dan implementasi strategi peningkatan kepuasan pelanggan. Pada prinsipnya kepuasan pelanggan itu dapat diukur dengan berbagai macam metode dan teknik.