



### **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 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah sebuah program komputer yang melakukan simulasi terhadap proses berpikir dari seorang pakar manusia untuk menyelesaikan suatu masalah keputusan yang kompleks pada suatu domain atau bidang tertentu (Badiru, 2002, pp. 14).

Terdapat beberapa komponen yang diperlukan untuk membangun sebuah aplikasi sistem pakar yang baik, antara lain sebagai berikut (Hartati, 2008).

##### 1. Antar Muka Pengguna (*User Interface*).

Sistem pakar menggantikan seorang pakar yang sesungguhnya dan dalam situasi tertentu, pengguna dari sistem pakar adalah orang yang tidak memahami masalah teknis. Karena itu, sistem pakar harus menyediakan pendukung seperti komunikasi antar sistem dan pemakainya (*user*) yang disebut sebagai antar muka pengguna. Antar muka yang efektif dan ramah penggunaan (*user friendly*) sangat diperlukan terutama untuk pengguna yang tidak memahami bidang yang diterapkan pada sistem pakar.

##### 2. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*).

Basis pengetahuan berisi kumpulan pengetahuan mengenai bidang pakar tertentu. Kumpulan pengetahuan diambil dari akumulasi pengetahuan pakar dan sumber-sumber pengetahuan lainnya. Basis pengetahuan dibuat terpisah

dengan mesin inferensi dengan tujuan melakukan pengembangan sistem pakar secara leluasa disesuaikan dengan perkembangan pengetahuan.

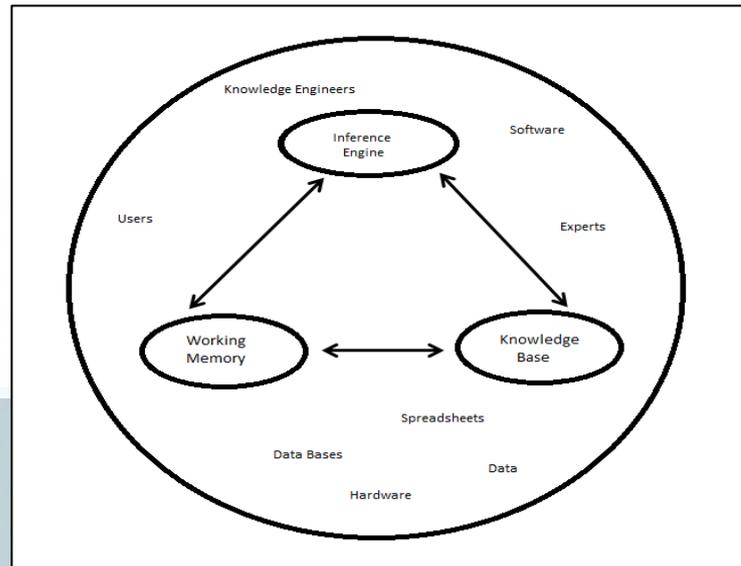
3. Mesin Inferensi (*Inference Machine*).

Mesin inferensi adalah otak dari sistem pakar berupa perangkat lunak yang melakukan tugas inferensi penalaran sistem pakar, atau bisa dikatakan sebagai mesin pemikir (*thinking machine*) yang akan mencari solusi dari suatu permasalahan. Mesin inferensi berperan sebagai program komputer yang menyediakan metodologi untuk melakukan penalaran tentang informasi pada basis pengetahuan dan memori kerja dan merumuskan kesimpulan-kesimpulan.

4. Memory Kerja (*Working Memory*).

Memori kerja adalah bagian dari sistem pakar yang menyimpan fakta-fakta yang diperoleh saat dilakukan dengan memberikan sejumlah pertanyaan kepada pengguna. Fakta-fakta inilah yang nantinya akan diolah oleh mesin inferensi berdasarkan pengetahuan untuk menentukan suatu keputusan pemecahan masalah.

Organisasi sistem pakar, seperti keterkaitan antara *knowledge base*, *inference machine*, dan *working memory* beserta lingkungan operasinya dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Organisasi sistem pakar dan lingkungan operasinya (Badiru, 2002)

## 2.2 Fuzzy Logic

Menurut Stuart Russell dan Peter Norvig (2003, p526) *fuzzy set* adalah suatu kondisi yang menyatakan seberapa baik suatu objek puas atas jawaban yang tidak jelas/masih samar-samar. Himpunan pada *fuzzy* berbeda dengan himpunan yang biasa/klasik. Himpunan klasik memiliki batas yang jelas mengenai keanggotaan dari tiap elemen pada masing-masing himpunannya. Contohnya: himpunan dari kondisi benda elektronik yang dinyatakan dengan angka, maka didapat dua kondisi yaitu: 1(menyala) atau 0(mati), dan tidak ada kondisi “ $\frac{1}{2}$ ”.

Misalkan himpunan tingkat kesehatan pasien pada suatu rumah sakit, makanan yang habis dan masih utuh merupakan bagian dari himpunan tingkat kesehatan pasien, dimana makanan yang habis dianalogikan sebagai kondisi 1 dan makanan yang masih utuh dianalogikan sebagai 0. Bagaimana jika pasien hanya memakan sebagian dari makanannya dan tidak dihabiskan sehingga masih

bersisa? Hal ini membuat kondisi tersebut perlu dibuatkan suatu wilayah baru yang dapat menampung kondisi tersebut sehingga hasil yang didapat dapat diolah.

Dari analogi tersebut dapat memberi gambaran mengenai *fuzzy set*. *Fuzzy set* merupakan dasar yang penting bagi *fuzzy logic*, karena *fuzzy set* bukanlah metode yang menyatakan semua bernilai pasti melainkan metode yang mampu mengolah kondisi yang terjadi untuk dapat digunakan untuk analisis. Pernyataan yang samar-samar itulah yang membuatnya disebut *fuzzy*.

Secara umum, kesimpulan tentang himpunan dan fungsi keanggotaan *fuzzy* menurut Stuart Russell dan Peter Norvig dinyatakan sebagai berikut:

- a. *Fuzzy set* menekankan konsep variabel samar-samar (*vague or fuzzy variable*) seperti variabel kondisi pasien, temperatur, dan lain-lain.
- b. *Fuzzy set* mengijinkan keanggotaan parsial dari suatu himpunan seperti makanan yang tidak habis dinyatakan sebagai kondisi yang mendekati habis namun dengan tingkat di bawah 1.
- c. Tingkat keanggotaan *fuzzy* dalam *fuzzy set* berada di antara 0 sampai 1.
- d. Tiap fungsi keanggotaan  $\mu$  berasosiasi dengan sebuah *fuzzy set* tertentu dan memetakan suatu nilai *input* ke nilai derajat keanggotaan yang sesuai. Contohnya: dalam kasus *fuzzy set* suhu panas mempunyai fungsi keanggotaan sendiri, yaitu  $\mu$  panas, yang berbeda dengan fungsi keanggotaan dari *fuzzy set* suhu dingin, yaitu  $\mu$  dingin.

Menurut Stuart Russell dan Peter Norvig (2003, p527) *Fuzzy Logic* sendiri berarti metode untuk penalaran dengan ekspresi logis menggambarkan keanggotaan dalam *fuzzy set*. *Fuzzy control* adalah metodologi untuk membangun

sistem kontrol di mana pemetaan antara bernilai *real input* dan *output* parameter diwakili oleh aturan *fuzzy*. *Fuzzy control* dianggap berhasil karena mempunyai basis aturan kecil, dan parameter yang dapat disesuaikan untuk peningkatan kinerja sistem.

Menurut Sri Kusumadewi (2003, p153) Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Sebagai contoh:

- a. Manajer pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan barang pada akhir minggu ini, kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi.
- b. Pelayan restoran memberikan pelayanan terhadap tamu, kemudian tamu akan memberikan tip yang sesuai dengan pelayanan yang diberikan.
- c. Anda mengatakan kepada saya seberapa sejuk ruangan yang anda inginkan, saya akan mengatur putaran kipas yang ada pada ruangan ini.
- d. Penumpang taksi berkata pada supir seberapa cepat laju kendaraan yang diinginkan, sopir taksi akan mengatur pijakan gas taksinya.

Alasan digunakannya logika *fuzzy*:

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi *nonlinear* yang sangat kompleks.

5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami.

Beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu sebagai berikut.

1. *Variable Fuzzy*.

Variabel *fuzzy* adalah variabel yang akan dibahas dalam sebuah sistem *fuzzy*. Contoh: tinggi, suhu, kadar gula darah, dan lainnya.

2. Himpunan *Fuzzy*.

Himpunan *fuzzy* adalah suatu grup yang mewakili suatu kondisi dalam suatu variabel *fuzzy*.

3. Semesta Pembicaraan.

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan dari bilangan real yang senantiasa bertambah secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif atau negatif.

4. Domain.

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

Konvensi untuk menuliskan *fuzzy set* yang dihasilkan dari *universe* U yang diskrit adalah sebagai berikut.

$$A = \left\{ \frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_A(x_2)}{x_2} + \dots \right\} = \left\{ \sum_i \frac{\mu_A(x_i)}{x_i} \right\} \dots \dots \dots \text{Rumus 2.1}$$

Sedangkan jika U kontinu, maka *fuzzy set* A dinotasikan sebagai berikut.

$$A = \left\{ \int_{x \in U} \frac{\mu_A(x)}{x} \right\} \dots \dots \dots \text{Rumus 2.2}$$

### 2.3 Kebutuhan kalori

Menurut, Dr. Sunita Almatsier, komponen utama yang menentukan kebutuhan kalori/energi adalah Angka Metabolisme Basal (AMB) atau *Basal Metabolic Rate* (BMR), Indeks Massa Tubuh (IMT) dan aktivitas fisik. Komponen lain adalah pengaruh termis makanan atau *Specific Dynamic Action of Food* (SDA). Karena jumlahnya relatif kecil, komponen SDA dapat diabaikan.

#### 2.3.1 Cara Menentukan AMB

AMB dipengaruhi oleh umur, gender, berat badan, dan tinggi badan. Ada beberapa cara menentukan AMB, yaitu:

1. Menggunakan Rumus Harris Benedict (1919)..... Rumus 2.3

$$\text{Laki-laki} = 66 + (13,7 \times \text{BB}) + (5 \times \text{TB}) - (6,8 \times \text{U})$$

$$\text{Perempuan} = 655 + (9,6 \times \text{BB}) + (1,8 * \text{TB}) - (4,7 \times \text{U})$$

Keterangan : BB = Berat badan dalam kg

TB = Tinggi badan dalam cm

U = Umur dalam tahun

## 2. Cara cepat (2 cara) ..... Rumus 2.4

(a) Laki-laki =  $1 \text{ kkal} \times \text{kg BB} \times 24 \text{ jam}$ Perempuan =  $0,95 \text{ kkal} \times \text{kg BB} \times 24 \text{ jam}$ (b) Laki-laki =  $30 \text{ kkal} \times \text{kg BB}$ Perempuan =  $25 \text{ kkal} \times \text{kg BB}$ 

## 3. Cara FAO/WHO/UNU ..... Rumus 2.5

Cara ini memperhatikan umur, *gender*, dan berat badan. Lihat tabel 2.1Tabel 2.1 Rumus FAO/WHO/UNU untuk menentukan AMB  
(Penuntun Diet, 2005)

Kelompok Umur	AMB ( kkal/hari )	
	Laki-laki	Perempuan
0 – 3	$60,9 \text{ B} - 54$	$61,0 \text{ B} - 51$
3 – 10	$22,7 \text{ B} + 495$	$22,5 \text{ B} + 499$
10 – 18	$17,5 \text{ B} + 651$	$12,2 \text{ B} + 746$
18 – 30	$15,3 \text{ B} + 679$	$14,7 \text{ B} + 496$
30 – 60	$11,6 \text{ B} + 879$	$8,7 \text{ B} + 829$
$\geq 60$	$13,5 \text{ B} + 487$	$10,5 \text{ B} + 596$

**2.3.2 Cara menentukan kebutuhan energi untuk aktivitas fisik**

Aktivitas seseorang memiliki efek yang cukup besar dalam pengelolaan energi manusia. Jumlah energi yang digunakan untuk aktivitas akan berbeda-beda sesuai dengan intensitas dan jenis aktivitasnya. (<http://www.topendsports.com>).

Menurut Lutfi Utami, salah satu cara untuk mengukur intensitas dari aktivitas adalah dengan *Metabolic Equivalent Task* (MET). Pemakaian energi oleh aktivitas didapat dari pengukuran jumlah oksigen yang dikonsumsi selama aktivitas untuk mendapatkan rata-rata oksigen yang digunakan persatuan waktu. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan jumlah oksigen yang dikonsumsi ketika

istirahat. Tingkat aktivitas yang diukur berdasarkan MET dapat dibagi menjadi tiga tingkat, yaitu ringan, sedang dan berat.

Tabel 2.2 Tingkat Aktivitas beserta Nilai MET dan kegiatannya.  
(Sumber: <http://www.uihealthcare.com>)

Tingkat Aktivitas	MET/jam	Aktivitas
Ringan	1,3	Berdiri
	1,5	Membaca, berbicara
	1,8	Duduk, belajar, mencatat
Sedang	2	Berjalan pelan (kurang dari 1,5 km per jam), bermain musik, menjaga toko, memasak, pekerjaan rumah tangga
	3	Menjalankan kendaraan berat (traktor, bus, truk), naik turun tangga, mengangkat barang ringan, pekerjaan kantor.
	4	Bersepeda santai (kurang dari 2 km/jam), mengecat, pekerjaan tukang.
	4,5	Berenang
	5	Berjalan cepat, bersepeda (2-4 km/jam)
	6	Tenis lapangan, berkebun (mencangkul atau menggali), mendaki gunung
Berat	7	Jogging
	8	Kegiatan aerobik (Push-up, Sit-up, dll)
	10	Berlari (8-10 km per jam)
	13,5	Berlari (10-12 km per jam)

Setiap tingkat aktivitas memiliki konstanta tersendiri dalam perhitungan kebutuhan kalori harian. Tabel konstanta tingkat aktivitas dapat dilihat pada Tabel

2.3.

Tabel 2.3 Konstanta Tingkat Aktivitas (Penuntun Diet, 2005)

Aktivitas	Pria	Wanita
Ringan	1,3	1,3
Sedang	1,65	1,55
Berat	1,76	1,7

Setelah mendapatkan BMR pada poin 2.3.1, maka harus dikalikan dengan konstanta sesuai dengan nilai pada tabel 2.3 untuk mendapatkan tambahan kalori yang dibutuhkan sesuai dengan tingkat aktivitasnya.

Sehingga rumusnya sekarang menjadi:

$$\text{Kebutuhan Kalori} = \text{BMR} * \text{Konstanta Tingkat Aktivitas} \dots\dots\dots \text{Rumus 2.6}$$

### 2.3.3 Indeks Massa Tubuh

IMT digunakan untuk mengukur ideal atau tidaknya tubuh seseorang. IMT dihitung dengan membagi berat badan dalam kilogram (kg) dengan tinggi badan dalam meter dikuadratkan ( $m^2$ ) dan tidak terikat pada jenis kelamin. IMT secara signifikan berhubungan dengan kadar lemak tubuh total sehingga dapat dengan mudah mewakili kadar lemak tubuh. Saat ini, IMT secara internasional diterima sebagai alat untuk mengidentifikasi kelebihan berat badan dan obesitas.

Sejak pertengahan tahun 1980-an, prevalensi obesitas telah meningkat secara tetap dan terjadi baik di negara-negara barat dan negara-negara non-barat, dan tidak ada indikasi bahwa angka ini akan berkurang. Orang-orang dengan IMT lebih yaitu kelebihan berat badan dan obesitas pada hakekatnya meningkatkan morbiditas dan mortalitas akibat hipertensi, stroke, penyakit jantung koroner, dyslipidemia dan diabetes mellitus tipe 2.

Prevalensi IMT lebih, khususnya obesitas meningkat di seluruh dunia hampir pada setiap negara dan pada semua kelompok usia. Obesitas juga muncul di beberapa negara miskin di dunia. Secara normal, masalah obesitas pertama kali muncul pada populasi yang makmur, namun pada dekade belakang ini, obesitas

lebih tinggi pada kelompok dengan tingkat pendidikan, pendapatan dan sosial yang rendah.

Tabel 2.4 Klasifikasi IMT Berdasarkan Depkes RI (1994)

IMT ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	Kategori	
<17.0	Kekurangan Berat Badan Tingkat Berat	Kurus
17.0-18.4	Kekurangan Berat Badan Tingkat Ringan	
18.5-25.0	Normal	Normal
25.1-27.0	Kelebihan Berat Badan Tingkat Ringan	Gemuk
>27	Kelebihan Berat Badan Tingkat Berat	

Menurut Lutfi Utami dari kategori proporsionalitas tubuh pada tabel 2.4, perlu dilakukan penyesuaian dengan aturan sebagai berikut.

- Kurus (*Underweight*) : Kekurangan berat badan, sehingga kalori yang harus dikonsumsi akan ditambahkan. Kalori = Kalori + 500.
- Normal : Berat badan ideal, tidak perlu penyesuaian kebutuhan kalori.
- Gemuk (*Overweight*) : Kelebihan berat badan sehingga kalori yang harus dikonsumsi akan dikurangi. Kalori = Kalori – 500

## 2.4 Particle Swarm Optimization

*Particle Swarm Optimization* atau yang biasa disingkat dengan PSO, adalah salah satu metode optimasi yang terinspirasi dari perilaku gerakan kawanan hewan, seperti misalnya segerombolan burung atau sekawanan ikan. Setiap individu dalam kelompok tersebut diistilahkan dengan istilah partikel pada PSO. Suatu partikel dalam ruang memiliki posisi yang dikodekan sebagai vektor koordinat. Vektor posisi ini dianggap sebagai keadaan yang sedang ditempati oleh suatu partikel di ruang pencarian. Setiap partikel akan mengingat posisi terbaik yang pernah dilalui dan ditemukan olehnya terhadap nilai fungsi objektif (tujuan).

Kemudian setiap partikel akan menyampaikan posisi bagusnya kepada partikel yang lain dan menyesuaikan posisi dan kecepatan masing-masing sesuai dengan informasi yang diterima mengenai posisi tersebut.

Kelebihan utama algoritma *particle swarm optimization* adalah memiliki konsep yang sederhana, mudah diimplementasikan, dan efisien dalam penghitungan jika dibandingkan dengan algoritma matematika dan teknik optimasi *heuristic* lainnya (Tuegeh, Soeprijanto & Purnomo, 2009).

Model ini akan disimulasikan dalam ruang dengan dimensi tertentu dengan sejumlah iterasi sehingga di setiap iterasi, posisi partikel akan semakin mengarah ke target yang dituju (minimal atau maksimal fungsi). Ini dilakukan hingga maksimal iterasi dicapai atau bisa juga digunakan kriteria penghentian yang lain. (Santosa, n.d.)

Persamaan awal yang digunakan untuk inisialisasi algoritma *Particle Swarm Optimization* adalah seperti rumus 2.3 dan 2.4

$$x_0^i = x_{min} + rand(x_{min}, x_{max}) \dots\dots\dots \text{Rumus 2.7}$$

$$v_0^i = x_{min} + rand(x_{min}, x_{max}) \dots\dots\dots \text{Rumus 2.8}$$

Dimana, posisi  $x_k^i$  dan kecepatan  $v_k^i$  dari kumpulan partikel diinisialisasi secara *random* dengan menggunakan batas atas  $x_{max}$  dan batas bawah  $x_{min}$ .