BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Diabetes

Diabetes adalah suatu penyakit, dimana tubuh penderitanya tidak bisa secara otomatis mengendalikan tingkat gula (glukosa) dalam darahnya (VitaHealth, 2005). Tingginya kadar gula karena kurang maksimalnya pemanfaatan gula oleh tubuh sebagai sumber energi karena kurangnya hormon insulin yang diproduksi oleh pankreas atau tidak berfungsinya hormon insulin dalam menyerap gula secara maksimal oleh sebab itu penyakit ini juga biasa disebut atau didefinisikan sebagai penyakit gula darah.

2.2 Angka Metabolisme Basal (AMB)

Angka Metabolisme Basal (AMB) perlu diketahui oleh ahli gizi karena nilai ini dijadikan dasar dalam menentukan nilai angka AMB total pada pasien penderita diabetes. Perhitungan nilai AMB mengacu pada standart yang digunakan oleh FAO/WHO/UNU (Almatsier, 2009) seperti rumus pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Rumus FAO/WHO/UNU

Kelompok Umur (th)	BMR (kkal/hari)	
	Laki-laki	Perempuan
0 – 3	(60,9 x BB) – 54	(61,0 x BB) – 51
3-10	(22,7 x BB) + 495	(22,5 x BB) + 499
10-18	(17,5 x BB) + 651	(12,2 x BB) + 746
18-30	(15,3 x BB) + 679	(14,7 x BB) + 496
30-60	(11,6 x BB) + 879	(8,7 x BB) + 829
≥60	(13,5 x BB) + 487	(10,5 x BB) + 596

*sumber FAO/WHO/UNU 1985 dalam Almatsier (2006)

2.3 Indeks Masa Tubuh (IMT)

Indeks massa tubuh (IMT) adalah nilai yang diambil dari perhitungan antara berat badan (BB) dan tinggi badan (TB)

seseorang. Indeks ini menjadi indikator atau mengambarkan kadar adipositas dalam tubuh seseorang (Almatsier, 2009). Rumus IMT dapat dilihat dibawah ini:

$$IMT = BB\ (kg) : TB\ (m)^2$$

Keterangan:
IMT : Indeks Masa Tubuh
BB : Berat Badan (Kg)
TB : Tinggi Badan $(m)^2$

Pembagian indeks masa tubuh dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2 Tabel Indeks Masa Tubuh

	Kategori	IMT	Kalori
Sangat Kurus	Kekurangan berat badan tingkat berat	< 17,0	AMB + 500 kkal
kurus	Kekurangan berat badan tingkat ringan	17,0 – 18,5	AMB + 500 kkal
Normal		18,5 – 25,0	AMB
Gemuk	Kelebihan berat badan tingkat ringan	25,0 – 27,0	AMB – 500 kkal
Obesitas	Kelebihan berat badan tingkat berat	>27,0	AMB – 500 kkal

*sumber: 13 Dasar Gizi Seimbang 1994 dalam Almatsier (2006).

2.4 Faktor Aktivitas

Faktor aktivitas merupakan jenis pekerjaan apa yang biasa dilakukan oleh pasien. Faktor ini sebagai pengali dari nilai AMB. Pembagian faktor aktivitas dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Faktor Aktivitas

Aktivitas	Gender	
	Laki-Laki	Perempuan
Sangat Ringan	1,30	1,30
Ringan	1,65	1,55
Sedang	1,76	1,70
Berat	2,10	2,00

*sumber: Almatsier (2006)

Penggolongan aktivitas yang biasa dilakukan oleh manusia dikelompokkan menurut golongan faktor aktivitas oleh WHO dalam Junita (2010) seperti pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Penggolongan Faktor Aktivitas

Sangat Ringan	Ringan	Sedang	Berat
Bed Rest	Duduk, pekerjaan kantor yang ringan, pertemuan, perakitan/perbaikan yang ringan	Konstruksi umum di luar gedung	Membawa barang berat
	Berdiri, ringan (penjaga toko, penata rambut, dll)	Tukang kayu, umum	Kehutanan, umum
	Mencuci piring (sambil berdiri)	Berdiri, sedang pedagang, pengangkat barang yang ringan)	Berkebun, umum
	Memasak (sambil berdiri)	Membersihkan, umum (sambil berdiri)	Menarik becak
	Menyetrika	Menggosok lantai	Bersepeda (<22 km/jam)
	Bermain musik, umum	Lebih dari satu pekerjaan rumah tangga	Bola basket, umum
	Merawat anak	Memperbaiki rumah, mereparasi kendaraan	Bola basket, pertandingan
	Berbaring atau duduk diam (sambil menonton TV, mendengarkan musik)	Mereparasi rumah, mengecat	Hoki es, umum
	Mengemudikan kendaraan	Mereparasi rumah, mencuci, dan memoles mobil	In-line skating
	Mengendarai bus, kereta api	Memotong rumput dengan mesin	Sepakbola, pertandingan
	Mengemudikan sepeda motor	Memotong rumput dengan alat potong manual	Sepakbola, umum
	Berjalan, perlahan (<3,2 km/jam)	Memetik buah dari pohon	Squash
		Menanam tanaman	Bola voli, pertandingan
		Bersepeda umum, pergi-pulang tempat kerja (<16km/jam)	Bola voli pantai
		Berjalan, sedang (4,8	Belari (8-10 km/jam)

		km/jam)	
		Berjalan, cepat (6,4 km/jam)	Berlari (11-13 km/jam)
		Bowling	Berlari (14-16 km/jam)
		Golf, umum	Bermain ski, umum
		Berkuda, umum	Bermain ski, cross-country, mendaki bukit
		Bermain skateboard	Bermain ski, menuruni bukit, umum
		Tenis meja	
		Berenang, umum	

Sumber: WHO dalam Junita (2010)

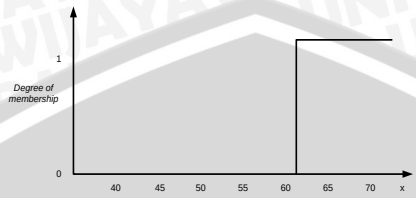
2.5 Metode Fuzzy

2.5.1 Logika Fuzzy

Dalam logika konvensional, nilai kebenaran mempunyai kondisi yang pasti, yaitu benar atau salah (*true or false*), dengan tidak ada kondisi antara.Tentu saja, pemikiran mengenai logika konvensional dengan nilai kebenaran yang pasti yaitu benar atau salah dalam kehidupan yang nyata sangatlah tidak mungkin. *Fuzzy Logic* (logika samar) menawarkan suatu logika yang dapat mempresentasikan kedalaman dunia nyata.

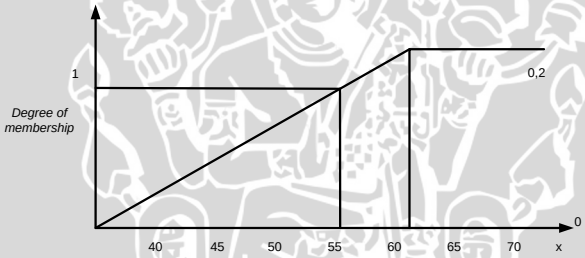
Teori himpunan logika samar dikenalkan oleh Prof. Lofti Zadeh pada tahun 1965. Ia berpendapat bahwa logika benar dan salah dari logika *boolean* / konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terhingga tersebut, Zadeh mengembangkan sebuah himpunan samar (*fuzzy*) (Zimmermann, 1991). Tidak seperti logika *boolean*, logika samar mempunyai nilai kontinu. Samar dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama (Ross, 2005).

Gambar 2.1 akan menjelaskan bagaimana konsep "umur" yang digolongkan "tua" dalam pengertian samar / *fuzzy* dan *crisp* (tegar). Misalnya diberikan suatu definisi bahwa setiap orang yang berumur 60 tahun atau lebih adalah "tua".



Gambar 2.1 Konsep "tua" dalam pengertian tegas (*crisp*)
(Kusumadewi, 2004)

Dalam pengertian *crisp* (tegas), batas-batas antara "tua" dan ""tidak "tua" sangat jelas, setiap orang yang berumur $\geq$ 60 adalah "tua", sedangkan yang lainnya (40, … , 55) adalah tidak "tua". Tidak ada derajat ketuaan, sedangkan dalam *fuzzy* setiap anggota memiliki nilai berdasarkan pada derajat keanggotaan, adapun konsep "umur" yang digolongkan "tua" dalam pengertian *fuzzy*.



Gambar 2.2 Konsep "tua" dalam pengertian *fuzzy*
(Kusumadewi, 2004)

Dari gambar 2.2 memperlihatkan, bahwa anggota yang berumur 55 tahun, derajat keanggotaannya 0,7, sedangkan anggota yang berumur 60 tahun derajat keanggotaannya 1. Untuk yang berumur $\geq$ 60 tahun mewakili secara tepat konsep "tua" yaitu derajat 1, sedangkan yang < 60 tahun memiliki derajat yang berlainan < 1.

Derajat keanggotaan ini, menunjukkan seberapa dekat nilai tiap-tiap umur dalam anggota himpunan itu dengan konsep "tua". Kita bisa mengatakan bahwa anggota yang berumur 55 tahun 70% (0,7) mendekati "tua", atau dengan bahasa alami "hamper atau mendekati tua".

2.5.2 Variabel Linguistik

Variabel Linguistik adalah variabel yang bernilai kata/kalimat, bukan angka. Sebagai alasan menggunakan kata/kalimat dari pada angkatan karena peranan linguistik kurang spesifikasi dibandingkan angka, namun informasi yang disampaikan lebih informatif. Variabel linguistik ini merupakan konsep penting dalam logika samar dan memegang peranan penting dalam beberapa aplikasi.

Jika: "kecepatan" adalah variabel linguistik, maka nilai linguistik untuk variabel kecepatan adalah, misalnya "lambat", "sedang", "cepat". Hal ini sesuai dengan kebiasaan manusia sehari-hari dalam menilai sesuatu, misalnya : "Ia mengendarai mobil dengan cepat, tanpa memberikan nilai berapa kecepatannya."

Konsep tentang variabel linguistik ini diperkenalkan oleh Lofti Zadeh. Dalam variabel linguistik ini menurut Zadeh dikarakteristikkan dengan:

(X, T(x), U, G, M)

Dimana:

X = nama variabel (varibel linguistik)

T(x) atau T = semesta pembicaraan untuk x atau disebut juga nilai linguistik dari x

U = jangkauan dari setiap samar untuk x yang berhubungan dengan variabel dasar Yaitu U

G = Aturan sintaksis untuk memberikan nama (x) pada setiap nilai X

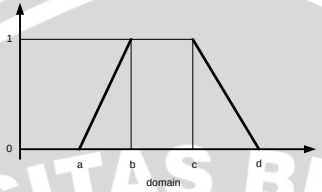
M = aturan semantic yang menghubungkan setiap X dengan artinya.

2.5.3 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetakan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki internal antara 0 sampai 1. Terdapat beberapa cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi, antara lain:

1. Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada fuzzy dapat dilihat pada gambar 2.3.



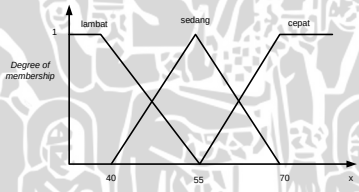
Gambar 2.3 Kurva Trapesium (Kusumadewi, 2004)

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \; atau \; x \geq a \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & a \leq x \leq b \\ (d-x)/(d-c); & b \leq x \leq c \end{cases}$$

2. Kurva Bentuk Bahu

Kurva bahu pada fuzzy dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Grafik Fungsi Keanggotaan Kecepatan (Kusumadewi, 2004)

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu Lambat[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 40 \\ (55-x)/(55-40); & 40 \leq x \leq 55 \\ 0 & x > 55 \end{cases}$$

$$\mu Cepat[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 55 \\ (x-55)/(80-55); & 55 \leq x \leq 80 \\ 0 & x > 80 \end{cases}$$

2.5.4 Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah fase pertama dari perhitungan fuzzy yaitu pengubahan nilai tegas ke nilai fuzzy. Proses fuzzyfikasi ditulis sebagai berikut:

$$x = fuzzifier(x_o)$$

Dengan x, adalah sebuah vektor nilai tegas dari suatu variabel input, x adalah vektor himpunan fuzzy yang didefinisikan sebagai variabel, dan *fuzzifier* adalah sebuah operator fuzzyfikasi yang mengubah nilai tegas ke himpunan fuzzy.

Prosesnya adalah sebagai berikut: suatu besaran analog dimasukkan sebagai input (*crisp input*), lalu input tersebut dimasukkan pada batas *scope* / dominan dari *membership function*. *Membership function* ini biasanya dinamakan *membership function input*. Output dari proses fuzzifikasi ini adalah sebuah nilai input fuzzy atau yang biasanya dinamakan fuzzy input.

2.5.5 Fuzzy Inference Sistem

Sistem Inferensi Fuzzy (*Fuzzy Inference Sistem*) disebut juga *fuzzy inference engine* adalah sistem yang dapat melakukan penalaran dengan prinsip serupa seperti manusia melakukan penalaran dengan nalurinya. Terdapat beberapa jenis *Fuzzy Inference Sistem* yang dikenal yaitu Mamdani, Tsukamoto, dan Sugeno. *Fuzzy Inference Sistem* bekerja berdasarkan kaidah-kaidah linguistik dan memiliki algoritma fuzzy yang menyediakan sebuah ketelitian untuk dimasuki analisa matematik.

2.5.5.1 Fuzzy Inference Sistem Model Sugeno

Penalaran dengan Model Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

1. **Pembentukan Himpunan Fuzzy**
   Variable input maupun output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. **Aplikasi fungsi implikasi (aturan)**
   Fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.
3. **Komposisi Aturan**
   Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sisten fuzzy, yaitu: max, additive dan probabilistic OR (probor).
4. **Penegasan (*deffuzy*)**
   Input dari proses defuzzy adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu konstanta.

   a. Metode Fuzzy Sugeno Orde-Nol
      Secara umum bentuk model fuzzay sugeno orde-nol adalah:
      $if\ (x_1 is\ A_1) \circ (x_2 is\ A_2) \circ (x_3 is\ A_3) \circ \dots \circ (x_n is\ A_N)\ THEN\ z = k$
      Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

   b. Metode Fuzzy Sugeno Orde-satu
      Secara umum bentuk model fuzzy sugeno orde-satu adalah:
      $if\ (x_1 is\ A_1) \circ \dots \circ (x_n is\ A_N)\ THEN\ z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q$

      Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dengan p_i adalah suatu konstanta (tegas ke-i dan 1 juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

2.6 Perhitungan Akurasi

Perhitungan akurasi merupakan suatu metode pengujian tingkat kebenaran sistem yang kita gunakan terhdapat data riil yang ada. Berikut rumusan perhitungan akurasi yang dilakukan.

$$Tingkat\ Akurasi = \frac{\sum data\ uji\ benar}{\sum total\ data\ uji}$$

$$Akurasi\ \% = \frac{\sum data\ uji\ benar}{\sum total\ data\ uji}\ x\ 100\%$$