

## PENENTUAN KEBUTUHAN KALORI HARIAN PADA PENDERITA DIABETES DENGAN FUZZY LOGIC METODE MAMDANI

**Ni Made Karmiathi**

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali  
Bukit Jimbaran, P.O. Box 1064 Tuban Badung – Bali  
Phone: +62-361-701981, Fax:+62-361-701128  
E-mail: made.karmiathi@yahoo.com

**Abstrak:** Penerapan Logika fuzzy lebih fleksibel dalam arti dapat dibangun dan dikembangkan dengan mudah tanpa harus memulai dari “nol” dan dapat diterapkan dalam desain sistem kontrol tanpa harus menghilangkan teknik desain sistem kontrol konvensional yang sudah ada sebelumnya. Metode Mamdani adalah salah satu contoh metode inferensi fuzzy. Beberapa aplikasi diberbagai bidang telah dikembangkan dengan menggunakan metode-metode tersebut. Salah satu di antaranya adalah penentuan kebutuhan kalori harian pada penderita diabetes.

Dalam analisis penentuan kebutuhan kalori harian pada penderita diabetes dengan menggunakan metode Mamdani, terdapat 4 variabel input yang digunakan yaitu variabel umur, tinggi badan, berat badan dan aktivitas. Variabel-variabel tersebut sangat mempengaruhi jumlah kalori yang dibutuhkan oleh penderita diabetes mellitus.

**Kata kunci:** *Fuzzy logic, Mamdani, diabetes mellitus*

### *Determining Daily Calorie Demand On Diabetes Mellitus With Mamdani Method Fuzzy Logic*

**Abstract:** *Application of Fuzzy logic is more flexible as it can be designed and developed easily without starting from beginning, omitting the existing conventional control system design technique. Mamdani method is one of fuzzy inference methods. Various applications in a number of fields had been developed by using these methods, on of which is determining daily calorie demand on diabetes mellitus. There are four inputs variables used, such as age, height, weight, and activity. Those variables are influential to the amount of calorie needed by patients of diabetes mellitus.*

**Key word:** *Fuzzy logic, Mamdani, diabetes mellitus*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Energi sangat penting bagi kehidupan manusia. Tanpa energi manusia tidak dapat melakukan aktivitas kerja. Kebutuhan energi setiap orang berbeda satu sama lain, tergantung pada faktor usia, jenis kelamin, dan kondisi tubuhnya. Seseorang yang bertubuh gemuk dan banyak aktivitas tentunya akan membutuhkan energi yang jauh lebih banyak jika dibandingkan dengan seseorang yang bertubuh kurus dan hanya beraktivitas ringan. Energi yang dibutuhkan per harinya didapatkan dari jumlah kalori yang kita konsumsi. Dalam hal ini penelitian akan menghitung kebutuhan kalori harian untuk penderita Diabetes Mellitus, karena salah satu untuk menjaga kesehatan pada penderita Diabetes adalah menjaga pola makan atau diet. Di bidang kesehatan, telah terdapat cara untuk menghitung kebutuhan kalori dalam kkal/hari baik pada orang sehat maupun orang sakit. Untuk memperkirakan pengeluaran total kalori, hasil penghitungan ini masih harus dikalikan dengan faktor aktivitas. Akan tetapi, perhitungan yang dilakukan masih dengan cara manual dan sulit di

implementasikan. Di sisi lain, perkembangan ilmu teknologi khususnya komputer dalam bidang sistem pakar telah dikembangkan beberapa model, salah satunya logika fuzzy. Salah satu alasan digunakannya logika fuzzy adalah dinilai fleksibel dalam arti dapat dibangun dan dikembangkan dengan mudah tanpa harus memulai dari “nol” dan logika fuzzy dapat diterapkan dalam desain sistem kontrol tanpa harus menghilangkan teknik desain sistem kontrol konvensional yang sudah ada terlebih dahulu. Metode Mamdani adalah salah satu contoh metode inferensi fuzzy. Beberapa aplikasi diberbagai bidang telah dikembangkan dengan menggunakan metode-metode tersebut.

### 1.2. Rumusan Masalah dan Batasan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “bagaimana menghitung dan membuat aplikasi perhitungan kalori harian bagi penderita diabetes mellitus dengan menggunakan logika fuzzy.

Agar masalah yang akan dibahas tidak meluas, maka batasan masalah yang dibahas pada penelitian ini hanya difokuskan pada:

1. Menghitung kebutuhan kalori harian pada penderita diabetes mellitus yang telah dinyatakan oleh dokter ahli.
2. Keadaan penderita diabetes mellitus dalam keadaan normal, bukan dalam keadaan hamil (untuk perempuan).
3. Dasar pertimbangan melakukan penghitungan terhadap kebutuhan kalori harian pada penderita diabetes terdiri dari 5 variabel yaitu umur, berat badan, tinggi badan, aktivitas serta satu variabel crisp yaitu jenis kelamin.
4. Metode perhitungan Sistem Inferensi Fuzzy (SIF) yang digunakan adalah Mamdani.

**1.3. Tujuan**

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk menghitung besarnya tingkat kebutuhan kalori harian yang dibutuhkan oleh penderita diabetes.
2. Menerapkan logika fuzzy dengan metode Mamdani untuk perhitungan kalori harian bagi penderita diabetes mellitus.

**I. METODE PENELITIAN**

**2.1 Metode Analisis**

Diabetes mellitus adalah suatu kumpulan gejala yang timbul pada seseorang yang disebabkan oleh karena adanya peningkatan kadar glukosa darah akibat penurunan sekresi insulin yang progresif dilatar belakangi oleh resistensi insulin (Soegondo, dkk, 2009:12).

Beberapa ketentuan-ketentuan yang mendukung analisis:

1. Cara Menaksir Kebutuhan Energi Basal dengan Perhitungan  
 Untuk sebagian besar manusia, kebutuhan energi dasar yang ditentukan melalui kalorimetri langsung atau tidak langsung hanya berbeda sebesar + 10% dari angka yang diperoleh dengan cara perhitungan. Kebutuhan energi basal atau Angka Metabolisme Basal (AMB) pada dasarnya ditentukan oleh ukuran dan komposisi tubuh serta umur. Hubungan antara tiga peubah ini sangat kompleks. Dengan memperhitungkan berat badan, tinggi badan dan umur, Harris dan Benedict pada tahun 1909 menentukan rumus untuk menghitung kebutuhan energi basal sebagai berikut:
  - a.  $AMB \text{ laki - laki} = 66,5 + 13,7 \text{ BB (kg)} + 5,0 \text{ TB(cm)} - 6,8 \text{ U}$
  - b.  $AMB \text{ perempuan} = 65,5 + 9,6 \text{ BB (kg)} + 1,8 \text{ TB (cm)} - 4,7 \text{ U}$
 Keterangan : BB = Berat Badan dalam kg, TB = Tinggi Badan dalam cm, U = Umur

menurut umur. Dengan menggunakan rumus regresi linier, FAO/WHO/UNU/1985 telah mengeluarkan rumus untuk menaksir nilai AMB dari berat badan seperti dapat dilihat pada tabel 2.2, (Almatsier, 2009:142)

Tabel 1. Rumus menaksir nilai AMB dari Berat Badan

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

2. Penentuan Jumlah Kalori Diet Diabetes Mellitus  
 Kebutuhan kalori sesuai untuk mencapai dan mempertahankan berat badan ideal. Komposisi energi adalah 45 - 65% dari karbohidrat, 10 - 20% dari protein dan 20 - 25% dari lemak. Ada beberapa cara untuk menentukan jumlah kalori yang dibutuhkan orang dengan diabetes. Di antaranya adalah dengan memperhitungkan berdasarkan kebutuhan kalori basal yang besarnya 25 - 30 kalori/kg BB ideal, ditambah dan dikurangi bergantung pada beberapa faktor yaitu jenis kelamin, umur, aktivitas, kehamilan / laktasi, adanya komplikasi dan berat badan. Cara yang lebih gampang lagi adalah dengan cara pegangan kasar, yaitu untuk pasien kurus 2300-2500 kalori, normal 1700-2100 kalori dan gemuk 1300-1500 kalori (Soegondo, dkk, 2009:54). Kebutuhan kalori berdasarkan aktivitas yang dilakukan:
  - a. Kerja ringan, ditambah 10% - 20% dari kalori basal.
  - b. Kerja sedang, ditambah 20% - 30% dari kalori basal.
  - c. Kerja berat, ditambah 40-100% dari kalori basal.
  - d. Pasien kurus, masih tumbuh kembang, terdapat infeksi, sedang hamil atau menyusui, ditambah 20 -30% dari kalori basal.
3. Beberapa jenis kegiatan dapat kita kategorikan:
  - a. Kegiatan istirahat : pensiunan
  - b. Kegiatan Ringan : pegawai kantor, guru, ibu rumah tangga
  - c. Sedang : pegawai di industri ringan, mahasiswa, militer yang tidak sedang perang
  - d. Berat : buruh, militer yang sedang perang, penari, atlet
  - e. Sangat Berat : tukang becak, tukang gali, pandai besi

Dari banyak penelitian yang dilakukan ternyata indeks paling berpengaruh terhadap AMB adalah berat badan

4. Berat badan ideal dihitung dengan menggunakan rumus Indeks Massa Tubuh (IMT), (Almatsier, 2009:148):

$$IMT = \frac{BB}{TB^2} (m)$$

(BB= Berat Badan, TB = Tinggi Badan)

Dimana:

$$\text{Sangat kurus} = < 17,0$$

$$\text{Kurus} = 17,0 - 18,5$$

$$\text{Normal} = 18,5 - 25,0$$

$$\text{Gemuk} = 25,0 - 27,0$$

$$\text{Sangat Gemuk} = > 27,0$$

Untuk menentukan kalori berdasarkan IMT adalah:

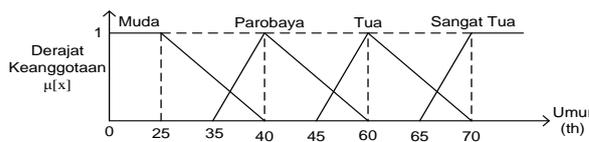
$$\text{Kalori} = \text{Berat Badan} * \text{Jenis Kelamin}$$

Dalam perhitungan kalori harian dengan menggunakan logika fuzzy untuk penderita Diabetes Mellitus dengan Sistem Inferensi fuzzy metode Mamdani langkahnya sebagai berikut:

1. Pembentukan himpunan fuzzy

Dalam perhitungan kalori harian penderita diabetes mellitus, terdapat variabel pendukung yang digunakan untuk melakukan perhitungan yaitu umur, tinggi badan, berat badan, aktivitas, dan jenis kelamin.

a. Himpunan fuzzy variabel umur



Gambar 1. Himpunan Fuzzy Untuk Variable Umur

$$\mu_{MUDA} = \begin{cases} 1; & x \leq 25 \\ \frac{(40-x)}{15}; & 25 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{PAROBAYA} = \begin{cases} \frac{(x-35)}{5}; & 35 \leq x \leq 40 \\ 1; & x = 40 \\ \frac{(60-x)}{20}; & 40 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

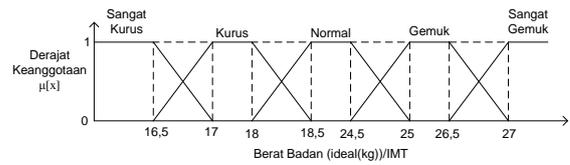
$$\mu_{TUA} = \begin{cases} \frac{(x-55)}{5}; & 55 \leq x \leq 60 \\ 1; & x = 60 \\ \frac{(70-x)}{10}; & 60 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{SANGAT TUA} = \begin{cases} \frac{(x-65)}{5}; & 65 \leq x \leq 70 \\ 1; & x \geq 70 \end{cases}$$

Tabel 2. Domain Himpunan Fuzzy Untuk Variabel Umur

variabel umur	Domain Himpunan tegas (crisp)	Domain Himpunan Fuzzy
Muda	$x < 35$	$[0 \quad 40]$
Parobaya	$35 < x < 55$	$[35 \quad 60]$
Tua	$55 < x < 70$	$[55 \quad 70]$
Sangat Tua	$x > 70$	$[65 + \infty]$

b. Himpunan fuzzy variabel berat badan



Gambar 2. Himpunan Fuzzy Untuk Variabel Berat Badan

$$\mu_{SANGAT KURUS} = \begin{cases} 1; & x \leq 16,5 \\ \frac{(17-x)}{0,5}; & 16,5 \leq x \leq 17 \end{cases}$$

$$\mu_{KURUS} = \begin{cases} \frac{(x-16,5)}{0,5}; & 16,5 \leq x \leq 17 \\ 1; & 17 \leq x \leq 18 \\ \frac{(18,5-x)}{0,5}; & 18 \leq x \leq 18,5 \end{cases}$$

$$\mu_{NORMAL} = \begin{cases} \frac{(x-18,5)}{0,5}; & 18 \leq x \leq 18,5 \\ 1; & 18,5 \leq x \leq 24,5 \\ \frac{(25-x)}{0,5}; & 24,5 \leq x \leq 25 \end{cases}$$

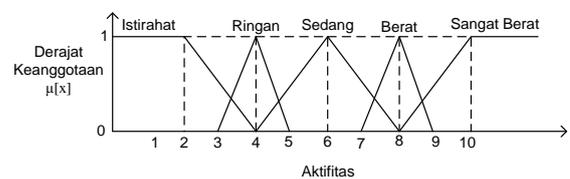
$$\mu_{GEMUK} = \begin{cases} \frac{(x-24,5)}{0,5}; & 24,5 \leq x \leq 25 \\ 1; & 25 \leq x \leq 26,5 \\ \frac{(27-x)}{0,5}; & 26,5 \leq x \leq 27 \end{cases}$$

$$\mu_{SANGAT GEMUK} = \begin{cases} \frac{(x-26,5)}{0,5}; & 26,5 \leq x \leq 27 \\ 1; & x \geq 27 \end{cases}$$

Tabel 3. Domain Himpunan Fuzzy Variabel Berat Badan

variabel umur	Domain Himpunan tegas (crisp)	Domain Himpunan Fuzzy
Muda	$x < 35$	$[0 \quad 40]$
Parobaya	$35 < x < 55$	$[35 \quad 60]$
Tua	$55 < x < 70$	$[55 \quad 70]$
Sangat Tua	$x > 70$	$[65 + \infty]$

c. Himpunan fuzzy variabel aktivitas



Gambar 3. Himpunan Fuzzy Untuk Variabel Aktivitas

$$\mu_{ISTIRAHAT} = \begin{cases} 1; & x \leq 2 \\ \frac{(4-x)}{2}; & 2 \leq x \leq 4 \end{cases}$$

$$\mu_{RINGAN} = \begin{cases} \frac{(x-3)}{1}; & 3 \leq x \leq 4 \\ 1; & x = 4 \\ \frac{(5-x)}{1}; & 4 \leq x \leq 5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{SEDANG}} = \begin{cases} \frac{(x-4)}{2} ; & 4 \leq x \leq 6 \\ 1 ; & x = 6 \\ \frac{(8-x)}{2} ; & 6 \leq x \leq 8 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{BERAT}} = \begin{cases} (x-7) ; & 7 \leq x \leq 8 \\ 1 ; & x = 8 \\ (9-x) ; & 8 \leq x \leq 9 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{SANGAT BERAT}} = \begin{cases} \frac{(x-8)}{2} ; & 8 \leq x \leq 10 \\ 1 ; & x \geq 10 \end{cases}$$

Tabel 4. Domain Himpunan Fuzzy Untuk Variabel Aktivitas

Himpunan Fuzzy variabel Aktifitas	Domain Himpunan tegas (crisp)	Domain Himpunan Fuzzy
Istirahat	$x < 2$	[0 4]
Ringan	$4 < x < 5$	[3 5]
Sedang	$5 < x < 8$	[4 8]
Berat	$8 < x < 10$	[7 9]
Sangat Berat	$x > 10$	[8 +∞]

2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)  
 Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[x])$$

Terdapat 200 (dua ratus) aturan yang akan digunakan dalam metode ini, 100 (seratus) aturan untuk jenis kelamin laki-laki dan 100(seratus) aturan untuk jenis kelamin perempuan.

3. Komposisi aturan dengan metode *Max(Maximum)*  
 Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikannya ke *output*. Dalam komposisi aturan ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy yaitu: *max*, *additive* dan *probabilistik OR (probor)*. Dalam tugas ini komposisi aturan yang digunakan adalah metode *Max (Maximum)*. dengan menggunakan operator OR (*union*). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:

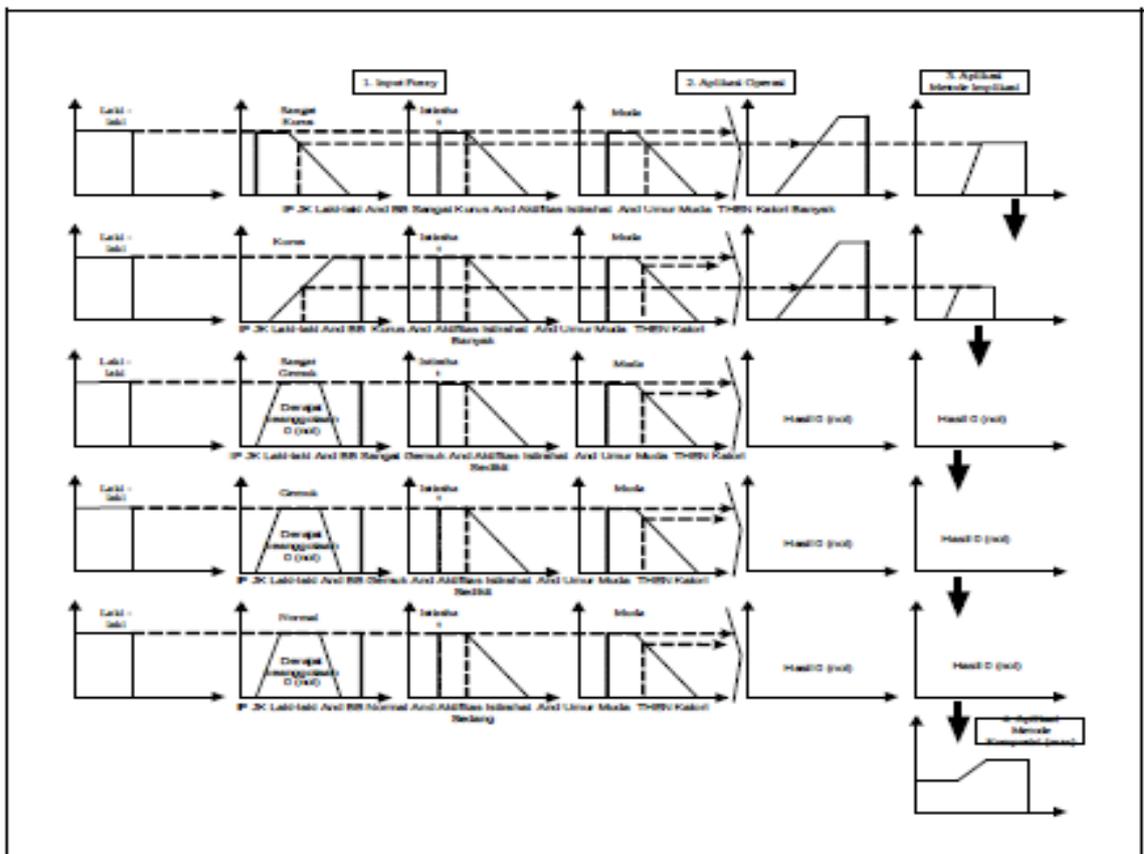
$$\mu_{sf}[X_i] \max(\mu_{sf}[X_i], \mu_{kf}[X_i])$$

dengan :

$\mu_{sf}[X_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[X_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

Komposisi aturan akan menggabungkan semua aturan yang ada, setiap aturan akan diproses sehingga akan mendapatkan nilai yang diharapkan, bagaimana aturan-aturan tersebut digabungkan menjadi satu, sehingga mendapatkan nilai akhir yang kemudian akan di *defuzzifikasi* untuk mendapatkan nilai crisp.



Gambar 4. Komposisi Aturan Fuzzy Aplikasi Perhitungan Kalor

4. Penegasian (*defuzzy*)

*Input* dari proses *defuzzifikasi* adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut, sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu. Dalam penelitian ini Penegasian (*defuzzy*) yang digunakan adalah metoda *Centroid (Composite Moment)* menurut aturan Hamdani. Pada Metode ini, solusi *Crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat ( $z^*$ ) daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan:

$$z^* = \frac{\int_z^n z\mu(z)dz}{\int_z^n \mu(z)dz}$$

atau

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j\mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

untuk variable diskret

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi pada contoh kasus:

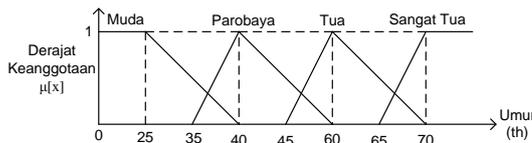
Nama : Putri  
Umur: 25 Thn

Jenis Kelamin : Perempuan  
Tinggi Badan: 165 cm  
Berat Badan: 70 kg  
Aktifitas: Pedagang

1. Mencari derajat keanggotaan masing-masing himpunan pada tiap variabel

a. Variabel Umur

Himpunan Fuzzy Variabel Umur



Gambar 5. Himpunan Fuzzy Variabel Umur

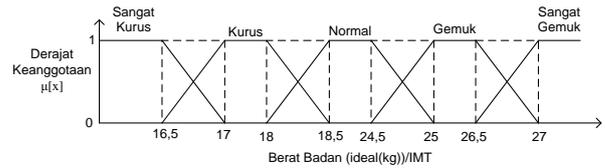
$\mu_{Muda}[25]$   
 Linier Turun =  $(c - x) / (c - b)$ ;  $25 \leq x \leq 40$   
 $= (40 - 25) / (40 - 25)$   
 $= 1$

$\mu_{Parobaya}[25]$   
 Linier Naik =  $0$ ;  $35 \leq x \leq 40$   
 Linier Turun =  $0$ ;  $40 \leq x \leq 60$

$\mu_{Tua}[25]$   
 Linier Naik =  $0$ ;  $55 \leq x \leq 60$   
 Linier Turun =  $0$ ;  $60 \leq x \leq 70$

$\mu_{SangatTua}[25]$   
 Linier Naik =  $0$ ;  $65 \leq x \leq 70$

- b. Variabel Berat Badan  
Himpunan Fuzzy Variabel Berat Badan



Gambar 6. Himpunan Fuzzy Variabel Berat Badan

$IMT = BB / TB^2$  (Kg/m)  
 $IMT = 70 / 1,65^2$   
 $= 70 / 2,7225$   
 $= 25,7$

$\mu_{SangatKurus}[25,7]$   
 Linier Turun =  $0$ ;  $16,5 \leq x \leq 17$

$\mu_{Kurus}[25,7]$   
 Linier Naik =  $0$ ;  $16,5 \leq x \leq 17$   
 Bahu =  $0$ ;  $17 \leq x \leq 18$   
 Linier Turun =  $0$ ;  $18 \leq x \leq 18,5$

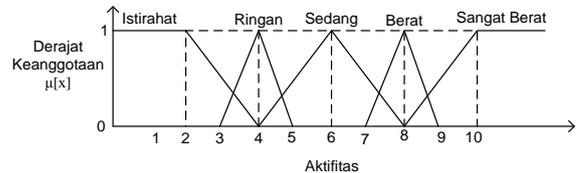
$\mu_{Normal}[25,7]$   
 Linier Naik =  $0$ ;  $18 \leq x \leq 18,5$   
 Bahu =  $0$ ;  $18,5 \leq x \leq 24,5$   
 Linier Turun =  $0$ ;  $24,5 \leq x \leq 25$

$\mu_{Gemuk}[25,7]$   
 Linier Naik =  $0$ ;  $24,5 \leq x \leq 25$   
 Bahu =  $1$ ;  $25 \leq x \leq 26,5$   
 Linier Turun =  $0$ ;  $26,5 \leq x \leq 27$

$\mu_{SangatGemuk}[25,7]$   
 Linier Naik =  $0$ ;  $26,5 \leq x \leq 27$

c. Variabel Aktifitas

Himpunan Fuzzy Variabel Aktifitas



Gambar 7. Himpunan Fuzzy Variabel Aktifitas

Dagang/Jualan/toko memiliki nilai 4 dengan katagori aktivitas **sedang**

$\mu_{Istirahat}[6]$   
 Linier Turun =  $0$ ;  $2 \leq x \leq 4$

$\mu_{Ringan}[6]$   
 Linier Naik =  $0$ ;  $3 \leq x \leq 4$   
 Linier Turun =  $0$ ;  $4 \leq x \leq 5$

$\mu_{Sedang}[6]$   
 Linier Naik =  $(6 - 4) / (6 - 4)$ ;  $4 \leq x \leq 6$   
 $= 1$   
 Linier Turun =  $(8 - 6) / (8 - 6)$ ;  $6 \leq x \leq 8$   
 $= 1$

$\mu_{Berat}[6]$   
 Linier Naik =  $0$ ;  $7 \leq x \leq 8$   
 Linier Turun =  $0$ ;  $8 \leq x \leq 9$

$\mu_{SangatBerat}[6]$   
 Linier Naik =  $0$ ;  $8 \leq x \leq 10$

2. Mencari nilai min pada Aplikasi Fungsi Implikasi (Aturan).

Jenis Kelamin = Perempuan.

Semua Aturan untuk jenis kelamin perempuan akan dieksekusi, dalam perhitungan, aturan yang mendekati dengan derajat keanggotaan yang akan diambil.

- a. If JK perempuan AND BB Gemuk AND Aktivitas Istirahat AND Umur Muda Then Kalori Sedang
- b. If JK perempuan AND BB Gemuk AND Aktivitas Istirahat AND Umur Parobaya then Kalori Sedang
- c. If JK perempuan AND BB Gemuk AND Aktivitas Ringan AND Umur Muda Then Kalori Sedang
- d. If JK perempuan AND BB Gemuk AND Aktivitas Ringan AND Umur Parobaya Then Kalori sedang
- e. If JK perempuan AND BB Gemuk AND Aktivitas Sedang AND Umur Muda Then Kalori Sedang
- f. If JK perempuan AND BB Gemuk AND Aktivitas Sedang AND Umur Parobaya Then Kalori Sedang

3. Mencari nilai  $\alpha$ -predikat min dengan menggunakan aturan diatas.

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat1} &= \mu_{JK}[P] \cap \mu_{Gemuk}[25,7] \cap \mu_{Istirahat}[4] \cap \mu_{Muda}[25] \\ &= \min(1; 1; 0; 1) = 0 \\ \alpha\text{-predikat2} &= \mu_{JK}[P] \cap \mu_{Gemuk}[25,7] \cap \mu_{Istirahat}[4] \cap \mu_{Parobaya}[25] \\ &= \min(1; 1; 0; 0) = 0 \\ \alpha\text{-predikat3} &= \mu_{JK}[P] \cap \mu_{Gemuk}[25,7] \cap \mu_{Ringan}[4] \cap \mu_{Muda}[25] \\ &= \min(1; 1; 0; 1) = 0 \\ \alpha\text{-predikat4} &= \mu_{JK}[P] \cap \mu_{Gemuk}[25,7] \cap \mu_{Ringan}[4] \cap \mu_{Parobaya}[25] \\ &= \min(1; 1; 0; 0) = 0 \\ \alpha\text{-predikat5} &= \mu_{JK}[P] \cap \mu_{Gemuk}[25,7] \cap \mu_{Sedang}[4] \cap \mu_{Muda}[25] \\ &= \min(1; 1; 1; 1) = 1 \\ \alpha\text{-predikat6} &= \mu_{JK}[P] \cap \mu_{Gemuk}[25,7] \cap \mu_{Sedang}[4] \cap \mu_{Parobaya}[25] \\ &= \min(1; 1; 1; 0) = 0 \end{aligned}$$

4. Pembentukan Komposisi Aturan

Pembentukan komposisi aturan dilakukan dengan cari pengambilan nilai Max pada  $\alpha$ -predikat. Berdasarkan hasil dari aplikasi fungsi implikasi (aturan) didapatkan nilai 1 sebagai nilai tertinggi dan 0 sebagai nilai terendah.

$\mu_1 = 0$ ; Batas bawah

$\mu_2 = 1$ ; Batas Atas

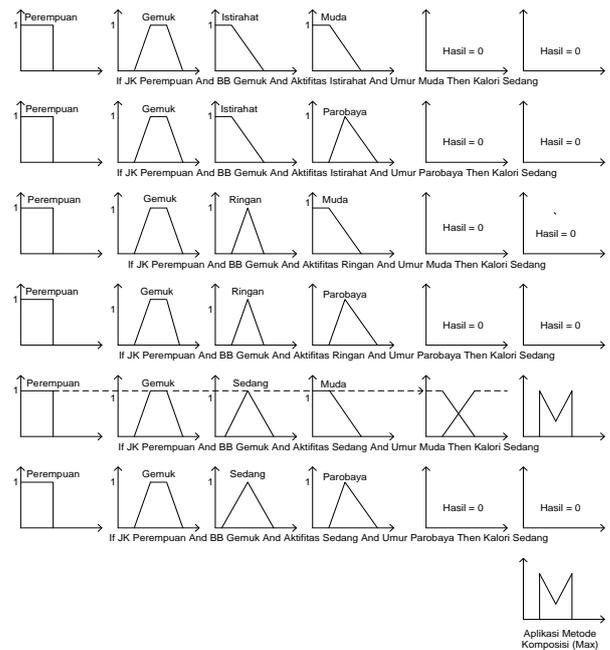
Kemudian cari nilai  $a_1$  dan nilai  $a_2$ :

Nilai  $a_1$

$$(a_1 - 1000) / 1500 = \mu_{a1}$$

$$(a_1 - 1000) / 1500 = 0$$

$$a_1 = 1000$$



Gambar 8. Aplikasi Fungsi implikasi MIN dan Komposisi Antar-Rule Menggunakan Fungsi MAX

Nilai  $a_2$

$$(a_2 - 1000) / 1500 = \mu_{a2}$$

$$(a_2 - 1000) / 1500 = 1$$

$$a_2 = 2500$$

Dengan demikian fungsi keanggotaan untuk hasil komposisi ini adalah:

$$z = \begin{cases} 0; & z \leq 1000 \\ \frac{(z-1000)}{1500}; & 1000 \leq z \leq 1500 \\ 1; & z \geq 2500 \end{cases}$$

Penegasan (Defuzzy)

$$M_1 = 0;$$

$$M_2 = \int_{\text{nilai } a_1}^{\text{nilai } a_2} \frac{(z-1000)}{1500} z dz$$

$$= \int_{1000}^{2500} \frac{(z-1000)}{1500} z dz = \int_{1000}^{2500} \frac{z}{1500} z dz - \int_{1000}^{2500} \frac{1000}{1500} z dz$$

$$= \int_{1000}^{2500} 0,000222 z^2 - \int_{1000}^{2500} 0,333 z dz$$

$$= (0,000222 * 2500^3 - 0,000222 * 1000^3) - (0,333 * 2500^2 - 0,333 * 1000^2)$$

$$= (3468750 - 222000) - (2081250 - 333000)$$

$$= 1498500$$

$$M_3 = \int_{\text{nilai } a_2}^{2500} (\mu_{a2}) z dz$$

$$= \int_{2500}^{2500} 1 z dz = 0$$

Jadi nilai ,masing-masing momen:

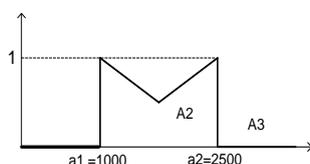
$$\begin{aligned} M1 &= 0 \\ M2 &= 1498500 \\ M3 &= 0 \end{aligned}$$

Kemudian mencari nilai luas setiap daerah:

$$\begin{aligned} A1 &= \text{nilai } a1 * \mu a1 \\ &= 1000 * 0 \\ &= 0 \\ A2 &= (\mu a1 + \mu a2) * (\text{nilai } a2 - \text{nilai } a1) / 2 \\ &= (0 + 1) * (2500 - 1000) / 2 \\ &= 750 \\ A3 &= (2500 - \text{nilai } a2) * \mu a2 \\ &= (2500 - 2500) * 1 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Jadi, nilai untuk luas tiap daerah adalah:

$$\begin{aligned} A1 &= 0; \\ A2 &= 750 \\ A3 &= 0 \end{aligned}$$



Maka , titik pusat dapat diperoleh dari:

$$\begin{aligned} z &= \frac{M1+M2+M3}{A1+A2+A3} \\ &= \frac{0+1498500+0}{0+750+0} \\ &= 1998 \end{aligned}$$

Jadi, nilai kalori basal adalah 1998 kalori. Nilai kalori basal belum merupakan nilai total kalori harian. Untuk mendapatkan nilai total kalori harian maka kita harus menjumlah atau mengurangi menurut usia, berat badan, serta aktivitas.

Koreksi:

1. Kalori basal = 1998 kalori
2. Jenis kelamin Perempuan  
Antara Jenis kelamin laki – laki dan perempuan memiliki selisih sebesar 5% dari kalori basal. Perempuan lebih sedikit dari pada laki – laki.  
 $JK = 1998 * 5\% = 99,9$
3. Umur =25  
Secara teori menurut ilmu kedokteran. Umur dibawah 40 tahun tidak mengalami pengurangan jumlah kalori.
4. Berat Badan = Gemuk  
Secara teori menurut ilmu kedokteran, berat badan yang mengalami penambahan atau pengurangan adalah kurus atau gemuk, dengan persentase pengurangan atau penambahan sebesar 20 – 30%.  
Pada kasus ini, berat badan penderita termasuk dalam katagori gemuk, sehingga

mengalami pengurangan kalori sebesar 30% dari kalori basal. Karena pada  $\mu_{Gemuk}=1$ ; maka penjumlahan kalori adalah tetap sebesar 30% dari kalori basal.

$$\begin{aligned} BB &= \text{kalori basal} * 30\% \\ &= 1998 * 30\% \\ &= 599,4 \end{aligned}$$

5. Aktivitas = Sedang

Secara teori menurut ilmu kedokteran. Aktivitas sedang memerlukan penambahan kalori dengan persentase sebesar 30% dari kalori basal. Karena pada aktivitas  $\mu_{Berat}=1$ ; maka penjumlahan kalori adalah sebesar 30% dari kalori basal.

Jadi, penambahan untuk aktivitas sedang adalah sebesar 30%.

$$\begin{aligned} \text{Aktivitas} &= \text{kalori basal} * 30\% \\ &= 1998 * 30\% \\ &= 599,4 \text{ kalori} \end{aligned}$$

Nilai total kalori harian yang dibutuhkan adalah:

$$\text{Total Kalori} = \text{Kalori basal} - JK - BB + \text{aktivitas}$$

$$\text{Total Kalori} = 1998 - 99,9 - 599,4 + 599,4$$

$$\text{Total Kalori} = 1898,1 \text{ kalori}$$

Jadi, total kalori harian yang dibutuhkan untuk penderita ini adalah 1898,1 kalori.

### III. SIMPULAN

Dari analisis yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Sistem inferensi fuzzy dengan metode Mamdani dapat mengukur kebutuhan kalori untuk penderita diabetes mellitus.
2. Aplikasi ini menggunakan logika Fuzzy sebagai metode perhitungan yang bermanfaat untuk memudahkan ahli gizi atau pengguna dalam menentukan kebutuhan kalori untuk penderita diabetes mellitus.
3. Dalam analisis penentuan kebutuhan kalori untuk penderita diabetes mellitus, terdapat 4 variable input yang digunakan yaitu variabel umur, tinggi badan, berat badan dan aktivitas. Variabel-variabel tersebut sangat mempengaruhi jumlah kalori yang dibutuhkan oleh penderita diabetes mellitus.

### Daftar Pustaka

DAFTAR PUSTAKA:

- [1]. Almtsier, Sunita, Prinsip Dasar Ilmu Gizi, Gramedia Pustaka Utama, 2009
- [2]. Sri Kusumadewi, Aplikasi Logika Fuzzy, Graha Ilmu, Edisi 2, 2010
- [3]. Sri Kusumadewi, Hari Purnomo, Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan , Yogyakarta, Graha Ilmu, 2010
- [4]. Soegondo, Sidartawan, dkk. Penatalaksanaan Diabetes Melitus Terpadu, Jakarta, FKUI, 2009
- [5]. T. Sutoyo, S.Si.,M.Kom, Kecerdasan Buatan, ANDI Yogyakarta, 2010