

## PENERAPAN ALGORITMA FUZZY SUGENO PADA PERHITUNGAN KALORI UNTUK PENYUSUNAN MENU FOOD COMBINING

Sapto Bagus Pambudi  
Program Studi Ilmu Komputer  
Universitas Brawijaya Malang

Edy Santoso, S.Si., M.Kom  
Program Studi Ilmu Komputer  
Universitas Brawijaya Malang

Nanang Yudi Setiawan, ST  
Program Studi Ilmu Komputer  
Universitas Brawijaya Malang

### ABSTRAK

Dewasa ini, penyakit berbahaya dan melumpuhkan yang tidak membunuh secara cepat, melainkan perlahan-lahan seringkali menyerang tubuh manusia. Menurut Marsden (2008), meningkatkan kualitas pola makan sebagai sebuah upaya untuk mengurangi resiko penyakit degeneratif mulai diterima secara lebih luas. Metode penyusunan menu makanan pun telah banyak dikembangkan. Salah satu caranya adalah metode penyusunan *food combining*. Metode *food combining* merupakan teori dasar penyusunan menu berdasarkan jenis gizi yang terkandung di dalam bahan makanan. Proses penyusunan makanan membutuhkan penghitungan Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk mencapai kebutuhan ideal. Namun, dalam prakteknya hal ini sulit dilakukan karena pengetahuan masyarakat yang minim tentang hal ini.

Berdasarkan dari latar belakang tersebut maka dibuatlah perangkat lunak yang dapat membantu dalam memutuskan pola menu makanan yang tepat untuk meningkatkan status gizi seseorang menggunakan metode fuzzy sugeno.

Metode fuzzy sugeno menyediakan penalaran fuzzy yang outputnya berupa persamaan linear sehingga sangat membantu dalam menentukan jumlah kalori dan kebutuhan gizi. Hasil dari persamaan linear kemudian dikembangkan untuk pemilihan menu bahan makanan sehingga bahan makanan yang digunakan dalam sehari dapat memenuhi kebutuhan kalori. Hal ini akan mempermudah seseorang dalam menentukan menu makanan yang memiliki kebutuhan kalori berbeda-beda

### PENDAHULUAN

Meningkatkan kualitas pola makan sebagai sebuah upaya untuk mengurangi resiko penyakit degeneratif mulai diterima secara lebih luas, baik secara medis maupun secara ilmiah. Metode penyusunan menu makanan pun telah banyak dikembangkan. Salah satu caranya adalah metode penyusunan *food combining*. Metode *food combining* merupakan teori dasar penyusunan menu berdasarkan jenis gizi yang terkandung di dalam bahan makanan.

Proses penyusunan makanan membutuhkan penghitungan Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk mencapai kebutuhan ideal. Namun, dalam prakteknya hal ini sulit dilakukan karena pengetahuan masyarakat yang minim tentang hal ini. Selain itu, dewasa ini masyarakat hanya memperhatikan kuantitas bahan pangan saja tanpa memperhatikan kualitas pangan atau nilai gizi makanan yang diasup. Hal ini dapat berdampak buruk bagi kesehatan.

Pada penelitian sebelumnya, Rosida Wachdani dari Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim membuat pengatur pola menu makanan untuk balita menggunakan metode fuzzy sugeno. Penulis mencoba mengembangkannya untuk menentukan pola menu makanan usia 1 tahun hingga 60 tahun ke atas menggunakan metode yang sama. Implementasinya yaitu penyusunan menu dengan kaidah *food combining* berdasarkan penghitungan kalori menggunakan fuzzy sugeno. Metode ini menyediakan penalaran fuzzy yang outputnya berupa persamaan linear sehingga sangat membantu dalam menentukan jumlah kalori dan kebutuhan gizi. Hasil dari persamaan linear kemudian dikembangkan untuk pemilihan menu bahan makanan sehingga bahan makanan yang digunakan dalam sehari dapat memenuhi kebutuhan kalori. Hal ini akan mempermudah seseorang dalam menentukan menu makanan yang memiliki kebutuhan kalori berbeda-beda.

**Tabel 2. 1 Rumus FAO/WHO/UNU untuk menentukan AMB**

Kelompok Umur	Laki-laki	Perempuan
0-3	60,9 B*) - 54	61 B - 51
3-10	22,7 B + 495	22,5 B + 499
18-30	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
*) Berat Badan		

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

**PEDOMAN UMUM GIZI SEIMBANG**

Pedoman Umum gizi seimbang adalah pedoman dasar tentang gizi seimbang yang disusun sebagai penuntun pada perilaku konsumsi makanan di masyarakat secara baik dan benar. PUGS digambarkan dalam logo berbentuk kerucut. Dalam logo tersebut, bahan makanan dikelompokkan berdasarkan tiga fungsi utama zat gizi, yaitu :

1. Sumber energi atau tenaga, yaitu padi-padian atau serealisa seperti beras, jagung, dan gandum;sagu; umbi-umbian seperti ubi, singkong, dan talas; serta hasil olahannya seperti tepung-tepungan, mi, roti, makaroni, haverhout, dan bihun.
2. Sumber protein, yaitu sumber protein hewwani, seperti daging, ayam, telur, susu, dan keju; serta sumber protein nabati seperti kacang-kacangan berupa kacang kedelai,kacang tanah, kacang hijau, kacang merah, dan kacang tolo;serta hasil olahannya seperti tempe, tahu, susu kedelai, dan oncom.
3. Sumber zat pengatur berupa sayuran dan buah. Sayuran diutamakan yang berwarna hijau dan kuning jingga, seperti bayam, daun singkong, daun katuk, kangkung, wortel, dan tomat; serta sayur kacang-kacangan, seperti kacangpanjang, buncis, dan kecipir. Buah-buahan diutamakan yang berwarna kuning jingga, kaya serat dan yang berasa asam seperti pepaya, mangga, nanas, nangka, jambu biji, apel, sirsak, dan jeruk.

PUGS menganjurkan agar 60-75% kebutuhan energi diperoleh dari karbohidrat (terutama karbohidrat kompleks), 10-15% dari protein, dan 10-25% dari lemak (Almatsier, 2006).

**ANGKA KECUKUPAN GIZI**

Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan (AKG) adalah tingkat konsumsi zat-zat gizi esensial yang dinilai cukup untuk memenuhi kebutuhan gizi hampir semua orang sehat di suatu negara. Komponen utama untuk yang menentukan kebutuhan energi adalah Angka Metabolisme Basal (AMB) dan aktivitas fisik.

**CARA MENENTUKAN AMB**

Cara ini memperhatikan umur, gender, dan berat badan. Cara ini dapat dilihat pada tabel 2.1.

Aktivitas fisik dapat dibagi dalam empat golongan, yaitu sangat ringan, ringan, sedang, dan berat. Kebutuhan energi untuk berbagai aktivitas fisik dinyatakan dalam kelipatan AMB, yang dapat dilihat pada tabel 2.2.

**Tabel 2. 2 Cara menaksir kebutuhan energi menurut aktivitas**

Aktivitas	Kegiatan	Gender	Faktor Aktivitas
Ringan	75% duduk / berdiri	Pria	1,56
	25% aktivitas pekerjaan	Wanita	1,55
Sedang	40% duduk / berdiri	Pria	1,76
	60% aktivitas pekerjaan	Wanita	1,7
Berat	25% duduk / berdiri	Pria	2,1
	75% aktivitas pekerjaan	Wanita	2

\*sumber: Risalah Widya Karya Pangan dan Gizi V, 1994

Kebutuhan energi untuk AMB diperhitungkan menurut berat badan normal atau ideal. Cara menetapkan Berat Badan adalah dengan menggunakan Indeks Masa Tubuh (IMT) dengan persamaan 2.1.

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan}^2 \text{ (m)}}$$

(2.1)

Penilaian berdasarkan IMT menggunakan batas ambang seperti dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2. 3 Tabel Indeks Massa Tubuh**

Kategori	Kondisi	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	
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 Almtsier (2006).

Mengombinasikan makanan dengan benar dapat membakar lemak dengan lebih efektif, sehingga tidak ada sisa makanan yang tidak tercerna pada saluran pencernaan Anda. Inti dari mengombinasikan makanan adalah bahwa makanan dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok kombinasi. Dan, yang terpenting adalah tidak memakan beberapa kelompok.

makanan pada waktu yang bersamaan, karena akan mengganggu proses pencernaan.

Jika dilakukan dengan benar, mengombinasikan makanan dapat:

- Membantu tubuh membakar lemak dengan lebih efisien.
- Mendukung proses penyerapan nutrisi, enzim, dan protein secara maksimal.
- Mencegah sendawa, kembung, sebah, dan gagal cerna

- Mencegah terjadinya penimbunan yang dapat mengakibatkan obesitas.

Tanpa mengombinasikan makanan, Anda akan:

- Proses pencernaan tidak akan tuntas.
- Enzim pencernaan terganggu.
- Penyerapan nutrisi terganggu.
- Cenderung beresiko untuk mudah sakit, termasuk penyakit perut membesar, panas dalam, gagal cerna, gagal serap, konstipasi, keram, sindrom, iritasi perut, kembung, bahkan gejala yan lebih parah.

Terkadang beberapa jenis makanan dapat tercerna lebih cepat dari jenis lainnya. Ada jenis yang membutuhkan enzim khusus untuk mencerna, dan ada jenis yang membutuhkan kondisi khusus dalam perut agar dapat terserap ke dalam darah. Contohnya, protein membutuhkan campuran asam cair untuk dicerna, sedangkan karbohidrat membutuhkan campuran alkalin cair untuk dapat dicerna.

Cara kerja :

Kelompok 1: Protein (daging, daging unggas, keju, ikan, telur, susu,dan kacang-kacangan) dapat memproduksi campuran asam cair untuk pencernaan. Pencernaannya berlangsung perlahan.  
 Kelompok 2: Karbohidrat ( semua jenis gandum dan produk yang berbahan dasar gandum seperti roti, pasta, sereal, tepung, biskuit) dan sayuran yang mengandung zat tepung seperti kentang, jagung manis ) dapat memproduksi campuran alkalin cair. Jenis ini tercerna lebih cepat dan membutuhkan enzim khusus yang berbeda dari protein.

Jika Anda mengonsumsi kelompok 1 dan kelompok 2 secara bersamaan, maka enzim yang ada pada masing-masing kelompok makanan tersebut akan saling menetralkan. Hasilnya,makanan tidak tercerna dengan baikdan membusuk di dalam perut,

menghasilkan gas, membucitkan perut, panas dalam, mual, gagal serap, gagal cerna, dan akhirnya Anda akan kehilangan sumber tenaga.

Kelompok 3: Sayuran, sayuran tanpa zat tepung, akar-akaran, biji-bijian, tanaman obat, bumbu, kacang, dan minyak dari biji-bijian. Kelompok ini dapat dikonsumsi baik dengan kelompok 1 atau kelompok 2 di atas.

Kelompok 4: Buah-buahan. Ini berbeda sendiri dan merupakan jenis yang paling cepat tercerna. Buah-buahan menggunakan enzim yang berbeda dari enzim-enzim lainnya ketika dicerna.

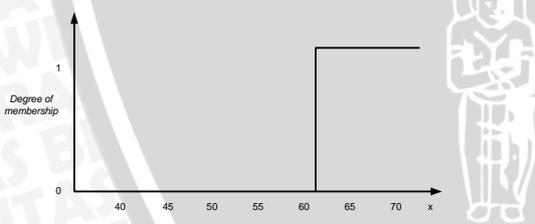
Dalam logika konvensional, nilai kebenaran mempunyai kondisi yang pasti, yaitu benar atau salah (*true or false*), dengan tidak ada kondisi



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).

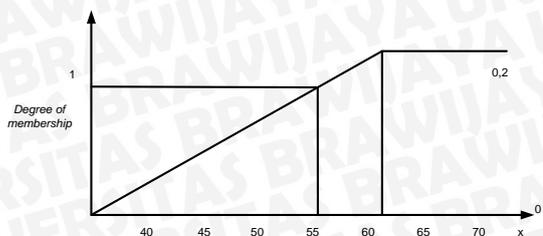
Tidak seperti logika *boolean*, logika samar mempunyai nilai kontinu. Samar dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama (Ross, 2005). Gambar 2.1 akan menjelaskan bagaimana konsep "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*)**

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*.



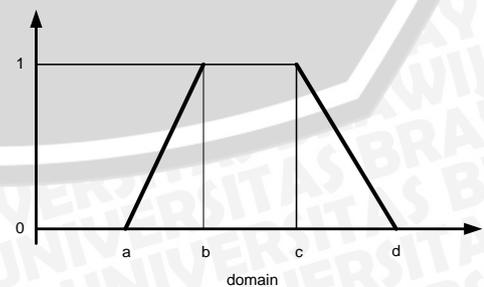
**Gambar 2. 2. Konsep "tua" dalam pengertian fuzzy**

Dari gambar di atas 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 4ari mengatakan bahwa anggota yang berumur 55 tahun 70% (0,7) mendekati "tua", atau dengan bahasa alami "hamper atau mendekati tua" (Kusumadewi, 2004).

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan 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

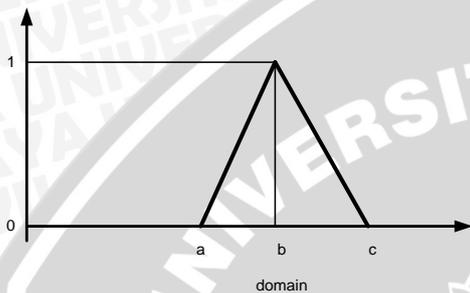


**Gambar 2. 3. Kurva Trapesium**

Fungsi keanggotaan kurva trapesium diperlihatkan pada persamaan 2.2.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & a \leq x \leq b \\ (d - x)/(d - c); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.2)$$

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier), yang diperlihatkan pada gambar 2.4.



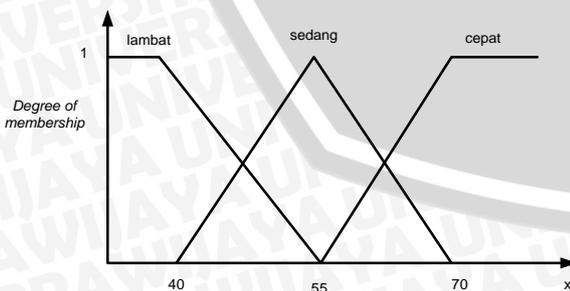
Gambar 2. 4. Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan kurva segitiga diperlihatkan pada persamaan 2.3.

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

2. Kurva Bentuk Bahu

Gambar grafik fungsi keanggotaannya diperlihatkan pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5. Grafik Fungsi Keanggotaan Kecepatan

**FUZZY SUGENO**

Penalaran dengan metode sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (konsekuen) system 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 system 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 (defuzzy)  
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 fuzzy sugeno orde-nol adalah diperlihatkan pada persamaan 2.5.  
$$\text{if } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ (x_3 \text{ is } A_3) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = k \quad (2.5)$$

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 diperlihatkan pada persamaan 2.6:  
$$\text{if } (x_1 \text{ is } A_1) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q \quad (2.6)$$

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.

Tahapan-tahapan dalam metode Sugeno yaitu sebagai berikut:

1. Pembentukan himpunan *Fuzzy*

Pada tahapan ini variabel input (*crisp*) dari sistem *fuzzy* ditransfer ke dalam himpunan *fuzzy* untuk dapat digunakan dalam perhitungan nilai kebenaran dari premis pada setiap aturan dalam basis pengetahuan. Dengan demikian tahap ini mengambil nilai-nilai *crisp* dan menentukan derajat di mana nilai-nilai tersebut menjadi anggota dari setiap himpunan *fuzzy* yang sesuai.

2. Aplikasi fungsi implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan *fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy*. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi ditunjukkan pada persamaan 2.7.

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ THEN } y \text{ is } B \tag{2.7}$$

Dengan  $x$  dan  $y$  adalah skalar, dan  $A$  dan  $B$  adalah himpunan *fuzzy*. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai antesenden sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator *fuzzy* seperti pada persamaan 2.8.

$$\text{IF}(x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ o } (x_3 \text{ is } A_3) \text{ o } \dots \text{ o } (x_N \text{ is } A_N) \tag{2.8}$$

THEN  $y$  is  $B$

dengan  $o$  adalah operator (misal: OR atau AND).

Secara umum fungsi implikasi yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut:

a. Min (*minimum*)

Fungsi ini akan memotong output himpunan *fuzzy*.

b. Dot (*product*)

Fungsi ini akan menskala output himpunan *fuzzy*.

Pada metode Sugeno ini, fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi min.

3. Defuzzifikasi (*Defuzzification*)

Input dari proses defuzzifikasi adalah himpunan *fuzzy* yang dihasilkan dari proses komposisi dan output adalah sebuah nilai (*crisp*). Untuk aturan IF-THEN *fuzzy* dalam persamaan 2.9.

$$\text{RU}(k) = \text{IF } x_1 \text{ is } A_{1k} \text{ and } \dots \text{ and } x_n \text{ is } A_{nk} \text{ THEN } y \text{ is } B_k, \tag{2.9}$$

dimana  $A_{1k}$  dan  $B_k$  berturut-turut adalah himpunan *fuzzy* dalam  $U_i \mathbb{R}$  ( $U$  dan  $V$  adalah domain fisik),  $i = 1, 2, \dots, n$  dan  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$   $U$  dan  $y \in V$  berturut-turut adalah variabel input dan output (linguistik) dari sistem *fuzzy* (Li, 2006).

Menurut Wang, defuzzifier pada persamaan di atas didefinisikan sebagai suatu pemetaan dari himpunan *fuzzy*  $B_k$  dalam  $V \mathbb{R}$  (yang merupakan output dari inferensi *fuzzy*) ke titik *crisp*  $y^* \in V$  (Arhami, 2005).

Pada metode Sugeno *defuzzification* dilakukan dengan perhitungan *Weight Average (WA)* dengan persamaan 2.10.

$$WA = \frac{a_1z_1 + a_2z_2 + a_3z_3 + \dots + a_nz_n}{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n} \tag{2.10}$$

$$WA = \frac{a_1z_1 + a_2z_2 + a_3z_3 + \dots + a_nz_n}{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}$$

(Kusumadewi, 2004)

Sistem ini mengimplementasikan metode *fuzzy* Sugeno dalam proses penentuan hasil AMB nya. Sistem inferensi *fuzzy* akan mengolah dan menghitung inputan berupa umur, jenis kelamin, tanda-tanda tubuh yang dimiliki, tinggi badan, dan berat badan. *Output* awal yang dihasilkan adalah nilai kalori yang dibutuhkan untuk memenuhi Angka Metabolsime Basal.

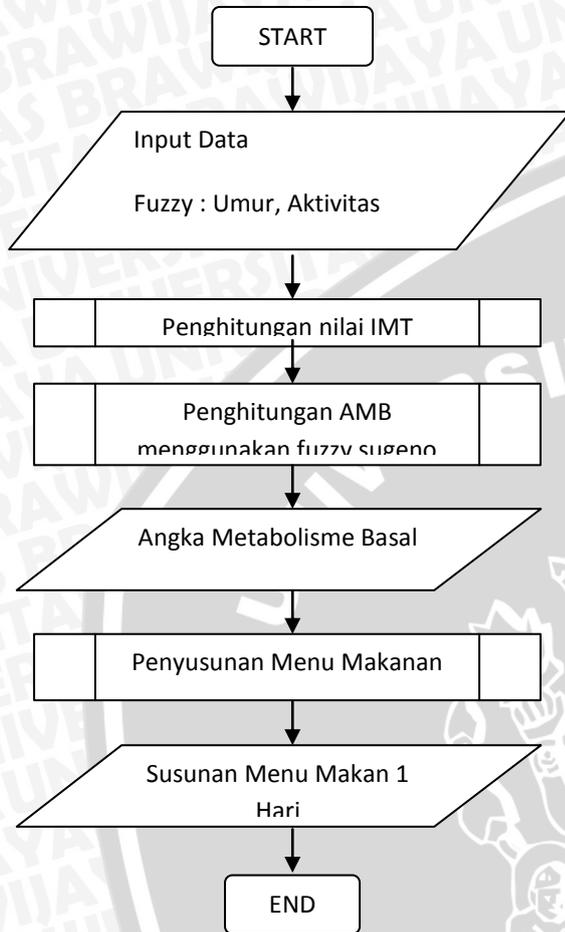


Gemuk	25	[24 ∞]
-------	----	--------

Output tersebut kemudian akan menjadi patokan dalam penyusunan menu makanan yang sesuai. Langkah ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.

**Tabel 3. 2 Variabel AMB**

Variabel Umur	Domain Himpunan tegas (crisp)	Domain Himpunan Fuzzy
Balita	<3	[0 3,5]
Anak-anak	3 – 10	[2,5 10,5]
Remaja	10 – 18	[9,5 18,5]
Dewasa	18 – 30	[17,5 30,5]
Parobaya	30 – 60	[29,5 60,5]
Tua	>60	[59,5 +∞]



**Gambar 3. 1 Diagram Alir Sistem**

1. Variabel IMT

Variabel IMT dibagi menjadi 3 kelompok atau atribut linguistik yaitu kurus, normal, gemuk, dan dapat dilihat pada tabel 3.1

**Tabel 3. 1 Kategori IMT**

Variabel Umur	Domain Himpunan tegas (crisp)	Domain Himpunan Fuzzy
Kurus	<18,5	[0 19,5]
Normal	18,5 – 25	[18,5 25]

**Tabel 3. 3 Variabel Faktor Aktivitas**

Variabel IFA	Domain Himpunan tegas (crisp)	Domain Himpunan Fuzzy
Ringan	25	[0 60]
Sedang	60	[25 75]
Berat	75	[65 ∞]

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil evaluasi ini merupakan hasil penghitungan nilai error antara nilai AMB manual dan nilai AMB dengan metode fuzzy. Berdasarkan data pada tabel 4.1 dan tabel 4.2, didapatkan nilai error rata-rata untuk jenis kelamin pria sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Nilai error rata-rata} &= \frac{208,5}{61} \\ &= 3.41\% \end{aligned}$$

Penghitungan nilai error rata-rata dari ujicoba tipe 1 untuk jenis kelamin pria dengan hasil nilai 3,41% menunjukkan nilai error yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa nilai perhitungan dengan metode fuzzy mendekati nilai perhitungan dengan metode manual.

Perhitungan nilai error untuk jenis kelamin wanita sebesar:

$$\begin{aligned}\text{Nilai error rata-rata} &= \frac{169,7}{61} \\ &= 2,78 \%\end{aligned}$$

Penghitungan nilai error rata-rata dari ujicoba tipe 1 untuk jenis kelamin wanita dengan hasil nilai 2,78 % menunjukkan nilai error yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa nilai perhitungan dengan metode fuzzy mendekati nilai perhitungan dengan metode manual.

Hasil penghitungan kalori menggunakan metode fuzzy sugeno dengan 61 data uji, menunjukkan terdapat 34 data uji yang memiliki kedekatan nilai kalori yang lebih baik terhadap nilai kalori yang dianjurkan oleh LIPI dibandingkan dengan hasil penghitungan kalori secara manual.

Hasil ujicoba tipe 1 yang telah dilakukan menunjukkan bahwa dengan nilai error kecil, maka penghitungan nilai Angka Metabolisme Basal (AMB) yang dilakukan dengan menggunakan metode inferensi fuzzy Sugeno dapat mewakili penghitungan nilai AMB yang dilakukan oleh pakar yang menggunakan metode manual.

Hasil ujicoba tipe 2 menunjukkan bahwa penghitungan nilai Angka Metabolisme Basal (AMB) dengan menggunakan metode inferensi fuzzy Sugeno menghasilkan nilai yang lebih baik menurut acuan nilai AMB yang dianjurkan oleh LIPI.

## KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian pada penghitungan kalori menggunakan fuzzy sugeno untuk penyusunan menu food combining adalah sebagai berikut :

1. Penghitungan kalori menggunakan fuzzy sugeno untuk penyusunan menu food combining dilakukan dengan 4 tahapan utama yaitu pembentukan himpunan fuzzy, fungsi implikasi, komposisi aturan, dan defuzzyfikasi. Menu disusun berdasarkan nilai kalori yang dihasilkan.
2. Hasil pengujian tipe 1 menunjukkan bahwa penghitungan nilai Angka Metabolisme Basal (AMB) yang dilakukan dengan menggunakan metode inferensi fuzzy Sugeno dapat mewakili penghitungan nilai AMB yang

dilakukan oleh pakar yang menggunakan metode manual.

3. Hasil pengujian tipe 2 menunjukkan bahwa penghitungan nilai Angka Metabolisme Basal (AMB) dengan menggunakan metode inferensi fuzzy Sugeno menghasilkan nilai yang lebih baik menurut acuan nilai AMB yang dianjurkan oleh LIPI.
4. Aplikasi penghitungan kalori menggunakan fuzzy sugeno dapat menjadi alternatif dalam menentukan kebutuhan energi harian. Hasil dari penentuan kebutuhan harian tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan pola menu makanan.

## SARAN

Pada penelitian ini masih ada beberapa hal yang dapat dikembangkan dan digunakan untuk penelitian selanjutnya, yaitu antara lain:

1. Menambah paramater untuk digunakan sebagai faktor penentu tambahan dalam perumusan nilai kalori seperti faktor kesehatan dan tingkat stress.
2. Melakukan variasi terhadap batas fuzzy untuk didapatkan hasil yang lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, Sunita. Prinsip Dasar Ilmu Gizi . Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2004.
- Almatsier, Sunita. Penuntun Diet Instalasi Gizi Perjan RS. Dr. Cipto Mangunkusumo dan Asosiasi Dietisien Indonesia . Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2006.
- Fehre, Karsten. *A Fuzzy Arden Syntax Compiler*. Vienna: Medical University of Vienna.2010.
- Kusumadewi, Sri. Sistem Inferensi *Fuzzy* (Metode TSK) untuk Penentuan Kebutuhan Kalori Harian. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia. 2008.
- Kusumadewi, Sri & Purnomo, Hari. Aplikasi Logika *Fuzzy* untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2004.
- Marsden. Kathryn. *The Complete Book of Food Combining*. Jakarta: Penerbit Qanita. 2008

McKeith, Gillian. *You are What You Eat*. Jakarta: TransMedia. 2007

Wachdani, Rosida. Rancang Bangun Perangkat Lunak Pengatur Pola Menu Makanan untuk Bayi di Bawah Lima Tahun (Balita) Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno Guna Memperoleh Status Gizi Seimbang. Malang : Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. 2010.

Wulandari, Yogawati. Aplikasi Metode Mamdani Dalam Penentuan Status Gizi Dengan Indeks Massa Tubuh (Imt) Menggunakan Logika *Fuzzy*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta. 2011.

