

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

SKRIPSI

Oleh :  
SAPTO BAGUS PAMBUDI  
0710960045-96



PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2012

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



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

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Komputer dalam bidang Ilmu Komputer

Oleh :  
**SAPTO BAGUS PAMBUDI**  
0710960045-96



PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2012

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

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

**Oleh :**

**SAPTO BAGUS PAMBUDI**

**0710960045 – 96**

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Pengaji**

**Pada tanggal 8 Agustus 2012**

**dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar**

**Sarjana dalam bidang Ilmu Komputer**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Edy Santoso, S.Si., M.Kom**  
**NIP. 19740414200312 1 004**

**Nanang Yudi Setiawan, ST**  
**NIP. 19760619200604 1 001**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Matematika Fakultas MIPA**  
**Universitas Brawijaya Malang**

**Dr. Abdul Rouf Alghofari, M.Sc**  
**NIP. 19670907199203 1 001**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Saptobagus Pambudi

NIM : 0710960045 - 96

Jurusan : Matematika

Program Studi : Ilmu Komputer

Penulis Skripsi Berjudul: **Penerapan Algoritma Fuzzy Sugeno**

**pada Perhitungan Kalori untuk**

**Penyusunan Menu Food Combining**

Dengan Ini Menyatakan Bawa :

1. **Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar – benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini.**
2. **Apabila di kemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.**

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, Agustus 2012

Yang menyatakan,

Saptobagus Pambudi

NIM. 0710960045-96

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



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

**ABSTRAK**

Dewasa ini, penyakit berbahaya dan melumpuhkan yang tidak membunuh secara cepat, melainkan perlakan-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.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



# **IMPLEMENTATION OF FUZZY SUGENO ON CALORI COUNTER TO ARRANGE FOOD COMBINING DIET**

## **ABSTRACT**

Today, dangerous and disabling diseases that kill quickly, but often slowly invade the human body. According to Marsden (2008), improving the quality of the diet as an attempt to reduce the risk of degenerative diseases began to be accepted more widely. Method of preparation of any food menu has been developed. One way is the method of preparation of food combining. Method of food combining is a theoretical basis for the menu based on the type of nutrients contained in food preparation. It also requires the calculation of Nutrient Adequate Score to achieve the ideal requirement. However, in practice this is difficult because of the lack of public knowledge about it.

Based on the background hence made software that can help in deciding the appropriate diet patterns to improve the nutritional status of a person using the fuzzy Sugeno. Sugeno fuzzy reasoning method provides an output of fuzzy linear equations that are helpful in determining the amount of calories and nutritional needs. The results of the linear equation was then developed for the selection of food menu so that the material used in the daily diet can meet calorie needs. This will facilitate in determining a person's diet has different calorie needs.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena dengan limpahan rahmat, karunia, hidayah dan petunjuk-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Penerapan Algoritma Fuzzy Sugeno pada Perhitungan Kalori untuk Penyusunan Menu Food Combining”** yang mana skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan di program studi Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.

Terselesaikannya skripsi ini tidak hanya hasil dari penulis semata. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis juga banyak diberi bantuan, saran, motivasi, inspirasi, penghiburan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

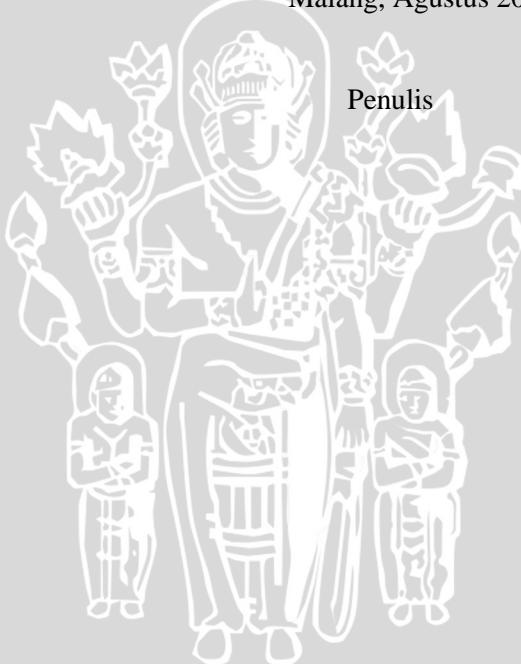
1. Edy Santoso, S.Si., M.Kom., selaku pembimbing utama yang telah bersedia meluangkan waktu memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis
2. Nanang Yudi Setiawan, ST., selaku pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis
3. Dr. Abdul Rouf Alghofari, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.
4. Drs. Mardji, MT., selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.
5. Kedua orang tua, istri, adik, dan keluarga besar penulis yang tidak pernah berhenti memberikan doa, semangat dan dukungan kepada penulis.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen, khususnya Dosen Program Studi Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu – ilmu yang bermanfaat dengan sabar dan ikhlas kepada penulis
7. Segenap teman dan sahabat sepanjang masa Ilkom 2007, khususnya Kelas A yang selama di bangku perkuliahan selalu bersama – sama berbagi kenangan dikala suka maupun duka.
8. Kakak – kakak serta adik kelas dari program studi Ilmu Komputer yang telah memberikan saran dan motivasi kepada penulis.

9. Dan semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih atas semua bantuan yang telah diberikan.

Semoga penulisan skripsi ini bermanfaat. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna dan memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca. Dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca. Penulis dapat dihubungi melalui email [saptobaguspambudi@gmail.com](mailto:saptobaguspambudi@gmail.com).

Malang, Agustus 2012

Penulis



## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| KATA PENGANTAR .....   | xi   |
| DAFTAR ISI .....   | xiii |
| DAFTAR GAMBAR .....  | xvii |
| DAFTAR TABEL .....   | xix  |
| DAFTAR SOURCE CODE .....   | xxi  |
| BAB I .....  | 1    |
| PENDAHULUAN .....  | 1    |
| 1.1 Latar Belakang Masalah .....                                   | 1    |
| 1.2 Perumusan Masalah .....  | 2    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....  | 2    |
| 1.4 Batasan Masalah .....  | 2    |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                                       | 3    |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                                    | 3    |
| BAB II .....   | 5    |
| LANDASAN TEORI .....   | 5    |
| 2.1 Pedoman Umum Gizi Seimbang .....                               | 5    |
| 2.1.1 Kebutuhan Protein, Lemak, Dan Karbohidrat .....              | 6    |
| 2.1.2 Kebutuhan Vitamin dan Mineral .....                          | 6    |
| 2.2 Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan (AKG) .....               | 6    |
| 2.2.1 Cara Menentukan AMB .....                                    | 7    |
| 2.2.2 Cara Menentukan Kebutuhan Energi Untuk Aktivitas Fisik ..... | 7    |
| 2.2 Faktor Berat Badan .....                                       | 8    |
| 2.3 Kaidah Food Combining .....                                    | 8    |
| 2.4 Metode <i>Fuzzy</i> .....                                      | 11   |
| 2.4.1 Logika <i>Fuzzy</i> .....                                    | 13   |

|   |    |
|---|----|
| 2.4.2 Fungsi Keanggotaan .....                          | 16 |
| 2.4.3 Fuzzyifikasi.....                                 | 18 |
| 2.4.4 Fuzzy Inference System.....                       | 18 |
| 2.4.5 Fuzzy Inference System Model Sugeno .....         | 18 |
| BAB III .....   | 23 |
| METODOLOGI DAN PERANCANGAN SISTEM.....                  | 23 |
| 3.1 Data Penelitian .....                               | 23 |
| 3.2 Perancangan Sistem .....                            | 23 |
| 3.2.1 Deskripsi Umum Sistem .....                       | 23 |
| 3.2.2 Perancangan Inferensi Fuzzy .....                 | 29 |
| 3.2.3 Perancangan Basis Pengetahuan.....                | 32 |
| 3.2.4 Perancangan Hasil Keluaran Sistem .....           | 37 |
| 3.3 Penghitungan Manual.....                            | 38 |
| 3.3.1 Penghitungan Rumus Dasar .....                    | 38 |
| 3.3.2 Proses Penyusunan Menu Makanan.....               | 39 |
| 3.4 Rancangan Uji Coba .....                            | 40 |
| 3.5 Rancangan Antarmuka Pengguna .....                  | 41 |
| BAB IV .....  | 43 |
| IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN .....                       | 43 |
| 4.1. Lingkungan Implementasi.....                       | 43 |
| 4.1.1. Lingkungan Implementasi Perangkat Keras .....    | 43 |
| 4.1.2. Lingkungan Implementasi Perangkat Lunak.....     | 43 |
| 4.2. Implementasi Program .....                         | 43 |
| 4.2.1 Proses Penghitungan Indeks Massa Tubuh (IMT)..... | 44 |
| 4.2.2 Proses Pembentukan Derajat Keanggotaan Fuzzy....  | 44 |
| 4.2.3 Proses pembentukan predikat aturan .....          | 54 |
| 4.2.4 Proses Defuzzifikasi .....                        | 60 |
| 4.2.5 Proses Penyusunan Menu Gizi.....                  | 61 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 4.3. Implementasi Antarmuka ..... | 66 |
| 4.4. Implementasi Uji Coba .....  | 69 |
| 4.4.1 Ujicoba Tipe 1 .....        | 69 |
| 4.4.2 Ujicoba Tipe 2 .....        | 74 |
| 4.4.3 Hasil Evaluasi .....        | 79 |
| 4.5 Analisa Hasil Pengujian ..... | 80 |
| BAB V .....                       | 81 |
| PENUTUP .....                     | 81 |
| 5.1 Kesimpulan .....              | 81 |
| 5.2 Saran .....                   | 81 |
| DAFTAR PUSTAKA .....              | 83 |
| LAMPIRAN .....                    | 85 |



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2. 1. Konsep “tua” dalam pengertian tegas ( <i>crisp</i> ) ..... | 14 |
| Gambar 2. 2. Konsep “tua” dalam pengertian <i>fuzzy</i> .....           | 15 |
| Gambar 2. 3. Kurva Trapezium .....                                      | 16 |
| Gambar 2. 4. Kurva Segitiga .....                                       | 17 |
| Gambar 2. 5. Grafik Fungsi Keanggotaan Kecepatan .....                  | 17 |
| <br>  |    |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Sistem .....                                   | 24 |
| Gambar 3. 2 Diagram Penghitungan IMT .....                              | 25 |
| Gambar 3. 3 Diagram Alur Fuzzy Sugeno .....                             | 26 |
| Gambar 3. 4 Diagram Penyusunan Menu Makanan Karbohidrat                 | 27 |
| Gambar 3. 5 Diagram Penyusunan Menu Makanan Protein .....               | 28 |
| Gambar 3. 6 Kurva IMT .....   | 29 |
| Gambar 3. 7 Kurva AMB .....   | 30 |
| Gambar 3. 8 Kurva Faktor Aktivitas .....                                | 31 |
| Gambar 3. 9 Rancangan antarmuka sistem .....                            | 41 |

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Rumus FAO/WHO/UNU untuk menentukan AMB.....            | 7  |
| Tabel 2. 2 Cara menaksir kebutuhan energi menurut aktivitas ..... | 7  |
| Tabel 2. 3 Tabel Indeks Massa Tubuh.....                          | 8  |
| <br>  |    |
| Tabel 3. 1 Kategori IMT.....                                      | 29 |
| Tabel 3. 2 Variabel AMB .....                                     | 31 |
| Tabel 3. 3 Variabel Faktor Aktivitas .....                        | 32 |
| Tabel 3. 4 Aturan <i>Fuzzy</i> .....                              | 33 |
| Tabel 3. 5 Rancangan Ujicoba 1 .....                              | 40 |
| Tabel 3. 6 Rancangan Ujicoba 2 .....                              | 40 |
| <br>  |    |
| Tabel 4. 1 Ujicoba Tipe 1 untuk Jenis Kelamin Pria.....           | 69 |
| Tabel 4. 2 Ujicoba Tipe 1 Jenis Kelamin Wanita.....               | 72 |
| Tabel 4. 3 Ujicoba Tipe 2 Jenis Kelamin Wanita.....               | 74 |
| Tabel 4. 4 Ujicoba Tipe 2 Jenis Kelamin Pria.....                 | 77 |

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR SOURCE CODE

|   |    |
|---|----|
| Sourcecode 4. 1 Penghitungan IMT .....                      | 44 |
| Sourcecode 4. 2 Derajat keanggotaan jenis kelamin .....     | 44 |
| Sourcecode 4. 3 Derajat keanggotaan IMT kurus .....         | 45 |
| Sourcecode 4. 4 Derajat keanggotaan IMT normal.....         | 46 |
| Sourcecode 4. 5 Derajat keanggotaan IMT gemuk .....         | 47 |
| Sourcecode 4. 6 Derajat keanggotaan umur balita .....       | 48 |
| Sourcecode 4. 7 Derajat keanggotaan umur anak-anak.....     | 49 |
| Sourcecode 4. 8 Derajat keanggotaan umur remaja.....        | 50 |
| Sourcecode 4. 9 Derajat keanggotaan umur dewasa .....       | 50 |
| Sourcecode 4. 10 Derajat keanggotaan umur parobaya .....    | 51 |
| Sourcecode 4. 11 Derajat keanggotaan umur tua .....         | 52 |
| Sourcecode 4. 12 Derajat keanggotaan aktivitas ringan.....  | 53 |
| Sourcecode 4. 13 Derajat keanggotaan aktivitas sedang ..... | 54 |
| Sourcecode 4. 14 Derajat keanggotaan aktivitas berat.....   | 54 |
| Sourcecode 4. 15 Pembentukan predikat aturan.....           | 60 |
| Sourcecode 4. 16 Proses defuzzifikasi .....                 | 60 |
| Sourcecode 4. 17 Daftar menu bahan makanan .....            | 63 |
| Sourcecode 4. 18 Penyusunan menu karbohidrat.....           | 64 |
| Sourcecode 4. 19 Penyusunan menu protein.....               | 65 |

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini, penyakit berbahaya dan melumpuhkan yang tidak membunuh secara cepat, melainkan perlahan-lahan seringkali menyerang tubuh manusia. Tubuh terlihat sehat dari luar, namun di dalam sedang digerogoti oleh berbagai macam penyakit seperti kelainan jantung dan sirkulasi darah, stroke, diabetes, penurunan fungsi hati dan ginjal, osteoporosis, tumor, dan kanker. Masalah pencernaan, pernafasan, dan kelelahan kronis nampak semakin meningkat. Obesitas telah mencapai tingkat yang mengkhawatirkan, namun di sisi lain banyak orang mengalami kekurangan gizi.

Menurut Marsden (2008), 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.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka dirumuskan permasalahan yaitu :

1. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi untuk mengatur pola menu makanan menggunakan metode fuzzy sugeno guna mencukupi kebutuhan kalori harian.
2. Bagaimana tingkat kedekatan hasil penghitungan kalori fuzzy model Sugeno dengan Angka Kecukupan Gizi Rata-Rata.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Merancang dan membangun aplikasi yang dapat digunakan untuk mengatur pola menu makanan menggunakan metode fuzzy sugeno guna mencukupi kebutuhan kalori harian.
2. Mengukur tingkat kedekatan metode *fuzzy* model Sugeno dalam menghitung nilai kebutuhan kalori harian dengan Angka Kecukupan Gizi Rata-Rata.

## 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan pada sistem aplikasi ini, adalah :

1. Penghitungan nilai kalori berdasarkan pada tinggi badan, berat badan, umur, dan tingkat aktivitas.
2. Penghitungan nilai kalori tidak memperhitungkan tingkat stres dan jenis penyakit yang diderita.

3. Solusi yang diberikan berupa pola menu makanan yang dikonsumsi untuk memperoleh kebutuhan kalori harian.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari pembuatan sistem ini adalah :

- a. Meningkatkan efisiensi dalam penghitungan nilai AMB dan penyusunan menu makanan.
- b. Meningkatkan efektifitas menu makanan karena disesuaikan dengan kaidah *food combining*.
- c. Memberikan pertimbangan kepada masyarakat untuk memperoleh menu gizi berdasarkan kebutuhan kalori hariannya.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab, yaitu :

1. Bab I Pendahuluan  
Bab ini merupakan gambaran umum penulisan yang meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
2. Bab II Tinjauan Pustaka  
Bab ini berisi teori yang mendukung pokok pembahasan tugas akhir yang meliputi teori sistem pendukung keputusan, penuntun diet, *food combining*, dan konsep *fuzzy sugeno*.
3. Bab III Perancangan Sistem  
Pada bab ini dibahas mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pembuatan tugas akhir ini, mulai dari menentukan batas *fuzzy* menganalisa serta mendesain masukan dan keluaran sistem yang dibuat..
4. Bab IV Implementasi dan Evaluasi  
Bab ini berisi penjelasan lebih rinci mengenai langkah-langkah implementasi program, hasil implementasi program, serta menampilkan hasil evaluasi (ujicoba) program.
5. Bab V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan yang merupakan jawaban dari perumusan masalah serta saran yang dapat digunakan untuk penyempurnaan dan pengembangan sistem.

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 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 cerealia seperti beras, jagung, dan gandum;sagu; umbi-umbian seperti ubi, singkong, dan talas; serta hasil olahannya seperti tepung-tepungan, mi, roti, makaroni, havermout, 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).

## **2.1.1 Kebutuhan Protein, Lemak, Dan Karbohidrat**

Cara menentukan kebutuhan protein, lemak, dan karbohidrat menurut WHO adalah sebagai berikut:

Protein: 10-15% dari kebutuhan energi total. Bila

kebutuhan energi dalam sehari adalah 2450 kkal, energi yang berasal dari protein hendaknya sebesar 245-368 kkal atau 61-92 g protein.

– Lemak: 10-25% dari kebutuhan energi total. Bila kebutuhan energi dalam sehari adalah 2450 kkal, energi yang berasal dari lemak hendaknya sebesar 245-613 kkal atau 27-68 g lemak.

– Karbohidrat: 60-75% dari kebutuhan energi total, atau sisa dari kebutuhan energi yang telah dikurangi dengan energi yang berasal dari protein dan lemak. Bila kebutuhan energi dalam sehari adalah sebesar 2450 kkal, maka energi yang berasal dari karbohidrat hendaknya sebesar 1470-1838 kkal atau 368-460 g karbohidrat.

## **2.1.2 Kebutuhan Vitamin dan Mineral**

Kebutuhan vitamin dan mineral dapat diambil dari Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan (AKG) karena angka-angka tersebut diperhitungkan untuk sebagian besar penduduk. Tetapi, karena sebagian besar vitamin dan mineral rusak selama penyimpanan dan pengolahan makanan, maka sebaiknya kebutuhan ditetapkan lebih besar daripada AKG (Almatsier, 2006).

## **2.2 Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan (AKG)**

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.

### **2.2.1 Cara Menentukan AMB**

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

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).

### **2.2.2 Cara Menentukan Kebutuhan Energi Untuk Aktivitas Fisik**

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

## 2.2 Faktor Berat Badan

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.

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan}^2 (\text{m})} \quad (2.1)$$

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 Almatsier (2006).

## 2.3 Kaidah Food Combining

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, sebab, 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 yang 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. Pencernaan berlangsung perlahan.

Kelompok 2: Karbohidrat ( semua jenis gandum dan produk yang berbahan dasar gandum seperti roti, pasta,ereal, 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 menetralisir. Hasilnya,makanan tidak tercerna dengan baik dan membosuk di dalam perut, menghasilkan gas, membuncitkan 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.

### Solusi

- Jangan mengonsumsi kelompok 1 (protein) dengan kelompok 2 (karbohidrat) pada waktu yang sama.
- Kelompok 3 dapat dimakan bersamaan baik dengan kelompok 1 atau kelompok 2
- Kelompok 4 tidak dapat dimakan bersama kelompok-kelompok lainnya, dimakan sendiri dengan selang waktu paling tidak 30 menit setelah atau sebelum memakan kelompok yang lain. Akan lebih baik memakannya ketika perut dalam keadaan kosong, terutama di pagi hari. Jika buah dimakan setelah makanan utama, maka tidak akan tercerna, karena akan terhambat oleh makanan yang dimakan terlebih dahulu, yaitu makanan yang memerlukan waktu jauh lebih lama untuk dapat dicerna. Akibatnya, makanan akan terfermentasi di dalam perut. Jika itu terjadi, wajar saja jika perut menjadi kembung dan sebab.

Perlu untuk memberikan tenggang waktu 2 jam setelah makan karbohidrat untuk memakan protein. Perlu untuk memberikan selang waktu 3 jam antara waktu makan protein dengan waktu makan karbohidrat. Protein membutuhkan waktu 4 jam untuk dapat tercerna,sedangkan karbohidrat membutuhkan waktu 2 jam (Dr. Gillian McKeith, 2007).

## **2.4 Metode Fuzzy**

Orang yang belum pernah mengenal logika fuzzy pasti akan mengira bahwa logika fuzzy adalah sesuatu yang amat rumit dan tidak menyenangkan. Namun, sekali seseorang mulai mengenalnya, ia pasti akan sangat tertarik dan akan menjadi pendatang baru untuk ikut serta mempelajari logika fuzzy. Logika fuzzy dikatakan sebagai logika baru yang lama, sebab ilmu tentang logika fuzzy modern dan metodis baru ditemukan beberapa tahun yang lalu, padahal sebenarnya konsep tentang logika fuzzy itu sendiri sudah ada pada diri kita sejak lama.

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Sebagai contoh:

1. Manajer pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan barang pada akhir minggu ini, kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari.
2. Pelayan restoran memberikan pelayanan terhadap tamu, kemudian tamu akan memberikan tip yang sesuai atas baik tidaknya pelayan yang diberikan;
3. Anda mengatakan pada saya seberapa sejuk ruangan yang anda inginkan, saya akan mengatur putaran kipas yang ada pada ruangan ini.
4. Penumpang taksi berkata pada sopir taksi seberapa cepat laju kendaraan yang diinginkan, sopir taksi akan mengatur pijakan gas taksinya.

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, antara lain:

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 kendalisecara konvensional.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

Beberapa aplikasi logika fuzzy, antara lain:

1. Pada tahun 1990 pertama kali dibuat mesin cuci dengan logika fuzzy di Jepang (Matsushita Electric Industrial Company). Sistem fuzzy digunakan untuk menentukan putaran yang tepat secara otomatis berdasarkan jenis dan banyaknya kotoran serta jumlah yang akan dicuci. Input yang digunakan adalah: seberapa kotor, jenis kotoran, dan banyaknya yang dicuci. Mesin ini menggunakan sensor optik , mengeluarkan cahaya ke air dan mengukur bagaimana cahaya tersebut sampai ke ujung lainnya. Makin kotor, maka sinar yang sampai makin redup. Disamping itu, sistem juga dapat menentukan jenis kotoran (daki atau minyak).
2. Transmisi otomatis pada mobil. Mobil Nissan telah menggunakan sistem fuzzy pada transmisi otomatis, dan mampu menghemat bensin 12 – 17%.
3. Kereta bawah tanah Sendai mengontrol pemberhentian otomatis pada area tertentu.
4. Ilmu kedokteran dan biologi, seperti sistem diagnosis yang didasarkan pada logika fuzzy, penelitian kanker, manipulasi peralatan prostetik yang didasarkan pada logika fuzzy, dll.
5. Manajemen dan pengambilan keputusan, seperti manajemen basisdata yang didasarkan pada logika fuzzy, tata letak pabrik yang didasarkan pada logika fuzzy, sistem membuat keputusan di militer yang didasarkan pada logika fuzzy, pembuatan games yang didasarkan pada logika fuzzy, dll.
6. Ekonomi, seperti pemodelan fuzzy pada sistem pemasaran yang kompleks, dan lain sebagainya.
7. Klasifikasi dan pencocokan pola.
8. Psikologi, seperti logika fuzzy untuk menganalisis kelakuan masyarakat, pencegahan dan investigasi kriminal, dll.

9. Ilmu-ilmu sosial, terutam untuk pemodelan informasi yang tidak pasti.
10. Ilmu lingkungan, seperti kendali kualitas air, prediksi cuaca, dll.
11. Teknik, seperti perancangan jaringan komputer, prediksi adanya gempa bumi.
12. Riset operasi, seperti penjadwalan dan pemodelan, pengalokasian, dll.
13. Peningkatan kepercayaan, seperti kegagalan diagnosis, inspeksi dan monitoring produksi.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu:

a. Variabel fuzzy

Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dan sebagainya.

b. Himpunan fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy.

c. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy.

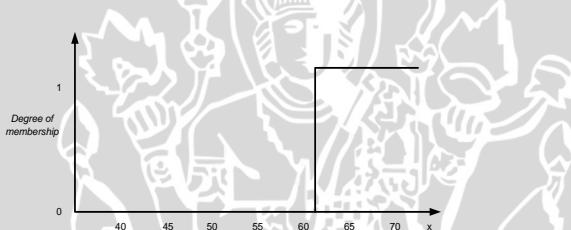
Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi atasnya.

#### **2.4.1 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).

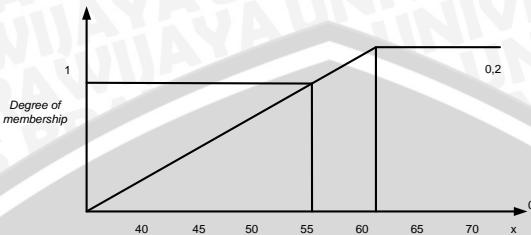
Tidak seperti logika *boolean*, logika samar mempunyai nilai kontinu. Samar dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama (Ross, 2005). Gambar 2.1 akan menjelaskan bagaimana konsep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

Dalam pengertian *crisp* (tegar), batas-batas antara “tua” dan “tidak tua” sangat jelas, setiap orang yang berumur  $\geq 60$  adalah “tua”, sedangkan yang lainnya ( $40, \dots, 55$ ) 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*

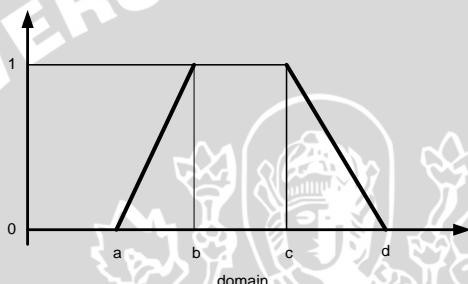
Dari gambar di atas memperlihatkan, bahwa anggota yang berumur 55 tahun, derajat keanggotaannya 0,7, sedangkan anggota yang berumur 60 tahun derajat keanggotaannya 1. Untuk yang berumur  $\geq 60$  tahun mewakili secara tepat konsep “tua” yaitu derajat 1, sedangkan yang  $< 60$  tahun memiliki derajat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

Derajat keanggotaan ini, menunjukkan seberapa dekat nilai tiap-tiap umur dalam anggota himpunan itu dengan konsep “tua”. Kita tafsir mengatakan bahwa anggota yang berumur 55 tahun 70% (0,7) mendekati “tua”, atau dengan bahasa alami “hamper atau mendekati tua” (Kusumadewi, 2004).

## 2.4.2 Fungsi Keanggotaan

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

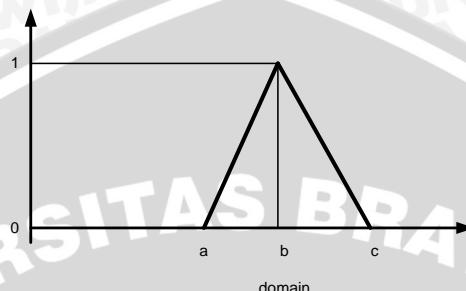


Gambar 2. 3. Kurva Trapesium

Fungsi keanggotaan kurva trapesium diperlihatkan pada persamaan 2.2.

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

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



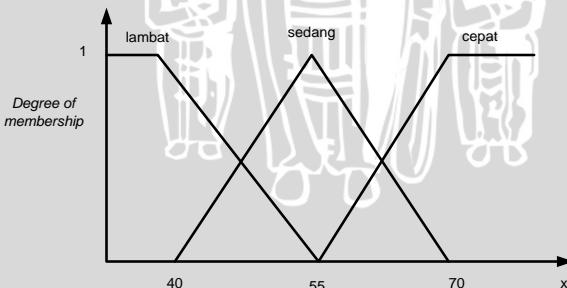
Gambar 2. 4. Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan kurva segitiga diperlihatkan pada persamaan 2.3.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

### 3. Kurva Bentuk Bahu

Gambar grafik fungsi keanggotaannya diperlihatkan pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5. Grafik Fungsi Keanggotaan Kecepatan

### 2.4.3 Fuzzyifikasi

Fuzzyifikasi adalah fase pertama dari perhitungan fuzzy yaitu pengubahan nilai tegas ke nilai fuzzy. Proses fuzzyifikasi ditulis dalam persamaan 2.4 sebagai berikut:

$$x = \text{fuzzifier}(x_o) \quad (2.4)$$

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 fuzzyifikasi 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.

### 2.4.4 Fuzzy Inference System

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

### 2.4.5 Fuzzy Inference System Model Sugeno

Penalaran dengan metode sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (konsekuensi) 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 sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: max, additive dan probabilistic OR (probOR)

4. Penegasan (*defuzzify*)

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 antecedent, dan  $k$  adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuensi

- b. Metode Fuzzy Sugeno Orde-satu

Secara umum bentuk model fuzzy sugeno orde-satu adalah diperlihatkan pada persamaan 2.6:

$$\begin{aligned} \text{if } (x_1 \text{ is } A_1) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_N) \text{ THEN } z \\ = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q \end{aligned} \quad (2.6)$$

Dengan  $A_i$  adalah himpunan fuzzy ke- $i$  sebagai antecedent, dengan  $p_i$  adalah suatu konstanta (tegas ke- $i$  dan 1 juga merupakan konstanta dalam konsekuensi).

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.

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ THEN } y \text{ is } B \quad (2.7)$$

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

$$\text{IF}(x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ (x_3 \text{ is } A_3) \circ \dots \circ (x_N \text{ is } A_N) \quad (2.8) \\ \text{THEN } y \text{ is } B$$

dengan  $\circ$  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.

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

dimana  $A_{1k}$  dan  $B_k$  berturut-turut adalah himpunan *fuzzy* dalam  $U_i R$  ( $U$  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  $V R$  (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.

$$WA = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \alpha_3 z_3 + \dots + \alpha_n z_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \dots + \alpha_n} \quad (2.10)$$

(Kusumadewi, 2004)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



### **BAB III**

### **METODOLOGI DAN PERANCANGAN SISTEM**

Pada bab metodologi dan perancangan ini akan dibahas langkah-langkah yang dilakukan dalam penghitungan kalori menggunakan fuzzy Sugeno untuk penyusunan menu *food combining*.

Tahapan pembuatannya adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari metode yang digunakan pada sistem ini (*fuzzy Sugeno*) dan studi literatur (gizi, kebutuhan kalori)
2. Menganalisa dan merancang sistem dengan menggunakan hasil pembelajaran pada tahap sebelumnya
3. Membuat sistem berdasarkan analisis perancangan yang dilakukan
4. Uji coba sistem
5. Evaluasi hasil

#### **3.1 Data Penelitian**

Data penelitian didapatkan melalui studi literatur dan studi wawancara dengan ahli gizi. Literatur buku yang merupakan sumber data dan informasi utama mengenai gizi dan menu makanan adalah Penuntun Diet Edisi Baru yang ditulis oleh DR. Sunita Almatsier, M. Sc (2006). serta *You Are What You Eat* yang ditulis oleh Dr. Gillian McKeith (2007).

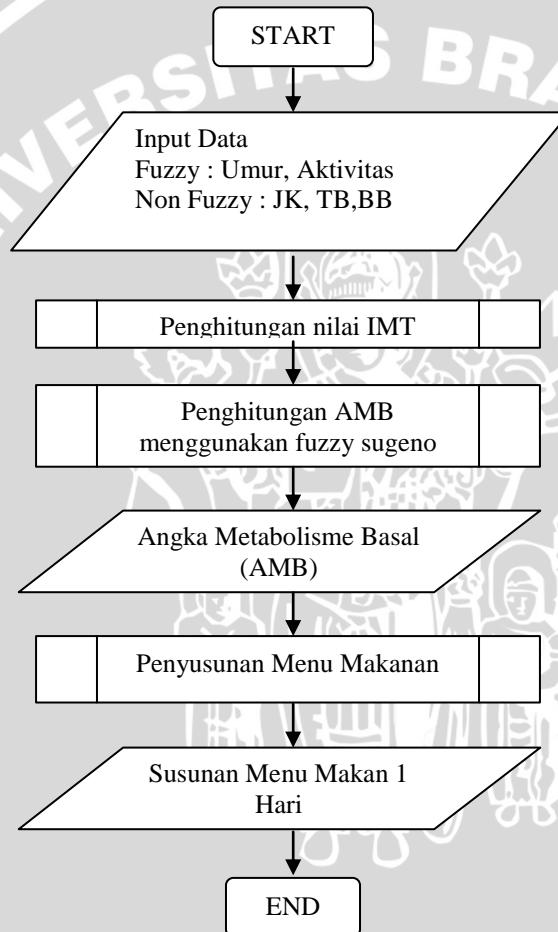
#### **3.2 Perancangan Sistem**

Perancangan sistem pada penelitian ini terdiri dari desain sistem yang digunakan untuk menggambarkan aliran data secara keseluruhan antara proses-proses yang ada ke dalam suatu bentuk diagram.

##### **3.2.1 Deskripsi Umum Sistem**

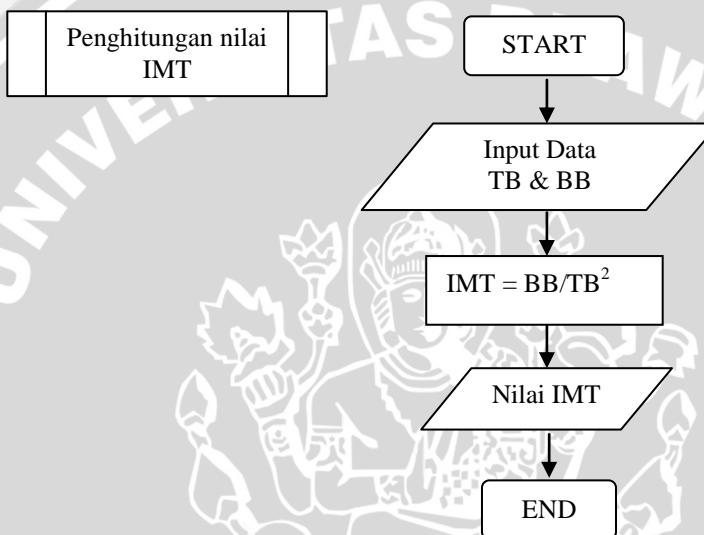
Sistem ini mengimplementasikan metode *fuzzy Sugeno* dalam proses penentuan hasil AMB nya. Sistem inferensi *fuzzy* akan mengolah dan menghitung inputan berupa umur, jenis

kelamin,tanda-tanda tubuh yang dimiliki, tinggi badan, dan berat badan. *Output* awal yang dihasilkan adalah nilai kalori yang dibutuhkan untuk memenuhi Angka Metabolisme Basal. Output tersebut kemudian akan menjadi patokan dalam penyusunan menu makanan yang sesuai. Langkah ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Sistem

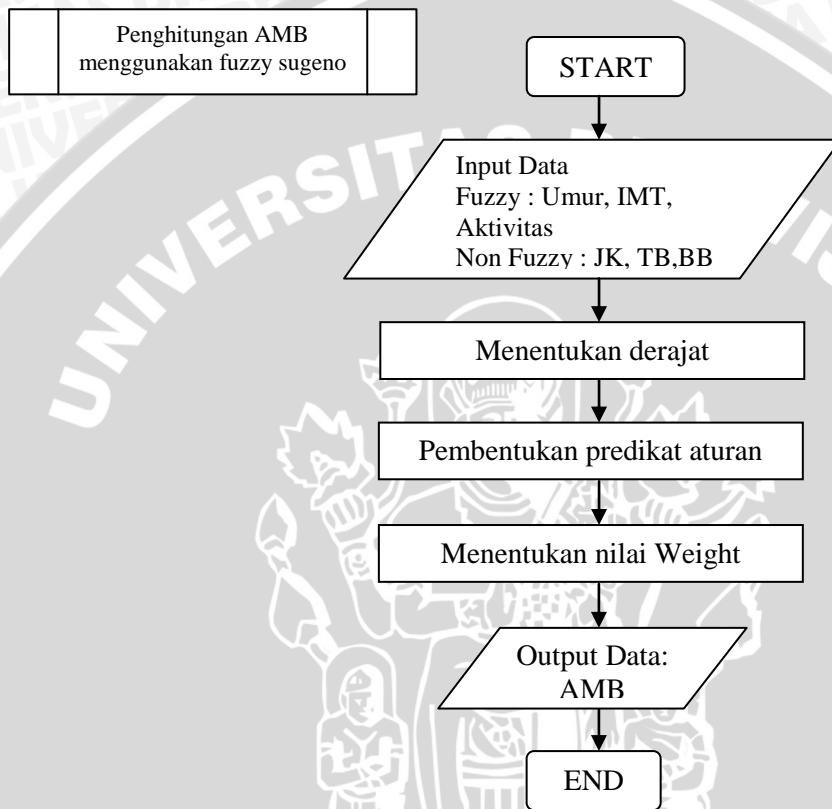
Sebelum melakukan proses penghitungan AMB menggunakan fuzzy sugeno, ada sebuah proses yang terlebih dahulu perlu dilakukan, yaitu penghitungan nilai Indeks Massa Tubuh (IMT). Proses penghitungan nilai Indeks Massa Tubuh diperlihatkan pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3. 2 Diagram Penghitungan IMT

IMT merupakan salah satu antecedent pembentuk rule fuzzy sugeno pada sistem. Nilai IMT yang telah didapatkan kemudian akan digunakan untuk menghitung nilai Angka Metabolisme Dasar (AMB).

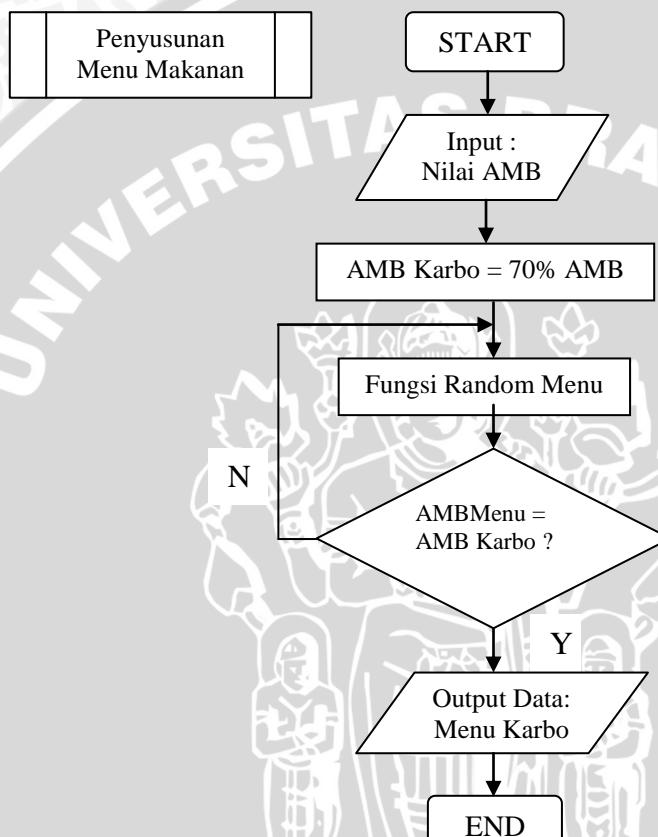
Alur proses inferensi fuzzy sugeno dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3. 3 Diagram Alur Fuzzy Sugeno

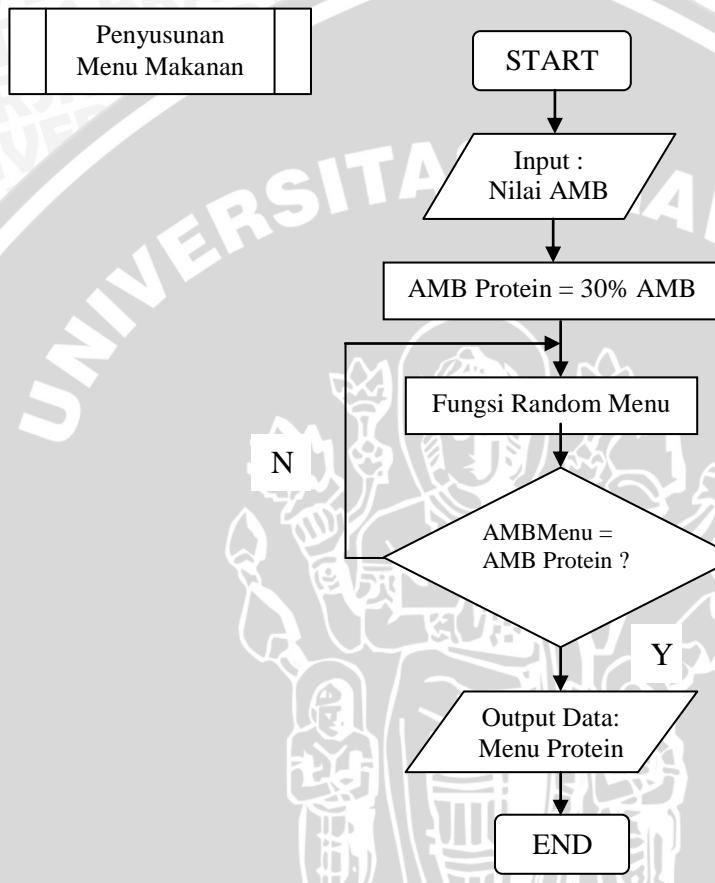
Setelah diketahui nilai AMB yang dibutuhkan dalam satu hari, proses selanjutnya adalah merumuskan menu makan dalam satu hari. Berdasarkan kaidah food combining, penyusunan dibagi menjadi 4 golongan bahan, yaitu karbohidrat, protein, sayur, dan buah. Nilai AMB digunakan untuk menghitung nilai AMB karbohidrat dan nilai AMB protein. Nilai AMB karbohidrat

digunakan untuk merumuskan menu karbohidrat. Menu karbohidrat terbagi menjadi 4 menu. Proses perumusan menu karbohidrat dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Diagram Penyusunan Menu Makanan Karbohidrat

Nilai AMB karbohidrat digunakan untuk merumuskan menu protein. Menu protein terbagi menjadi 3 menu. Proses perumusan menu protein dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Diagram Penyusunan Menu Makanan Protein

### 3.2.2 Perancangan Inferensi Fuzzy

Langkah awal yang perlu dilakukan adalah pembentukan himpunan fuzzy. Himpunan *fuzzy* adalah kumpulan kondisi tertentu pada suatu 29variable *fuzzy*. Variabel *fuzzy* didapat dari hasil pemeriksaan yang dimasukkan ke dalam sistem sebagai inputan. Perancangan 29variable *fuzzy* dalam himpunan *fuzzy*, dalam sistem yang akan dibangun yaitu sebagai berikut.

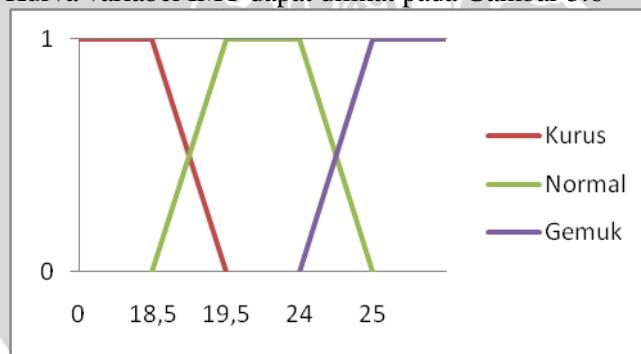
#### 1. Variabel IMT

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 (crips) | Domain Himpunan Fuzzy |
|---------------|-------------------------------|-----------------------|
| Kurus         | <18,5                         | [0 19,5]              |
| Normal        | 18,5 – 25                     | [18,5 25]             |
| Gemuk         | 25                            | [24 ∞]                |

Kurva variabel IMT dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3. 6 Kurva IMT

Persamaan variabel IMT dapat dilihat pada persamaan 3.1.

$$\mu_{\text{kurus}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 18,5 \\ (19,5-x)/1; & 18,5 \leq x \leq 19,5 \\ 0; & x \geq 19,5 \end{cases}$$

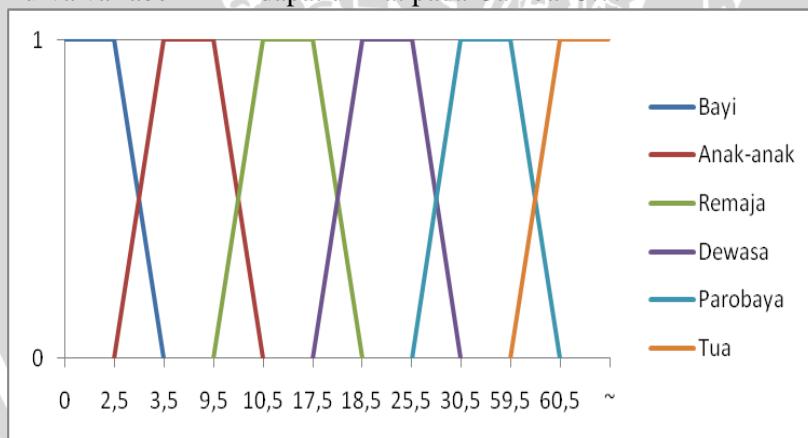
(3.1)

$$\mu_{\text{normal}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 18,5 \\ \frac{x-17,6}{1,8}; & 18,5 \leq x \leq 19,5 \\ 1; & 19,5 \leq x \leq 24 \\ \frac{26,1-x}{2,5}; & 24 \leq x \leq 25 \\ 0; & x \geq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{gemuk}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 24 \\ \frac{x-25}{1}; & 24 \leq x \leq 25 \\ 1; & x \geq 25 \end{cases}$$

## 2. Variabel AMB

Kurva variabel AMB dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Kurva AMB

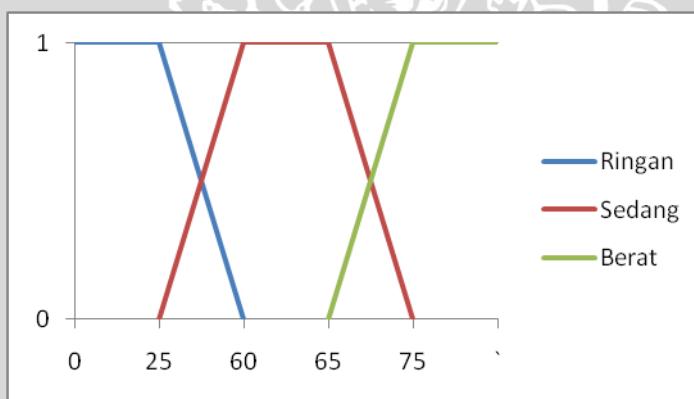
Batas fuzzy untuk variabel AMB dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Variabel AMB

| Variabel Umur | Domain Himpunan tegas (crips) | 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 $+\infty$ ]     |

### 3. Variabel Faktor Aktivitas (FA)

Kurva variabel Faktor Aktivitas (FA) dapat dilihat pada gambar 3.8



Gambar 3. 8 Kurva Faktor Aktivitas

Batas fuzzy untuk variabel AMB dapat dilihat pada tabel 3.3

Tabel 3. 3 Variabel Faktor Aktivitas

| Variabel FA | Domain Himpunan tegas (crips) | Domain Himpunan Fuzzy |
|-------------|-------------------------------|-----------------------|
| Ringan      | 25                            | [0 60]                |
| Sedang      | 60                            | [25 75]               |
| Berat       | 75                            | [65 $\infty$ ]        |

### 3.2.3 Perancangan Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan adalah sekumpulan pengetahuan yang dihubungkan ke dalam suatu permasalahan yang berisi aturan-aturan yang berguna untuk penarikan kesimpulan. Perancangan basis pengetahuan dalam metode Sugeno dilakukan dengan pembentukan aturan. Perancangan ini merupakan langkah lanjutan dari pembentukan himpunan *fuzzy*. Aturan-aturan ini dibentuk dari himpunan *fuzzy* yang telah ditentukan sebelumnya.

Aturan-aturan *fuzzy* ini berisi berbagai data baik berupa hasil input maupun hasil proses dari data yang telah diinput. Data yang membentuk aturan antara lain Indeks Massa Tubuh (IMT), umur, jenis kelamin (G), dan faktor aktivitas (FA). Jumlah dari keseluruhan aturan *fuzzy* pada sistem ini adalah 108 aturan. Setiap aturan memiliki konsekuensi yang berbeda-beda.

Adapun rumus yang akan dipergunakan sebagai anteseden adalah variabel IMT, umur, gender, dan faktor aktivitas. Operator yang digunakan pada sistem ini adalah operator And. Nilai kosekuuen dari aturan adalah persamaan AMB, faktor aktivitas, dan IMT. Tabel aturan ini dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Aturan Fuzzy

| Anteseden |       |     |           |     |   |     |        | Konsekuuen   |           |      |
|-----------|-------|-----|-----------|-----|---|-----|--------|--------------|-----------|------|
| No        | IMT   |     | Umur      | G   |   | FA  | Aturan |              |           |      |
|           |       |     |           |     |   |     | AMB    | FA           | IMT       |      |
| 1         | Kurus | AND | Balita    | AND | P | AND | Ringan | 61 B - 51    | x<br>1,55 | +500 |
| 2         | Kurus | AND | Anak-anak | AND | P | AND | Ringan | 22,5 B + 499 | x<br>1,55 | +500 |
| 3         | Kurus | AND | Remaja    | AND | P | AND | Ringan | 12,2 B + 746 | x<br>1,55 | +500 |
| 4         | Kurus | AND | Dewasa    | AND | P | AND | Ringan | 14,7 B + 496 | x<br>1,55 | +500 |
| 5         | Kurus | AND | Parobaya  | AND | P | AND | Ringan | 8,7 B + 829  | x<br>1,55 | +500 |
| 6         | Kurus | AND | Tua       | AND | P | AND | Ringan | 10,5 B + 596 | x<br>1,55 | +500 |
| 7         | Kurus | AND | Balita    | AND | P | AND | Sedang | 61 B - 51    | x 1,7     | +500 |
| 8         | Kurus | AND | Anak-anak | AND | P | AND | Sedang | 22,5 B + 499 | x 1,7     | +500 |
| 9         | Kurus | AND | Remaja    | AND | P | AND | Sedang | 12,2 B + 746 | x 1,7     | +500 |
| 10        | Kurus | AND | Dewasa    | AND | P | AND | Sedang | 14,7 B + 496 | x 1,7     | +500 |
| 11        | Kurus | AND | Parobaya  | AND | P | AND | Sedang | 8,7 B + 829  | x 1,7     | +500 |
| 12        | Kurus | AND | Tua       | AND | P | AND | Sedang | 10,5 B + 596 | x 1,7     | +500 |
| 13        | Kurus | AND | Balita    | AND | P | AND | Berat  | 61 B - 51    | x 2       | +500 |
| 14        | Kurus | AND | Anak-anak | AND | P | AND | Berat  | 22,5 B + 499 | x 2       | +500 |
| 15        | Kurus | AND | Remaja    | AND | P | AND | Berat  | 12,2 B + 746 | x 2       | +500 |
| 16        | Kurus | AND | Dewasa    | AND | P | AND | Berat  | 14,7 B + 496 | x 2       | +500 |
| 17        | Kurus | AND | Parobaya  | AND | P | AND | Berat  | 8,7 B + 829  | x 2       | +500 |
| 18        | Kurus | AND | Tua       | AND | P | AND | Berat  | 10,5 B + 596 | x 2       | +500 |

|    |        |     |           |     |   |     |        |              |           |      |
|----|--------|-----|-----------|-----|---|-----|--------|--------------|-----------|------|
| 19 | Kurus  | AND | Balita    | AND | L | AND | Ringan | 60,9 B - 54  | x<br>1,56 | +500 |
| 20 | Kurus  | AND | Anak-anak | AND | L | AND | Ringan | 22,7 B + 495 | x<br>1,56 | +500 |
| 21 | Kurus  | AND | Remaja    | AND | L | AND | Ringan | 17,5 B + 651 | x<br>1,56 | +500 |
| 22 | Kurus  | AND | Dewasa    | AND | L | AND | Ringan | 15,3 B + 679 | x<br>1,56 | +500 |
| 23 | Kurus  | AND | Parobaya  | AND | L | AND | Ringan | 11,6 B + 879 | x<br>1,56 | +500 |
| 24 | Kurus  | AND | Tua       | AND | L | AND | Ringan | 13,5 B + 487 | x<br>1,56 | +500 |
| 25 | Kurus  | AND | Balita    | AND | L | AND | Sedang | 60,9 B - 54  | x<br>1,76 | +500 |
| 26 | Kurus  | AND | Anak-anak | AND | L | AND | Sedang | 22,7 B + 495 | x<br>1,76 | +500 |
| 27 | Kurus  | AND | Remaja    | AND | L | AND | Sedang | 17,5 B + 651 | x<br>1,76 | +500 |
| 28 | Kurus  | AND | Dewasa    | AND | L | AND | Sedang | 15,3 B + 679 | x<br>1,76 | +500 |
| 29 | Kurus  | AND | Parobaya  | AND | L | AND | Sedang | 11,6 B + 879 | x<br>1,76 | +500 |
| 30 | Kurus  | AND | Tua       | AND | L | AND | Sedang | 13,5 B + 487 | x<br>1,76 | +500 |
| 31 | Kurus  | AND | Balita    | AND | L | AND | Berat  | 60,9 B - 54  | x 2,1     | +500 |
| 32 | Kurus  | AND | Anak-anak | AND | L | AND | Berat  | 22,7 B + 495 | x 2,1     | +500 |
| 33 | Kurus  | AND | Remaja    | AND | L | AND | Berat  | 17,5 B + 651 | x 2,1     | +500 |
| 34 | Kurus  | AND | Dewasa    | AND | L | AND | Berat  | 15,3 B + 679 | x 2,1     | +500 |
| 35 | Kurus  | AND | Parobaya  | AND | L | AND | Berat  | 11,6 B + 879 | x 2,1     | +500 |
| 36 | Kurus  | AND | Tua       | AND | L | AND | Berat  | 13,5 B + 487 | x 2,1     | +500 |
| 37 | Normal | AND | Balita    | AND | P | AND | Ringan | 61 B - 51    | x<br>1,55 | 0    |
| 38 | Normal | AND | Anak-anak | AND | P | AND | Ringan | 22,5 B + 499 | x<br>1,55 | 0    |
| 39 | Normal | AND | Remaja    | AND | P | AND | Ringan | 12,2 B + 746 | x<br>1,55 | 0    |
| 40 | Normal | AND | Dewasa    | AND | P | AND | Ringan | 14,7 B + 496 | x<br>1,55 | 0    |
| 41 | Normal | AND | Parobaya  | AND | P | AND | Ringan | 8,7 B + 829  | x<br>1,55 | 0    |
| 42 | Normal | AND | Tua       | AND | P | AND | Ringan | 10,5 B + 596 | x<br>1,55 | 0    |
| 43 | Normal | AND | Balita    | AND | P | AND | Sedang | 61 B - 51    | x 1,7     | 0    |
| 44 | Normal | AND | Anak-anak | AND | P | AND | Sedang | 22,5 B + 499 | x 1,7     | 0    |

|    |        |     |           |     |   |     |        |              |        |   |
|----|--------|-----|-----------|-----|---|-----|--------|--------------|--------|---|
| 45 | Normal | AND | Remaja    | AND | P | AND | Sedang | 12,2 B + 746 | x 1,7  | 0 |
| 46 | Normal | AND | Dewasa    | AND | P | AND | Sedang | 14,7 B + 496 | x 1,7  | 0 |
| 47 | Normal | AND | Parobaya  | AND | P | AND | Sedang | 8,7 B + 829  | x 1,7  | 0 |
| 48 | Normal | AND | Tua       | AND | P | AND | Sedang | 10,5 B + 596 | x 1,7  | 0 |
| 49 | Normal | AND | Balita    | AND | P | AND | Berat  | 61 B - 51    | x 2    | 0 |
| 50 | Normal | AND | Anak-anak | AND | P | AND | Berat  | 22,5 B + 499 | x 2    | 0 |
| 51 | Normal | AND | Remaja    | AND | P | AND | Berat  | 12,2 B + 746 | x 2    | 0 |
| 52 | Normal | AND | Dewasa    | AND | P | AND | Berat  | 14,7 B + 496 | x 2    | 0 |
| 53 | Normal | AND | Parobaya  | AND | P | AND | Berat  | 8,7 B + 829  | x 2    | 0 |
| 54 | Normal | AND | Tua       | AND | P | AND | Berat  | 10,5 B + 596 | x 2    | 0 |
| 55 | Normal | AND | Balita    | AND | L | AND | Ringan | 60,9 B - 54  | x 1,56 | 0 |
| 56 | Normal | AND | Anak-anak | AND | L | AND | Ringan | 22,7 B + 495 | x 1,56 | 0 |
| 57 | Normal | AND | Remaja    | AND | L | AND | Ringan | 17,5 B + 651 | x 1,56 | 0 |
| 58 | Normal | AND | Dewasa    | AND | L | AND | Ringan | 15,3 B + 679 | x 1,56 | 0 |
| 59 | Normal | AND | Parobaya  | AND | L | AND | Ringan | 11,6 B + 879 | x 1,56 | 0 |
| 60 | Normal | AND | Tua       | AND | L | AND | Ringan | 13,5 B + 487 | x 1,56 | 0 |
| 61 | Normal | AND | Balita    | AND | L | AND | Sedang | 60,9 B - 54  | x 1,76 | 0 |
| 62 | Normal | AND | Anak-anak | AND | L | AND | Sedang | 22,7 B + 495 | x 1,76 | 0 |
| 63 | Normal | AND | Remaja    | AND | L | AND | Sedang | 17,5 B + 651 | x 1,76 | 0 |
| 64 | Normal | AND | Dewasa    | AND | L | AND | Sedang | 15,3 B + 679 | x 1,76 | 0 |
| 65 | Normal | AND | Parobaya  | AND | L | AND | Sedang | 11,6 B + 879 | x 1,76 | 0 |
| 66 | Normal | AND | Tua       | AND | L | AND | Sedang | 13,5 B + 487 | x 1,76 | 0 |
| 67 | Normal | AND | Balita    | AND | L | AND | Berat  | 60,9 B - 54  | x 2,1  | 0 |
| 68 | Normal | AND | Anakanak  | AND | L | AND | Berat  | 22,7 B + 495 | x 2,1  | 0 |
| 69 | Normal | AND | Remaja    | AND | L | AND | Berat  | 17,5 B + 651 | x 2,1  | 0 |
| 70 | Normal | AND | Dewasa    | AND | L | AND | Berat  | 15,3 B + 679 | x 2,1  | 0 |
| 71 | Normal | AND | Parobaya  | AND | L | AND | Berat  | 11,6 B + 879 | x 2,1  | 0 |

|    |        |     |           |     |   |     |        |              |        |      |
|----|--------|-----|-----------|-----|---|-----|--------|--------------|--------|------|
| 72 | Normal | AND | Tua       | AND | L | AND | Berat  | 13,5 B + 487 | x 2,1  | 0    |
| 73 | Gemuk  | AND | Balita    | AND | P | AND | Ringan | 61 B - 51    | x 1,55 | -500 |
| 74 | Gemuk  | AND | Anak-anak | AND | P | AND | Ringan | 22,5 B + 499 | x 1,55 | -500 |
| 75 | Gemuk  | AND | Remaja    | AND | P | AND | Ringan | 12,2 B + 746 | x 1,55 | -500 |
| 76 | Gemuk  | AND | Dewasa    | AND | P | AND | Ringan | 14,7 B + 496 | x 1,55 | -500 |
| 77 | Gemuk  | AND | Parobaya  | AND | P | AND | Ringan | 8,7 B + 829  | x 1,55 | -500 |
| 78 | Gemuk  | AND | Tua       | AND | P | AND | Ringan | 10,5 B + 596 | x 1,55 | -500 |
| 79 | Gemuk  | AND | Balita    | AND | P | AND | Sedang | 61 B - 51    | x 1,7  | -500 |
| 80 | Gemuk  | AND | Anak-anak | AND | P | AND | Sedang | 22,5 B + 499 | x 1,7  | -500 |
| 81 | Gemuk  | AND | Remaja    | AND | P | AND | Sedang | 12,2 B + 746 | x 1,7  | -500 |
| 82 | Gemuk  | AND | Dewasa    | AND | P | AND | Sedang | 14,7 B + 496 | x 1,7  | -500 |
| 83 | Gemuk  | AND | Parobaya  | AND | P | AND | Sedang | 8,7 B + 829  | x 1,7  | -500 |
| 84 | Gemuk  | AND | Tua       | AND | P | AND | Sedang | 10,5 B + 596 | x 1,7  | -500 |
| 85 | Gemuk  | AND | Balita    | AND | P | AND | Berat  | 61 B - 51    | x 2    | -500 |
| 86 | Gemuk  | AND | Anak-anak | AND | P | AND | Berat  | 22,5 B + 499 | x 2    | -500 |
| 87 | Gemuk  | AND | Remaja    | AND | P | AND | Berat  | 12,2 B + 746 | x 2    | -500 |
| 88 | Gemuk  | AND | Dewasa    | AND | P | AND | Berat  | 14,7 B + 496 | x 2    | -500 |
| 89 | Gemuk  | AND | Parobaya  | AND | P | AND | Berat  | 8,7 B + 829  | x 2    | -500 |
| 90 | Gemuk  | AND | Tua       | AND | P | AND | Berat  | 10,5 B + 596 | x 2    | -500 |
| 91 | Gemuk  | AND | Balita    | AND | L | AND | Ringan | 60,9 B - 54  | x 1,56 | -500 |
| 92 | Gemuk  | AND | Anak-anak | AND | L | AND | Ringan | 22,7 B + 495 | x 1,56 | -500 |
| 93 | Gemuk  | AND | Remaja    | AND | L | AND | Ringan | 17,5 B + 651 | x 1,56 | -500 |
| 94 | Gemuk  | AND | Dewasa    | AND | L | AND | Ringan | 15,3 B + 679 | x 1,56 | -500 |
| 95 | Gemuk  | AND | Parobaya  | AND | L | AND | Ringan | 11,6 B + 879 | x 1,56 | -500 |
| 96 | Gemuk  | AND | Tua       | AND | L | AND | Ringan | 13,5 B + 487 | x 1,56 | -500 |
| 97 | Gemuk  | AND | Balita    | AND | L | AND | Sedang | 60,9 B - 54  | x 1,76 | -500 |
| 98 | Gemuk  | AND | Anakanak  | AND | L | AND | Sedang | 22,7 B + 495 | x 1,76 | -500 |

|     |       |     |           |     |   |     |        |              |           |      |
|-----|-------|-----|-----------|-----|---|-----|--------|--------------|-----------|------|
| 99  | Gemuk | AND | Remaja    | AND | L | AND | Sedang | 17,5 B + 651 | x<br>1,76 | -500 |
| 100 | Gemuk | AND | Dewasa    | AND | L | AND | Sedang | 15,3 B + 679 | x<br>1,76 | -500 |
| 101 | Gemuk | AND | Parobaya  | AND | L | AND | Sedang | 11,6 B + 879 | x<br>1,76 | -500 |
| 102 | Gemuk | AND | Tua       | AND | L | AND | Sedang | 13,5 B + 487 | x<br>1,76 | -500 |
| 103 | Gemuk | AND | Balita    | AND | L | AND | Berat  | 60,9 B - 54  | x 2,1     | -500 |
| 104 | Gemuk | AND | Anak-anak | AND | L | AND | Berat  | 22,7 B + 495 | x 2,1     | -500 |
| 105 | Gemuk | AND | Remaja    | AND | L | AND | Berat  | 17,5 B + 651 | x 2,1     | -500 |
| 106 | Gemuk | AND | Dewasa    | AND | L | AND | Berat  | 15,3 B + 679 | x 2,1     | -500 |
| 107 | Gemuk | AND | Parobaya  | AND | L | AND | Berat  | 11,6 B + 879 | x 2,1     | -500 |
| 108 | Gemuk | AND | Tua       | AND | L | AND | Berat  | 13,5 B + 487 | x 2,1     | -500 |

### 3.2.4 Perancangan Hasil Keluaran Sistem

Berdasarkan data masukan serta proses inferensi fuzzy Sugeno yang dilakukan, maka akan menghasilkan keluaran dari sistem inferensi fuzzy Sugeno adalah nilai kebutuhan Angka Metabolisme Basal (AMB) untuk satu hari. Berdasarkan nilai AMB yang telah diketahui tersebut kemudian dirumuskan menu satu hari. Susunan menu sebagai berikut :

1. Menu Pagi : buah-buahan
2. Menu Siang : karbohidrat dan sayuran
3. Menu Malam : protein dan sayuran

Penyusunan menu ini menggunakan fungsi *random*. Data yang diacak adalah data bahan makanan yang didapatkan dari literatur ilmu gizi. Data bahan makanan terbagi menjadi 4 golongan bahan, yaitu golongan karbohidrat, protein, sayur, dan buah.

Hasil keluaran nilai kebutuhan AMB digunakan untuk menentukan kebutuhan karbohidrat dan protein dengan prosentase untuk karbohidrat sebesar 70% dari total nilai AMB dalam satu hari, dan untuk protein sebesar 30%. Menu karbohidrat untuk satu hari terbagi menjadi 4 bahan karbohidrat,

sedangkan menu protein terbagi menjadi 3 bahan. Untuk buah dan sayur masing-masing 1 bahan. Berdasarkan 4 golongan bahan inilah kemudian dihasilkan menu makan untuk satu hari yang sesuai dengan kebutuhan AMB berdasarkan usia, tinggi badan, berat badan, jenis kelamin, dan faktor aktivitas dalam satu hari.

### 3.3 Penghitungan Manual

#### 3.3.1 Penghitungan Rumus Dasar

Proses penghitungan manual adalah proses menentukan nilai Angka Metabolisme Basal (AMB) menggunakan rumus gizi . Penghitungan manual ini dilakukan dengan menggunakan contoh kasus sebagai berikut.

Seorang laki-laki berusia 30 tahun diketahui mempunyai berat badan 62 kg, tinggi badan 165 cm, serta memiliki aktivitas pekerjaan kurang lebih jam 12 dalam sehari. Berapakah nilai AMB laki-laki tersebut ?

Proses hitung AMB :

Proses penghitungan manual yang pertama adalah menghitung nilai IMT dengan menggunakan persamaan 3.2 :

$$\text{IMT} = \text{berat badan(kg)} / \text{tinggi badan (m}^2\text{)}$$

Persamaan 3.2 Rumus IMT

Dari persamaan tersebut dihasilkan nilai IMT sebesar :

$$\text{IMT} = 22,77$$

Dari nilai IMT diketahui bahwa laki-laki tersebut tergolong sebagai Normal.Sehingga rumus AMB laki-laki tersebut adalah :

$$\begin{aligned}\text{nilai AMB} &= (13 \times \text{berat badan}) + 487 \\ &= (13 \times 62) + 487 \\ &= 1293 \text{ kkal}\end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai AMB dasarnya kemudian menentukan nilai AMB berdasarkan tingkat aktivitas fisiknya. Dengan aktivitas kerja sebesar 12 jam dalam sehari maka pria tersebut

tergolong memiliki aktivitas sedang sehingga nilai Faktor Aktivitasnya sebesar 1,76.

nilai AMB berdasarkan aktifitas fisik :

$$\text{nilai AMB total} = \text{nilai AMB} \times \text{faktor aktivitas}$$

$$= 1293 \times 1,76$$

$$= 2275,68 \text{ dibulatkan menjadi } 2275 \text{ kkal}$$

Berdasarkan nilai AMB total kemudian dicari nilai AMB karbohidrat dan proteinnya dengan perbandingan nilai AMB karbohidrat sebesar 70% dari total AMB dan nilai AMB proteinnya sebesar 30% dari total AMB.

$$\text{nilai AMB karbohidrat} = 2275 \times 70\%$$

$$= 1592,5$$

$$\text{nilai AMB protein} = 2275 \times 30\%$$

$$= 682,5$$

### 3.3.2 Proses Penyusunan Menu Makanan

Penyusunan makanan dilakukan setelah diketahui nilai AMB yang dibutuhkan. Penyusunan makanan menggunakan metode *food combining*. Metode ini membagi komposisi menu makanan berdasarkan jenis bahan makanan. Berikut ini susunan komposisi menu dasar *food combining* :

- Menu 1 = 1 menu karbohidrat + sayuran
- Menu 2 = 1 menu protein + sayuran
- Menu 3 = 1 menu buah-buahan

Ketiga menu ini dibutuhkan untuk satu hari. Takaran menu disesuaikan dengan kebutuhan kalori dalam satu hari dan menggunakan satuan takar rumah tangga untuk mempermudah dalam mengimplementasikan menu tersebut.

### 3.4 Rancangan Uji Coba

Ujicoba hasil perhitungan nilai kalori pada proses fuzzy sugeno dilakukan dengan 2 cara. Cara yang pertama adalah menghitung selisih nilai AMB yang dihitung dengan menggunakan metode manual dan menggunakan metode fuzzy sugeno. Dari perhitungan tersebut akan diketahui nilai error nya. Cara yang kedua adalah dengan melihat kedekatan nilai antara hasil perhitungan kalori menggunakan fuzzy dengan nilai kalori pada Angka Kecukupan Gizi Rata-rata dengan kedekatan nilai antara hasil perhitungan manual dengan nilai kalori pada Angka Kecukupan Gizi Rata-rata. Untuk mencari nilai error pada cara pertama tersebut adalah dengan menggunakan persamaan 3.2 berikut.

$$\text{Nilai error} = \pm \frac{\text{nilai AMB fuzzy} - \text{nilai AMB manual}}{\text{nilai AMB manual}} \times 100 \% \quad (3.2)$$

Rancangan ujicoba cara pertama dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Rancangan Ujicoba 1

| No. | Usia | Berat Badan | Tinggi Badan | AMB Manual | AMB Fuzzy | Nilai error |
|-----|------|-------------|--------------|------------|-----------|-------------|
|     |      |             |              |            |           |             |
|     |      |             |              |            |           |             |

Sedangkan untuk ujicoba yang kedua dapat dilihat pada tabel 3.6.

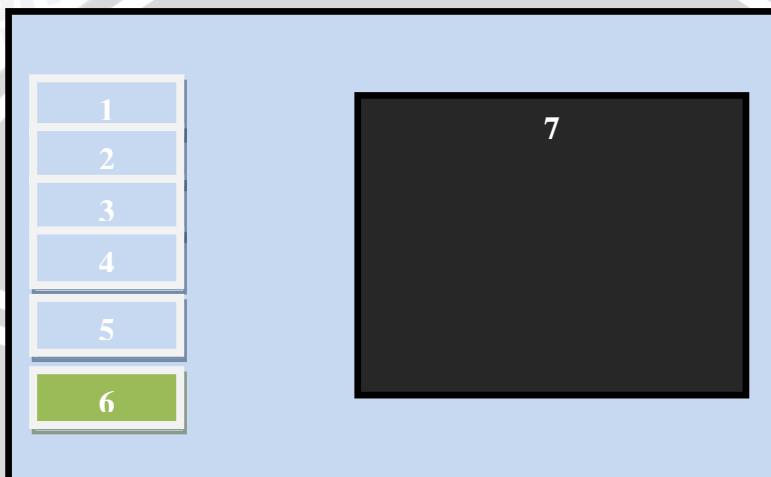
Tabel 3. 6 Rancangan Ujicoba 2

| Usia | Berat Badan | Tinggi Badan | AMB LIPI | AMB Manual | AMB Fuzzy | Selisih Manual | Selisih Fuzzy |
|------|-------------|--------------|----------|------------|-----------|----------------|---------------|
|      |             |              |          |            |           |                |               |
|      |             |              |          |            |           |                |               |

Berdasarkan nilai error yang telah didapatkan, maka selanjutnya akan dihitung nilai error rata-rata pada uji coba 1.

### 3.5 Rancangan Antarmuka Pengguna

Rancangan antarmuka pengguna ini adalah dasar yang akan menjadi acuan dalam proses pembuatan antarmuka pengguna pada sistem. Rancangan antarmuka dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Rancangan antarmuka sistem

Berikut ini bagian-bagian dari antarmuka :

- Nomer 1 : Kolom data masukan umur
- Nomer 2 : Kolom data masukan tinggi badan
- Nomer 3 : Kolom data masukan berat badan
- Nomer 4 : Kolom data masukan gender
- Nomer 5 : Kolom data masukan tingkat aktifitas
- Nomer 6 : Proses
- Nomer 7 : Hasil keluaran berupa nilai kalori dan menu makanan yang sesuai

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## **BAB IV**

### **IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN**

Bab implementasi dan pembahasan ini berisi mengenai penerapan, pembahasan dan evaluasi dari sistem yang telah dikembangkan berdasarkan perancangan yang dilakukan pada bab metodologi dan perancangan.

#### **4.1. Lingkungan Implementasi**

Sistem dibangun pada lingkungan implementasi perangkat keras dan lingkungan implementasi perangkat lunak. Lingkungan implementasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan adalah sebagai berikut :

##### **4.1.1. Lingkungan Implementasi Perangkat Keras**

Perangkat keras yang digunakan untuk mengembangkan sistem memiliki beberapa spesifikasi sebagai berikut :

1. Processor Intel(R) Atom(TM) CPU N20 @ 1.60 GHz
2. Memory RAM 1GB
3. Harddisk 100GB

##### **4.1.2. Lingkungan Implementasi Perangkat Lunak**

Perangkat lunak yang digunakan untuk implementasi sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem Operasi Windows 7 Home Basic.
2. Netbeans IDE 7.0 sebagai software development dalam implementasi rancangan sistem.
3. Microsoft Office 2007 sebagai software pengolah data.

#### **4.2. Implementasi Program**

Sub bab ini membahas mengenai implementasi proses – proses dari perancangan proses yang telah dijelaskan pada bab

metodologi dan perancangan. Terbentuk beberapa proses utama pada implementasi program ini.

#### 4.2.1 Proses Penghitungan Indeks Massa Tubuh (IMT)

Penghitungan IMT dilakukan menggunakan rumus gizi dengan menggunakan variabel tinggi dan berat badan. Source code penghitungan nilai IMT ditunjukkan pada Source code 4.1.

```
public void imt ()  
{  
    tinggibadan2 = tinggibadan/100;  
    imt = beratbadan/(tinggibadan2*tinggibadan2);  
}
```

Sourcecode 4. 1 Penghitungan IMT

#### 4.2.2 Proses Pembentukan Derajat Keanggotaan Fuzzy

Proses pembentukan fungsi dan derajat keanggotaan fuzzy pada sistem ini terbagi menjadi 4 kategori, jenis kelamin, Indeks Massa Tubuh, umur, dan faktor aktivitas.

##### 4.2.2.1 Pembentukan Derajat Keanggotaan Jenis Kelamin

Fungsi ini digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan jenis kelamin berdasarkan data yang dimasukkan. Source code penghitungan derajat keanggotaan jenis kelamin ditunjukkan pada Source code 4.2.

```
Public void gender ()  
{  
    if (gender == 1)  
    {  
        miu_pria = 1;  
        miu_wanita = 0;}  
    else if (gender == 0)  
    {  
        miu_pria = 0;  
        miu_wanita = 1;}}
```

Sourcecode 4. 2 Derajat keanggotaan jenis kelamin

#### **4.2.2.2 Pembentukan Derajat Keanggotaan Indeks Massa Tubuh**

Fungsi ini digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan Indeks Massa Tubuh berdasarkan nilai yang dihasilkan dari proses penghitungan IMT yang ditunjukkan pada Source code 4.1. Batas fuzzy pada proses ini berasal dari patokan standar kepakaran gizi. Proses pembentukan derajat keanggotaan IMT ini terbagi menjadi 3 variabel yaitu kurus, normal, dan gemuk.

##### **a. IMT kurus**

Pembentukan derajat keanggotaan IMT kurus ditunjukkan pada Source code 4.3.

```
public void imt_kurus ()  
{  
    double a=18.5;  
    double b=19.5;  
  
    if (imt <= a)  
    {  
        miu_kurus = 1;  
    }  
  
    else if (imt>a && imt<=b)  
    {  
        miu_kurus = (b-imt)/(b-a);  
    }  
  
    else if (imt > b)  
    {  
        miu_kurus = 0;  
    }  
}
```

Sourcecode 4. 3 Derajat keanggotaan IMT kurus

## b. IMT normal

Pembentukan derajat keanggotaan IMT normal ditunjukkan pada Source code 4.4.

```
public void imt_normal ()  
{  
    double a=18.5;  
    double b=19.5;  
    double c=24;  
    double d=25;  
  
    if (imt <= a)  
    {  
        miu_normal = 0;  
    }  
  
    else if (imt > a && imt <= b)  
    {  
        miu_normal = (imt-a)/(b-a);  
    }  
  
    else if (imt > b && imt <= c)  
    {  
        miu_normal = 1;  
    }  
  
    else if (imt > c && imt <= d)  
    {  
        miu_normal = (d-imt)/(d-c);  
    }  
  
    else if (imt > d)  
    {  
        miu_normal = 0;  
    }  
}
```

Sourcecode 4. 4 Derajat keanggotaan IMT normal

### c. IMT gemuk

Pembentukan derajat keanggotaan IMT gemuk ditunjukkan pada Source code 4.5.

```
public void imt_gemuk ()  
{  
    double a=24;  
    double b=25;  
  
    if (imt <= a)  
    {  
        miu_gemuk = 0;  
    }  
  
    else if (imt > a && imt <= b)  
    {  
        miu_gemuk = (imt-a)/(b-a);  
    }  
  
    else if (imt > b)  
    {  
        miu_gemuk = 1;  
    }  
}
```

Sourcecode 4. 5 Derajat keanggotaan IMT gemuk

#### 4.2.2.3 Pembentukan Derajat Keanggotaan Umur

Fungsi ini digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan umur. Proses ini terbagi menjadi 6 variabel yaitu balita, anak-anak, remaja, dewasa, parobaya, dan tua. Batas fuzzy pada proses ini berasal dari patokan standar kepakaran gizi.

a. Umur balita

Pembentukan derajat keanggotaan umur balita ditunjukkan pada Source code 4.6.

```
public void umur_balita ()  
{  
    double a=2.5;  
    double b=3.5;  
  
    if (umur <= a)  
    {  
        miu_balita = 1;  
    }  
  
    else if (umur>a && umur<=b)  
    {  
        miu_balita = (b-umur)/(b-a);  
    }  
  
    else if (umur > b)  
    {  
        miu_balita = 0;  
    }  
}
```

Sourcecode 4. 6 Derajat keanggotaan umur balita

b. Umur anak-anak

Pembentukan derajat keanggotaan umur anak-anak ditunjukkan pada Source code 4.7.

```
public void umur_anak ()  
{  
    double a=2.5;  
    double b=3.5;  
    double c=9.5;  
    double d=10.5;  
  
    if (umur <= a)  
    {  
        miu_anak = 0;  
    }  
  
    else if (umur > a && umur <= b)  
    {  
        miu_anak = (b-umur)/(b-a);  
    }  
  
    else if (umur > b && umur <= c)  
    {  
        miu_anak = (c-umur)/(c-b);  
    }  
  
    else if (umur > c && umur <= d)  
    {  
        miu_anak = (d-umur)/(d-c);  
    }  
  
    else  
    {  
        miu_anak = 0;  
    }  
}
```

```

        miu_anak = (umur-a)/(b-a);
    }

    else if (umur > b && umur <= c)
    {
        miu_anak = 1;
    }

    else if (umur > c && umur <= d)
    {
        miu_anak = (d-umur)/(d-c);
    }

    else if (umur > d)
    {
        miu_anak = 0;
    }
}

```

Sourcecode 4. 7 Derajat keanggotaan umur anak-anak

### c. Umur remaja

Pembentukan derajat keanggotaan umur remaja ditunjukkan pada Source code 4.8.

```

public void umur_remaja ()
{
    double a=9.5;
    double b=10.5;
    double c=17.5;
    double d=18.5;
    if (umur <= a)
    {
        miu_remaja = 0;
    }
    else if (umur > a && umur <= b)
    {
        miu_remaja = (umur-a)/(b-a);
    }
    else if (umur > b && umur <= c)
    {
        miu_remaja = 1;
    }
    else if (umur > c && umur <= d)
    {
        miu_remaja = (d-umur)/(d-c);
    }
}

```

```
    }
    else if (umur > d)
    {
        miu_remaja = 0;
    }}
```

Sourcecode 4. 8 Derajat keanggotaan umur remaja

d. Umur dewasa

Pembentukan derajat keanggotaan umur dewasa ditunjukkan pada Source code 4.9.

```
public void umur_dewasa ()
{
    double a=17.5;
    double b=18.5;
    double c=29.5;
    double d=30.5;

    if (umur <= a)
    {
        miu_dewasa = 0;
    }

    else if (umur > a && umur <= b)
    {
        miu_dewasa = (umur-a)/(b-a);
    }

    else if (umur > b && umur <= c)
    {
        miu_dewasa = 1;
    }

    else if (umur > c && umur <= d)
    {
        miu_dewasa = (d-umur)/(d-c);
    }

    else if (umur > d)
    {
        miu_dewasa = 0;
    }}
```

Sourcecode 4. 9 Derajat keanggotaan umur dewasa

e. Umur parobaya

Pembentukan derajat keanggotaan umur parobaya ditunjukkan pada Source code 4.10.

```
public void umur_parobaya ()  
{  
    double a=29.5;  
    double b=30.5;  
    double c=55.5;  
    double d=60.5;  
  
    if (umur <= a)  
    {  
        miu_parobaya = 0;  
    }  
  
    else if (umur > a && umur <= b)  
    {  
        miu_parobaya = (umur-a)/(b-a);  
    }  
  
    else if (umur > b && umur <= c)  
    {  
        miu_parobaya = 1;  
    }  
  
    else if (umur > c && umur <= d)  
    {  
        miu_parobaya = (d-umur)/(d-c);  
    }  
  
    else if (umur > d)  
    {  
        miu_parobaya = 0;  
    }  
}
```

Sourcecode 4. 10 Derajat keanggotaan umur parobaya

f. Umur tua

Pembentukan derajat keanggotaan umur tua ditunjukkan pada Source code 4.11.

```
public void umur_tua ()  
{  
    double a=59.5;  
    double b=60.5;  
  
    if (umur <= a)  
    {  
        miu_tua = 0;  
    }  
    else if (umur > a && umur <= b)  
    {  
        miu_tua = (umur-a)/(b-a);  
    }  
    else if (umur > b)  
    {  
        miu_tua = 1;  
    }  
}
```

Sourcecode 4. 11 Derajat keanggotaan umur tua

#### 4.2.2.4 Pembentukan Derajat Keanggotaan Aktivitas

Fungsi ini digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan aktivitas. Proses pembentukan fungsi dan derajat keanggotaan aktifitas ini terbagi menjadi 3 variabel yaitu ringan, sedang, dan berat. Penentuan keanggotaan variabel ini dilihat berdasarkan lama waktu aktifitas.

a. Aktifitas ringan

Pembentukan derajat keanggotaan aktivitas ringan ditunjukkan pada Source code 4.12.

```
public void aktif_ringan ()  
{  
    double a=25;  
    double b=60;  
  
    if (aktivitas <= a)  
    {
```

```

        miu_ringan = 1;
    }

    else if (aktivitas>a && aktivitas<=b)
    {
        miu_ringan = (b-aktivitas)/(b-a);
    }

    else if (aktivitas > b)
    {
        miu_ringan = 0;
    }
}

```

Sourcecode 4. 12 Derajat keanggotaan aktivitas ringan

### b. Aktifitas sedang

Pembentukan derajat keanggotaan aktivitas sedang ditunjukkan pada Source code 4.13.

```

public void aktif_sedang ()
{
    double a=25;
    double b=60;
    double c=65;
    double d=75;

    if (aktivitas <= a)
    {
        miu_sedang = 0;
    }

    else if (aktivitas > a && aktivitas <= b)
    {
        miu_sedang = (aktivitas-a)/(b-a);
    }

    else if (aktivitas > b && aktivitas <= c)
    {
        miu_sedang = 1;
    }

    else if (aktivitas > c && aktivitas <= d)
    {

```

```

        miu_sedang = (d-aktivitas)/(d-c);
    }

    else if (aktivitas > d)
    {
        miu_sedang = 0;
    }
}

```

Sourcecode 4. 13 Derajat keanggotaan aktivitas sedang

#### c. Aktifitas berat

Pembentukan derajat keanggotaan aktivitas berat ditunjukkan pada Source code 4.14.

```

public void aktif_berat ()
{
    double a=65;
    double b=75;
    if (aktivitas <= a)
    {
        miu_berat = 0;
    }
    else if (aktivitas > a && aktivitas <= b)
    {
        miu_berat = (aktivitas-a)/(b-a);
    }
    else if (aktivitas > b)
    {
        miu_berat = 1;
    }
}

```

Sourcecode 4. 14 Derajat keanggotaan aktivitas berat

### 4.2.3 Proses pembentukan predikat aturan

Proses pembentukan operasi bilangan fuzzy ini menggunakan operator AND. Operator ini kemudian akan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan yang bersangkutan. Proses pembentukan opreasi bilangan fuzzy ditunjukkan pada Source code 4.15.

```

public void alpha_p ()
{
    alpha [1] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_balita, miu_wanita)));
    alpha [2] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_anak, miu_wanita)));
    alpha [3] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_remaja, miu_wanita)));
    alpha [4] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_dewasa, miu_wanita)));
    alpha [5] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_parobaya, miu_wanita)));
    alpha [6] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_tua, miu_wanita)));

    alpha [7] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_balita, miu_pria)));
    alpha [8] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_anak, miu_pria)));
    alpha [9] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_remaja, miu_pria)));
    alpha [10] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_dewasa, miu_pria)));
    alpha [11] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_parobaya, miu_pria)));
    alpha [12] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_tua, miu_pria)));

    alpha [13] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_balita, miu_wanita)));
    alpha [14] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_anak, miu_wanita)));
    alpha [15] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_remaja, miu_wanita)));
    alpha [16] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_dewasa, miu_wanita)));
    alpha [17] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_parobaya, miu_wanita)));
    alpha [18] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_tua, miu_wanita)));

    alpha [19] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_balita, miu_pria)));
    alpha [20] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_anak, miu_pria)));
}

```

```

alpha [21] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_remaja, miu_pria)));
alpha [22] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_dewasa, miu_pria)));
alpha [23] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_parobaya, miu_pria)));
alpha [24] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_tua, miu_pria)));

alpha [25] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_balita, miu_wanita)));
alpha [26] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_anak, miu_wanita)));
alpha [27] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_remaja, miu_wanita)));
alpha [28] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_dewasa, miu_wanita)));
alpha [29] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_parobaya, miu_wanita)));
alpha [30] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_tua, miu_wanita)));

alpha [31] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_balita, miu_pria)));
alpha [32] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_anak, miu_pria)));
alpha [33] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_remaja, miu_pria)));
alpha [34] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_dewasa, miu_pria)));
alpha [35] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_parobaya, miu_pria)));
alpha [36] = Math.min(miu_ringan, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_tua, miu_pria)));

alpha [37] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_balita, miu_wanita)));
alpha [38] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_anak, miu_wanita)));
alpha [39] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_remaja, miu_wanita)));
alpha [40] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_dewasa, miu_wanita)));
alpha [41] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_parobaya, miu_wanita)));

```

```

alpha [42] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_tua, miu_wanita)));

alpha [43] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_balita, miu_pria)));
alpha [44] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_anak, miu_pria)));
alpha [45] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_remaja, miu_pria)));
alpha [46] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_dewasa, miu_pria)));
alpha [47] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_parobaya, miu_pria)));
alpha [48] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_tua, miu_pria)));

alpha [49] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_balita, miu_wanita)));
alpha [50] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_anak, miu_wanita)));
alpha [51] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_remaja, miu_wanita)));
alpha [52] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_dewasa, miu_wanita)));
alpha [53] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_parobaya, miu_wanita)));
alpha [54] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_tua, miu_wanita)));

alpha [55] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_balita, miu_pria)));
alpha [56] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_anak, miu_pria)));
alpha [57] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_remaja, miu_pria)));
alpha [58] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_dewasa, miu_pria)));
alpha [59] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_parobaya, miu_pria)));
alpha [60] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_tua, miu_pria)));

alpha [61] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_balita, miu_wanita)));
alpha [62] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_gemuk,

```

```

Math.min(miu_anak, miu_wanita)));
    alpha [63] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_remaja, miu_wanita)));
    alpha [64] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_dewasa, miu_wanita)));
    alpha [65] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_parobaya, miu_wanita)));
    alpha [66] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_tua, miu_wanita)));

    alpha [67] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_balita, miu_pria)));
    alpha [68] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_anak, miu_pria)));
    alpha [69] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_remaja, miu_pria)));
    alpha [70] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_dewasa, miu_pria)));
    alpha [71] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_parobaya, miu_pria)));
    alpha [72] = Math.min(miu_sedang, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_tua, miu_pria)));

    alpha [73] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_balita, miu_wanita)));
    alpha [74] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_anak, miu_wanita)));
    alpha [75] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_remaja, miu_wanita)));
    alpha [76] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_dewasa, miu_wanita)));
    alpha [77] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_parobaya, miu_wanita)));
    alpha [78] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_tua, miu_wanita)));

    alpha [79] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_balita, miu_pria)));
    alpha [80] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_anak, miu_pria)));
    alpha [81] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_remaja, miu_pria)));
    alpha [82] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_dewasa, miu_pria)));
    alpha [83] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_kurus,

```

```

Math.min(miu_parobaya, miu_pria)));
alpha [84] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_kurus,
Math.min(miu_tua, miu_pria)));

alpha [85] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_balita, miu_wanita)));
alpha [86] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_anak, miu_wanita)));
alpha [87] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_remaja, miu_wanita)));
alpha [88] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_dewasa, miu_wanita)));
alpha [89] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_parobaya, miu_wanita)));
alpha [90] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_tua, miu_wanita)));

alpha [91] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_balita, miu_pria)));
alpha [92] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_anak, miu_pria)));
alpha [93] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_remaja, miu_pria)));
alpha [94] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_dewasa, miu_pria)));
alpha [95] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_parobaya, miu_pria)));
alpha [96] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_normal,
Math.min(miu_tua, miu_pria)));

alpha [97] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_balita, miu_wanita)));
alpha [98] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_anak, miu_wanita)));
alpha [99] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_remaja, miu_wanita)));
alpha [100] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_dewasa, miu_wanita)));
alpha [101] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_parobaya, miu_wanita)));
alpha [102] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_tua, miu_wanita)));
alpha [103] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_balita, miu_pria)));
alpha [104] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_gemuk,

```

```

Math.min(miu_anak, miu_pria));
alpha [105] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_remaja, miu_pria)));
alpha [106] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_dewasa, miu_pria)));
alpha [107] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_parobaya, miu_pria)));
alpha [108] = Math.min(miu_berat, Math.min(miu_gemuk,
Math.min(miu_tua, miu_pria))); }

```

Sourcecode 4. 15 Pembentukan predikat aturan

#### 4.2.4 Proses Defuzzifikasi

Setelah proses pembentukan predikat aturan dilakukan, langkah selanjutnya adalah proses defuzzifikasi. Pada proses ini dilakukan penghitungan nilai Weight Average (WA). Proses penghitungan WA ini ditunjukkan pada Source code 4.16.

```

public void total_az()
{
    az_total = 0;
    a_total = 0;
    for (int i=1; i<=108; i++)
    {
        az_total = az_total + az[i];
    }

    for (int e=1; e<=108; e++)
    {
        a_total = a_total + alpha[e];
    }
}

public void wa()
{
    wa_total = az_total / a_total;
}

```

Sourcecode 4. 16 Proses defuzzifikasi

Hasil dari proses defuzzifikasi ini adalah nilai kalori yang dibutuhkan sesuai dengan data yang telah dimasukkan. Nilai

kalori ini kemudian digunakan untuk menentukan susunan menu makanan dalam satu hari.

#### 4.2.5 Proses Penyusunan Menu Gizi

Proses penyusunan makanan dilakukan setelah penghitungan kalori dengan menggunakan fuzzy selesai dilakukan. Menu makan terbagi menjadi 4 bagian yaitu menu karbohidrat, menu protein, menu sayuran, dan menu buah. Menu makanan ini didapatkan melalui patokan standar kepakaran gizi. Menu makanan tersebut dimasukkan ke dalam array yang ditunjukkan pada Source 4.17.

```
public void menukarbo ()  
{  
    menu_karbo [0] = "biskuit meja";  
    menu_karbo [1] = "nasi";  
    menu_karbo [2] = "nasi tim";  
    menu_karbo [3] = "bubur beras";  
    menu_karbo [4] = "nasi jagung";  
    menu_karbo [5] = "kentang";  
    menu_karbo [6] = "singkong";  
    menu_karbo [7] = "tepung sagu";  
    menu_karbo [8] = "talas";  
    menu_karbo [9] = "ubi";  
    menu_karbo [10] = "roti putih";  
    menu_karbo [11] = "maizena";  
    menu_karbo [12] = "tepung beras";  
    menu_karbo [13] = "tepung singkong";  
    menu_karbo [14] = "tepung terigu";  
    menu_karbo [15] = "mie kering";  
    menu_karbo [16] = "mie basah";  
    menu_karbo [17] = "makaroni";  
    menu_karbo [18] = "bihun";  
    menu_karbo [19] = "krakers";  
}  
  
public void menusayur ()  
{  
    menu_sayur [0] = "daun lobak";  
    menu_sayur [1] = "terong";  
    menu_sayur [2] = "tauge";  
}
```

```
menu_sayur [3] = "seledri";
menu_sayur [4] = "selada";
menu_sayur [5] = "sawi";
menu_sayur [6] = "rebung";
menu_sayur [7] = "petsay";
menu_sayur [8] = "pepaya muda";
menu_sayur [9] = "lobak";
menu_sayur [10] = "labu air";
menu_sayur [11] = "kembang kol";
menu_sayur [12] = "kol";
menu_sayur [13] = "kecipir";
menu_sayur [14] = "tomat";
menu_sayur [15] = "mentimn";
menu_sayur [16] = "kangkung";
menu_sayur [17] = "jamur segar";
menu_sayur [18] = "oyong";
menu_sayur [19] = "daun kacang panjang";

}

public void menuprotein ()
{
    menu_protein [0] = "tempe";
    menu_protein [1] = "daging sapi";
    menu_protein [2] = "daging ayam";
    menu_protein [3] = "hati sapi";
    menu_protein [4] = "babat";
    menu_protein [5] = "usus sapi";
    menu_protein [6] = "telur ayam";
    menu_protein [7] = "telur bebek";
    menu_protein [8] = "ikan segar";
    menu_protein [9] = "ikan asin";
    menu_protein [10] = "ikan teri";
    menu_protein [11] = "udang basah";
    menu_protein [12] = "keju";
    menu_protein [13] = "bakso daging besar";
    menu_protein [14] = "bakso daging kecil";
    menu_protein [15] = "kacang hijau";
    menu_protein [16] = "kacang kedelai";
    menu_protein [17] = "kacang merah";
    menu_protein [18] = "oncom";
    menu_protein [19] = "tahu";
    menu_protein [20] = "otak";
    menu_protein [21] = "hati ayam";
    menu_protein [22] = "daging kambing";
```

```
menu_protein [23] = "daging kerbau";
menu_protein [24] = "teri kering";
menu_protein [25] = "kuning telur ayam";
menu_protein [26] = "osis";
}

public void menubuah () {
    menu_buah [0] = "sirsak";
    menu_buah [1] = "alpukat";
    menu_buah [2] = "apel";
    menu_buah [3] = "anggur";
    menu_buah [4] = "belimbing";
    menu_buah [5] = "jambu biji";
    menu_buah [6] = "jambu air";
    menu_buah [7] = "duku";
    menu_buah [8] = "durian";
    menu_buah [9] = "jeruk manis";
    menu_buah [10] = "kedondong";
    menu_buah [11] = "mangga";
    menu_buah [12] = "nanas";
    menu_buah [13] = "nangka";
    menu_buah [14] = "pepaya";
    menu_buah [15] = "pir";
    menu_buah [16] = "pisang";
    menu_buah [17] = "rambutan";
    menu_buah [18] = "salak";
    menu_buah [19] = "sawo";
}
```

Sourcecode 4. 17 Daftar menu bahan makanan

Penentuan menu karbohidrat dan protein didasarkan pada nilai kalori yang dibutuhkan. Sedangkan menu buah dan sayuran tidak berdasarkan nilai kalori dikarenakan nilai kalorinya sangat sedikit sehingga dapat diabaikan. Proses penyusunan makanan dilakukan dengan menggunakan fungsi *random* pada java.

### 1. Penyusunan menu karbohidrat

Proses penyusunan menu karbohidrat ini dilakukan dengan cara mengacak array menu dan juga array jumlah takaran hingga mencapai angka kalori karbohidrat dengan ambang kalori karbohidrat  $\pm 25$ . Ambang batas kalori karbohidrat ini didapatkan

melalui studi wawancara dengan ahli gizi. Apabila telah ditemukan maka nilai array yang bersangkutan akan digunakan untuk menampilkan menu yang sesuai. Penyusunan menu karbohidrat ini ditunjukkan pada Source code 4.18.

```
public void susunkarbo()
{
    int k = 20, l = 20, m = 20, n = 20;
    while (r_besarkarbo > akgkarbo+25 || r_besarkarbo < akgkarbo-
25 )
    {
        int rmk1 = generator.nextInt( k );
        int rmk2 = generator.nextInt( l );
        int rmk3 = generator.nextInt( m );
        int rmk4 = generator.nextInt( n );
        int rbk1 = generator.nextInt(4);
        int rbk2 = generator.nextInt(4);
        int rbk3 = generator.nextInt(4);
        int rbk4 = generator.nextInt(4);
        r_besarkarbo = (kalori_karbo[rmk1]*rbk1) +
                      (kalori_karbo[rmk2]*rbk2) +
                      (kalori_karbo[rmk3]*rbk3) +
                      (kalori_karbo[rmk4]*rbk4);

        if (r_besarkarbo <= akgkarbo+25 && r_besarkarbo >= akgkarbo-
25 && r_besarkarbo>0)
        {
            randomkarbo = r_besarkarbo;
            randommenu_k1 = rmk1 ;
            randommenu_k2 = rmk2 ;
            randommenu_k3 = rmk3 ;
            randommenu_k4 = rmk4 ;
            randomurt_k1 = rbk1;
            randomurt_k2 = rbk2;
            randomurt_k3 = rbk3;
            randomurt_k4 = rbk4;
        }
    }
}
```

Sourcecode 4. 18 Penyusunan menu karbohidrat

## 2. Penyusunan Menu Protein

Proses penyusunan menu protein ini dilakukan dengan cara mengacak array menu dan juga array jumlah takaran hingga

mencapai angka kalori protein dengan ambang kalori protein  $\pm 25$ . Apabila telah ditemukan maka nilai array yang bersangkutan akan digunakan untuk menampilkan menu yang sesuai. Penyusunan menu protein ini ditunjukkan pada Source code 4.19.

```
public void susunprotein()
{
    int k = 27, l = 27, m = 27;

    while (r_besarprotein > akgprotein+25 || r_besarprotein <
akgprotein-25)
    {
        int rmp1 = generator.nextInt(k );
        int rmp2 = generator.nextInt(l);
        int rmp3 = generator.nextInt( m );

        int rbp1 = generator.nextInt(4);
        int rbp2 = generator.nextInt(4);
        int rbp3 = generator.nextInt(4);

        r_besarprotein = (kalori_protein[rmp1]*rbp1) +
                        (kalori_protein[rmp2]*rbp2) +
                        (kalori_protein[rmp3]*rbp3);

        if (r_besarprotein <= akgprotein+25 && r_besarprotein >=
akgprotein-25 && r_besarprotein >0)
        {
            randomprotein = r_besarprotein;
            randommenu_p1 = rmp1 ;
            randommenu_p2 = rmp2 ;
            randommenu_p3 = rmp3 ;

            randomurt_p1 = rbp1;
            randomurt_p2 = rbp2;
            randomurt_p3 = rbp3;
        }
    }
}
```

Sourcecode 4. 19 Penyusunan menu protein

### 4.3. Implementasi Antarmuka

Antarmuka pada sistem penghitungan kalori menggunakan fuzzy sugeno dan perumusan menu *food combining* ini memiliki satu form utama. Form ini terdiri dari beberapa komponen yang mendukung proses memasukkan dan mengeluarkan data. Terdapat 4 *textfield* untuk memasukkan data, 5 *textfield* untuk menampilkan hasil proses, 1 *checkbox* untuk memasukkan data, 1 *textarea* untuk menampilkan hasil penyusunan menu, dan 1 button untuk mengeksekusi sistem.

Data yang diperlukan sebagai masukan adalah umur, tinggi badan, berat badan, jenis kelamin, dan tingkat aktivitas. Setelah semua data yang dibutuhkan terisi maka langkah selanjutnya adalah menekan tombol Hitung.

PENGHITUNGAN KALORI DENGAN FUZZY SUGENO DAN PENYUSUNAN MENU FOOD COMBINING

|                 |  |       |                              |                      |
|-----------------|--|-------|------------------------------|----------------------|
| Umur            | <input type="text"/>   | tahun | Kebutuhan Kalori             | <input type="text"/> |
| Berat Badan     | <input type="text"/>   | kg    | Kebutuhan Kalori Karbohidrat | <input type="text"/> |
| Tinggi badan    | <input type="text"/>   | cm    | Kebutuhan Kalori Protein     | <input type="text"/> |
| Jenis Kelamin   | <input type="checkbox"/> Pria<br><input type="checkbox"/> Wanita |       | Kalori Karbohidrat Menu      | <input type="text"/> |
| Aktivitas gerak | <input type="text"/>   | jam   | Kalori Protein Menu          | <input type="text"/> |
| Menu Makanan    |  |       |                              |                      |

Gambar 4.1 Form antarmuka pada sistem

Gambar 4.1 di atas merupakan tampilan awal dari sistem. Elemen-elemen antarmuka dijelaskan pada gambar 4.2. Angka 1 sampai 5 menunjukkan *textfield* dan *checkbox* yang digunakan untuk memasukkan nilai yang dibutuhkan oleh sistem.

PENGHITUNGAN KALORI DENGAN FUZZY SUGENO DAN PENYUSUNAN MENU FOOD COMBINING

|                 |                                 |          |                              |                      |
|-----------------|---------------------------------|----------|------------------------------|----------------------|
| Umur            | <input type="text"/> tahun      | <b>1</b> | Kebutuhan Kalori             | <input type="text"/> |
| Berat Badan     | <input type="text"/> kg         | <b>2</b> | Kebutuhan Kalori Karbohidrat | <input type="text"/> |
| Tinggi badan    | <input type="text"/> cm         | <b>3</b> | Kebutuhan Kalori Protein     | <input type="text"/> |
| Jenis Kelamin   | <input type="checkbox"/> Pria   | <b>4</b> | Kalori Karbohidrat Menu      | <input type="text"/> |
|                 | <input type="checkbox"/> Wanita | <b>5</b> | Kalori Protein Menu          | <input type="text"/> |
| Aktivitas gerak | <input type="text"/> jam        | <b>6</b> | Menu Makanan                 | <input type="text"/> |

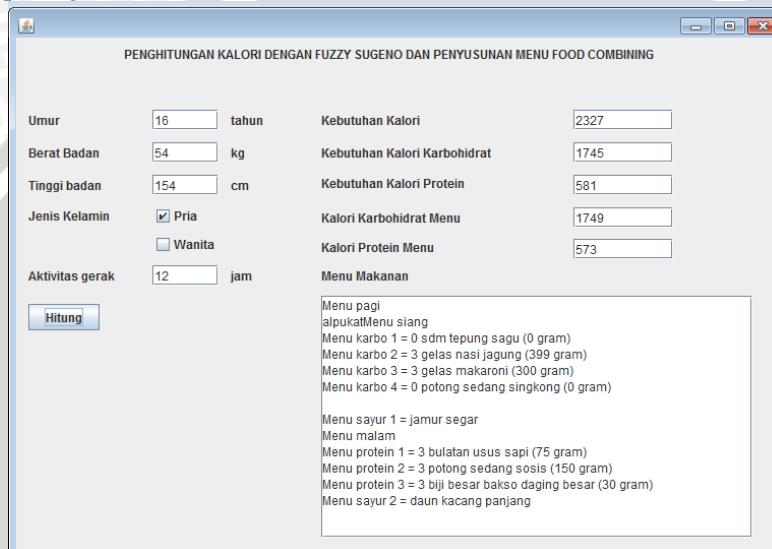
**Hitung**

Gambar 4.2 Penjelasan Form masukan

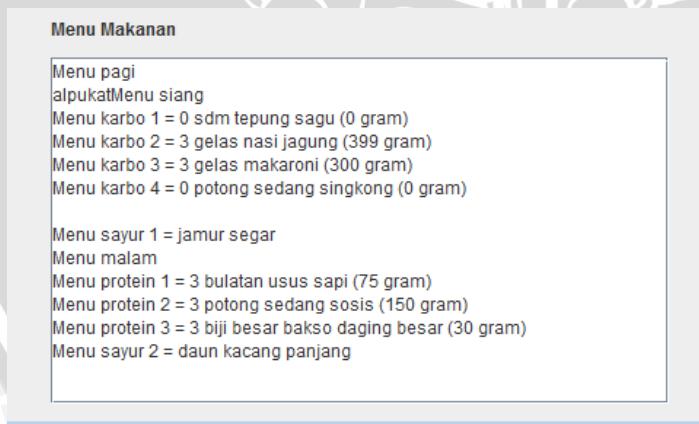
Keterangan gambar 4.2 :

1. *textfield* untuk memasukkan nilai umur
2. *textfield* untuk memasukkan nilai berat badan
3. *textfield* untuk memasukkan nilai tinggi badan
4. *checkbox* untuk memilih jenis kelamin
5. *textfield* untuk memasukkan nilai tingkat aktivitas

Setelah nilai yang dibutuhkan dimasukkan, maka langkah selanjutnya adalah menekan tombol “Hitung” untuk memulai proses penghitungan kalori dan penyusunan menu makanan. Hasil keluaran sistem ditunjukkan pada Gambar 4.3 dan diperbesar pada gambar 4.4.



Gambar 4.3 Antarmuka sistem ketika menampilkan hasil keluaran



Gambar 4.4 Antarmuka hasil keluaran

Gambar 4.3 dan 4.4 menunjukkan tampilan antarmuka ketika proses penghitungan dan penyusunan menu makanan telah dilakukan. Hasil keluarannya adalah nilai kalori, nilai kebutuhan kalori karbohidrat, nilai kebutuhan kalori protein, nilai kalori karbohidrat menu, nilai kalori protein menu, dan susunan menu makanan dalam satu hari.

#### 4.4. Implementasi Uji Coba

##### 4.4.1 Ujicoba Tipe 1

Ujicoba tipe 1 dilakukan dengan cara menghitung nilai error rata-rata pada keluaran nilai kalori metode fuzzy sugeno dan metode manual. Hasil ujicoba terhadap data untuk jenis kelamin pria dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Ujicoba Tipe 1 untuk Jenis Kelamin Pria

| Usia | Berat Badan | Tinggi Badan | Manual | Fuzzy | Nilai Error |
|------|-------------|--------------|--------|-------|-------------|
| 1    | 12          | 90           | 1691   | 1652  | 2,306%      |
| 2    | 12          | 90           | 1691   | 1652  | 2,306%      |
| 3    | 12          | 90           | 1691   | 1718  | 1,597%      |
| 4    | 18          | 110          | 2090   | 2038  | 2,488%      |
| 5    | 18          | 110          | 2090   | 2038  | 2,488%      |
| 6    | 18          | 110          | 2090   | 2038  | 2,488%      |
| 7    | 24          | 120          | 2330   | 2270  | 2,575%      |
| 8    | 24          | 120          | 2330   | 2270  | 2,575%      |
| 9    | 24          | 120          | 2330   | 2270  | 2,575%      |
| 10   | 30          | 135          | 2569   | 2484  | 3,309%      |
| 11   | 30          | 135          | 2569   | 2502  | 2,608%      |
| 12   | 30          | 135          | 2569   | 2502  | 2,608%      |
| 13   | 45          | 150          | 2531   | 2449  | 3,24%       |
| 14   | 45          | 150          | 2531   | 2449  | 3,24%       |

|           |    |     |      |      |        |
|-----------|----|-----|------|------|--------|
| <b>15</b> | 45 | 150 | 2531 | 2449 | 3,24%  |
| <b>16</b> | 56 | 160 | 2870 | 2777 | 3,24%  |
| <b>17</b> | 56 | 160 | 2870 | 2777 | 3,24%  |
| <b>18</b> | 56 | 160 | 2870 | 2671 | 6,934% |
| <b>19</b> | 56 | 160 | 2703 | 2615 | 3,256% |
| <b>20</b> | 62 | 165 | 2864 | 2771 | 3,247% |
| <b>21</b> | 62 | 165 | 2864 | 2771 | 3,247% |
| <b>22</b> | 62 | 165 | 2864 | 2771 | 3,247% |
| <b>23</b> | 62 | 165 | 2864 | 2771 | 3,247% |
| <b>24</b> | 62 | 165 | 2864 | 2771 | 3,247% |
| <b>25</b> | 62 | 165 | 2864 | 2771 | 3,247% |
| <b>26</b> | 62 | 165 | 2864 | 2771 | 3,247% |
| <b>27</b> | 62 | 165 | 2864 | 2771 | 3,247% |
| <b>28</b> | 62 | 165 | 2864 | 2771 | 3,247% |
| <b>29</b> | 62 | 165 | 2864 | 2771 | 3,247% |
| <b>30</b> | 62 | 165 | 2864 | 2721 | 4,993% |
| <b>31</b> | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>32</b> | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>33</b> | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>34</b> | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>35</b> | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>36</b> | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>37</b> | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>38</b> | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>39</b> | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>40</b> | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>41</b> | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>42</b> | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>43</b> | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>44</b> | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |

|               |    |     |      |      |        |
|---------------|----|-----|------|------|--------|
| <b>45</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>46</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>47</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>48</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>49</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>50</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>51</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>52</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>53</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>54</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>55</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>56</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>57</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2721 | 3,236% |
| <b>58</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2696 | 4,125% |
| <b>59</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2656 | 5,548% |
| <b>60</b>     | 62 | 165 | 2812 | 2318 | 17,57% |
| <b>&gt;60</b> | 62 | 165 | 2330 | 2254 | 3,262% |

Hasil ujicoba sistem terhadap data masukan untuk jenis kelamin wanita dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Ujicoba Tipe 1 Jenis Kelamin Wanita

| Usia | Berat Badan | Tinggi Badan | Manual | Fuzzy | Nilai Error |
|------|-------------|--------------|--------|-------|-------------|
| 1    | 12          | 90           | 1657   | 1628  | 1,75%       |
| 2    | 12          | 90           | 1657   | 1628  | 1,75%       |
| 3    | 12          | 90           | 1657   | 1692  | 2,11%       |
| 4    | 18          | 110          | 2036   | 1998  | 1,86%       |
| 5    | 18          | 110          | 2036   | 1998  | 1,86%       |
| 6    | 18          | 110          | 2036   | 1998  | 1,86%       |
| 7    | 24          | 120          | 2266   | 2221  | 1,98%       |
| 8    | 24          | 120          | 2266   | 2221  | 1,98%       |
| 9    | 24          | 120          | 2266   | 2221  | 1,98%       |
| 10   | 35          | 140          | 2687   | 2523  | 6,10%       |
| 11   | 35          | 140          | 2687   | 2523  | 6,10%       |
| 12   | 35          | 140          | 2687   | 2523  | 6,10%       |
| 13   | 46          | 153          | 2222   | 2166  | 2,52%       |
| 14   | 46          | 153          | 2222   | 2166  | 2,52%       |
| 15   | 46          | 153          | 2222   | 2166  | 2,52%       |
| 16   | 50          | 154          | 2305   | 2247  | 2,52%       |
| 17   | 50          | 154          | 2305   | 2247  | 2,52%       |
| 18   | 50          | 154          | 2305   | 2128  | 7,68%       |
| 19   | 50          | 154          | 2092   | 2039  | 2,53%       |
| 20   | 54          | 156          | 2192   | 2137  | 2,50%       |
| 21   | 54          | 156          | 2192   | 2137  | 2,50%       |
| 22   | 54          | 156          | 2192   | 2137  | 2,50%       |
| 23   | 54          | 156          | 2192   | 2137  | 2,50%       |
| 24   | 54          | 156          | 2192   | 2137  | 2,50%       |

|           |    |     |      |      |       |
|-----------|----|-----|------|------|-------|
| <b>25</b> | 54 | 156 | 2192 | 2137 | 2,50% |
| <b>26</b> | 54 | 156 | 2192 | 2137 | 2,50% |
| <b>27</b> | 54 | 156 | 2192 | 2137 | 2,50% |
| <b>28</b> | 54 | 156 | 2192 | 2137 | 2,50% |
| <b>29</b> | 54 | 156 | 2192 | 2137 | 2,50% |
| <b>30</b> | 54 | 156 | 2192 | 2129 | 2,87% |
| <b>31</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>32</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>33</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>34</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>35</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>36</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>37</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>38</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>39</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>40</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>41</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>42</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>43</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>44</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>45</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>46</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>47</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>48</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>49</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>50</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>51</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>52</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>53</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>54</b> | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |

|                |    |     |      |      |       |
|----------------|----|-----|------|------|-------|
| <b>55</b>      | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>56</b>      | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>57</b>      | 54 | 156 | 2207 | 2152 | 2,49% |
| <b>58</b>      | 54 | 156 | 2207 | 2137 | 3,17% |
| <b>59</b>      | 54 | 156 | 2207 | 2137 | 3,17% |
| <b>60</b>      | 54 | 154 | 2207 | 1953 | 11,5% |
| <b>&gt; 60</b> | 54 | 154 | 1977 | 1927 | 2,52% |

#### 4.4.2 Ujicoba Tipe 2

Ujicoba tipe 2 dilakukan dengan cara menghitung selisih hasil keluaran nilai kalori metode manual dan fuzzy sugeno terhadap nilai kalori yang dianjurkann oleh LIPI. Nilai selisih yang terendah menunjukkan nilai yang terbaik. Hasil perhitungan untuk data masukan dengan jenis kelamin wanita dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Ujicoba Tipe 2 Jenis Kelamin Wanita

| Usia | Berat Badan | Tinggi Badan | LIPI | Manual | Fuzzy | Selisih Manual | Selisih Fuzzy |
|------|-------------|--------------|------|--------|-------|----------------|---------------|
| 1    | 12          | 90           | 1250 | 1657   | 1628  | 407            | 378           |
| 2    | 12          | 90           | 1250 | 1657   | 1628  | 407            | 378           |
| 3    | 12          | 90           | 1250 | 1657   | 1692  | 407            | 442           |
| 4    | 18          | 110          | 1750 | 2036   | 1998  | 286            | 248           |
| 5    | 18          | 110          | 1750 | 2036   | 1998  | 286            | 248           |
| 6    | 18          | 110          | 1750 | 2036   | 1998  | 286            | 248           |
| 7    | 24          | 120          | 1900 | 2266   | 2221  | 366            | 321           |
| 8    | 24          | 120          | 1900 | 2266   | 2221  | 366            | 321           |
| 9    | 24          | 120          | 1900 | 2266   | 2221  | 366            | 321           |
| 10   | 35          | 140          | 1900 | 2687   | 2523  | 787            | 623           |
| 11   | 35          | 140          | 1900 | 2687   | 2523  | 787            | 623           |

|    |    |     |      |      |      |     |     |
|----|----|-----|------|------|------|-----|-----|
| 12 | 35 | 140 | 1900 | 2687 | 2523 | 787 | 623 |
| 13 | 46 | 153 | 2100 | 2222 | 2166 | 122 | 66  |
| 14 | 46 | 153 | 2100 | 2222 | 2166 | 122 | 66  |
| 15 | 46 | 153 | 2100 | 2222 | 2166 | 122 | 66  |
| 16 | 50 | 154 | 2000 | 2305 | 2247 | 305 | 247 |
| 17 | 50 | 154 | 2000 | 2305 | 2247 | 305 | 247 |
| 18 | 50 | 154 | 2000 | 2305 | 2128 | 305 | 128 |
| 19 | 50 | 154 | 2000 | 2092 | 2039 | 92  | 39  |
| 20 | 54 | 156 | 2200 | 2192 | 2137 | 8   | 63  |
| 21 | 54 | 156 | 2200 | 2192 | 2137 | 8   | 63  |
| 22 | 54 | 156 | 2200 | 2192 | 2137 | 8   | 63  |
| 23 | 54 | 156 | 2200 | 2192 | 2137 | 8   | 63  |
| 24 | 54 | 156 | 2200 | 2192 | 2137 | 8   | 63  |
| 25 | 54 | 156 | 2200 | 2192 | 2137 | 8   | 63  |
| 26 | 54 | 156 | 2200 | 2192 | 2137 | 8   | 63  |
| 27 | 54 | 156 | 2200 | 2192 | 2137 | 8   | 63  |
| 28 | 54 | 156 | 2200 | 2192 | 2137 | 8   | 63  |
| 29 | 54 | 156 | 2200 | 2192 | 2137 | 8   | 63  |
| 30 | 54 | 156 | 2200 | 2192 | 2129 | 8   | 71  |
| 31 | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |
| 32 | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |
| 33 | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |
| 34 | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |
| 35 | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |
| 36 | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |
| 37 | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |
| 38 | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |
| 39 | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |
| 40 | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |
| 41 | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |
| 42 | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |

|      |    |     |      |      |      |     |     |
|------|----|-----|------|------|------|-----|-----|
| 43   | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |
| 44   | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |
| 45   | 54 | 156 | 2200 | 2207 | 2152 | 7   | 48  |
| 46   | 54 | 156 | 2100 | 2207 | 2152 | 107 | 52  |
| 47   | 54 | 156 | 2100 | 2207 | 2152 | 107 | 52  |
| 48   | 54 | 156 | 2100 | 2207 | 2152 | 107 | 52  |
| 49   | 54 | 156 | 2100 | 2207 | 2152 | 107 | 52  |
| 50   | 54 | 156 | 2100 | 2207 | 2152 | 107 | 52  |
| 51   | 54 | 156 | 2100 | 2207 | 2152 | 107 | 52  |
| 52   | 54 | 156 | 2100 | 2207 | 2152 | 107 | 52  |
| 53   | 54 | 156 | 2100 | 2207 | 2152 | 107 | 52  |
| 54   | 54 | 156 | 2100 | 2207 | 2152 | 107 | 52  |
| 55   | 54 | 156 | 2100 | 2207 | 2152 | 107 | 52  |
| 56   | 54 | 156 | 2100 | 2207 | 2152 | 107 | 52  |
| 57   | 54 | 156 | 2100 | 2207 | 2152 | 107 | 52  |
| 58   | 54 | 156 | 2100 | 2207 | 2137 | 107 | 37  |
| 59   | 54 | 156 | 2100 | 2207 | 2137 | 107 | 37  |
| 60   | 54 | 154 | 1850 | 2207 | 1953 | 357 | 103 |
| > 60 | 54 | 154 | 1850 | 1977 | 1927 | 127 | 77  |

Warna kolom biru menunjukkan nilai kalori yang memiliki selisih lebih kecil terhadap nilai kalori yang dianjurkan oleh LIPI.

Perbandingan kedekatan antara nilai AMB LIPI dengan AMB manual serta nilai AMB LIPI dengan AMB fuzzy sugeno untuk data masukan jenis kelamin pria dapat dilihat pada Tabel 4.4 ini.

Tabel 4. 4 Ujicoba Tipe 2 Jenis Kelamin Pria

| Usia | Berat Badan | Tinggi Badan | LIPI | Manual | Fuzzy | Selisih Manual | Selisih Fuzzy |
|------|-------------|--------------|------|--------|-------|----------------|---------------|
| 1    | 12          | 90           | 1250 | 1691   | 1652  | 441            | 402           |
| 2    | 12          | 90           | 1250 | 1691   | 1652  | 441            | 402           |
| 3    | 12          | 90           | 1250 | 1691   | 1718  | 441            | 468           |
| 4    | 18          | 110          | 1750 | 2090   | 2038  | 340            | 288           |
| 5    | 18          | 110          | 1750 | 2090   | 2038  | 340            | 288           |
| 6    | 18          | 110          | 1750 | 2090   | 2038  | 340            | 288           |
| 7    | 24          | 120          | 1900 | 2330   | 2270  | 430            | 370           |
| 8    | 24          | 120          | 1900 | 2330   | 2270  | 430            | 370           |
| 9    | 24          | 120          | 1900 | 2330   | 2270  | 430            | 370           |
| 10   | 35          | 140          | 2000 | 2569   | 2484  | 569            | 484           |
| 11   | 35          | 140          | 2000 | 2569   | 2502  | 569            | 502           |
| 12   | 35          | 140          | 2000 | 2569   | 2502  | 569            | 502           |
| 13   | 46          | 153          | 2400 | 2531   | 2449  | 131            | 49            |
| 14   | 46          | 153          | 2400 | 2531   | 2449  | 131            | 49            |
| 15   | 46          | 153          | 2400 | 2531   | 2449  | 131            | 49            |
| 16   | 50          | 154          | 2500 | 2870   | 2777  | 370            | 277           |
| 17   | 50          | 154          | 2500 | 2870   | 2777  | 370            | 277           |
| 18   | 50          | 154          | 2500 | 2870   | 2671  | 370            | 171           |
| 19   | 50          | 154          | 2500 | 2703   | 2615  | 203            | 115           |
| 20   | 54          | 156          | 2800 | 2864   | 2771  | 8              | 63            |
| 21   | 54          | 156          | 2800 | 2864   | 2771  | 8              | 63            |
| 22   | 54          | 156          | 2800 | 2864   | 2771  | 8              | 63            |
| 23   | 54          | 156          | 2800 | 2864   | 2771  | 8              | 63            |
| 24   | 54          | 156          | 2800 | 2864   | 2771  | 8              | 63            |

|    |    |     |      |      |      |     |     |
|----|----|-----|------|------|------|-----|-----|
| 25 | 54 | 156 | 2800 | 2864 | 2771 | 8   | 63  |
| 26 | 54 | 156 | 2800 | 2864 | 2771 | 8   | 63  |
| 27 | 54 | 156 | 2800 | 2864 | 2771 | 8   | 63  |
| 28 | 54 | 156 | 2800 | 2864 | 2771 | 8   | 63  |
| 29 | 54 | 156 | 2800 | 2864 | 2771 | 8   | 63  |
| 30 | 54 | 156 | 2800 | 2864 | 2721 | 8   | 71  |
| 31 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 32 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 33 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 34 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 35 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 36 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 37 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 38 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 39 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 40 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 41 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 42 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 43 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 44 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 45 | 54 | 156 | 2800 | 2812 | 2721 | 12  | 48  |
| 46 | 54 | 156 | 2500 | 2812 | 2721 | 312 | 221 |
| 47 | 54 | 156 | 2500 | 2812 | 2721 | 312 | 221 |
| 48 | 54 | 156 | 2500 | 2812 | 2721 | 312 | 221 |
| 49 | 54 | 156 | 2500 | 2812 | 2721 | 312 | 221 |
| 50 | 54 | 156 | 2500 | 2812 | 2721 | 312 | 221 |
| 51 | 54 | 156 | 2500 | 2812 | 2721 | 312 | 221 |
| 52 | 54 | 156 | 2500 | 2812 | 2721 | 312 | 221 |
| 53 | 54 | 156 | 2500 | 2812 | 2721 | 312 | 221 |
| 54 | 54 | 156 | 2500 | 2812 | 2721 | 312 | 221 |
| 55 | 54 | 156 | 2500 | 2812 | 2721 | 312 | 221 |

|      |    |     |      |      |      |     |     |
|------|----|-----|------|------|------|-----|-----|
| 56   | 54 | 156 | 2500 | 2812 | 2721 | 312 | 221 |
| 57   | 54 | 156 | 2500 | 2812 | 2721 | 312 | 221 |
| 58   | 54 | 156 | 2500 | 2812 | 2696 | 312 | 196 |
| 59   | 54 | 156 | 2500 | 2812 | 2656 | 312 | 156 |
| 60   | 54 | 154 | 2200 | 2812 | 2318 | 612 | 118 |
| > 60 | 54 | 154 | 2200 | 2330 | 2254 | 130 | 54  |

Warna kolom biru menunjukkan nilai kalori yang memiliki selisih lebih kecil terhadap nilai kalori rekomendasi LIPI.

#### 4.4.3 Hasil Evaluasi

##### 4.4.3.1 Hasil Evaluasi Tipe 1

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:

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai error rata-rata} &= \frac{\text{Total nilai error}}{\text{jumlah data}} \\
 &= \frac{208,5}{61} \\
 &= 3,41\%
 \end{aligned}$$

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:

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

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.

#### 4.4.3.2 Hasil Evaluasi Tipe 2

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.

### 4.5 Analisa Hasil Pengujian

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.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 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 defuzzyifikasi. 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.

#### 5.2 Saran

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

1. Menambah parameter 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.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## 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.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Daftar Bahan Makanan Karbohidrat

| No. | Bahan Makanan   | Berat (g) | Kalori | URT             |
|-----|-----------------|-----------|--------|-----------------|
| 1   | biskuit meja    | 10        | 35     | 1 buah          |
| 2   | nasi            | 133       | 233    | 1 gelas         |
| 3   | nasi tim        | 200       | 175    | 1 gelas         |
| 4   | bubur beras     | 200       | 87     | 1 gelas         |
| 5   | nasi jagung     | 133       | 233    | 1 gelas         |
| 6   | kentang         | 100       | 87     | 1 biji sedang   |
| 7   | singkong        | 100       | 175    | 1 potong sedang |
| 8   | tepung sagu     | 5         | 29     | 1 sdm           |
| 9   | talas           | 200       | 175    | 1 biji besar    |
| 10  | ubi             | 150       | 175    | 1 biji sedang   |
| 11  | roti putih      | 20        | 44     | 1 iris          |
| 12  | maizena         | 5         | 29     | 1 sdm           |
| 13  | tepung beras    | 6         | 29     | 1 sdm           |
| 14  | tepung singkong | 5         | 22     | 1 sdm           |
| 15  | tepung terigu   | 5         | 17     | 1 sdm           |
| 16  | mie kering      | 50        | 175    | 1 gelas         |
| 17  | mie basah       | 100       | 175    | 1 gelas         |
| 18  | makaroni        | 100       | 350    | 1 gelas         |
| 19  | bihun           | 100       | 350    | 1 gelas         |
| 20  | krakers         | 10        | 35     | 1 buah besar    |

## Lampiran 2. Daftar Bahan Makanan Protein

| No. | Bahan Makanan      | Berat(g) | Kalori | URT           |
|-----|--------------------|----------|--------|---------------|
| 1   | tempe              | 25       | 40     | potong sedang |
| 2   | daging sapi        | 50       | 95     | potong sedang |
| 3   | daging ayam        | 50       | 95     | potong sedang |
| 4   | hati sapi          | 50       | 95     | potong sedang |
| 5   | babat              | 30       | 47     | potong sedang |
| 6   | usus sapi          | 25       | 32     | bulatan       |
| 7   | telur ayam         | 30       | 47     | butir         |
| 8   | telur bebek        | 60       | 95     | butir         |
| 9   | ikan segar         | 50       | 95     | potong sedang |
| 10  | ikan asin          | 25       | 95     | potong sedang |
| 11  | ikan teri          | 8        | 32     | sdm           |
| 12  | udang basah        | 200      | 380    | gelas         |
| 13  | keju               | 30       | 95     | potong sedang |
| 14  | bakso daging kecil | 10       | 9      | biji besar    |
| 15  | bakso daging besar | 5        | 5      | biji kecil    |
| 16  | kacang hijau       | 10       | 32     | sdm           |
| 17  | kacang kedelai     | 10       | 32     | sdm           |
| 18  | kacang merah       | 10       | 32     | sdm           |
| 19  | oncom              | 25       | 40     | potong sedang |
| 20  | tahu               | 100      | 40     | biji besar    |
| 21  | otak               | 60       | 75     | potong besar  |
| 22  | hati ayam          | 30       | 75     | buah sedang   |
| 23  | daging kambing     | 40       | 75     | potong sedang |
| 24  | daging kerbau      | 35       | 50     | potong sedang |
| 25  | teri kering        | 15       | 50     | sdm           |
| 26  | kuning telur       | 11       | 37     | butir         |
| 27  | sosis              | 50       | 150    | potong sedang |

### Lampiran 3. Daftar Bahan Makanan Sayur

| No. | Bahan Makanan       |
|-----|---------------------|
| 1   | daun lobak          |
| 2   | terong              |
| 3   | tauge               |
| 4   | seledri             |
| 5   | selada              |
| 6   | sawi                |
| 7   | rebung              |
| 8   | petsay              |
| 9   | pepaya muda         |
| 10  | lobak               |
| 11  | labu air            |
| 12  | kembang kol         |
| 13  | kol                 |
| 14  | kecipir             |
| 15  | tomat               |
| 16  | mentimun            |
| 17  | kangkung            |
| 18  | jamur segar         |
| 19  | oyong               |
| 20  | daun kacang panjang |

#### Lampiran 4. Daftar Bahan Makanan Buah-buahan

| No. | Bahan Makanan |
|-----|---------------|
| 1   | sirsak        |
| 2   | alpukat       |
| 3   | apel          |
| 4   | anggur        |
| 5   | belimbing     |
| 6   | jambu biji    |
| 7   | jambu air     |
| 8   | duku          |
| 9   | durian        |
| 10  | jeruk manis   |
| 11  | kedondong     |
| 12  | mangga        |
| 13  | nanas         |
| 14  | nangka        |
| 15  | pepaya        |
| 16  | pir           |
| 17  | pisang        |
| 18  | rambutan      |
| 19  | salak         |
| 20  | sawo          |

