

# SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN POLA MAKAN UNTUK PENDERITA DIABETES TIPE-2 BERDASARKAN PREFERENSI DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Muhammad Iqbal

Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung  
Bandung, Indonesia  
13510064@stei.itb.ac.id

**Abstrak**— Diabetes melitus tipe-2 merupakan kelainan metabolik yang ditandai dengan kadar glukosa darah yang tinggi dalam konteks resistensi insulin dan defisiensi insulin relatif. Diabetes melitus tipe 2 dapat ditangani dengan melakukan perubahan pada pola makan. Penderita diabetes mengalami kesulitan dalam menemukan pola makan yang sesuai dengan selera namun tetap aman dikonsumsi. Penanganan pola makan penderita diabetes dapat dibantu dengan sebuah sistem pendukung keputusan. Pada tugas akhir ini, dikembangkan sistem pendukung keputusan untuk rekomendasi pola makan dengan menggunakan logika fuzzy. Logika fuzzy digunakan untuk menentukan pola makan yang sesuai dengan preferensi user. Preferensi user digambarkan dalam bentuk dua variabel, yaitu variabel variasi dan porsi. Sistem pendukung keputusan diimplementasikan ke dalam beberapa bagian yaitu himpunan fuzzy, kaidah fuzzy, dan algoritma inferensi yang digunakan. Sistem pendukung keputusan diimplementasikan dalam bahasa pemrograman C#. Hasil rekomendasi pola makan dari sistem telah divalidasi oleh ahli gizi. Secara umum hasil rekomendasi pola makan dari sistem dapat diterima sebagai rekomendasi pola makan yang sesuai untuk pasien diabetes melitus tipe-2.

**Keywords**— Diabetes, logika fuzzy, metode inferensi fuzzy, meal planner, pola makan.

## I. PENDAHULUAN

Diabetes melitus tipe 2, yang dahulu disebut diabetes melitus tidak tergantung insulin (non-insulin-dependent diabetes mellitus / NIDDM) merupakan kelainan metabolik yang ditandai dengan kadar glukosa darah yang tinggi dalam konteks resistensi insulin dan defisiensi insulin relatif [1]. Diabetes melitus tipe 2 meliputi lebih dari 90% dari jumlah populasi penderita diabetes di Indonesia, faktor lingkungan sangat berperan [2].

Diabetes melitus tipe 2 dapat ditangani dengan melakukan perubahan pada pola makan dan olahraga teratur untuk menjaga kadar gula darah tetap normal. Penderita diabetes yang memiliki pola makan berlebihan, akan mengalami peningkatan kadar gula darah yang disebut hiperglikemia. Hiperglikemia yang

berlangsung dalam waktu lama akan menyebabkan kerusakan dan komplikasi serius pada tubuh penderita. Sebaliknya, ketika penderita mencoba melakukan kontrol diet makanan yang terlalu ketat dan tidak seimbang maka penderita dapat mengalami hipoglikemia. Hipoglikemia adalah keadaan tekanan gula darah yang terlalu rendah sehingga dapat mengganggu tingkat kesadaran penderita dan merusak kinerja otak. Oleh karena itu, sangatlah penting untuk mengontrol pola makan yang seimbang dalam darah penderita diabetes.

Penanganan pola makan penderita diabetes ini dapat dibantu dengan sebuah sistem pendukung keputusan. Telah dibangun sistem pendukung penghitungan kalori diet untuk penderita diabetes yang dapat membantu para praktisi kesehatan untuk menentukan asupan konsumsi kalori [3]. Meskipun kemudahan menentukan kalori dan makanan apa saja yang diperbolehkan untuk dikonsumsi oleh penderita diabetes telah didapat, penderita diabetes seringkali merasa sulit menemukan dan bosan untuk mengkonsumsi pola makan yang telah ditentukan.

Untuk menentukan makanan yang cocok dengan selera dan kebutuhan kalori penderita diabetes maka akan dirancang sebuah sistem pendukung keputusan dengan menerapkan logika fuzzy. Logika fuzzy diterapkan untuk menggambarkan selera makan penderita diabetes. Kriteria selera ini terbagi menjadi beberapa jenis, dimana setiap kriteria memiliki variabel yang membantu menentukan keputusan pola makan.

Dengan adanya sistem pendukung keputusan ini, penderita diabetes dapat melakukan pemilihan pola makan yang sesuai dan tepat. Penderita diabetes dapat menentukan pola makan dengan mudah dan tetap sesuai dengan batasan-batasan makanan yang diperbolehkan untuk dikonsumsi.

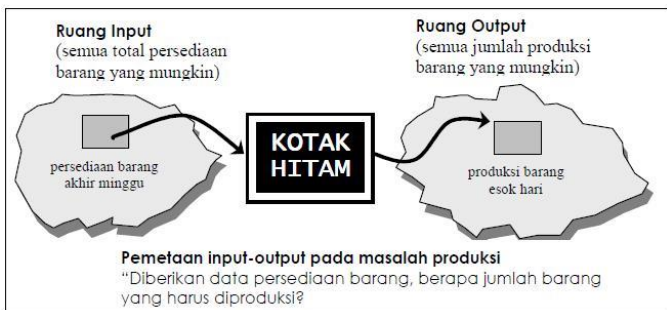
## II. DASAR TEORI

### A. Logika Fuzzy

Logika Fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy. Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat

keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau membership function menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy tersebut (Kusumadewi dan Purnomo, 2010).

Logika fuzzy dapat dianggap sebagai kotak hitam yang menghubungkan antara ruang input dengan ruang output. Kotak hitam tersebut berisi cara atau metode yang dapat digunakan untuk mengolah data input menjadi output dalam bentuk informasi yang baik. Pada gambar II.1 ditunjukkan pemetaan suatu input-output dalam bentuk informasi yang baik.



Gambar II-1 Pemetaan Input-Output [4]

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

Kalau himpunan tegas (crisp), nilai keanggotaan suatu item  $x$  dalam suatu himpunan  $A$ , yang sering ditulis dengan  $\mu_A(x)$ , memiliki dua kemungkinan, yaitu :

1. Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan.
2. Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan

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, dsb.

- b. Himpunan Fuzzy

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

- c. Semesta Pembicaraan

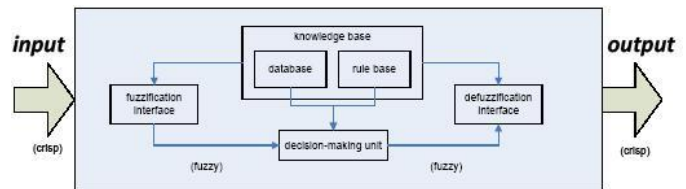
Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas akhirnya.

- d. Domain

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

### B. Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi fuzzy merupakan kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy berbentuk IF-THEN, dan penalaran fuzzy. Sistem inferensi fuzzy menerima input crisp. Input ini kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi  $n$  aturan fuzzy dalam bentuk IF-THEN. Fire strength akan dicari pada setiap aturan. Apabila jumlah aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan agregasi dari semua aturan. Selanjutnya, pada hasil agregasi akan dilakukan defuzzy untuk mendapatkan nilai crisp sebagai output sistem.



Gambar II-2 Struktur dasar sistem inferensi fuzzy

Penerapan logika fuzzy dapat meningkatkan kinerja sistem kendali dengan menekan munculnya fungsi-fungsi liar pada keluaran yang disebabkan oleh fluktuasi pada variable masukannya. Pendekatan logika fuzzy secara garis besar diimplementasikan dalam tiga tahapan yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Tahap pengaburan (fuzzification) yakni pemetaan dari masukan tegas ke himpunan kabur.
2. Tahap inferensi, yakni pembangkitan aturan kabur.
3. Tahap penegasan (defuzzification), yakni transformasi keluaran dari nilai kabur ke nilai tegas.

### C. Metode Mamdani

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani

pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan[4]:

#### 1. Pembentukan himpunan fuzzy

Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

#### 2. Aplikasi fungsi implikasi

Pada Metode Mamdani, 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 probabilistik OR (probor).

##### a. Metode Max (Maximum)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:

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

dengan:

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

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

Misalkan ada 3 aturan (proposisi) sebagai berikut:

[R1] IF Biaya Produksi RENDAH And Permintaan NAIK THEN Produksi Barang BERTAMBAH;

[R2] IF Biaya Produksi STANDAR THEN Produksi Barang NORMAL;

[R3] IF Biaya Produksi TINGGI And Permintaan TURUN THEN Produksi Barang BERKURANG;

Apabila digunakan fungsi implikasi MIN, maka metode komposisi ini sering disebut dengan nama MAX-MIN atau MIN-MAX atau MAMDANI.

##### b. Metode Additive

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan bounded-sum terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}[xi] \leftarrow \min(1, \mu_{sf}[xi] + \mu_{kf}[xi])$$

dengan:

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

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

##### c. Metode Probabilistik OR

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan product terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}[xi] \leftarrow (\mu_{sf}[xi] + \mu_{kf}[xi]) - (\mu_{sf}[xi] * \mu_{kf}[xi])$$

dengan:

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

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

#### 4. Penegasan (defuzzy)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output.

Ada beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan MAMDANI, antara lain Metode Centroid (Composite Moment), Metode Bisektor, Metode Mean of Maximum (MOM), Metode Largest of Maximum (LOM), Metode Smallest of Maximum (SOM).

#### D. Sistem Pendukung Keputusan

Definisi dari Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dapat adalah suatu sistem yang mampu menyediakan fungsi pengelolaan data berdasarkan suatu model tertentu, sehingga user dari sistem tersebut dapat memilih alternatif keputusan yang terbaik. Hal yang perlu ditekankan disini adalah bahwa SPK bukanlah suatu tool pengambil keputusan, melainkan sebagai tool pendukung [5].

Untuk lebih jelasnya, karakteristik dan kemampuan ideal dari suatu sistem pendukung keputusan [5]:

- Menyediakan dukungan pengambilan keputusan pada situasi semi terstruktur dan tak terstruktur dengan memadukan pertimbangan manusia dan informasi terkomputerisasi.
- Dukungan disediakan untuk berbagai level manajerial.
- Dukungan disediakan bagi individu maupun bagi kelompok.
- Menyediakan dukungan ke berbagai keputusan yang berurutan atau saling berkaitan.
- Mendukung berbagai fase proses pengambilan keputusan.
- Medukung variasi pengambilan keputusan dan proses yang berbeda.
- Dapat beradaptasi dan fleksibel.
- Mudah digunakan.
- Mementingkan efektivitas dari pengambilan keputusan, daripada efisiensi yang dapat diperoleh.
- Pengambilan keputusan memiliki kontrol menyeluruh terhadap semua langkah proses pengambilan keputusan.
- Sistem dapat melakukan pembelajaran, sehingga dapat melakukan penyempurnaan terhadap kebutuhan dan masalah baru.
- Melakukan pemodelan yang berbeda untuk menganalisis berbagai keputusan.
- Sistem pendukung keputusan tingkat lanjut dilengkapi dengan komponen *knowledge* yang bisa memberikan solusi yang efektif dari berbagai masalah yang kompleks.

Proses pengambilan keputusan terdiri dari 3 fase proses utama (Subakti, dikutip dalam Turban, 2005):

- Intelligence**, pencarian kondisi-kondisi yang dapat menghasilkan keputusan

- b. **Design**, menemukan, mengembangkan, dan menganalisis materi-materi yang mungkin untuk dikerjakan.

**Choice**, pemilihan dari materi-materi yang tersedia, mana yang akan dikerjakan

### III. ANALISIS

#### A. Analisis Masalah

Dalam penentuan pola makan untuk penderita diabetes, terlebih dahulu diperlukan informasi jumlah kalori yang dibutuhkan. Penyusunan jumlah kalori ini dapat dilakukan dengan menghitung variabel-variabel masukan. Variabel tersebut adalah tinggi badan, berat badan, usia, jenis kelamin, aktivitas fisik. Jika jumlah kalori sudah didapatkan, maka ahli gizi dapat menentukan pola makan yang sesuai dengan kategori jumlah kalori pasien.

Pola makan dari pasien didapatkan dengan menghitung kalori dari setiap asupan makanan. Terdapat contoh pola makan yang dianjurkan oleh ahli gizi, namun pasien juga diperbolehkan untuk menukar makanan dengan makanan pengganti. Proses penukaran bahan makanan ini merupakan proses yang cukup rumit dan seringkali membuat pasien kebingungan. Ada dua akibat yang terjadi karena kebingungan ini, yaitu pasien tetap memakan makanan yang dianjurkan oleh ahli gizi tanpa alternatif lain sehingga merasa bosan, atau pasien menyantap makanan lain tanpa memperhitungkan dengan benar konsekuensi yang mungkin didapat. Pasien yang bosan pada akhirnya jika tidak disiplin akan kembali menyantap makanan yang melanggar pola makan. Variasi pola makan ini tergantung preferensi setiap pasien, mulai dari Variasi makanan sampai jumlah porsi makanan

#### B. Gambaran Umum Sistem

Sistem yang akan dibangun bertujuan untuk membantu pasien penderita diabetes menentukan pola makan sesuai preferensi masing-masing. Ada 3 fungsi utama sistem yang bertujuan untuk menunjang kebutuhan pengguna, ketiga fungsi tersebut adalah:

##### 1. Penentuan Pola Diet

Pola makan penderita diabetes dibuat dengan mempertimbangkan kebutuhan kalori harian dari pasien. Kebutuhan kalori harian pasien dihitung dengan memproses data personal pengguna yang terdiri dari usia, jenis kelamin, tinggi badan, berat badan dan tingkat aktivitas.

##### 2. Pembangunan Data Pola Makan Harian

Pola makan harian dibuat dengan mengacu kepada pola diet yang dilakukan oleh pengguna, dan data kalori makanan yang tersimpan didalam basis data.

##### 3. Penentuan Pola Makan

Penentuan pola makan ditentukan sesuai preferensi dari pengguna dengan memilih daftar pola makan harian yang telah dibuat berdasarkan pola diet pengguna.

Data yang akan digunakan adalah masukan data personal pengguna, masukan data preferensi pengguna, data kalori makanan, dan data pola makan harian pengguna yang tersimpan didalam basis data. Data kalori makanan adalah data

acuan kandungan kalori pada bahan makanan pokok dalam takarannya masing-masing. Format data kalori makanan dapat dilihat pada tabel III-1 berikut.

Tabel III-1 Format Data Kalori Makanan (Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI)

Nama Masakan	Berat (gr)	Kalori
Telur Ayam Rebus	60	97
Jagung Rebus	250	90,2
Kentang Rebus	200	166
Daging Sapi	70	150

Data kalori makanan mencakup nilai kalori pada setiap takaran berat makanan. Data kalori makanan adalah data yang digunakan untuk membangun data pola makan harian pengguna sesuai pola diet pengguna. Format pola makan harian pengguna 1500 kalori dapat dilihat pada tabel III-2 berikut.

Tabel III-1 Data Pola Makan Harian Pengguna

Makan Pagi	Makan Siang	Makan Malam	Rata-rata Porsi (gram)	Rata-rata Variasi	Total Kalori (calories)
110gr Roti Tawar 60gr Telur Ayam Rebus	200gr Nasi Putih 100gr Sayur Tempe Goreng 100gr Sayur Lodeh	200gr Nasi Putih 200gr Sayur Asam 200gr Tahu	390	3	1411
200gr Nasi Uduk 60gr Telur Mata Sapi	200gr Nasi Putih 200gr Ayam Pop 100gr Tumis Buncis	100gr Nasi Putih 100gr Ikan Lele Goreng	290	2	1475

Data pola makan harian pengguna menunjukkan pola makan apa saja yang dapat digunakan oleh pengguna untuk satu hari, dari daftar pola makan ini akan ditentukan satu pola makan yang paling sesuai dengan preferensi pengguna

#### C. Analisis dan Rancangan Sistem Inferensi Fuzzy

Pembangunan secara umum sistem pendukung keputusan dapat dilihat pada gambar III-1. Seperti telah disebutkan dalam analisis masalah, pertama-tama input data dari user digunakan untuk menghitung kalori.

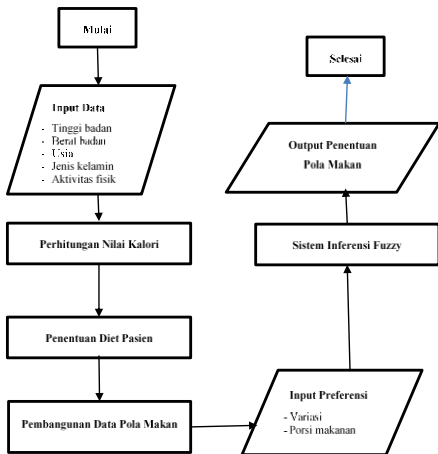
Contoh penghitungan kalori untuk seorang lelaki penderita diabetes yang memiliki berat badan 70kg dan tinggi badan

170cm dengan umur 50 tahun dengan aktifitas ringan seperti dikutip dari (Aldyningtyas & Pinandita, 2012 ) adalah sebagai berikut :

- Kebutuhan kalori untuk laki-laki : 30 kal/kg
- Berat badan ideal = 90%(TinggiBadan-100)  
= 90% \* (170-100) = 63kg
- Golongan kondisi tubuh = (BB Aktual / BB Ideal) \*100=(70/63)\*100=111 (Pasien termasuk dalam berat badan lebih)
- Kalori basal = BB ideal \* kalori jenis kelamin  
= 63\*30= 1890 kalori
- Koreksi nilai:
  1. Umur : -5% \* 1890 = -94.5 kal
  2. Aktifitas : 10% \*1890 = 189 kal
  3. BB Lebih : -10% \* 1890 = -189 kal
 Total Koreksi : -94.5 kalori  
 -Kalori akhir : 1890 + (-94.5) = 1795.5 kalori

Dari kalori yang dihasilkan, dapat ditentukan jenis golongan diet untuk pasien sebagai berikut:

- a. Golongan 1, jika kebutuhan kalori < 1200 kkal.
- b. Golongan 2, jika kebutuhan kalori 1201-1400 kkal.
- c. Golongan 3, jika kebutuhan kalori 1401-1600 kkal.
- d. Golongan 4, jika kebutuhan kalori 1601-1800 kkal.
- e. Golongan 5, jika kebutuhan kalori 1801-2000 kkal.
- f. Golongan 6, jika kebutuhan kalori 2001-2200 kkal.
- g. Golongan 7, jika kebutuhan kalori 2201-2400 kkal.
- h. Golongan 8, jika kebutuhan kalori > 2401 kkal.



Gambar III 1 Gambaran umum pengembangan sistem pendukung keputusan

Dalam contoh diatas, dapat disimpulkan bahwa pengguna termasuk kedalam golongan 4. Apabila golongan diet sudah ditentukan, maka sistem inferensi fuzzy akan bekerja untuk menentukan pola makan sesuai preferensi user.

Untuk membuat sistem inferensi fuzzy, perlu didefinisikan variabel dan himpunan fuzzy serta fungsi keanggotannya. Kedua fungsi keanggotaan menggunakan fungsi kurva segitiga. Kurva segitiga digunakan dengan mempertimbangkan

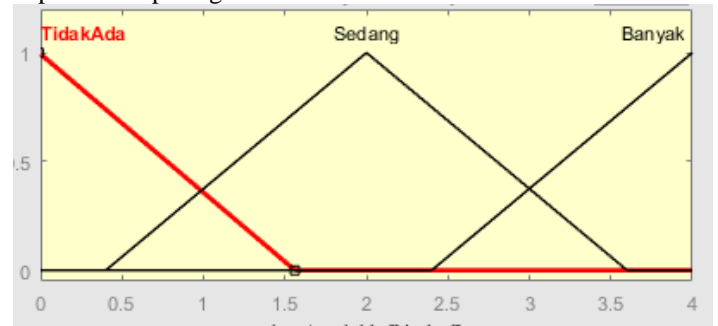
himpunan nilai yang mungkin dari setiap variable *fuzzy*. Ada dua buah variabel fuzzy yang didefinisikan saat ini, yaitu :

a) **Variabel Variasi**

Variabel variasi adalah jumlah variasi makanan didalam sebuah pola makan dalam suatu waktu. Variasi jumlah makanan dapat mengurangi kebosanan dari user terhadap pola makan yang repetitif. Variabel ini terbagi menjadi tiga buah himpunan fuzzy, yaitu:

1. Tidak ada, jika jumlah variasi makanan adalah satu.
2. Sedang, jika jumlah variasi makanan diantara 2-4.
3. Banyak, jika jumlah variasi makanan > 4.

Gambar kurva segitiga dari fungsi keanggotaan variable variasi dapat dilihat pada gambar III-2:



Gambar III-1 Fungsi Keanggotaan Variabel Variasi

Fungsi keanggotaan variabel variasi:

$$\mu_{tidak\ ada}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 1 \\ x - 1, & 1 \leq x \leq 2 \\ 0, & x \geq 2 \end{cases} \quad (3.1)$$

$$\mu_{sedang}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1 \\ x - 1, & 1 \leq x \leq 2 \\ 1, & 2 \leq x \leq 4 \\ (x - 4), & 4 \leq x \leq 5 \\ 0, & x \geq 5 \end{cases} \quad (3.2)$$

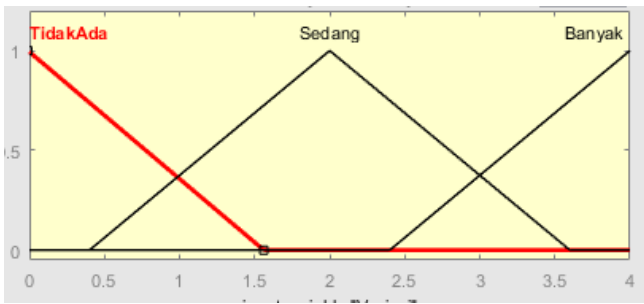
$$\mu_{banyak}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 4 \\ x - 4, & 4 \leq x \leq 5 \\ 1, & x \geq 5 \end{cases} \quad (3.3)$$

b) **Variabel Porsi**

Variabel porsi adalah kadar jumlah makanan didalam sebuah pola makan dalam suatu waktu. Porsi makanan juga menjadi preferensi user apabila user ingin memakan makanan ringan atau berat yang sesuai dengan kondisinya sebagai penderita diabetes. Variabel ini terbagi menjadi tiga buah himpunan fuzzy, yaitu:

1. Sedikit, jika porsi makanan < 150gr.
2. Sedang, jika porsi makanan diantara 150gr-300gr.
3. Banyak, jika porsi makanan >300gr.

Gambar kurva segitiga dari fungsi keanggotaan variable variasi dapat dilihat pada gambar III-3:



Gambar III-2 Fungsi Keanggotaan Variabel Porsi

Fungsi keanggotaan Variabel Porsi:

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 140 \\ \frac{x-90}{20}, & 140 \leq x \leq 160 \\ 0, & x \geq 160 \end{cases} \quad (3.4)$$

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 140 \\ \frac{x-90}{20}, & 140 \leq x \leq 160 \\ 1, & 160 \leq x \leq 290 \\ \frac{x-390}{20}, & 290 \leq x \leq 310 \\ 0, & x \geq 310 \end{cases} \quad (3.5)$$

$$\mu_{\text{banyak}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 290 \\ \frac{x-390}{20}, & 290 \leq x \leq 310 \\ 1, & x \geq 310 \end{cases} \quad (3.6)$$

#### D. Aturan Inferensi

Pengguna dapat memilih preferensi Variasi dan porsi makanan, dimana setiap preferensi memiliki tiga pilihan. Terdapat 9 kombinasi pilihan preferensi, dimana pada setiap kombinasi preferensi terdapat aturan inferensi untuk menentukan pola makan yang berbeda pula. Berikut contoh aturan inferensi untuk 3 dari 9 kombinasi variabel variasi dan porsi:

##### 1. Variasi = Tidak Ada dan Porsi = Banyak

- IF Variasi TIDAK ADA AND Porsi BANYAK THEN ADD
- IF Variasi TIDAK ADA AND Porsi SEDANG THEN ADD
- IF Variasi TIDAK ADA AND Porsi SEDIKIT THEN ADD
- IF Variasi SEDANG AND Porsi BANYAK THEN ADD
- IF Variasi SEDANG AND Porsi SEDANG THEN IGNORE
- IF Variasi SEDANG AND Porsi SEDIKIT THEN IGNORE
- IF Variasi BANYAK AND Porsi BANYAK THEN ADD

- IF Variasi BANYAK AND Porsi SEDANG THEN IGNORE
- IF Variasi BANYAK AND Porsi SEDIKIT THEN IGNORE

##### 2. Variasi = Sedang dan Porsi = Sedang

- IF Variasi TIDAK ADA AND Porsi BANYAK THEN IGNORE
- IF Variasi TIDAK ADA AND Porsi SEDANG THEN ADD
- IF Variasi TIDAK ADA AND Porsi SEDIKIT THEN IGNORE
- IF Variasi SEDANG AND Porsi BANYAK THEN ADD
- IF Variasi SEDANG AND Porsi SEDANG THEN ADD
- IF Variasi SEDANG AND Porsi SEDIKIT THEN ADD
- IF Variasi BANYAK AND Porsi BANYAK THEN IGNORE
- IF Variasi BANYAK AND Porsi SEDANG THEN ADD
- IF Variasi BANYAK AND Porsi SEDIKIT THEN IGNORE

##### 3. Variasi = Banyak dan Porsi = Sedikit

- IF Variasi TIDAK ADA AND Porsi BANYAK THEN IGNORE
- IF Variasi TIDAK ADA AND Porsi SEDANG THEN IGNORE
- IF Variasi TIDAK ADA AND Porsi SEDIKIT THEN ADD
- IF Variasi SEDANG AND Porsi BANYAK THEN IGNORE
- IF Variasi SEDANG AND Porsi SEDANG THEN IGNORE
- IF Variasi SEDANG AND Porsi SEDIKIT THEN ADD
- IF Variasi BANYAK AND Porsi BANYAK THEN ADD
- IF Variasi BANYAK AND Porsi SEDANG THEN ADD
- IF Variasi BANYAK AND Porsi SEDIKIT THEN ADD

#### IV. IMPLEMENTASI

Tahap implementasi aplikasi dimulai dari penentuan batasan dan lingkungan aplikasi, kemudian dilanjutkan dengan implementasi sistem serta antarmuka aplikasi.

Aplikasi dibangun dengan batasan rekomendasi pola makan hanya berdasarkan variable preferensi yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, tidak mempertimbangkan nilai lain seperti nilai gizi dan nutrisi dari bahan pangan.

Pada implementasi aplikasi, lingkungan perangkat lunak yang dibuat adalah sebagai berikut:

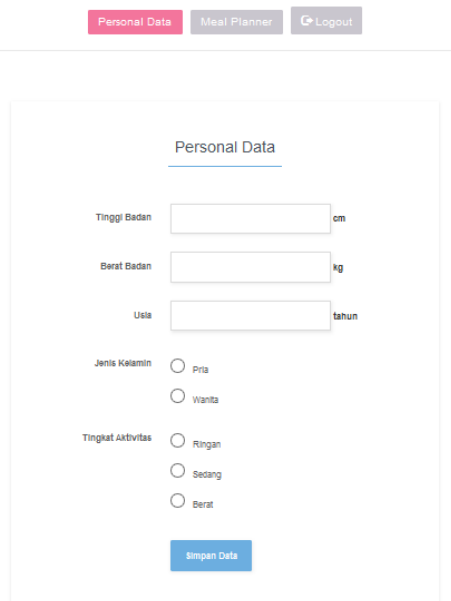
1. Sistem Operasi : Windows 8.1
2. Kakas Implementasi : Microsoft Visual Studio 2015 dan Notepad++
3. Bahasa Pemrograman : C#
4. Kerangka : .NET Framework 4.5

Sedangkan lingkungan perangkat keras yang digunakan saat implementasi adalah sebagai berikut:

1. Processor : Intel Core i5
2. Memori : 8 GB
3. Tipe Bit : 64 bit

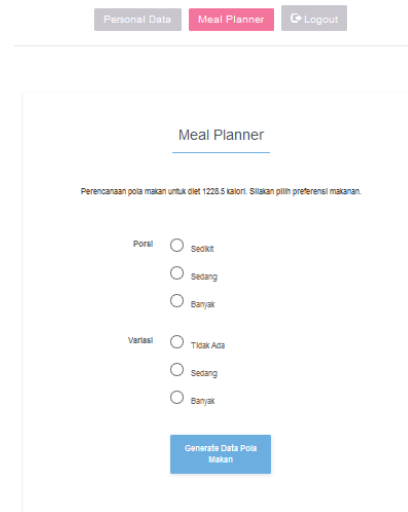
Pengimplementasian antarmuka aplikasi dilakukan dengan menggunakan HTML, CSS, dan Javascript.

Antarmuka aplikasi terbagi menjadi dua bagian, antarmuka data personal pengguna dan antarmuka pola makan berdasarkan preferensi pengguna. Hasil implementasi antarmuka sistem dapat dilihat pada Gambar berikut. Gambar IV-1 adalah tampilan utama ketika pengguna *login* ke aplikasi. Terdapat form-form yang diisi oleh pengguna untuk menentukan jenis diet yg akan dijalani oleh pengguna.



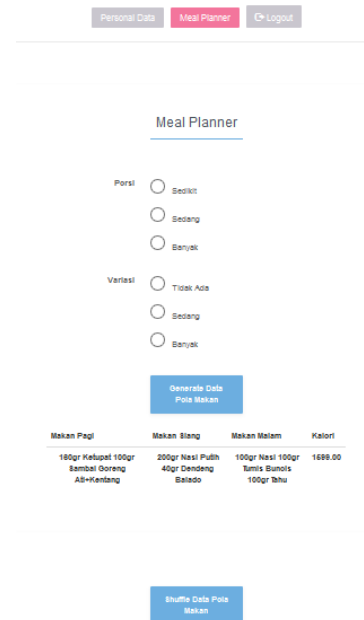
Gambar IV-1 Tampilan Personal Data

Gambar IV-2 adalah tampilan utama dari aplikasi, terdapat tampilan jumlah kalori yg dihitung dengan mempertimbangkan data personal setiap pengguna dan form preferensi dari pengguna dalam menentukan pola makan. Pengguna dapat me-shuffle pola makan yang dihasilkan jika pengguna tidak ingin mengikuti pola makan yang dihasilkan oleh hasil pertama.



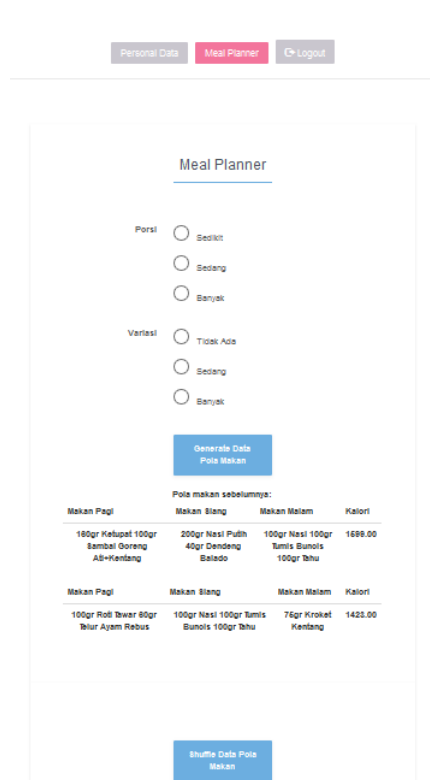
Gambar IV-2 Tampilan Meal Planner

Tabel pola makan merupakan hasil yang digenerate oleh sistem inferensi fuzzy ditampilkan pada gambar IV-3.



Gambar IV-3 Hasil Rekomendasi Pola Makan

Pada gambar IV-4 merupakan hasil rekomendasi pola makan selanjutnya dilengkapi dengan rekomendasi pola makan sebelumnya sebagai perbandingan.



Gambar IV-4 Tampilan Shuffle Rekomendasi Pola Makan

## V. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian aplikasi memiliki dua tujuan yang ingin dicapai, yaitu kesesuaian hasil rancangan aplikasi dengan implementasi aplikasi, dan menentukan apakah hasil rekomendasi pola makan yang dihasilkan telah sesuai dengan hasil rekomendasi yang diberikan oleh pakar.

Validasi rekomendasi pola makan yang dihasilkan sistem dilakukan dengan memeriksa hasil keluaran sistem kepada ahli gizi. Pada tabel IV-3 adalah hasil validasi 10 pola makan untuk kebutuhan kalori 1400-1600.

No	Makan Pagi	Makan Siang	Makan Malam	Total Kalori	Acceptable
1	100gr Roti Tawar 60gr Telur Ayam Rebus	200gr Nasi Putih 100gr Tempe Goreng 100gr Sayur Lodeh	100gr Nasi 100gr Ikan Goreng 100gr Bayam Bening	1411	Ya
2	200gr Bubur Ayam	200gr Mie Bakso 75gr Krokot Kentang	200gr Nasi 200gr Sayur Asam	1468	Tidak

			200gr Tahu		
3	100gr Nasi Goreng 100gr Ikan Lele Goreng	150gr Arem-arem 200gr Tahu Goreng	100gr Crackers	1502	Ya
4	100gr Mie Instant 60gr Telur Rebus	300gr Gado-gado	100gr Nasi 50gr Pu Yung Hai	1521	Ya
5	200gr Nasi Uduk 60gr Telur Mata Sapi	200gr Nasi Putih 200gr Ayam Pop 100gr Tumis Buncis	150gr Martabak Telur	1570	Ya
6	150gr Kentang Rebus 100gr Daging Ayam Dada	420g Nasi Tim Ayam	100gr Nasi 120gr Sayur Asam 100gr Tahu	1431	Ya
7	160gr Ketupat 100gr Sambal Goreng Ati+Kentang	200gr Nasi Putih 40gr Dendeng Balado	100gr Nasi 100gr Tumis Buncis 100gr Tahu	1600	Ya
8	200gr Nasi 75gr Telur Dadar	200gr Siomay	200gr Nasi 150gr Gudeg	1500	Ya
9	200gr Nasi 200gr Ikan Mas Pepes	200gr Nasi Putih 100gr Ayam Panggang 100gr Sambal Goreng Ati	120gr Kerak Telur	1508	Ya
10	250gr Ketoprak 200gr Tahu	200g Nasi 100gr Cah Labu Siam 100gr Tahu 100gr Daging Ayam Dada	100gr Nasi 100gr Sop Daging Sapi	1461	Ya



Dapat dilihat dari tabel diatas, secara keseluruhan hasil rekomendasi pola makan yang dihasilkan system secara umum dapat diterima. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pola makan yang dihasilkan oleh sistem inferensi telah sesuai dengan kaidah ilmu gizi yang ada.

Dalam hasil validasi rekomendasi pola makan, secara umum pola makan yang dihasilkan sudah dapat diterima sebagai pola makan yang sesuai untuk seorang pasien diabetes. Hal ini penting karena keberhasilan seorang pasien diabetes dalam mengatur kadar gula darah ditentukan oleh pola makan sehari-hari pasien. Terdapat dua hasil yang tidak dapat diterima oleh ahli gizi, karena ada bahan makanan yang tidak cocok untuk seorang pasien diabetes, seperti Mie Bakso dimana kedua makanan tersebut adalah makanan manis dan tidak boleh dikonsumsi oleh seorang pasien diabetes. Dari hasil validasi tersebut, dapat ditemukan masalah validasi rekomendasi pola makan ini berasal dari basis data yang harus disesuaikan dengan bahan makanan yang dapat dan dianjurkan untuk pasien diabetes. Dengan basis data yang tepat, maka rekomendasi pola makan yang dihasilkan sistem akan lebih akurat..

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pendukung keputusan rekomendasi pola makan dapat dibangun dengan menggunakan sistem inferensi fuzzy yang menerima variabel variasi dan porsi sebagai preferensi dari pengguna. Aturan fuzzy digunakan dalam sistem dibuat berdasarkan kombinasi input preferensi user.

2. Alternatif pola makan yang sesuai dengan user dimodelkan dengan menggunakan dua variabel yaitu variabel variasi dan variabel porsi untuk saat ini. Sistem pendukung keputusan akan merekomendasikan pola makan yang paling sesuai dengan preferensi user berdasarkan aturan fuzzy yang telah dibuat.

Pada pengembangan selanjutnya dari aplikasi rekomendasi pola makan untuk pasien diabetes, diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Preferensi user untuk pola makan yang ingin dipilih dapat bertambah, variabel preferensi yang bertambah menyebabkan aturan fuzzy bertambah pula sehingga sistem harus diubah kembali.

2. Rekomendasi pola makan yang dihasilkan dicocokkan dengan kandungan nilai nutrisi dari bahan makanan, tidak hanya dengan jumlah total kalori saja. Dengan adanya pertimbangan nilai nutrisi maka rekomendasi pola makan akan semakin akurat.

## REFERENCES

- [1] Kumar, Vinay; Fausto, Nelson; Abbas, Abul K.; Cotran, Ramzi S. ; Robbins, Stanley L. (2005). Robbins and Cotran Pathologic Basis of Disease (7th ed.). Philadelphia, Pa.: Saunders. pp. 1194–1195..
- [2] Sudoyo A, et al. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. Jakarta : FKUI; 2006.
- [3] Aldyningtyas, F., Pinandita, T., & Harjono, H. (2012). Sistem Pendukung Keputusan Penghitung Kalori Diet bagi Diabetesi. JUITA, 2(2)
- [4] Kusumadewi, Sri. Purnomo, Hari (2010)., "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung. Keputusan". Yogyakarta: GRAHA ILMU.
- [5] E. Turban, J. E. Aronson, T. P. Liang, *Decision Support Systems and Intelligence Systems*, USA: Prentice-Hall, 2007.