

IMPLEMENTASI FUZZY LOGIC SEBAGAI PENENTU JUMLAH KONSUMSI KALORI PENDERITA DIABETES MELITUS

Yosep Agus Pranoto¹), Hani Zulfia Zahro²), Suryo Adi Wibowo³)

1,2,3)Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional
Malang

Abstrak, Kekurangan asupan kalori dalam tubuh dapat mengakibatkan tubuh menjadi lemas dan kinerja otak juga semakin menurun. sebaliknya kelebihan kalori dalam tubuh, maka akan mengakibatkan kegemukan (obesitas). hal ini merupakan masalah besar bagi penderita diabetes melitus, karena salah satu hal yang harus dilakukan untuk menjaga kesehatan penderita diabetes melitus ini adalah menjaga asupan kalori yang masuk kedalam tubuh melalui terapi diet dan menjaga pola makan. Broca merupakan metode yang digunakan untuk menghitung kebutuhan kalori bagi diabetasi. Pada beberapa kasus tertentu, penghitungan kalori menggunakan metode broca menghasilkan jumlah kalori dengan nilai batas minimal dan batas maksimal sehingga dapat menyebabkan ketidakpastian jumlah kalori yang dikonsumsi oleh diabetasi. Fuzzy logic merupakan boolean logic yang ditingkatkan. fuzzy logic menggunakan tingkat nilai kebenaran dari segala hal untuk menggantikan boolean logic dengan menggunakan fuzzy logic diharapkan dapat mengatasi ketidakpastian jumlah kalori yang harus dikonsumsi oleh diabetasi. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai yang sama antara output program dengan analisis perhitungan manual baik pada metode broca maupun pada fuzzy logic. pada perhitungan fuzzy logic tidak menghasilkan nilai kalori maksimum dan nilai kalori minimum seperti pada metode broca.

Kata Kunci : *Diabetes Mellitus, Broca, Fuzzy Logic*

Kekurangan asupan kalori dalam tubuh dapat mengakibatkan tubuh menjadi lemas dan kinerja otak juga semakin menurun. Sebaliknya kelebihan kalori dalam tubuh, maka akan mengakibatkan kegemukan (obesitas) karena kalori tidak dibakar menjadi energi dan kalori yang berlebihan dapat membuat kadar gula dalam darah meningkat. Hal ini merupakan masalah besar bagi penderita Diabetes Melitus, karena salah satu hal yang harus dilakukan untuk menjaga kesehatan penderita Diabetes Melitus ini adalah menjaga asupan kalori yang masuk kedalam tubuh melalui terapi diet dan menjaga pola makan.

Pada bidang kesehatan, banyak cara yang digunakan untuk menghitung jumlah kalori yang dibutuhkan bagi orang sehat maupun penderita diabetes, namun cara ini memiliki kendala karena harus dihitung secara manual sehingga menimbulkan permasalahan baru bagi rumah sakit

ataupun puskesmas dalam menentukan kalori harian bagi pasien penderita diabetes melitus yang tidak hanya satu. Berdasarkan sumber Soegondo (2009), jika secara manual, perhitungan jumlah kalori perhari perlu diketahui berat badan ideal seseorang menggunakan rumus Brocca. Pada beberapa kasus tertentu, penghitungan kalori menggunakan metode Brocca menghasilkan jumlah kalori dengan nilai batas minimal dan batas maksimal sehingga dapat menyebabkan ketidakpastian jumlah kalori yang dikonsumsi oleh penderita diabetes

Disisi lain, dalam bidang teknologi perkembangan ilmu komputer semakin pesat. Misalnya ditemukan model pengembangan metode dengan menggunakan Fuzzy Logic. Kemudahan yang diberikan oleh metode ini adalah tingkat fleksibilitas, artinya metode ini dapat diimplementasikan untuk berbagai kasus, salah satunya untuk menentukan jumlah kalori harian. Metode inferensi

fuzzy dibagi menjadi 3 metode dengan penemu yang berbeda, yaitu metode Sugeno, Tsukamoto dan Mamdani, dimana banyak aplikasi dari berbagai kasus yang dibuat dan dikembangkan dengan mengimplementasikan metode-metode tersebut (Kusumadewi, 2013)

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, maka pada penelitian ini dibuat sebuah aplikasi yang dapat menentukan jumlah kalori harian pada terapi diet untuk penderita Diabetes Melitus dengan mengimplementasikan metode fuzzy logic Tsukamoto. Diharapkan dengan aplikasi ini penderita diabetes melitus dapat mengetahui kebutuhan jumlah kalori dalam aktifitas sehari untuk menjaga pola makan dan dapat melakukan diet secara tepat dan sehat.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dalam penelitian ini dibuat untuk bagaimana menentukan kabutuhan kalori bagi penderita diabetes mellitus menggunakan Fuzzy Logic dimana aplikasi dapat digunakan untuk menghitung jumlah kalori harian bagi penderita diabetes mellitus, dengan metode broca yang digunakan diharapkan dapat mengetahui perbandingan hasil metode Broca dengan Fuzzy Logic dalam menghitung jumlah kebutuhan kalori penderita diabete mellitus.

Diharapkan dalam penelitian ini memiliki manfaat yaitu membuat inovasi baru pada metode perhitungan kalori harian pada terapidiet untuk penderita diabetes mellitus serta memberikan informasi kalori harian pada terapi diet untuk penderitadiabetes melitus dengan menerapkan metode fuzzy logic mamdani.

Kebutuhan Sistem

Dalam penelitian ini beberapa target yang digunakan untuk kebutuhan fungsional adalah:

Aplikasi ini dapat menghitung dan menentukan kalori harian Pada Terapi Diet bagi penderita Diabetes Melitus menggunakan metode Broca dan Fuzzy Logic.

Dasar pertimbangan melakukan penghitungan terhadap kebutuhan kalori harian pada penderita diabetes terdiri dari 3 variabel fuzzy input yaitu umur, body mass ideal (mencakup tinggi badan dan berat badan), aktifitas, 1 variabel fuzzy output yakni kalori, dan 1 variabel boolean input yaitu jenis kelamin.

Metode perhitungan Sistem Inferensi Fuzzy (SIF) yang digunakan adalah Tsukamoto.

Perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan aplikasi ini adalah delphi 7.

METODE

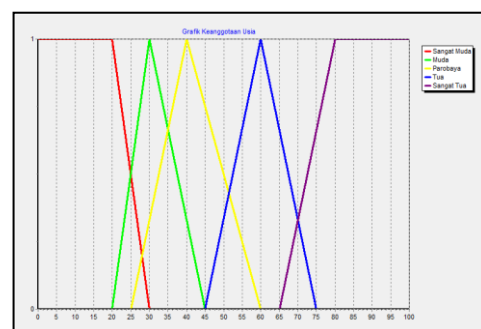
Fuzzy Set Input

Fuzzy set input usia ditunjukkan pada Tabel 1 :

Tabel 1. Fuzzy Set Usia

	Sangat Muda				
X (usia)	0	20	30	100	
Y (miu)	1	1	0	0	
	Muda				
X (usia)	0	20	30	45	100
Y (miu)	0	0	1	0	0
	Parobaya				
X (usia)	0	25	40	60	100
Y (miu)	0	0	1	0	0
	Tua				
X (usia)	0	45	60	75	100
Y (miu)	0	0	1	0	0
	Sangat Tua				
X (usia)	0	65	80	100	
Y (miu)	0	0	1	1	

Grafik Fuzzy Set Kriteria Usia ditunjukkan pada Gambar 1.



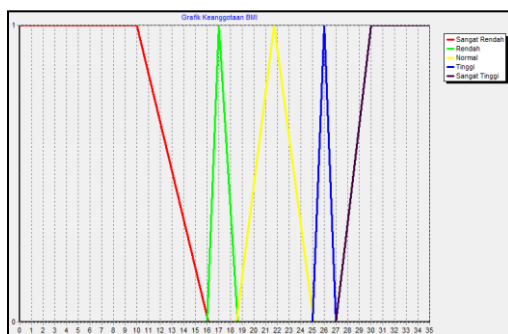
Gambar 1. Grafik Fuzzy Set Kriteria Usia

Fuzzy set input BMI ditunjukkan pada Tabel 6 :

Tabel 2. Fuzzy Set BMI

	Sangat Rendah				
X (BMI)	0	10	16,1	35	
Y (miu)	1	1	0	0	
	Rendah				
X (BMI)	0	16	17	18,6	35
Y (miu)	0	0	1	0	0
	Normal				
X (BMI)	0	18,5	21,7	25,1	35
Y (miu)	0	0	1	0	0
	Tinggi				
X (BMI)	0	25	26	27	35
Y (miu)	0	0	1	0	0
	Sangat Tinggi				
X (BMI)	0	27	30	35	
Y (miu)	0	0	1	1	

Grafik Fuzzy Set Kriteria BMI ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Fuzzy Set Kriteria BMI

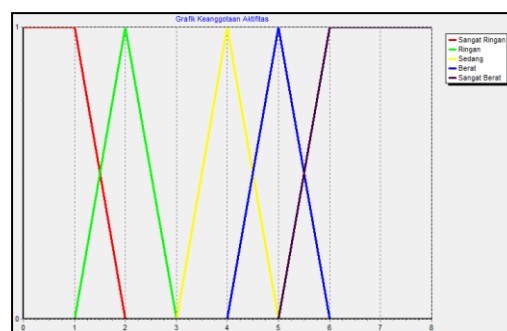
Fuzzy set input Aktifitas ditunjukkan pada Tabel 3 :

Tabel 3. Fuzzy Set Aktifitas

	Sangat Ringan				
X (aktifitas)	0	1	2	8	
Y (miu)	1	1	0	0	
	Ringan				
X (aktifitas)	0	1	2	3	8
Y (miu)	0	0	1	0	0

	Sedang				
X (aktifitas)	0	3	4	5	8
Y (miu)	0	0	1	0	0
	Berat				
X (aktifitas)	0	4	5	6	8
Y (miu)	0	0	1	0	0
	Sangat Berat				
X (aktifitas)	0	5	6	8	
Y (miu)	0	0	1	1	

Grafik Fuzzy Set Kriteria Aktifitas ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Fuzzy Set Kriteria Aktifitas

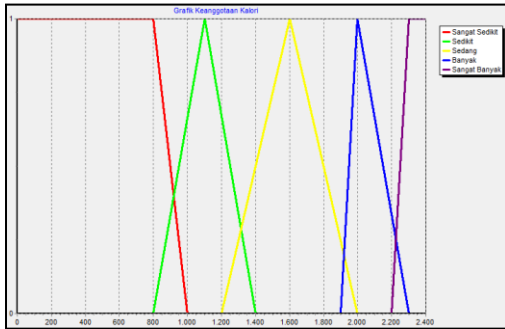
Fuzzy Set Output

Fuzzy set output kalori ditunjukkan pada Tabel 4:

Tabel 4. Fuzzy Set Aktifitas

	Sangat Sedikit				
X (kalori)	0	800	1000	2400	
Y (miu)	1	1	0	0	
	Sedikit				
X (kalori)	0	800	1100	1400	2400
Y (miu)	0	0	1	0	0
	Sedang				
X (kalori)	0	1200	1600	2000	2400
Y (miu)	0	0	1	0	0
	Banyak				
X (kalori)	0	1900	2000	2300	2400
Y (miu)	0	0	1	0	0
	Sangat Banyak				
X (kalori)	0	2200	2300	2400	
Y (miu)	0	0	1	1	

Grafik Fuzzy Set output Kalori ditunjukkan pada Gambar 4 :



Gambar 4. Grafik Fuzzy Set output Kalori

Rule

Rule yang digunakan pada metode Fuzzy Logic Tsukamoto terdiri dari :

[1] IF Usia = Parobaya AND BMI = Tinggi AND Aktifitas = Sedang THEN Kalori = Banyak

[2] IF Usia = Tua AND BMI = Tinggi AND Aktifitas = Sedang THEN Kalori = Sedang

[3] IF Usia = Muda AND BMI = Tinggi AND Aktifitas = Sedang THEN Kalori = Banyak

Data Uji

Data penderita diabetes mellitus yang digunakan sebagai pengujian ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 5. Data Uji Penderita Diabetes

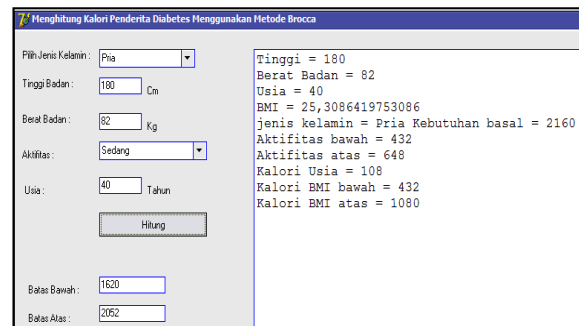
No	Usia	JK	TB	BB	Aktifitas
1	40	Pria	180	82	Sedang
2	40	Pria	180	83	Sedang
3	40	Pria	180	84	Sedang
4	56	Pria	180	82	Sedang
5	56	Pria	180	83	Sedang
6	56	Pria	180	84	Sedang
7	59	Pria	180	82	Sedang
8	59	Pria	180	83	Sedang
9	59	Pria	180	84	Sedang

HASIL dan PEMBAHASAN
Perhitungan Kalori Menggunakan Metode Broca

Perhitungan kebutuhan kalori penderita diabetes menggunakan metode Broca dengan data uji ke 1.

Jenis Kelamin : Pria
Usia : 40 Tahun
Tinggi Badan : 180 cm
Berat Badan : 82 Kg
Aktifitas : Tukang Kayu (Sedang)

Tampilan aplikasi penghitungan kebutuhan kalori menggunakan metode Broca data uji ke 1 ditunjukkan pada Gambar 5.



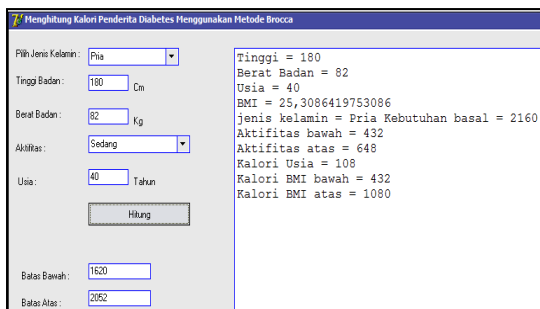
Gambar 5. Metode Broca untuk data uji ke 1

Berdasarkan pada Gambar 5, menghasilkan nilai kebutuhan kalori dengan batas bawah 1620 dan batas atas 2052

Perhitungan kebutuhan kalori penderita diabetes menggunakan metode Broca dengan data uji ke 9

Jenis Kelamin : Pria
Usia : 59 Tahun
Tinggi Badan : 180 cm
Berat Badan : 84 Kg
Aktifitas : Tukang Kayu (Sedang)

Tampilan aplikasi penghitungan kebutuhan kalori menggunakan metode Broca data uji ke 9 ditunjukkan pada Gambar 6



Gambar 6. Metode Broca untuk data uji ke 9

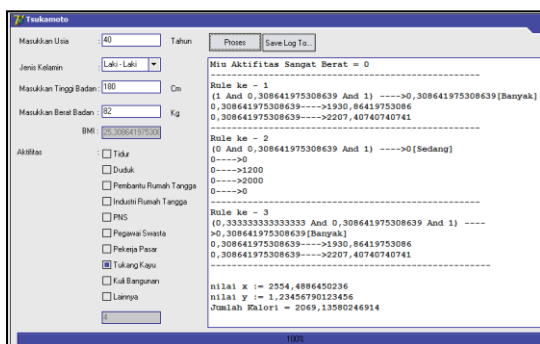
Berdasarkan pada Gambar 6, menghasilkan nilai kebutuhan kalori dengan batas bawah 1620 dan batas atas 2052

Perhitungan Kalori Menggunakan Fuzzy Logic

Perhitungan kebutuhan kalori penderita diabetes menggunakan Fuzzy Logic dengan data uji ke 1.

- Jenis Kelamin : Pria
- Usia : 40 Tahun
- Tinggi Badan : 180 cm
- Berat Badan : 82 Kg
- Aktifitas : Tukang Kayu (Sedang)

Tampilan aplikasi penghitungan kebutuhan kalori menggunakan Fuzzy Logic data uji ke 1 ditunjukkan pada Gambar 7.

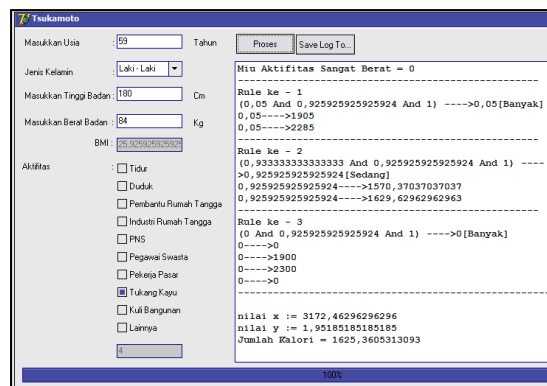


Gambar 7. Fuzzy Logic untuk data uji ke 1

Berdasarkan Gambar 7, menghasilkan kebutuhan kalori 2069,13. Perhitungan kebutuhan kalori penderita diabetes menggunakan Fuzzy Logic dengan data uji ke 9
 Jenis Kelamin : Pria
 Usia : 59 Tahun

- Tinggi Badan : 180 cm
- Berat Badan : 84 Kg
- Aktifitas : Tukang Kayu (Sedang)

Tampilan aplikasi penghitungan kebutuhan kalori menggunakan Fuzzy Logic data uji ke 9 ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Fuzzy Logic untuk data uji ke 12

Berdasarkan Gambar 8, menghasilkan kebutuhan kalori 1625,36.

Pengujian Metode Broca

Perhitungan secara manual kebutuhan kalori penderita diabetes menggunakan metode Broca dengan data uji ke 1.

- Jenis Kelamin : Pria
- Usia : 40 Tahun
- Tinggi Badan : 180 cm
- Berat Badan : 82 Kg
- Aktifitas : Tukang Kayu (Sedang)

- a. Menentukan Kalori Basal
 Karena pasien berjenis kelamin pria dan tinggi lebih dari 150 cm, maka rumus yang digunakan adalah $BBI = 0.9 \times (TB - 100) \times 30$
 Maka :
 $BBI = 0.9 \times (180 - 100) \times 30 = 2160$ Kkal
- b. Koreksi Aktifitas Fisik
 Untuk aktifitas fisik sedang maka ditambahkan 20% - 30% dari Kalori Basal
 $Min(sedang) = 2160 \times 20\% = 432$ Kkal
 $Max(sedang) = 2160 \times 30\% = 648$ Kkal
- c. Koreksi Usia.

Karena pasien sudah berumur 40 tahun maka harus dikurangi 5% dari Kalori Basal, maka :

Koreksi Umur = $2160 \times 5\% = 108$ Kkal

d. Koreksi Golongan Berat Badan,

$BMI = 82 / (1,80 * 1,80) = 25,30$

karena pasien memiliki BMI dengan nilai 25,30 maka tergolong bertubuh gemuk, sehingga kalori pasien harus dikurangi 20%-50% Kalori Basal.

Batas Bawah = $2160 \times 20\% = 432$ Kkal

Batas Atas = $2160 \times 50\% = 1080$ Kkal

Hasil :

Jumlah Kalori Harian :

Batas Atas = $2160 + 432 - 108 - 432 = 2052$ Kkal

Batas Bawah = $2160 + 648 - 108 - 1080 = 1620$ Kkal

Perhitungan secara manual kebutuhan kalori penderita diabetes menggunakan metode Broca dengan data uji ke 9.

Jenis Kelamin : Pria

Usia : 59 Tahun

Tinggi Badan : 180 cm

Berat Badan : 84 Kg

Aktifitas : Tukang Kayu (Sedang)

a. Menentukan Kalori Basal

Karena pasien berjenis kelamin pria dan tinggi lebih dari 150 cm, maka rumus yang digunakan adalah

$BBI = 0,9 \times (TB - 100) \times 30$

Maka :

$BBI = 0,9 \times (180 - 100) \times 30 = 2160$ Kkal

b. Koreksi Aktifitas Fisik

Untuk aktifitas fisik sedang maka ditambahkan 20% - 30% dari Kalori Basal

Min(sedang) = $2160 \times 20\% = 432$ Kkal

Max(sedang) = $2160 \times 30\% = 648$ Kkal

c. Koreksi Usia.

Karena pasien sudah berumur 59 tahun maka harus dikurangi 5% dari Kalori Basal, maka :

Koreksi Umur = $2160 \times 5\% = 108$ Kkal

d. Koreksi Golongan Berat Badan,

$BMI = 84 / (1,80 * 1,80) = 25,92$

karena pasien memiliki BMI dengan nilai 25,92 maka tergolong bertubuh

gemuk, sehingga kalori pasien harus dikurangi 20%-50% Kalori Basal.

Batas Bawah = $2160 \times 20\% = 432$ Kkal

Batas Atas = $2160 \times 50\% = 1080$ Kkal

Hasil :

Jumlah Kalori Harian :

Batas Atas = $2160 + 432 - 108 - 432 = 2052$ Kkal

Batas Bawah = $2160 + 648 - 108 - 1080 = 1620$ Kkal

Pengujian Fuzzy Logic

Perhitungan secara manual kebutuhan kalori penderita diabetes menggunakan Fuzzy Logic dengan data uji ke 1.

Jenis Kelamin : Pria

Usia : 40 Tahun

Tinggi Badan : 180 cm

Berat Badan : 82 Kg

Aktifitas : Tukang Kayu (Sedang)

Fuzzyfikasi Input Usia = 40 Tahun

Miu Sangat Muda = 0

Miu Muda = 0,3333333333333333

Miu Parobaya = 1

Miu Tua = 0

Miu Sangat Tua = 0

Fuzzyfikasi Input BMI =

25,3086419753086

Miu BMI Sangat Rendah = 0

Miu BMI Rendah = 0

Miu BMI Normal = 0

Miu BMI Tinggi = 0,308641975308639

Miu BMI Sangat Tinggi = 0

Fuzzyfikasi Input Aktifitas = Tukang Kayu (Sedang / 4)

Miu Aktifitas Sangat Ringan = 0

Miu Aktifitas Ringan = 0

Miu Aktifitas Sedang = 1

Miu Aktifitas Berat = 0

Miu Aktifitas Sangat Berat = 0

Rule ke - 1

IF Usia = Parobaya AND BMI = Tinggi AND

Aktifitas = Sedang THEN Kalori = Banyak

(1 And 0,308641975308639 And 1) →

0,308641975308639 [Banyak]

0,308641975308639 → 1930,86419753086

0,308641975308639 → 2207,40740740741

Rule ke - 2

IF Usia = Tua AND BMI = Tinggi AND Aktifitas = Sedang THEN Kalori = Sedang
 (0 And 0,308641975308639 And 1) →
 0 [Sedang]
 0 → 0
 0 → 1200
 0 → 2000
 0 → 0

Rule ke – 3
 IF Usia = Muda AND BMI = Tinggi AND Aktifitas = Sedang THEN Kalori = Banyak
 (0,33333333 And 0,308641975308639 And 1) →
 0,308641975308639 [Banyak]
 0,308641975308639 → 1930,86419753086
 0,308641975308639 → 2207,40740740741

nilai x := 2554,4886450236
 nilai y := 1,23456790123456
 Jumlah Kalori = 2069,13580246914

Perhitungan secara manual kebutuhan kalori penderita diabetes menggunakan Fuzzy Logic dengan data uji ke 9.
 Jenis Kelamin : Pria
 Usia : 59 Tahun
 Tinggi Badan : 180 cm
 Berat Badan : 84 Kg
 Aktifitas : Tukang Kayu (Sedang)

Fuzzyfikasi Input Usia = 59 Tahun
 Miu Sangat Muda = 0
 Miu Muda = 0
 Miu Parobaya = 0,05
 Miu Tua = 0,9333333333333333
 Miu Sangat Tua = 0

Fuzzyfikasi Input BMI =
 25,9259259259259
 Miu BMI Sangat Rendah = 0
 Miu BMI Rendah = 0
 Miu BMI Normal = 0

Miu BMI Tinggi = 0,925925925925924
 Miu BMI Sangat Tinggi = 0

Fuzzyfikasi Input Aktifitas = Tukang Kayu (Sedang / 4)
 Miu Aktifitas Sangat Ringan = 0
 Miu Aktifitas Ringan = 0
 Miu Aktifitas Sedang = 1
 Miu Aktifitas Berat = 0
 Miu Aktifitas Sangat Berat = 0

Rule ke – 1
 IF Usia = Parobaya AND BMI = Tinggi AND Aktifitas = Sedang THEN Kalori = Banyak

(0,05 And 0,925925925925924 And 1) →
 0,05 [Banyak]
 0,05 → 1905
 0,05 → 2285

Rule ke – 2
 IF Usia = Tua AND BMI = Tinggi AND Aktifitas = Sedang THEN Kalori = Sedang
 (0,93333333 And 0,925925925925924 And 1) →
 0,925925925925924 [Sedang]
 0,925925925925924 → 1570,37037037037
 0,925925925925924 → 1629,62962962963

Rule ke – 3
 IF Usia = Muda AND BMI = Tinggi AND Aktifitas = Sedang THEN Kalori = Banyak
 (0 And 0,925925925925924 And 1) →
 0 [Banyak]
 0 → 0
 0 → 1900
 0 → 2300
 0 → 0

nilai x := 3172,46296296296
 nilai y := 1,95185185185185
 Jumlah Kalori = 1625,3605313093

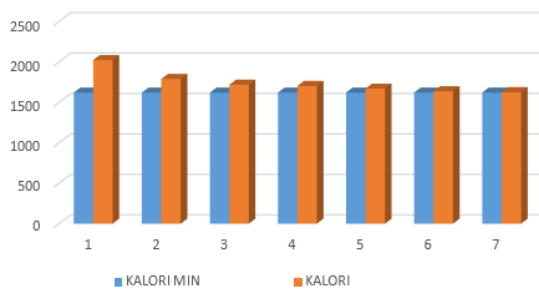
Sampling perbandingan hasil perhitungan kebutuhan kalori menggunakan metode Brocca dan Fuzzy Logic ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Kebutuhan Kalori Menggunakan Metode Broca Dan Fuzzy Logic

No	Usia (Tahun)	Jenis Kelamin	Tinggi Badan (Cm)	Berat Badan (Kg)	Aktifitas	Metode Broca		Fuzzy Logic
						Kalori Min	Kalori Max	Kalori
1	40	Pria	180	82	Sedang	1620	2052	2069,14
2	40	Pria	180	83	Sedang	1620	2052	2048,23

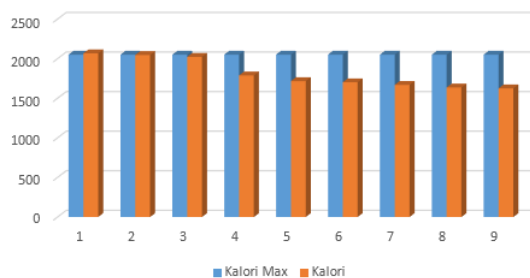
3	40	Pria	180	84	Sedang	1620	2052	2023,09
4	56	Pria	180	82	Sedang	1620	2052	1788,74
5	56	Pria	180	83	Sedang	1620	2052	1717,46
6	56	Pria	180	84	Sedang	1620	2052	1702,85
7	59	Pria	180	82	Sedang	1620	2052	1669,01
8	59	Pria	180	83	Sedang	1620	2052	1637,09
9	59	Pria	180	84	Sedang	1620	2052	1625,36

Untuk perbandingan kalori pada fuzzy logic dan kalori minimum dapat dilihat pada gambar 9



Gambar 9. Perbandingan Kalori Pada Fuzzy Logic Dan Kalori Minimum

Sedangkan untuk perbandingan kalori pada Fuzzy Logic dan kalori maximum



Gambar 10. Perbandingan Kalori Pada Fuzzy Logic Dan Kalori Maximum

KESIMPULAN dan SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai yang sama antara output program dengan analisis perhitungan manual baik pada metode Broca maupun pada Fuzzy Logic.

Dari 9 data yang telah diujikan, perhitungan kalori menggunakan metode Broca menghasilkan nilai kalori minimum

yang sama, sekaligus nilai kalori maksimumnya. Hal ini disebabkan rentang usia antara 40 – 59 tahun akan dilakukan pengurangan kalori sebesar 5% dan nilai BMI yang lebih besar dari 22,9 juga akan dilakukan pengurangan kalori sebesar 20% - 50%

Dari 9 data yang telah diujikan, perhitungan kalori menggunakan metode Fuzzy Logic menghasilkan nilai kalori yang berbeda tergantung pada usia dan BMI. Rentang usia antara 40 – 59 tahun pengurangan kalori tidak dilakukan pengurangan secara absolut sebesar 5%. Selain itu, nilai BMI yang lebih besar dari 22,9 juga tidak dilakukan pengurangan secara absolut sebesar 20% - 50%

Saran

Memperbaiki nilai fuzzy set untuk semua kriteria sehingga dapat memperkecil selisih nilai output Fuzzy Logic dengan metode Broca

Menambah jumlah rule sehingga Fuzzy Logic dapat menghitung dengan tepat untuk data uji yang lebih bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anna, Lusia Kus. 2011. *Diabetes Bukan Karena Kebanyakan Gula*. (Cited: 12 November 2014, 16.40 WIB) Available from: <http://health.kompas.com/read/2011/06/27/1550467/Diabetes.Bukan.karena.Kebanyakan.Gula>
- Hadisaputro, Setiawan. 2007. *Epidemiologi*

- dan Faktor-faktor resiko terjadinya Diabetes Melitus Tipe 2 Ditinjau dari Berbagai Aspek Penyakit.* Balai Penerbit Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia. Jakarta
- Kusumadewi, Sri, dkk. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan Edisi 2.* Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., 2009. *Aplikasi Informatika Medis Untuk Penatalaksanaan Diabetes Melitus Secara Terpadu.* In *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI).*
- Manik, Herawati R. 2012. *Pengaruh Faktor Risiko yang Bisa Dimodifikasi terhadap Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Umum Hadrianus Sinaga Pangururan*
- Masykur, F., Kom, M., Gernowo, R., Si, S., Si, M. and Suhartono, M., 2012. *Implementasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Diabetes Mellitus Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Web(Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro).*
- Seniman, 2012. *Logika Fuzzy dan Pemrograman Linear Untuk Pengoptimalan Perolehan Laba Dalam Impor Barang.* Fakultas Teknologi Informatika, Universitas Sumatera Utara, Medan
- Soegondo, Sidartawan, dkk. 2009. *Penatalaksanaan Diabetes Melitus Terpadu.* Balai Penerbit Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia. Jakarta.