

Fuzzy Logic Modeling Metode Sugeno Pada Penentuan Tipe Diabetes Melitus Menggunakan MATLAB

Rico Adrial

Universitas Putera Batam, Jln. R.Soeprapto Muka Kuning, Batam, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 1 Februari 2018

Revisi Akhir: 10 Maret 2018

Diterbitkan Online: 23 Maret 2018

KATA KUNCI

Fuzzy Logic
Diabetes Mellitus
Metode Sugeno
MATLAB

KORESPONDENSI

No HP: 085263182972

E-mail: ricroadrial@yahoo.com

A B S T R A C T

Mellitus Diabetic already known since thousands of years before, where characterized by urine in the much amount. This leds serious investigation to heal patients. *Fuzzy Logic* is one of support system decision method that suitable for implementation at an election of diabetic type. It is because *fuzzy logic* is a system than can calculate and decided well. There are various methods in *fuzzy logic* such as Mamdani, Tuskamoto and Sugeno. In this article Sugeno Method is used because its calculation suitable in this case. The research is done by using MATLAB. It has been built an application in the health sector to choose type of mellitus diabetic using *fuzzy logic* Sugeno. The decision making of diabetic type needs input and output variables. The input variable consists of ages, levels of insulin and weights beside output variable consist of diabetic type using MATLAB. Variables produce 27 rules that used to determine of diabetic type. The support system decision for diabetic type with Sugeno method is used. A case obtained the very small difference value between using manual calculation and MATLAB.

1. PENDAHULUAN

Diabetes Melitus adalah suatu penyakit dimana gula darah meningkat akibat tubuh yang tidak menghasilkan hormon insulin yang cukup atau hormon tersebut tidak bekerja dengan baik. Padahal hormon insulin ini berperan penting dalam mengatur kadar glukosa di dalam darah. Diabetes melitus itu sendiri memiliki arti secara harfiah yaitu “diabetes” berarti mengalir dan “Melitus” berarti manis.[1]

Walaupun sudah ada obat ini, penyembuhan total masih belum bisa direalisasikan dengan baik. Hal ini disebabkan fungsi obat ini hanya menurunkan kadar gula darah. Penderita diabetes melitus tetap bertambah dikarenakan perubahan gaya hidup zaman sekarang yang serba instan dan tidak sehat. Cara yang amat baik dalam menekan angka penderita diabetes melitus adalah dengan memberikan informasi pencegahan yang baik.[2]

Fuzzy Logic adalah metodologi sistem pendukung keputusan yang cocok untuk diimplementasikan pada pemilihan tipe diabetes. Hal ini dikarenakan *fuzzy logic* merupakan sistem yang dapat menghitung dan memutuskan dengan baik. Terdapat berbagai metode dalam *fuzzy logic* seperti metode Mamdani,

Tsukamoto dan Sugeno. Dalam penelitian ini digunakan metode Sugeno karena perhitungan yang cocok pada kasus ini. Penelitian dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB. Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian penentuan stadium kanker payudara untuk membuat sebuah penelitian. sesuai judul yaitu “*Fuzzy Logic Modeling* Metode Sugeno Pada Penentuan Tipe Diabetes Melitus Menggunakan MATLAB”

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk rancang bangun sebuah aplikasi dalam bidang kesehatan yaitu penentuan tipe Diabetes Melitus menggunakan *fuzzy logic* Metode Sugeno serta menguji hasil MATLAB dengan *fuzzy logic* apakah sesuai dengan hasil penentuan tipe Diabetes Melitus berdasarkan berbagai sumber yang telah terkumpul.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Diabetes Mellitus

Diabetes melitus adalah penyakit gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein yang disebabkan kekurangan secara absolut atau relatif dari kerja dan atau sekresi insulin yang bersifat kronis dengan ciri khas hiperglikemia/ peningkatan kadar glukosa darah di atas nilai normal. Diabetes Melitus tidak dapat

disembuhkan, tetapi kadar gula darah dapat dikendalikan/dikontrol. Komplikasi yang sering terjadi apabila Diabetes Melitus tidak terkontrol dan tidak ditangani dengan baik adalah timbulnya berbagai penyakit penyerta pada berbagai organ tubuh seperti mata, ginjal, jantung, pembuluh darah, dan sistem saraf. [3]

Semakin berkembangnya jumlah penderita Diabetes Melitus mendorong para peneliti untuk menemukan obat penyakit ini. Walaupun telah banyak obat yang ditrmukan akan tetapi obat ini hanya untuk mengurangi kadar glukosa darah. Satu-satunya cara adalah pencegahan sebelum hal ini mengenai banyak orang. Penyakit diabetes melitus terbagi dua tipe dimana memiliki keunikan masing-masing. Setiap tipe memiliki ciri khas yang berbeda sehingga membutuhkan obat yang berbeda juga. Menurut Yuji pasien Diabetes Melitus dengan tipe 1 sering memiliki *Diabetic Ketoacidosis (DKA)* yang sering berkembang [4]. Telah dilaporkan bahwa pasien diabetes tipe 2 memiliki peluang kematian yang lebih besar dibandingkan pasien tipe 1. Salah satu penyebab utama terjadinya Diabetes Melitus tipe 2 adalah obesitas.

Menurut Handayani, Obesitas dan aktifitas fisik adalah faktor risiko utama untuk diabetes tipe 2 [5]. Obesitas adalah faktor yang paling penting berperan atas meningkatnya insiden dan prevalensi diabetes tipe 2 selama 20 tahun terakhir. Kenaikan berat badan dan kurangnya aktifitas fisik menyebabkan resistensi insulin. Sebaliknya, penurunan berat badan dan olahraga meningkatkan sensitivitas insulin dan meningkatkan toleransi glukosa dalam studi nondiabetes dan diabetes. Masalah utama dengan program seperti intervensi perilaku adalah kesulitan dalam mempertahankan penurunan berat badan dan peningkatan aktifitas fisik selama periode waktu yang berkelanjutan.

2.2. Logika fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan ilmu yang mempelajari mengenai ketidakpastian yang memiliki kelebihan yaitu kemampuan dalam proses penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*). Dalam teori logika *fuzzy* dikenal suatu konsep sistem *fuzzy* yang digunakan dalam proses prediksian pada umumnya terdiri atas empat tahap, yaitu fuzzifikasi (pengubahan bilangan tegas ke dalam bentuk bilangan fuzzy), pembentukan *rule base* (basis aturan *fuzzy*), sistem inferensi/ penalaran *fuzzy*, dan defuzzifikasi (pengubahan bilangan fuzzy hasil dari proses inferensi *fuzzy* ke dalam bentuk bilangan tegas). Metode inferensi *fuzzy* yang pada umumnya digunakan adalah Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto.[6]

Konsep logika *Fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Professor Lotfi A. Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada Juni 1965. Logika *Fuzzy* merupakan generalisasi dari logika klasik yang hanya memiliki dua nilai keanggotaan antara 0 dan 1. Dalam logika *Fuzzy*, nilai kebenaran suatu pernyataan berkisar dari sepenuhnya benar sampai dengan sepenuhnya salah.

Berdasarkan beberapa penelitian dan sumber-sumber lainnya, penulis mendapat ide untuk membuat *Fuzzy Logic Modeling* metode Sugeno pada penentuan tipe diabetes melitus menggunakan MATLAB. Ide ini bertajuk pada pengetahuan penulis tentang *fuzzy logic* Sugeno yang merupakan salah satu tema unggulan yang ada di prodi teknik informatika.

3. METODOLOGI

Penjelasan mengenai berbagai komponen yang akan digunakan peneliti serta kegiatan yang akan dilakukan selama proses penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Penelitian ini juga dilakukan secara kuantitatif dengan mengambil topik mengenai *Artificial Intelegence (brainware)*.

Penelitian ini memerlukan kerangka kerja agar mendapatkan hasil yang maksimal. Kerangka kerja mencakup langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian. Untuk memperoleh hasil yang baik diperlukan pembelajaran mengenai masalah yang akan diteliti hingga memperoleh suatu sistem pemecahannya yaitu dapat menentukan stadium kanker payudara menggunakan *fuzzy logic*. penelitian ini memerlukan kerangka kerja berupa langkah-langkah yang akan dilakukan dalam menjawab rumusan masalah.

Adapun langkah penelitian ini adalah mendefenisikan masalah, mengidentifikasi ruang lingkup, menganalisis masalah, menentukan tujuan, mengumpulkan data, merancang aplikasi, menguji menggunakan MATLAB, mengimplementasikan pada kasus dan menarik kesimpulan.

Sebagai langkah awal dari penghitungan *fuzzy* adalah menentukan himpunan *fuzzy* dari tiap-tiap variabel *fuzzy*. Adapun variabel *fuzzy* disini yang digunakan adalah hasil berbagai jurnal terakreditasi yang nantinya difungsikan sebagai *input* dari mesin inferensi *fuzzy*. Tabel 1 di bawah ini memaparkan batasan variabel dan himpunan *fuzzy* sebagai *input* di mesin inferensi *fuzzy*.

Tabel 1. Domain Himpunan *Fuzzy*

Variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Domain
Usia	Anak-anak	[0 40]
	Dewasa	[30 70]
	Tua	[60 100]
Kadar insulin	Rendah	[0 40]
	Sedang	[30 70]
	Tinggi	[60 100]
	Kurus	[0 40]
Berat badan	Normal	[30 70]
	Gemuk	[60 100]

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan studi pustaka sebagai hasil yang dianalisis. Indikator yang telah dirancang dibuat dalam bentuk aplikasi *fuzzy logic* pada MATLAB. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Sugeno dengan dua indikator output, yaitu tipe diabetes I dan II. Aplikasi yang telah dibuat akan diuji dengan menggunakan perhitungan secara manual dengan tiga studi kasus.

Aplikasi *fuzzy logic* metode Sugeno pada penelitian ini memiliki tiga variabel input. Ketiga input akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

1. Usia

Usia merupakan salah satu faktor penentu dalam keputusan tipe diabetes. Pada umumnya penderita diabetes tipe II adalah usia diatas 40 tahun atau tua. Sedangkan untuk tipe diabetes I pada umumnya diderita oleh anak-anak dan dewasa. Oleh karena itu, peneliti membagi tiga indikator pada variabel input usia, yaitu: tua, remaja dan anak-anak.

2. Kadar Insulin

Kadar insulin pada darah juga dipakai sebagai tolak ukur penentu tipe diabetes. Insulin adalah hormon yang bertanggung jawab mengatur kadar glukosa darah sebagai bagian dari metabolisme tubuh. Penderita diabetes tipe II memiliki kadar insulin yang tinggi. Dalam hal ini penulis membagi variabel kadar insulin dalam tiga indikator yaitu: rendah, sedang dan tinggi.

3. Berat Badan

Penderita diabetes tipe I umumnya memiliki berat badan yang ideal bahkan kurus. Berbeda dengan penderita diabetes tipe II umumnya memiliki berat badan yang besar atau gemuk. Variabel Berat Badan dibagi menjadi tiga indikator, yaitu: gemuk, normal dan kurus.

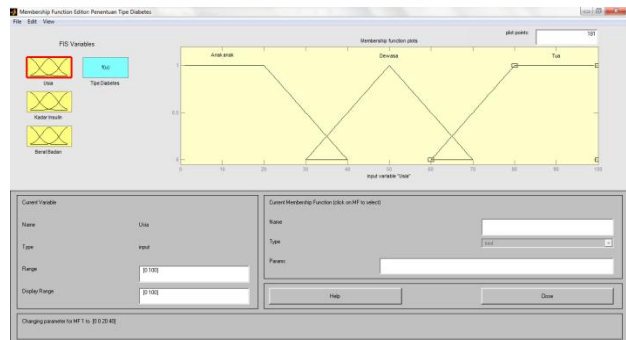
Variabel usia terdiri dari tiga indikator yaitu, anak-anak, dewasa dan tua. Pengelompokan usia ini diperoleh berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan. Pengelompokan usia ditunjukkan seperti berikut ini:

1. Anak-anak
Usia penderita dibawah 17 tahun.
2. Dewasa
Penderita memiliki rentang usia dari 17 tahun sampai dengan 40 tahun
3. Tua
Penderita berusia diatas 40 tahun.

Variabel usia dibagi menjadi tiga fungsi keanggotaan seperti pada Tabel 2 dan *membership function* untuk variabel usia dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 2. Himpunan Fuzzy Variabel Usia

Semesta pembicaraan	Nama himpunan fuzzy	Model MF	Parameter	domain
0-100	Anak-anak	Trapmf	[0 0 20 40]	0 - 40
0-100	Dewasa	Trimf	[30 50 70]	30 - 70
0-100	Tua	Trimf	[60 80 100 100]	60 - 100



Gambar 1. Membership Function Untuk Variabel Usia

Variabel usia memiliki semesta pembicaraan [0 100], untuk itu hal yang pertama kali dilakukan yaitu mengisikan *range* pada aplikasi di MATLAB. Label pada *membership function* (*mf*) diganti menjadi anak-anak, dewasa dan tua. Masing-masing *mf* diganti tipenya sesuai yang telah direncanakan semula. Terdapat dua tipe pada kasus ini, yaitu segitiga (*trimf*) dan trapesium (*trapmf*). Masing-masing tipe merupakan perpaduan antara beberapa garis linear.

Variabel Usia dapat dibagi menjadi tiga indikator yaitu, Anak-anak [0 40], Dewasa [30 70], dan Tua yang memiliki domain [60 100]. Bentuk perhitungan ukuran tumor secara manual adalah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Anak-Anak}} = \begin{cases} 1; & x \leq 20 \\ (40 - x)/(40 - 20); & 20 \leq x \leq 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Dewasa}} = \begin{cases} 0; & x \leq 30 \text{ atau } x \geq 70 \\ (x - 30)/(50 - 30); & 30 \leq x \leq 50 \\ (70 - x)/(70 - 50); & 50 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tua}} = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ (x - 60)/(80 - 60); & 60 \leq x \leq 80 \\ 1; & x \geq 85 \end{cases}$$

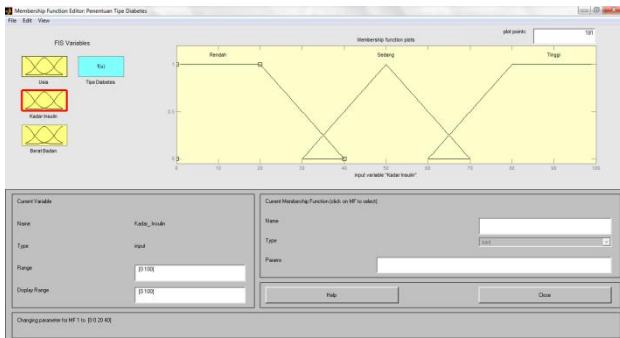
Variabel kadar insulin terdiri dari tiga indikator yaitu, rendah, sedang dan tinggi. Pengelompokan kadar insulin ditunjukkan seperti berikut ini:

1. Rendah
Kadar insulin dikatakan rendah jika kecil dari 6 mmol/L darah.
2. Sedang
Kadar insulin dikatakan sedang jika berada di rentang 6 mmol/L sampai dengan 7 mmol/L
3. Tinggi
Kadar insulin dikatakan tinggi jika lebih besar dari 7 mmol/L.

Variabel Kadar Insulin dibagi menjadi tiga indikator seperti pada Tabel 3 dan *membership function* untuk variabel Kadar Insulin dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 3. Himpunan *Fuzzy* Variabel Kadar Insulin

Semesta pembicaraan	Nama himpunan fuzzy	Model MF	Parameter	domain
0-100	Rendah	Trapmf	[0 0 20 40]	0 - 40
0-100	Sedang	Trimf	[30 50 70]	30 - 70
0-100	Tinggi	Trimf	[60 80 100 100]	60 - 100



Gambar 2. Membership Function Untuk Kadar Insulin

Variabel Kadar Insulin memiliki semesta pembicaraan [0 100], untuk itu hal yang pertama kali dilakukan yaitu mengisikan *range* pada aplikasi di MATLAB. Label pada *membership function (mf)* diganti menjadi Rendah, Sedang dan Tinggi. Masing-masing *mf* diganti tipenya sesuai yang telah direncanakan semula. Terdapat dua tipe pada kasus ini, yaitu segitiga (*trimf*) dan trapesium (*trapmf*). Masing-masing tipe merupakan perpaduan antara beberapa garis linear.

Variabel Kadar Insulin dapat dibagi menjadi tiga indikator yaitu, Rendah [0 40], Sedang [30 70], dan Tinggi yang memiliki domain [60 100]. Bentuk perhitungan ukuran tumor secara manual adalah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah}} = \begin{cases} 1; & x \leq 20 \\ (40 - x)/(40 - 20); & 20 \leq x \leq 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}} = \begin{cases} 0; & x \leq 30 \text{ atau } x \geq 70 \\ (x - 30)/(50 - 30); & 30 \leq x \leq 50 \\ (70 - x)/(70 - 50); & 50 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tinggi}} = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ (x - 60)/(80 - 60); & 60 \leq x \leq 80 \\ 1; & x \geq 85 \end{cases}$$

Variabel Berat Badan terdiri dari tiga indikator yaitu, Gemuk, Normal, dan Kurus. Pengelompokan Berat Badan ditunjukkan seperti berikut ini:

1. Gemuk
Seorang Penderita dikatakan Gemuk jika BMI (*Body Mass Index*) lebih besar dari 25.
2. Normal
Penderita yang memiliki BMI antara 18 dan 25 dikatakan memiliki berat badan yang normal.

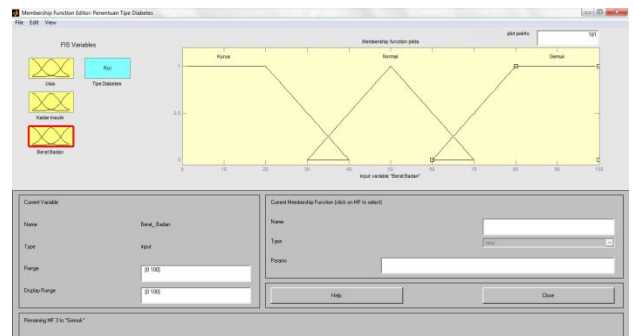
3. Kurus

Berat Badan dikatakan kurus jika memiliki BMI lebih kecil dari 18.

Variabel Berat Badan dibagi menjadi tiga indikator seperti pada Tabel 4 dan *membership function* untuk variabel berat badan dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 4. Himpunan *Fuzzy* Variabel Berat Badan

Semesta pembicaraan	Nama himpunan fuzzy	Model MF	Parameter	domain
0-100	Kurus	Trapmf	[0 0 20 40]	0 - 40
0-100	Normal	Trimf	[30 50 70]	30 - 70
0-100	Gemuk	Trimf	[60 80 100 100]	60 - 100



Gambar 3. Membership Function Untuk Berat Badan

Variabel Berat Badan memiliki semesta pembicaraan [0 100], untuk itu hal yang pertama kali dilakukan yaitu mengisikan *range* pada aplikasi di MATLAB. Label pada *membership function (mf)* diganti menjadi Gemuk, Normal dan Kurus. Masing-masing *mf* diganti tipenya sesuai yang telah direncanakan semula. Terdapat dua tipe pada kasus ini, yaitu segitiga (*trimf*) dan trapesium (*trapmf*). Masing-masing tipe merupakan perpaduan antara beberapa garis linear.

Variabel Berat Badan dapat dibagi menjadi tiga indikator yaitu, Kurus [0 40], Normal [30 70], dan Gemuk yang memiliki domain [60 100]. Bentuk perhitungan ukuran tumor secara manual adalah sebagai berikut:

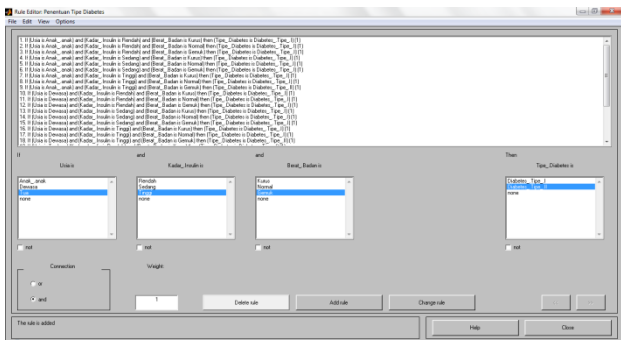
$$\mu_{\text{Kurus}} = \begin{cases} 1; & x \leq 20 \\ (40 - x)/(40 - 20); & 20 \leq x \leq 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Normal}} = \begin{cases} 0; & x \leq 30 \text{ atau } x \geq 70 \\ (x - 30)/(50 - 30); & 30 \leq x \leq 50 \\ (70 - x)/(70 - 50); & 50 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Gemuk}} = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ (x - 60)/(80 - 60); & 60 \leq x \leq 80 \\ 1; & x \geq 85 \end{cases}$$

Setiap aturan harus memiliki implikasi. Implikasi berbentuk operator yang dalam hal ini digunakan dua operator yaitu, AND untuk menghubungkan antara dua masukan dan IF-THEN untuk memetakan antara masukan dan keluaran. Aturan-aturan yang

ada pada kasus penelitian ini dibuat pada MATLAB seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Rules penentuan Tipe Diabetes pada MATLAB

Masing-masing aturan dihubungkan dengan AND seperti penjabaran berikut:

- [R1] IF (Usia Anak-anak) AND (Kadar Insulin Rendah) AND (Berat Badan Kurus) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R2] IF (Usia Anak-anak) AND (Kadar Insulin Rendah) AND (Berat Badan Normal) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R3] IF (Usia Anak-anak) AND (Kadar Insulin Rendah) AND (Berat Badan Gemuk) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R4] IF (Usia Anak-anak) AND (Kadar Insulin Sedang) AND (Berat Badan Kurus) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R5] IF (Usia Anak-anak) AND (Kadar Insulin Sedang) AND (Berat Badan Normal) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R6] IF (Usia Anak-anak) AND (Kadar Insulin Sedang) AND (Berat Badan Gemuk) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R7] IF (Usia Anak-anak) AND (Kadar Insulin Tinggi) AND (Berat Badan Kurus) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R8] IF (Usia Anak-anak) AND (Kadar Insulin Tinggi) AND (Berat Badan Normal) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R9] IF (Usia Anak-anak) AND (Kadar Insulin Tinggi) AND (Berat Badan Gemuk) THEN (Diabetes Tipe II)
- [R10] IF (Usia Dewasa) AND (Kadar Insulin Rendah) AND (Berat Badan Kurus) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R11] IF (Usia Dewasa) AND (Kadar Insulin Rendah) AND (Berat Badan Normal) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R12] IF (Usia Dewasa) AND (Kadar Insulin Rendah) AND (Berat Badan Gemuk) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R13] IF (Usia Dewasa) AND (Kadar Insulin Sedang) AND (Berat Badan Kurus) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R14] IF (Usia Dewasa) AND (Kadar Insulin Sedang) AND (Berat Badan Normal) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R15] IF (Usia Dewasa) AND (Kadar Insulin Sedang) AND (Berat Badan Gemuk) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R16] IF (Usia Dewasa) AND (Kadar Insulin Tinggi) AND (Berat Badan Kurus) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R17] IF (Usia Dewasa) AND (Kadar Insulin Tinggi) AND (Berat Badan Normal) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R18] IF (Usia Dewasa) AND (Kadar Insulin Tinggi) AND (Berat Badan Gemuk) THEN (Diabetes Tipe II)
- [R19] IF (Usia Tua) AND (Kadar Insulin Rendah) AND (Berat Badan Kurus) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R20] IF (Usia Tua) AND (Kadar Insulin Rendah) AND (Berat Badan Normal) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R21] IF (Usia Tua) AND (Kadar Insulin Rendah) AND (Berat Badan Gemuk) THEN (Diabetes Tipe II)

- [R22] IF (Usia Tua) AND (Kadar Insulin Sedang) AND (Berat Badan Kurus) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R23] IF (Usia Tua) AND (Kadar Insulin Sedang) AND (Berat Badan Normal) THEN (Diabetes Tipe I)
- [R24] IF (Usia Tua) AND (Kadar Insulin Sedang) AND (Berat Badan Gemuk) THEN (Diabetes Tipe II)
- [R25] IF (Usia Tua) AND (Kadar Insulin Tinggi) AND (Berat Badan Kurus) THEN (Diabetes Tipe II)
- [R26] IF (Usia Tua) AND (Kadar Insulin Tinggi) AND (Berat Badan Normal) THEN (Diabetes Tipe II)
- [R27] IF (Usia Tua) AND (Kadar Insulin Tinggi) AND (Berat Badan Gemuk) THEN (Diabetes Tipe II)

Berdasarkan Rules yang telah dijabarkan sebelumnya, maka tampak bahwa pada penelitian ini digunakan rules sebanyak 27. Fungsi implikasi yang digunakan pada Metode Sugeno adalah MIN. Fungsi Implikasi ini diartikan tingkat keanggotaan yang diperoleh sebagai konsekuen dari proses ini adalah nilai minimum dari tiap variabel, yang dalam hal ini adalah umur, kadar insulin dan berat badan. Metode yang digunakan dalam proses defuzzifikasi adalah metode Centroid.

4.2. Pembahasan

Contoh kasus misalnya seorang pasien yang telah lama menderita diabetes ingin mengecek kembali tipe diabetes yang dideritanya. Orang tersebut berumur 43 tahun. Setelah diukur kadar insulinnya lumayan tinggi yaitu bernilai 6,7 mmol/L. Pasien ini memiliki tubuh yang relatif kurus dengan BMI 19. Berdasarkan kasus tersebut maka, variabel yang diberikan antara lain usia = 64, kadar insulin = 66 dan berat badan = 22. Sebelum dilakukan interferensi perlu dicari terlebih dahulu derajat keanggotaan nilai tiap variabel dalam setiap himpunan.

- a. Usia
 - $\mu_{Anak-anak} [64] = 0$
 - $\mu_{Dewasa} [x] = (70 - x)/(70 - 50)$
 $\mu_{Dewasa} [64] = (70 - 64)/(70 - 50) = 6/20 = 0,3$
 - $\mu_{Tua} [x] = (x - 60)/(80 - 60)$
 $\mu_{Tua} [64] = (64 - 60)/(80 - 60) = 4/20 = 0,2$
- b. Kadar Insulin
 - $\mu_{Rendah} [66] = 0$
 - $\mu_{Sedang} [x] = (70 - x)/(70 - 50)$
 $\mu_{Sedang} [66] = (70 - 66)/(70 - 50) = 4/20 = 0,2$
 - $\mu_{Tinggi} [x] = (x - 60)/(80 - 60)$
 $\mu_{Tinggi} [66] = (66 - 60)/(80 - 60) = 6/20 = 0,3$
- c. Berat Badan
 - $\mu_{Kurus} [x] = (40 - x)/(40 - 20)$
 $\mu_{Kurus} [22] = (40 - 22)/(40 - 20)$

$$= 18/20$$

$$= 0,9$$

- $\mu_{Normal} [22] = 0$
- $\mu_{Gemuk} [22] = 0$

Langkah selanjutnya adalah mencari α -predikat dari tiap-tiap rule:

[R1] IF (Usia Anak-anak) AND (Kadar Insulin Rendah) AND (Berat Badan Kurus) THEN (Diabetes Tipe I)

$$\alpha\text{-predikat}_1 = \mu_{Anak-anak} \cap \mu_{Rendah} \cap \mu_{Kurus}$$

$$= \min(\mu_{Anak-anak} [64], \mu_{Rendah} [66], \mu_{Kurus} [22])$$

$$= \min(0 ; 0 ; 0,9)$$

$$= 0$$

$Z_1 = 0$
 α -predikat untuk [R2] sampai dengan [R12] = 0

[R13] IF (Usia Dewasa) AND (Kadar Insulin Sedang) AND (Berat Badan Kurus) THEN (Diabetes Tipe I)

$$\alpha\text{-predikat}_{13} = \mu_{Dewasa} \cap \mu_{Sedang} \cap \mu_{Kurus}$$

$$= \min(\mu_{Dewasa} [64], \mu_{Sedang} [66], \mu_{Kurus} [22])$$

$$= \min(0,3 ; 0,2 ; 0,9)$$

$$= 0,2$$

$Z_{13} = 0$

α -predikat untuk [R14] sampai dengan [R15] = 0

[R16] IF (Usia Dewasa) AND (Kadar Insulin Tinggi) AND (Berat Badan Kurus) THEN (Diabetes Tipe I)

$$\alpha\text{-predikat}_{16} = \mu_{Dewasa} \cap \mu_{Tinggi} \cap \mu_{Kurus}$$

$$= \min(\mu_{Dewasa} [64], \mu_{Tinggi} [66], \mu_{Kurus} [22])$$

$$= \min(0,3 ; 0,3 ; 0,9)$$

$$= 0,3$$

$Z_{16} = 0$

α -predikat untuk [R17] sampai dengan [R21] = 0

[R22] IF (Usia Tua) AND (Kadar Insulin Sedang) AND (Berat Badan Kurus) THEN (Diabetes Tipe I)

$$\alpha\text{-predikat}_{22} = \mu_{Tua} \cap \mu_{Sedang} \cap \mu_{Kurus}$$

$$= \min(\mu_{Tua} [64], \mu_{Sedang} [66], \mu_{Kurus} [22])$$

$$= \min(0,2 ; 0,2 ; 0,9)$$

$$= 0,2$$

$Z_{22} = 0$

α -predikat untuk [R23] sampai dengan [R24] = 0

[R25] IF (Usia Tua) AND (Kadar Insulin Tinggi) AND (Berat Badan Kurus) THEN (Diabetes Tipe II)

$$\alpha\text{-predikat}_{25} = \mu_{Tua} \cap \mu_{Tinggi} \cap \mu_{Kurus}$$

$$= \min(\mu_{Tua} [64], \mu_{Tinggi} [66], \mu_{Kurus} [22])$$

$$= \min(0,2 ; 0,3 ; 0,9)$$

$$= 0,2$$

$Z_{25} = 1$

Rico Adrial, S.Si., M.Si.

α -predikat untuk [R26] sampai dengan [R27] = 0

Setelah mendapatkan nilai α -predikat dan z untuk masing-masing rules. Maka tipe diabetes pasien diperoleh dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$z = \frac{\alpha_1 \cdot Z_1 + \alpha_2 \cdot Z_2 + \dots + \alpha_{27} \cdot Z_{27}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_{27}}$$

$$z = \frac{0,0 + \dots + 0,2,0 + 0,3,0 + 0,2,0 + 0,2,1 + 0,0 + \dots + 0,0}{0 + \dots + 0,2 + 0,3 + 0,2 + 0,2 + 0 + \dots + 0}$$

$$z = \frac{0 + \dots + 0,2 + 0,3 + 0,2 + 0,2 + 0 + \dots}{0,9}$$

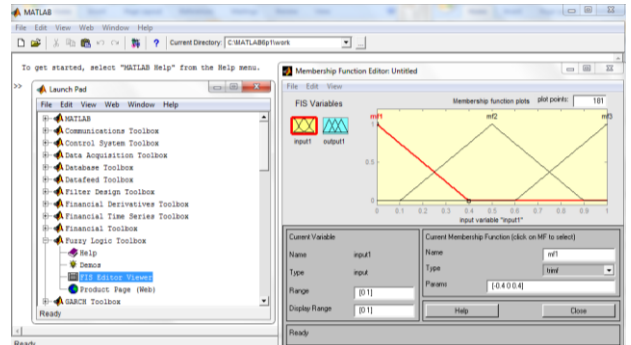
$$z = 0,23$$

Jadi tipe diabetes pada kasus ini bernilai 0,23 yang berarti pasien memiliki diabetes tipe I.

Uji coba langsung cara menjalankan sistem bagi pengguna merupakan tahap penerapan sistem yang telah dibuat apakah sistem sudah berjalan dengan benar disebut dengan implementasi. Parameter yang digunakan dengan range tertentu digunakan dalam membangun rule yang terbagi ke dalam input dan output.

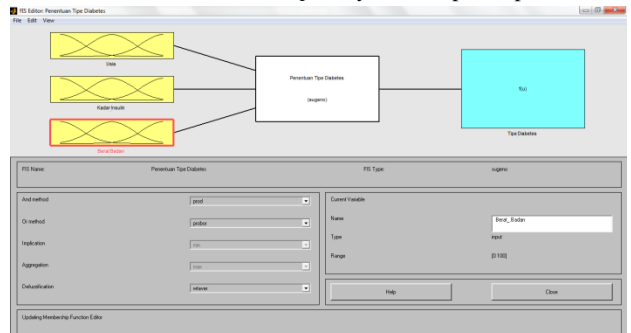
Langkah-langkah yang digunakan dalam sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Membuka fuzzy Logic: Start → Launch Pad → Fuzzy Logic Toolbox → Fis Editor Viewer



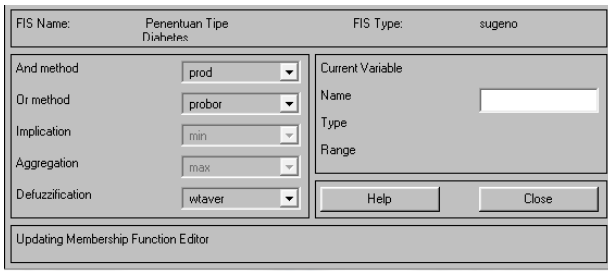
Gambar 5. Menu MATLAB

2. Pada MATLAB Prompt, ketikkan: fuzzy maka akan muncul FIS Editor, Edit input menjadi 3 yaitu umur, Kadar Insulin dan Berat Badan serta output 1 yaitu berupa Keputusan.



Gambar 6. FIS Editor

3. Pendefinisian sistem *fuzzy* pada Matlab dapat dilihat pada Gambar 7.

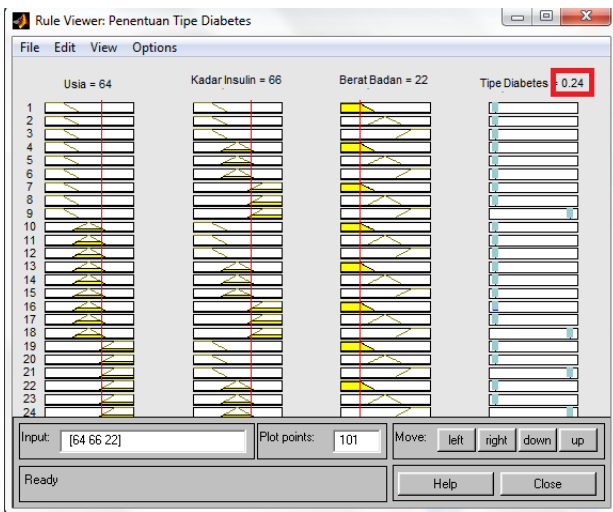


Gambar 7. FIS Pendefinisian Sistem *Fuzzy* pada MATLAB

Pengujian sistem yang sudah dibangun sangat diperlukan untuk menguji sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan membandingkan dengan hasil MATLAB terhadap kasus yang telah dihitung secara manual. Pada pengujian ini ada dua *output* keputusan, yaitu: Diabetes Tipe I dan Diabetes tipe II.

Usia = 64
 Kadar Insulin = 66
 Berat Badan = 22

Dengan menggunakan MATLAB, maka hasil dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 8. Tampilan *Rule* pada Kasus

Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa jika Usia (64), Kadar Insulin (66) dan Berat Badan (22), Maka pasien menderita diabetes tipe I (0,24).

Dengan membandingkan kalkulasi manual dengan MATLAB terlihat bahwa tidak terdapat perbedaan yang berarti pada keputusan baik menggunakan MATLAB maupun secara manual. Selisih diantara keduanya disebabkan oleh pembulatan angka secara manual. Hal ini berarti sistem pengambilan keputusan tipe Diabetes menggunakan metode Mamdani pada MATLAB dapat digunakan dengan baik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Telah dibangun sebuah aplikasi dalam bidang kesehatan yaitu penentuan tipe Diabetes Melitus menggunakan *fuzzy* logic Metode Sugeno. Sistem pengambilan keputusan tipe diabetes membutuhkan variabel *Input* dan variabel *Output*. Variabel *Input* terdiri dari Usia, Kadar insulin dan Berat badan serta variabel *Output* berupa keputusan tipe diabetes pada MATLAB. Variabel-variabel menghasilkan 27 *rules* yang digunakan untuk menentukan tipe diabetes.
2. Sistem Pendukung Keputusan Tipe Diabetes Menggunakan Metode Sugeno dapat digunakan karena setelah dilakukan sebuah studi kasus diperoleh selisih nilai antara perhitungan manual dan MATLAB yang sangat kecil yaitu 0,01.

5.2. Saran

Saran-saran yang dapat diambil dari penelitian ini agar tetap dilakukan pengujian selanjutnya agar diperoleh hasil yang lebih akurat. Diharapkan variabel input yang dijadikan sebagai pendukung keputusan agar ditambah lagi. Perlu dilakukan penelitian berulang dan lebih banyak studi kasus dalam pengujiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hanna, V et al., “Hubungan pengendalian diabetes mellitus dengan kadar glukosa darah pada pasien diabetes mellitus di rsud manembo nembo bitung” *Jurnal keperawatan*, vol. 1 no. 1, pp 1–7, 2013.
- [2] Ernawati, et. al. “*Penatalaksanaan keperawatan diabetes melitus terpadu* (1st ed.)” Jakarta: *mitra wacana media*, 2013.
- [3] Damanik, b. “Sistem pendukung keputusan terapi penderita diabetes melitus type 2 dengan metode fuzzytsukamoto” *Jurnal pendidikan teknologi dan kejuruan*, pp 17-23, 2015.
- [4] Kamat, Y. et al. “Distinct clinical characteristics and therapeutic modalities for diabetic ketoacidosis in type 1 and type 2 diabetes mellitus” *Jurnal of diabetes and its complications*, pp 1-22,2016.
- [5] Handayani, “Modifikasi gaya hidup dan intervensi farmakologis dini untuk pencegahan penyakit diabetes mellitus tipe 2” *Media gizi masyarakat indonesia*, vol 1 No. 2, pp 79–93, 2012.
- [6] Arindya, P. “Aplikasi sistem inferensi fuzzy sugeno dalam memprediksi laju inflasi (studi kasus pada data inflasi Indonesia dan Bali)” *Jurnal FMIPA*, pp 1-4, 2011.

BIODATA PENULIS



Rico Adrial, S.Si., M.Si.

Lulusan Magister Fisika Medis Universitas Indonesia tahun 2013. Saat ini menjadi dosen tetap di Universitas Putera Batam pada prodi Teknik Informatika.