

IMPLEMENTASI FUZZY TSUKAMOTO DALAM MENDIAGNOSA PENYAKIT DIABETES MELITUS

Yanmas Akhir Maulana¹, Bowo Nurhadiyono²
Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Dian Nuswantoro Semarang
Jl. Nakula I No 5-11 Semarang 50131
Telp : (024) 3517361, Fax : (024) 3520165
Email : maulanayanmas@gmail.com

Abstrak

Jumlah penderita *Diabetes Mellitus* mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Hal ini dikarenakan keterlambatan diagnosa penyakit. Dan Indonesia sendiri menempati urutan ke-10 jumlah penderita diabetes terbanyak didunia. Penderita penyakit tersebut biasanya tidak menyadari kalau menderita penyakit *Diabetes Mellitus*. Pada penelitian ini, dibuat suatu sistem penegakan penyakit *Diabetes Mellitus* dengan menggunakan Metode Tsukamoto. Variabel-variabel pendukung penegakan diagnosa penyakit tersebut digunakan dalam pembentukan himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* itu akan diproses dengan Metode Tsukamoto sehingga menghasilkan suatu keputusan. Aplikasi yang dirancang telah diuji dengan melibatkan rekam medik diagnosa dari dokter, hasil keputusan yang dihasilkan aplikasi adalah sama dengan diagnosa dokter yang tertera di rekam medik. Secara umum aplikasi berbasis web ini bisa digunakan sebagai alat bantu sementara dalam penegakan diagnosa penyakit *Diabetes Mellitus*).

Kata-kunci: logika fuzzy, sistem pakar, fuzzy tsukamoto, penyakit, diabetes mellitus

Abstract

The number of diabetes mellitus patient has increased each year. This is caused by the late of diagnosing the disease. And Indonesia reached the top 10 of the highest survivor of Diabetes Mellitus around the globe. The patient usually doesnt realize that They had the Diabetes Mellitus. In this research, the author build a prevent system of the disease by using Tsukamoto's methode. The supporting variables used to forming the fuzzy's assemblage. Fuzzy's assemblage will be processed with Tsukamoto's methode to make a decision. The appllication had been tested by involved the dianosa medical records from doctors, the result is equal to doctor's that printed in medical record. Commonly, application that based on web, can be used as temporary in diagnosing Diabetes Mellitus disease.

Keyword : fuzzy's logic, expert's system, fuzzy tsukamoto, disease, Diabetes Mellitus

1. LATAR BELAKANG

Disetiap tahun, jumlah penderita diabetes semakin meningkat. Berdasarkan data dari World Health Organization (WHO), ada sekitar 347 juta orang di dunia menderita diabetes melitus, dan diperkirakan kematian yang disebabkan oleh diabetes akan meningkat dua pertiga kali diantara tahun 2008 sampai 2030. Beban diabetes melitus meningkat secara global, khususnya yang berada di negara berkembang. Dan pada tahun 2011, Indonesia menempati urutan ke-10 jumlah penderita diabetes melitus terbanyak di dunia dengan jumlah 7,3 juta jiwa dan jika hal ini berlanjut maka akan diperkirakan pada tahun 2030 penderita diabetes melitus dapat mencapai 11.8 juta jiwa. Orang dengan diabetes melitus memiliki peningkatan risiko mengembangkan sejumlah masalah kesehatan akibat komplikasi akut maupun kronik.[1]

Internasional Diabetes Federation (IDF) memperkirakan ada sebanyak 183 juta jiwa tidak menyadari bahwa dirinya mengidap penyakit diabetes melitus. Sebesar 80% orang dengan diabetes melitus tinggal di Negara dengan penghasilan rendah dan menengah. Pada tahun 2006, terdapat lebih dari 50 juta jiwa yang menderita diabetes melitus di Asia Tenggara. Jumlah penderita diabetes melitus yang paling besar berusia antara 40-59 tahun.[2]

Peningkatan jumlah diabetes disebabkan oleh keterlambatan diagnosis dan juga karena pola hidup yang tidak sehat. konsep dari fuzzy logic sangat fleksibel terhadap data-data yang kurang tepat serta didasarkan pada bahasa alami. Karena itu dibutuhkan suatu sistem sebagai alat bantu dalam penentuan apakah pasien itu menderita diabetes melitus atau tidak dengan menggunakan konsep fuzzy logic. Sistem yang digunakan sebagai alat bantu adalah sistem pakar. Pada penelitian ini akan diterapkan suatu metode tsukamoto karena fuzzy tsukamoto merupakan salah satu metode yang sangat fleksibel dan memiliki toleransi pada data yang ada. Fuzzy tsukamoto memiliki kelebihan yaitu lebih intuitif, diterima oleh banyak pihak, lebih cocok untuk

masukannya yang diterima dari manusia bukan mesin.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kecerdasan Buatan

Artificial Intelligence yaitu intelligence adalah kata yang berarti cerdas, sedangkan artificial artinya buatan. Kecerdasan Buatan yang dimaksud di sini merujuk pada mesin yang mampu berpikir, menimbang tindakan yang akan diambil, dan mampu mengambil keputusan seperti yang dilakukan oleh manusia.[3]. Para ilmuwan memiliki dua pandangan yang berbeda tentang Artificial Intelligence (kecerdasan buatan). Yang pertama adalah memandang AI sebagai bidang ilmu yang hanya fokus pada proses berfikir. Sedangkan yang kedua adalah memandang AI sebagai bidang ilmu yang fokus pada tingkah laku [3]. Sebagai buktinya ada beberapa macam alat atau produk yang memakai kecerdasan buatan.

2.2. Sistem Pakar

Sistem pakar adalah suatu sistem yang dirancang untuk dapat menirukan keahlian seorang pakar dalam menjawab pertanyaan dan memecahkan suatu masalah. Sistem pakar akan memberikan pemecahan suatu masalah yang didapat dari dialog dengan pengguna. Dengan bantuan sistem pakar seseorang yang bukan pakar/ahli dapat menjawab pertanyaan, menyelesaikan masalah serta mengambil keputusan yang biasanya dilakukan oleh seorang pakar. Istilah sistem pakar berasal dari istilah knowledge-based expert system. Istilah ini muncul karena untuk memecahkan masalah, sistem pakar menggunakan pengetahuan seorang pakar yang dimasukkan ke dalam komputer. Seorang yang bukan pakar menggunakan sistem pakar untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, sedangkan seorang pakar menggunakan sistem pakar untuk knowledge assistant.[3].

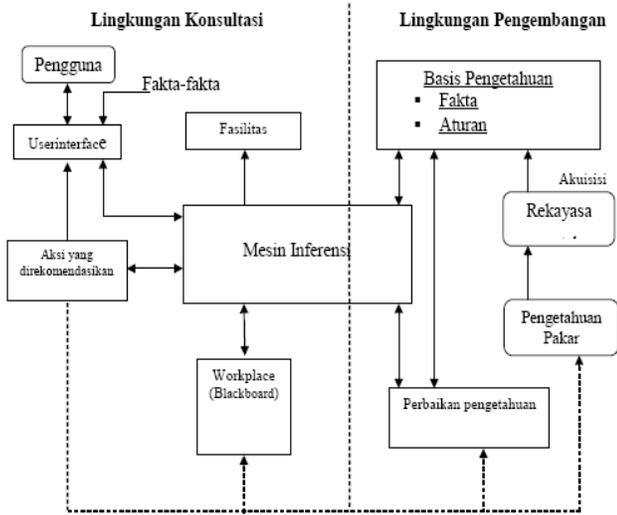
2.2.1. Komponen Utama Sistem Pakar

Sistem pakar terdiri dari beberapa bagian utama[5]:

1. Lingkungan pengembangan yang digunakan dalam sistem pakar untuk membangun

komponen-komponennya dan menempatkan pengetahuan dalam basisnya.

2. Lingkungan konsultasi yang digunakan oleh pemakai untuk mendapatkan informasi atau pengetahuan dari pakar.



Gambar 1 Komponen sistem pakar

1. **Basis pengetahuan**
Berisi tentang pengetahuan-pengetahuan untuk memahami dan memformulasikan dalam penyelesaian masalah.
2. **Mesin Inferensi**
Mesin inferensi berguna untuk melakukan pencarian pengetahuan yang berdasarkan pada basis pengetahuan yang ada guna mendapatkan kesimpulan tertentu.
3. **Workplace**
Workplace digunakan untuk merekam masalah dan menulis hasil sementara sebelum memperoleh solusi terakhir.
4. **Akuisisi Pengetahuan**
Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan kedalam program komputer.
5. **Antarmuka Pengguna/ pemakai**
Digunakan sebagai media komunikasi antara sistem dan user. Komunikasi akan lebih bagus dan mudah dipahami apabila menggunakan bahasa alami dan dilengkapi dengan grafik, menu dan formulir elektronik. Karena pada bagian ini akan terjadi interaksi antara sistem dan user.
6. **Fasilitas Penjelasan**

Berguna untuk memberikan penjelasan bagi pengguna, bagaimana cara mengambil suatu kesimpulan. kemampuan ini dibutuhkan pengguna untuk mengetahui proses pemindahan keahlian pakar atau dalam pemecahan persoalan.

7. **Perbaikan Pengetahuan**

Pakar memiliki kemampuan untuk menganalisa serta meningkatkan kinerjanya dan kemampuan untuk belajar dari kinerjanya. Kemampuan tersebut sangat penting saat pembelajaran terkomputerisasi, sehingga program bisa mampu menganalisis penyebab kesuksesan dan kegagalan yang dialaminya.

2.3. Logika Fuzzy

Konsep tentang logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada tahun 1962. Logika fuzzy adalah metodologi sistem kontrol untuk memecahkan masalah, cocok untuk diimplementasikan pada sistem, sistem yang sederhana, embedded system, sistem kecil, jaringan PC, multi-channel atau workstation berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol. Metodologi ini dapat diterapkan pada perangkat keras dan perangkat lunak maupun kombinasi keduanya. Dalam logika klasis dinyatakan segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan tidak lebih, “Benar atau Salah”, “Ya atau Tidak”, “Baik atau Buruk”, dan lain-lain. Karena itu, semua dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Tetapi, dalam logika fuzzy dimungkinkan nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 1. Artinya, bisa saja keadaan mempunyai dua nilai “Ya dan Tidak”, “Benar dan Salah”, “Baik dan Buruk” secara bersamaan, tetapi besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimiliki. Logika fuzzy bisa digunakan di berbagai bidang, missal seperti pada sistem diagnosis penyakit (dalam bidang kedokteran), riset operasi (dalam bidang ekonomi), pemodelan sistem pemasaran, prediksi terjadinya gempa bumi, kendali kualitas air,

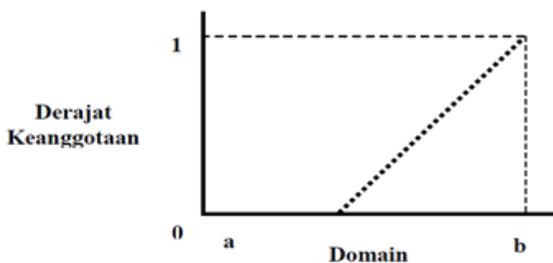
klasifikasi dan pencocokan pola (dalam bidang teknik). [3]

2.4. Fungsi Keanggotaan

Fungsi Keanggotaan merupakan grafik yang mewakili besarnya derajat keanggotaan yang masing-masing variable input berada dalam interval antara 0 dan 1. Derajat keanggotaan adalah sebuah variable x yang diasambung dengan symbol $\mu(x)$. Rule ini menggunakan nilai keanggotaan sebagai factor bobot untuk menentukan pengaruh pada saat melakukan inferensi dan untuk menarik sebuah kesimpulan. Beberapa fungsi keanggotaan yang digunakan, diantaranya adalah:[3]

2.4.1. Grafik Keanggotaan Kurva Linier

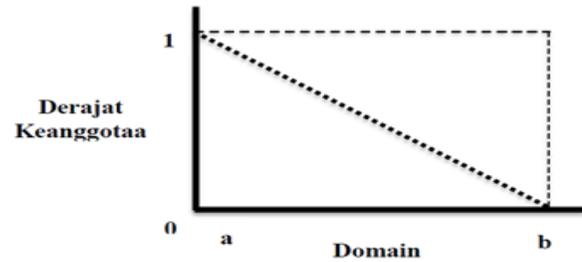
Grafik Keanggotaan linier, adalah sebuah variable input yang dimasukan ke derajat keanggotaannya dengan digambarkan sebagai satu garis lurus. Terdapat 2 grafik keanggotaan linier. Pertama, grafik keanggotaan kurva linier naik, yaitu kenaikan himpunan fuzzy yang dimulai pada nilai domain yang memiliki nilai nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki nilai lebih tinggi.[3]



Gambar 2 Kurva Linier Turun

Keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; x \geq b \end{cases}$$

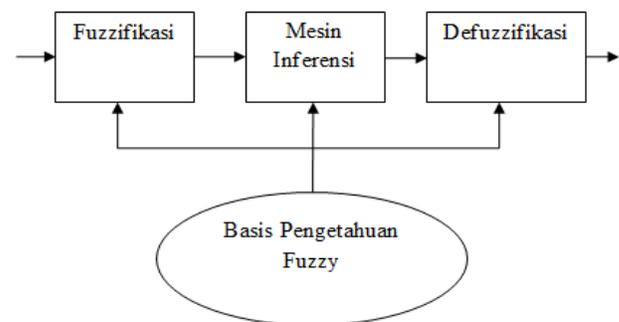


Gambar 3 Kurva Linier Naik

Keanggotaan

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ 0 & ; x \geq b \end{cases}$$

2.5. Cara Kerja Logik Fuzzy



Gambar 3 Cara Kerja Logika Fuzzy

Keterangan:

Basis Pengetahuan Fuzzy adalah kumpulan rule-rule Fuzzy dalam bentuk pernyataan IF...THEN.[3]

Fuzzifikasi adalah sebuah proses untuk merubah input sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi sebuah variabel linguistic menggunakan suatu fungsi keanggotaan yang dapat disimpan dalam basis pengetahuan fuzzy.[3]

Mesin Inferensi adalah suatu proses untuk merubah input fuzzy kedalam output fuzzy dengan mengikuti aturan aturan (IF-THEN Rules) yang sudah ditetapkan.[3]

Defuzzifikasi adalah mengubah output fuzzy yang didapat dari mesin inferensi untuk dijadikan nilai tegas menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai pada saat dilakukan fuzzifikasi. [3]

Berikut beberapa cara kerja logika fuzzy :

- i. Fuzzifikasi [3]

- ii. Pembentukan basis pengetahuan fuzzy (Rule dalam bentuk IF...THEN) [3]
- iii. Mesin Inferensi (fungsi implikasi Max-Min atau Dot-Product)
- iv. Defuzzyfikasi

Banyak cara untuk melakukan defuzzyfikasi, diantaranya metode berikut.

- a. Metode Rata-Rata (*Average*) [3]

$$z^* = \frac{\sum \mu_i z_1}{\sum \mu_i}$$

- b. Metode Titik Tengah (*Center Of Area*) [3]

$$z^* = \frac{\int \mu(z)zdz}{\int \mu(z)dz}$$

3. METODE PENELITIAN

3.1. Descriptive Research

Penelitian deskriptif adalah metode penelitian yang digunakan untuk menemukan pengetahuan yang seluas-luasnya terhadap objek penelitian pada suatu masa tertentu. Sedangkan menurut Punaji Setyosari ia menjelaskan bahwa penelitian deskriptif adalah penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan suatu keadaan, peristiwa, objek apakah orang atau segala sesuatu yang terkait dengan variabel-variabel yang bisa dijelaskan baik dengan angka-angka maupun kata-kata.

Hal senada juga dikemukakan oleh Best bahwa penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang berusaha menggambarkan dan menginterpretasi objek sesuai kenyataan[12].

Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang hasil diolah dan dianalisis untuk diambil kesimpulannya. Artinya penelitian diolah dengan menekankan analisisnya pada data-data numerik (angka) sehingga diketahui hubungan yang signifikan pada variabel tersebut dan memperjelas objek yang diteliti dengan adanya penelitian.

3.2. Langkah-langkah Descriptive Research

3.2.1. Deskripsi Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui diagnosa penyakit diabetes melitus sehingga dapat membantu pihak rumah sakit atau pasien. Dalam mendiagnosa penyakit diabetes melitus menggunakan metode tsukamoto dalam pengolahan data inputan yang didapatkan dari rumah sakit tersebut.

3.2.2. Jenis Data dan Sumber Data

3.2.2.1 Jenis Data

Menurut Prof. Dr. Sugiono [13] ; data kuantitatif adalah suatu metode penelitian yang data penelitiannya berupa angka-angka dan analisisnya menggunakan statistik.

Menurut Williams[14]: data kuantitatif adalah data yang didapat dari pendekatan di dalam usulan penelitian, proses, hipotesis, analisis data dan kesimpulan sampai penulisannya menggunakan aspek pengukuran, perhitungan rumus dan kepastian data numeric

Dari kesimpulan diatas maka jenis data yang saya gunakan adalah data kuantitatif, karena data yang diperoleh yaitu data mengenai pasien yang berbentuk numerik.

3.2.2.2 Sumber data

a. Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari objek yang diteliti atau baik yang dilakukan secara wawancara, pengamatan, pencatatan atau penelitian pada objek yaitu kadar gula penyakit diabetes.

Data primer yang didapatkan yaitu data kadar gula penyakit diabetes antara lain : gula darah puasa, gula plasma puasa, gula darah 2jm pp, dan HbA1c. Data tersebut didapat dari pakar di RSUD. Tugurejo Semarang dengan wawancara.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung terhadap sumber informasi melalui media perantara. Data sekunder biasanya berupa data catatan ataupun

laporan historis yang dipublikasikan maupun tidak dipublikasikan, data sekunder digunakan hanya untuk pelengkap teori dari data primer yang diperoleh dari buku-buku, laporan skripsi lain, dan internet berupa pengertian, definisi dan konsep-konsep yang berhubungan dengan penyusunan tugas akhir ini.

3.2.3 Teknik Pengumpulan data

Sesuai dengan sumber data dan penyusunan tugas akhir ini maka dalam penulisan dan pengumpulan data menggunakan beberapa metode, antara lain.

a. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah metode dimana perolehan data-datanya melalui buku-buku atau jurnal yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

Data yang diperoleh dari buku-buku dan jurnal-jurnal mengenai logika fuzzy tsukamoto dan diabetes melitus.

b. Wawancara

Metode yang dilakukan untuk mengumpulkan sebuah informasi yang dilakukan dengan cara bertanya langsung secara lisan maupun tulisan terhadap yang berkaitan dengan diabetes melitus.

Data yang dapat disimpulkan dari hasil wawancara adalah data-data mengenai variabel apa saja yang diperlukan untuk menentukan diabetes melitus.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian.

Dalam penyusunan penerapan logika fuzzy tsukamoto untuk menentukan penyakit diabetes ini penulis melakukan beberapa langkah untuk mendapatkan data yang valid dalam penyusunannya. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan output diabetes yang diharapkan. Setelah dilakukan penghitungan dan percobaan, maka didapatkan cara untuk mendiagnosa diabetes dengan menggunakan metode fuzzy tsukamoto.

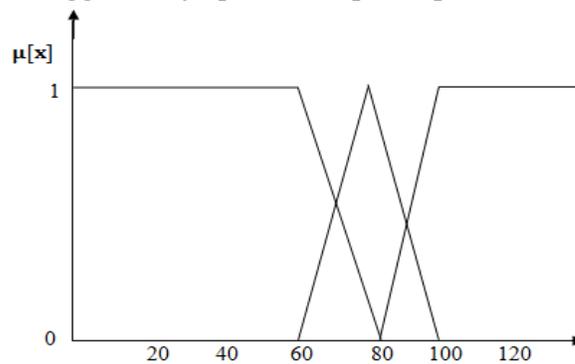
4.1.1. Menentukan Himpunan Fuzzy

Tabel 1 Variabel Input

No	Variabel Fuzzy	Himpunan Fuzzy		
		Rendah	Sedang	Tinggi
1	Gula Darah Puasa (mg/dl)	<60	$60 \leq GDP \leq 100$	>100
2	Gula Plasma Puasa (mg/dl)	<80	$80 \leq GPP \leq 120$	>120
3	Gula Darah 2 jam PP (mg/dl)	<90	$90 \leq GD \leq 130$	>130
4	Kadar HbA1c (mg/dl)	<4.5	$4.5 \leq HbA1c \leq 6.5$	>6.5

1. Variabel Gula Darah Puasa

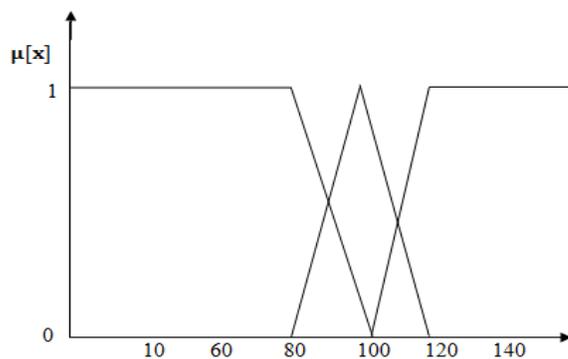
Variabel Gula darah puasa memiliki tiga, kategori yaitu Rendah (< 60), Sedang ($60 \leq GDP \leq 100$), Tinggi (>100). Dari pembagian kategori ini nantinya dapat diketahui fungsi keanggotaannya pada setiap himpunan fuzzy.



Gambar 4 Membership Gula Darah Puasa

2. Variabel Gula Plasma Puasa

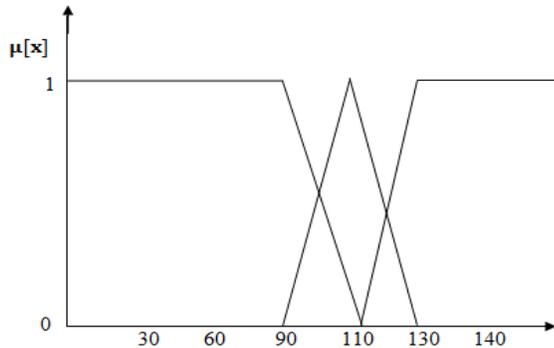
Variabel Gula plasma puasa memiliki 3, kategori yaitu rendah (< 80), sedang ($80 \leq GDP \leq 120$), tinggi (>120). Dari pembagian kategori ini nantinya dapat diketahui fungsi keanggotaannya pada setiap himpunan fuzzy.



Gambar 5 Membership Gula Plasma Puasa

3. Variabel Gula Darah 2jm PP

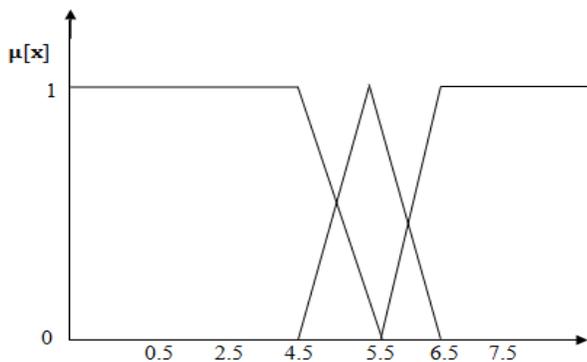
Variabel Gula 2 jam plasma puasa memiliki 3, kategori yaitu rendah (< 90), sedang ($90 \leq GDP \leq 130$), tinggi (> 130). Dari pembagian kategori ini nantinya dapat diketahui fungsi keanggotaannya pada setiap himpunan fuzzy.



Gambar 6 Membership Gula Darah 2jm PP

4. Variabe HbA1c

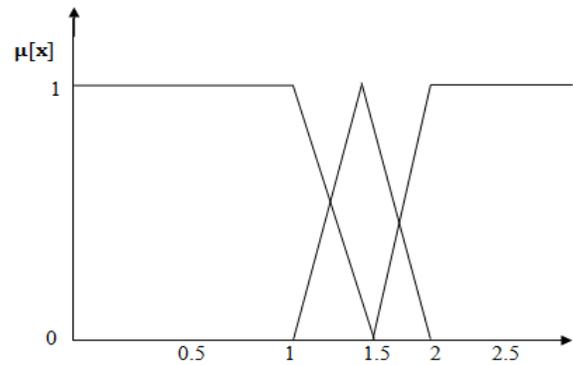
Variabel Kadar HbA1c memiliki 3, kategori yaitu rendah (< 4.5), sedang ($4.5 \leq GDP \leq 6.5$), tinggi (> 6.5). Dari pembagian kategori ini nantinya dapat diketahui fungsi keanggotaannya pada setiap himpunan fuzzy.



Gambar 7 Membership HbA1c

5. Variabel Output

Variabel output diabetes memiliki 3, kategori yaitu rendah ($0 \leq Guladarah-Rendah \leq 1$), sedang ($1 \leq Normal \leq 2$), tinggi ($2 \leq Positif \leq 3$). Dari pembagian kategori ini nantinya dapat diketahui fungsi keanggotaannya pada setiap himpunan fuzzy.



Gambar 8 Membership Output

4.1.2. Tahapan Pembentukan Rule

Data yang sudah didapat kemudian diolah dengan menentukan fungsi keanggotaan input dan output. Input terdiri dari data gula darah puasa, gula plasma puasa, gula darah 2jm paska puasa dan HbA1c, outputnya adalah Diagnosa.

Setiap fungsi keanggotaan memiliki variabel linguistik. Variabel linguistik dari beberapa inputan adalah sebagai berikut:

- Inputan Gula Darah Puasa: RENDAH, SEDANG, dan TINGGI
- Inputan Gula Plasma Puas: RENDAH, SEDANG, dan TINGGI
- Inputan Gula Darah 2jm PP: RENDAH, SEDANG, dan TINGGI
- Inputan HbA1c: RENDAH, SEDANG, dan TINGGI

Sedangkan variabel output diagnosa adalah GULADARAH-RENDAH, NORMAL, dan POSITIF

Berdasarkan unit penalaran pada inferensi fuzzy yang berbentuk adalah:

Jika v adalah A, dan w adalah B, dan x adalah C, dan y adalah D, maka z adalah E

Jika v dikaitkan dengan variabel Gula Darah Puasa dan A adalah nilai-nilai linguistiknya, w dikaitkan dengan variabel Gula Plasma Puasa dan B adalah nilai-nilai linguistiknya, x dikaitkan dengan variabel Gula Darah 2jm PP dan C adalah nilai-nilai linguistiknya, y dikaitkan dengan HbA1c dan D adalah nilai linguistiknya, dan z

dikaitkan dengan Diagnosa dan E adalah nilai linguistiknya, maka aturan-aturan rule dapat terbentuk.

4.1.3. Mesin Inferensi

Dalam proses inferensi metode fuzzy Tsukamoto menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap rules ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$).

Kemudian masing – masing nilai α -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (crisp) masing- masing rules ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$).

4.1.4. Defuzzifikasi

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

sebagai output. Dan metode Average (rata- rata), dimana solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata (z) daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan:

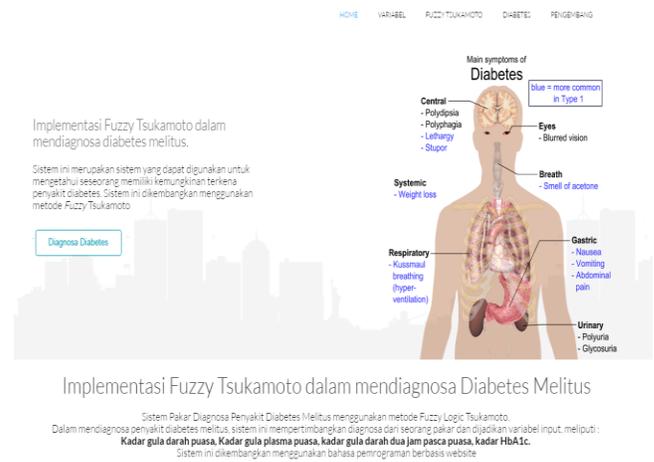
$$z = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

Dari tahapan-tahapan proses yang telah dilakukan maka akan mendapatkan output diagnosa Diabetes Melitus.

4.2. Hasil Implementasai Sistem

4.2.1. Tampilan Menu Utama

Implementasian program dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman berbasis web sebagai alat implementasi logika fuzzy untuk mendiagnosa penyakit diabetes melitus . Berikut adalah hasil implementasi metode Tsukamoto dalam mendiagnosa penyakit diabetes melitus.



Gambar 9 Tampilan Utama Program

4.2.2. Menu Halaman Variabel

Halaman menu variabel ini adalah halaman dimana user dapat melihat variable apa saja yang akan di inputkan kedalam diagnosa. Seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 10 Halaman Variabel

4.2.3. Menu Halaman Fuzzy Tsukamoto

Halaman menu Fuzzy Tsukamoto ini adalah halaman dimana user dapat mengetahui pengertian dr *Fuzzy* Tsukamoto. Seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 11 Halaman *Fuzzy Tsukamoto*

4.2.4. Halaman Diabetes

Halaman menu Diabetes ini adalah halaman dimana user dapat mengetahui pengertian dr penyakit diabetes melitus. Seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 12 Halaman Diabetes

4.2.5. Halaman Pengembang

Halaman menu Pengembang ini adalah halaman dimana user dapat melihat pengembang dr sistem ini. Seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 13 Halaman Pengembang

4.2.6. Halaman Diagnosa

Pada halaman ini dimana user dapat melakukan diagnosa penyakit diabetes melitus dengan inputan nilai gula darah puasa, gula plasma puasa, gula darah 2jm paska puasa, dan HbA1c. Seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 14 Diagnosa Diabetes Melitus

5. KESIMPUL DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perancangan sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit diabetes melitus tersebut, maka penulis menarik kesimpulan sebagai berikut :

Penerapan metode fuzzy tsukamoto telah terbukti mampu mendiagnosa penyakit diabetes melitus. Karena setelah dilakukan pengujian MAPE (

Mean Absolute Percentage Error) diketahui hasil dari pengujian tersebut memiliki tingkat akurasi sebesar 87% . Dengan ini sistem pakar yang dihasilkan bisa digunakan sebagai alat bantu sementara untuk diagnosa penyakit diabetes melitus.

5.2 Saran

Adapun Saran yang diberikan penulis kepada peneliti selanjutnya guna untuk melakukan pengembangan penelitian antara lain adalah sebagai berikut :

1. Sistem ini menerapkan metode *fuzzy tsukamoto* untuk mediagnosa penyakit diabetes militus dan masih jauh dari kesempurnaan, diharapkan peneliti kedepan dapat menggunakan metode lain serta menambahkan aturan *fuzzy* pada inferensinya, sehingga hasil yang diperoleh semakin akurat..
2. Penerapan logika fuzzy tsukamoto untuk mendiagnosa penyakit diabetes militus ini masih sangat sederhana diharapkan penelitian ini dikembangkan secara lebih luas dengan cara mengumpulkan data mengenai penyakit diabetes mellitus dari beberapa ahli/spesialis untuk lebih valid dalam penentuan variabel dan rule.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur-fitur yang belum ada atau bisa menambahkan interface yang lebih baik, yang diharapkan agar dapat membantu user dalam menggunakannya.
4. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan membuat aplikasi menggunakan bahasa pemrograman lain yang lebih baik dan komplek.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] John S.Kekenusa, Budi T.Ratag dan Gloria Wuwungan, 2013, “Analisis Hubungan Antara Umur Dan Riwayat Keluarga Menderita DM Dengan Kejadian Penyakit DM Tipe 2 Pada Pasien Rawat Jalan Di Poliklinik Penyakit Dalam Blu RSUP PROF. DR. R.D Kandou Manado”.
- [2] Fitriyani, 2012, “ Faktor resiko Diabetes Militus Tipe 2 Di Pukesmas Kecamatan Citangkil Dan Pukesmas Kecamatan pulo Merak, Kota Cilegon”.
- [3] T. Sutojo, Edy Mulyanto dan Vincent Suhartono, 2011, “Kecerdasan Buatan”, Semarang: Andi Offset.
- [4] Fauzan Masykur, 2012, ‘Implementasi sistem Pakar iagnosis Penyakit diabetes Militus menggunakan Metode Fuzzy logic Berbasis Web”.
- [5] Rengga Gusti Ari Wibowo, 2014, “Sistem Pakar Diagnosa Tingkat Resiko Penyakit Rabies Pada Anjing Menggunakan Metode Fuzzy Inference Sistem (FIS) Tsukamoto.”
- [6] Fasrul Rahman Ansori, “Klasifikasi Penerimaan Beasiswa Dengan Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto (Studi Kasus Politeknik Kesehatan Kementrian Kesehatan Semarang).” 2014.
- [7] Muhammad Mulyono, 2014, “Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Harga Mobil Toyota Avanza 1.3 G M/T Bekas”.
- [8] Mutiara Permana Pratiwi, 2014, “Analisa Kelayakan Truk Pengangkut Material Alam PT. Arga Wastu Sluke – Rembang Menggunakan Fuzzy Logic Tsukamoto.”
- [9] Shara Kurnia Trisnawati, dan Soedijono Setyorogo, 2012, “Faktor Resiko Kejadian Diabetes Militus Tipe II Di Pukesmas kecamatan Cengkareng Jakarta Barat”.
- [10] Windha Widyastuti, 2012, “ Hubungan Antara Depresi Dengan Kepatuhan melaksanakan Diit Pada diabetisi di Pekalongan”.
- [11] Miftahus Sholihun, Nurul Fuad dan Khamiliyah, 2013, “Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Warga Penerima Jamkesmas Dengan metode Fuzzy

Tsukamoto”.

- [12] Hidayat syah, 2010, “Pengantar Umum Metodologi Penelitian Pendidikan Pendekatan Verivikatif”, Pekanbaru : Suska Pres.
- [13] Prof. Dr. Sugiono, 2010, “Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D”, Bandung: Alfabeta.
- [14] William D.C, 2006, “Naturalistic Inquiry Materialis”, Bandung: FPS IKIP Bandung.