

# Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Dalam Diagnosa Penyakit Demam Berdarah

Dwi Otik Kurniawati\*<sup>1</sup>, Tino Feri Efendi<sup>2</sup>

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Institut Teknologi Bisnis AAS Indonesia

E-mail: \*[198610232019032003@uin-suka.ac.id](mailto:198610232019032003@uin-suka.ac.id), [tinoferi8@gmail.com](mailto:tinoferi8@gmail.com)

## **Abstrak**

Kesehatan merupakan hal yang sangat penting bagi setiap manusia. Pengetahuan tentang cara menjaga kesehatan merupakan bagian penting agar terhindar dari berbagai macam penyakit. Namun disamping pengetahuan terhadap cara menjaga kesehatan, pengetahuan tentang gejala penyakitpun juga menjadi modal penting. Pengetahuan setiap gejala penyakit yang terjadi pada tubuh, mampu memberikan kesehatan yang lebih panjang karena dapat di obati sedini mungkin sehingga terhindar dari kematian. Akan tetapi beberapa penyakit memiliki gejala yang hampir sama sehingga tidak dapat dibedakan, kecuali dari hasil laboratorium. Dengan metode fuzzy tsukamoto, diharapkan mampu membantu memastikan bahwa penyakit yang dialami pasien adalah Demam Berdarah atau Demam Bukan Demam Berdarah. Cara mendeteksi penyakit Demam Berdarah menggunakan metode Tsukamoto adalah dengan menentukan himpunan fuzzy dan domain yang meliputi 4 variabel yaitu leukosit, hemoglobin, hematokrit dan trombosit. Output dari perhitungan fuzzy adalah seseorang mengalami Demam Berdarah atau Demam/Bukan Demam Berdarah. Nilai yang didapatkan dari proses perhitungan menggunakan metode Tsukamoto adalah 1.

**Kata Kunci**—demam berdarah; fuzzy tsukamoto; diagnosa

## **Abstract**

Health is very important for every people. Knowledge of how to maintain health is an important part to avoid various kinds of diseases. But in addition to knowledge of how to maintain health, knowledge of the symptoms of the disease is also an important asset. Knowledge of every symptom of disease that occurs in the body is able to provide longer health because it can be treated as early as possible so as to avoid death. However, some diseases have almost the same symptoms so that they cannot be distinguished, except from laboratory results. With the fuzzy tsukamoto method, it is hoped that it can help ensure that the disease experienced by the patient is Dengue Fever or Non-Dengue Fever. How to detect Dengue Fever using the Tsukamoto method is to determine a fuzzy set and a domain that includes 4 variables, namely leukocytes, hemoglobin, hematocrit and platelets. The output of the fuzzy calculation is that someone has Dengue Fever or Fever/Not Dengue Fever. The value obtained from the calculation process using the Tsukamoto method is 1.

**Keywords**—dengue fever; fuzzy tsukamoto; diagnosis

## 1. PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan investasi yang mahal, akan tetapi tidak hanya cukup untuk gaya hidup sehat namun pengetahuan tentang penyakit dan gejalanya harus menjadi modal agar tidak telambat dalam menangani suatu penyakit. Akan tetapi tidak semua penyakit langsung mudah dikenali, terkadang gejalanya baru muncul di beberapa hari kemudian dan bisa saja itu dalam fase kritis. Salah satu penyakit yang memiliki kemiripan gejala adalah demam berdarah dengue dan demam. Demam Berdarah Dengue dan Demam berdarah memiliki gejala yang hampir sama, sehingga perlu uji laboratorium untuk memastikannya. Dengan sistem yang menerapkan metode fuzzy tsukamoto, diharapkan dapat memberikan kepastian penyakit yang dialami pasien.

Sampai Januari 2021 kasus Demam Berdarah Dengue tersebar di 472 kabupaten/kota di 34 Provinsi. Kematian karena Demam Berdarah Dengue ada di 46% kabupaten/kota. Kasus Demam Berdarah Dengue sampai dengan Bulan Ke-2 sebanyak 95.893, sementara jumlah kematian akibat Demam Berdarah Dengue sampai dengan Bulan Ke-2 sebanyak 661. Info terbaru DBD bulan November 2020 ada lebih dari 50 bertambahnya kasus DBD dan 1 bertambahnya kematian yang disebabkan oleh DBD dimana 377 kabupaten/kota sudah mencapai kurang dari 49/100.000 penduduk [1].

Pada penelitian yang dilakukan di Desa Tunggul Sari Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal, meneliti pengetahuan masyarakat tentang apa itu DBD. Penelitian ini dilakukan kepada masyarakat yang pernah sakit Demam Berdarah Dengue ataupun belum pernah sakit Demam Berdarah Dengue. Hasilnya sebagian besar yaitu 40% dari responden yang belum pernah sakit Demam Berdarah Dengue memiliki pengetahuan tentang DBD. Sedangkan hanya 8,4% responden yang pernah memiliki riwayat sakit Demam Berdarah Dengue yang memiliki pengetahuan tentang Demam Berdarah [2].

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Berbagai masalah penelitian telah dapat diselesaikan dengan baik, efisien dan dapat meringankan pekerjaan. Ini bukan hanya tampak seperti maya namun jelas terlihat solusinya. Seperti kegiatan jual beli [3]. Metode Fuzzy Tsukamoto dapat diaplikasikan ke dalam sistem pakar, salah satunya Mendiagnosa Penyakit Saluran Pernafasan. Sistem Pakar ini dapat untuk membantu dalam mendiagnosa penyakit saluran pernapasan yang dialami oleh pasien karena hasil dari sistem pakar yang menggunakan metode fuzzy tsukamoto yang telah dikembangkan tidak banyak berbeda dengan sistem diagnosa saluran pernapasan yang sudah ada. Berdasarkan hasil perkiraan penyakit saluran pernapasan pada sistem pakar yang menggunakan metode fuzzy tsukamoto dengan sistem manual yang telah ada maka tingkat keakuratan sistem sangat baik adalah 80% [4]. Cara mengetahui penyakit Rubella menggunakan metode Tsukamoto adalah dengan cara menentukan himpunan fuzzy dan domainnya yang meliputi 3 variabel yaitu demam, ruam merah, dan pembesaran kelenjar getah bening. Keluaran dari perhitungan fuzzy tsukamoto adalah seseorang mengalami tanda-tanda Rubella atau normal. Nilai yang didapatkan dari proses perhitungan yang telah menggunakan metode Tsukamoto adalah 6.00 [5]. Penelitian yang dilakukan untuk menentukan alat kontrasepsi seseorang dengan menggunakan kriteria salah satunya riwayat penyakit yang dimiliki, berdasarkan aturan-aturan yang telah ditentukan sebelumnya. Dengan menerapkan Metode Fuzzy Tsukamoto yang didalamnya berisi pada aturan yang berbentuk IF-THEN (Jika-Maka) yang diwakilkan himpunan samar dengan fungsi keanggotaan yang berulang-ulang, serta kriteria dan Rules yang digunakan untuk menentukan luarannya. Maka hasil akhirnya memiliki keakuratan sebesar 92% [6].

Metode Fuzzy Tsukamoto tidak hanya dapat digunakan dalam aplikasi sistem penyakitnya saja, bahkan lebih bervariasi salah satunya untuk menyeleksi karyawan yang masuk ke dalam sebuah perusahaan. Dengan Metode fuzzy inference system Tsukamoto yang dipakai pada sistem ini, untuk menentukan karyawan yang akan diterima perusahaan. Hasil dari penerapan Metode fuzzy inference system Tsukamoto yaitu perbandingan antara dengan fuzzy dan pakar terhadap sistem menghasilkan urutan yang berbeda. Hasilnya sistem yang telah dikembangkan memiliki keakuratan sebesar 0,952. Ini diperoleh setelah melakukan uji korelasi,

ini berarti bahawa sistem yang dikembangkan sangat akurat [7]. Selain sistem uji kelayakan karyawan, metode fuzzy tsukamoto digunakan untuk penerapan pengoptimalan sebuah sistem stok ayam potong pada rumah makan. Sistem telah dirancang telah melalui analisa sistem menggunakan alur sistem, rancangan masukan keluaran dan aplikasi dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP. Hasilnya memiliki keakuratan lebih dari 70% dengan rata-rata akurasi sebesar 93%. Keakuratan sistem telah dibuktikan tingkat kevaliditasnya bahwa perangkat lunak yang dibuat tidak ada kesalahan dalam tahapan-tahapannya. Ini sesuai dengan yang diharapkan. Sehingga perhitungan optimasi pada sistem sesuai dengan hasil perhitungan manual [8].

Sudah banyak sistem analisis dibuat untuk membantu mendukung keputusan suatu penyakit metode fuzzy, beberapa diantaranya : Mengidentifikasi citra dari sel darah menggunakan ekstraksi ciri Gray Level Co-occurrence Matrix. Empat karakteristik seperti energi, homogenitas, kontras dan korelasi dapat dihasilkan oleh Gray Level Co-occurrence Matrix dengan empat. Nilai keempat karakteristik tersebut kemudian digunakan untuk mengidentifikasi penyakit. Hasil identifikasi menggunakan logika fuzzy mamdani pada identifikasi penyakit darah menghasilkan keakuratan sebesar 93.75% untuk data pelatihan dan 100% untuk data uji [9]. Membuat sebuah sistem aplikasi analisis medik dengan metode logika fuzzy sugeno, yang digunakan untuk membantu dokter mendeteksi penyakit hipertensi menggunakan informasi data pasien yang diperoleh dari klinik [10]. Sistem Fuzzy juga dapat diaplikasikan dalam sistem pendukung keputusan. Sistem yang dibuat salah satunya dapat digunakan untuk menentukan seorang pasien memiliki resiko penyakit darah tinggi atau bahkan memiliki penyakit darah tinggi (Hartati dan Fani, 2016). Metode Fuzzy Mamdani diterapkan kedalam sebuah sistem yang menentukan seberapa besar resiko penyakit Demam Berdarah Dengue dalam suatu wilayah. Jumlah variabel yang digunakan dalam sistem ini ada 6 variabel. Masing-masing variabel terdiri dari 3 himpunan yang menghasilkan 729 rule. Hasil pengujiannya 100% telah berhasil dan sesuai dengan yang diharapkan [11].

Salah satu penyebab terbesar angka kematian disebabkan oleh penyakit diabetes melitus. Untuk mendiagnosa diabetes melitus dapat menggunakan sistem pakar dengan Metode Certainty Factor. Sistem pakar yang dirancang berdasarkan gejala-gejala yang terjadi dengan tingkat kepercayaan yang telah ditentukan oleh pakar terhadap tanda-tanda gejala yang mempengaruhi terjadinya suatu penyakit tersebut. Sistem ini dapat berjalan optimal jika faktor kepastian pada setiap gejala yang diderita oleh pasien dengan penyakit diabetes melitus yang ada telah didefinisikan dengan baik oleh para pakar [12].

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam metode penelitian ini menjelaskan berbagai unsur yang digunakan dalam penelitian serta aktivitas yang dilakukan selama proses penelitian dilakukan dengan beberapa pendekatan yaitu kuantitatif dan kualitatif. Penelitian ini juga dilakukan secara kuantitatif dengan mengambil topik tentang kecerdasan buatan. Penelitian ini memerlukan struktur pendukung berupa langkah-langkah yang akan dilakukan dalam menjawab rumusan masalah.

### 2.1. Alat dan Bahan

Dalam melakukan penelitian ini tidak ada alat penelitian khusus yang harus dipenuhi, Komputer dan laptop dengan spesifikasi sederhana mampu mengakomodir kebutuhan dalam penelitian. Jaringan internet untuk digunakan mencari pustaka atau sumber penelitian. Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data-data berupa hasil pemeriksaan laboratorium pada pasien. Dalam penelitian ini data yang digunakan bersumber dari data pasien yang telah melakukan pemeriksaan hasil pemeriksaan laboratorium. Pemeriksaan tersebut dilakukan di Klinik SWA yang beralamat Jl. Salak/ Turi KM. 4 Kadisobo Trimulyo Sleman

*2.2. Pengumpulan Data*

Data penelitian ini dikumpulkan dengan menggunakan metode wawancara dan rekap data. Wawancara, langkah ini dilakukan untuk mendapatkan informasi terkait berdasarkan permasalahan dalam menentukan penyakit demam berdarah. Dalam hal ini wawancara dilakukan dengan dokter yang memahami penyakit demam berdarah. Metode berikutnya rekap data hasil laboratorium, langkah ini dilakukan untuk mendapatkan data penelitian, data berisi 4 atribut dengan total data 50 pasien.

*2.3. Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto*

Pada tahapan penerapan metode Fuzzy Logic Tsukamoto. Input yang diberikan berupa kriteria-kriteria dari hasil laboratorium pasien hanya trombosit (PLT), leukosit (WBC), hematorit (HCT) dan hemoglobin. Rekomendasi diberikan berdasarkan kriteria dari pasien dan rules sebanyak 80 buah. Trombosit (PLT) merupakan bagian darah yang berperan dalam proses pembekuan darah selain itu trombosit juga berperan untuk memperkuat daya tahan tubuh. Hematokrit adalah perbandingan persentase antara sel darah merah, sel darah putih dan trombosit terhadap volume seluruh darah atau konsentrasi (%) eritrosit dalam 100mL/dL keseluruhan darah. Hemoglobin adalah sel yang membentuk komponen darah. Leukosit (WBC) adalah sel darah putih yang berfungsi untuk membantu tubuh melawan berbagai penyakit infeksi sebagai bagian dari sistem kekebalan tubuh. Tabel 1 merupakan perbandingan nilai normal yang dikandung pasien saat kondisi sehat dan saat demam berdarah.

Tabel 1.  
Nilai Normal Dari Hasil Laboratorium

<b>Hasil Laboratorium</b>			
Pemeriksaan	Satuan	Nilai Normal	Demam Berdarah
<i>Trombosit</i>	/mm <sup>3</sup>	150.000-400.000	<150.000
<i>Hematokrit</i>	%	36-40	>40
<i>Leukosit</i>	/mm <sup>3</sup>	4000-10.000	<4000
<i>Hemoglobin</i>	Gr/dl	L:14-18 P:12-16	<12

Pada perhitungan fuzzy Tsukamoto terdapat beberapa tahapan yaitu sebagai berikut :

1) *Fuzzifikasi*, Fuzzifikasi yaitu fase pertama dari perhitungan Fuzzy yaitu pengubahan nilai tegas ke nilai Fuzzy. Di mana setiap variabel Fuzzy dihitung nilai derajat keanggotaannya terhadap setiap himpunan Fuzzy.

$$\mu_{rendah}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \dots\dots\dots(1) \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

$$\mu_{sedang}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq b \\ \frac{x-a}{b-a}; & b \leq x \leq c \dots\dots\dots(2) \\ 0; & x \geq c \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & c \leq x \leq d \dots\dots\dots(3) \\ 1; & x \geq d \end{cases}$$

2) *Pembentukan basis pengetahuan Fuzzy (Rule IF...THEN)*

3) *Mesin Inferensi*, Menggunakan fungsi implikasi MAX untuk mendapatkan nilai  $\alpha_{pred}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$  yang digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (crisp) ( $z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$ )

4) *Defuzzyfikasi*  
Menggunakan metode rata-rata (Average)

$$Z = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i} \dots\dots(4)$$
$$Z = \frac{\alpha_{pred1} * z_1 + \alpha_{pred2} * z_2 + \dots + \alpha_{predn} * z_n}{\alpha_{pred1} + \alpha_{pred2} + \dots + \alpha_{predn}}$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan trombosit, hematokrit, leukosit, dan hemoglobin pada metode Fuzzy Logic Tsukamoto adalah sebagai berikut:

#### 3.1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi, Fuzzifikasi merupakan fase yang pertama dari perhitungan Fuzzy yaitu pengubahan nilai pasti ke nilai Fuzzy. Di mana setiap variabel Fuzzy yang ada dihitung nilai derajat keanggotaannya terhadap setiap himpunan Fuzzy. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah trombosit, leukosit, hematokrit dan hemoglobin.

##### 1) Trombosit (PLT)

Fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan samar dirumuskan sebagai berikut :

a. Himpunan Rendah

$$\mu_{RENDAH} [x] = \begin{cases} 1; & x \leq 120 \\ \frac{x-120}{10}; & 120 \leq x \leq 130 \\ 0; & x \geq 130 \end{cases}$$

$$\mu_{RENDAH} [20]=1$$

b. Himpunan Sedang

$$\mu_{SEDANG} [x] = \begin{cases} 0; & x \geq 130 \\ \frac{x-120}{20}; & 125 \leq x \leq 145 \\ \frac{x-140}{10}; & 140 \leq x \leq 150 \end{cases}$$

$$\mu_{SEDANG} [20]=0$$

c. Himpunan Tinggi

$$\mu_{TINGGI} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 140 \\ \frac{x-130}{10}; & 140 \leq x \leq 150 \\ 1; & \geq 150 \end{cases}$$

$$\mu_{TINGGI} [20] =0$$

##### 2) Leukosit (WBC)

Fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan samar dirumuskan sebagai berikut :

a. Himpunan Rendah

$$\mu_{RENDAH} [x] = \begin{cases} 1; & x \leq 5 \\ \frac{x-5}{2}; & 5 \leq x \leq 7 \\ 0; & x \geq 7 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{RENDAH}} [1.6]=1$$

b. Himpunan Sedang

$$\mu_{\text{SEDANG}} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 6 \\ \frac{x-6}{2}; & 6 \leq x \leq 8 \\ \frac{x-8}{2}; & 8 \leq x \leq 9 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{SEDANG}} [1.6]=0$$

c. Himpunan Tinggi

$$\mu_{\text{TINGGI}} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 8 \\ \frac{x-8}{2}; & 8 \leq x \leq 10 \\ 1; & x \geq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{TINGGI}} [1.6]=0$$

3) *Hematokrit (HCT)*

Fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan samar dirumuskan sebagai berikut :

a. Himpunan Rendah

$$\mu_{\text{RENDAH}} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 36 \\ \frac{x-36}{2}; & 36 \leq x \leq 38 \\ 1; & x \geq 37 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{RENDAH}} [32]=0$$

b. Himpunan Sedang

$$\mu_{\text{SEDANG}} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 37 \\ \frac{x-37}{2}; & 37 \leq x \leq 39 \\ 1; & x \geq 38 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{SEDANG}} [32] =0$$

c. Himpunan Tinggi

$$\mu_{\text{TINGGI}} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 38 \\ \frac{x-38}{2}; & 38 \leq x \leq 40 \\ 1; & x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{TINGGI}} [32] =0$$

4) *Hemoglobin (Hb)*

Fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan samar dirumuskan sebagai berikut :

a. Himpunan Rendah

$$\mu_{\text{RENDAH}} [x] = \begin{cases} 1; & x \leq 12 \\ \frac{x-12}{2}; & 12 \leq x \leq 13.5 \\ 0; & x \geq 13.5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{RENDAH}} [10,4]=1$$

b. Himpunan Sedang

$$\mu_{\text{SEDANG}} [x] = \begin{cases} 0; & x \geq 13 \\ \frac{x-13}{1.5}; & 13 \leq x \leq 14.5 \\ \frac{x-14.5}{1.5}; & 14.5 \leq x \leq 16 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{SEDANG}} [10.4]=0$$

c. Himpunan Tinggi

$$\mu_{\text{TINGGI}} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 15.5 \\ \frac{x-16}{1}; & 16 \leq x \leq 17 \\ 1; & \geq 17 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{TINGGI}} [10.4]=0$$

5) *Demam Berdarah*

a. Demam/Bukan Demam Berdarah

$$\mu_{\text{Demam/Bukan Demam Berdarah}} [z] = \begin{cases} 1; & z \leq 1 \\ \frac{10-z}{10-1}; & 1 \leq z \leq 10 \\ 0; & x \geq 10 \end{cases}$$

b. Demam Berdarah

$$\mu_{\text{Demam Berdarah}} [z] = \begin{cases} 0; & x \leq 1 \\ \frac{z-10}{10-1}; & 1 \leq x \leq 10 \\ 1; & \geq 10 \end{cases}$$

### 3.2. Rule

*Rule* ,Untuk mendiagnosa penderita Demam Berdarah atau tidak, fuzzy memiliki 8 rules yang diperoleh dari jumlah variabel input dengan jumlah 4 dan jumlah variabel output dengan jumlah 1. Variabel yang digunakan dalam menentukan Demam Berdarah yaitu terdapat pada tabel. 2, tabel. 2 menggambarkan berapa nilai variabel yang diinputkan.

Tabel 2.

Variabel yang digunakan

Fungsi	Variabel	Semesta pembicaraan
<i>Input</i>	<i>Trombosit</i>	0-400 rb
	<i>Hematokrit</i>	36-40
	<i>Leukosit</i>	3-10rb
	<i>Hemoglobin</i>	12-18
<i>Output</i>	Demam Berdarah	1-10

[R1] IF leukosit rendah OR hemoglobin sedang OR hematokrit tinggi OR trombosit tinggi THEN Demam/Bukan Demam Berdarah

$$\begin{aligned} \alpha_{pred1} &= \max(\mu_{rendah}[1.6], \mu_{sedang}[10.4], \mu_{tinggi}[32], \mu_{tinggi}[20]) \\ &= \max(1,0,0,0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 1 \\ z_1 &= 1 \end{aligned}$$

[R2] IF leukosit rendah OR hemoglobin rendah OR hematokrit rendah OR trombosit tinggi  
THEN Demam/Bukan Demam Berdarah

$$\begin{aligned} \alpha_{pred2} &= \max(\mu_{rendah}[1.6], \mu_{rendah}[10.4], \mu_{rendah}[32], \mu_{tinggi}[20]) \\ &= \max(1,0,1,0) \\ &= 1 \\ z_2 &= 1 \end{aligned}$$

[R3] IF leukosit rendah OR hemoglobin rendah OR hematokrit rendah OR trombosit sedang  
THEN Demam/Bukan Demam Berdarah

$$\begin{aligned} \alpha_{pred3} &= \max(\mu_{rendah}[1.6], \mu_{rendah}[10.4], \mu_{rendah}[32], \mu_{tinggi}[20]) \\ &= \max(1,0,1,0) \\ &= 1 \\ z_3 &= 1 \end{aligned}$$

[R4] IF leukosit tinggi OR hemoglobin rendah OR hematokrit rendah OR trombosit tinggi  
THEN Demam/Bukan Demam Berdarah

$$\begin{aligned} \alpha_{pred4} &= \max(\mu_{tinggi}[1.6], \mu_{rendah}[10.4], \mu_{rendah}[32], \mu_{tinggi}[20]) \\ &= \max(1,1,0,0) \\ &= 1 \\ z_4 &= 1 \end{aligned}$$

[R5] IF leukosit rendah OR hemoglobin rendah OR hematokrit tinggi OR trombosit rendah  
THEN Demam Berdarah

$$\begin{aligned} \alpha_{pred5} &= \max(\mu_{rendah}[1.6], \mu_{rendah}[10.4], \mu_{tinggi}[32], \mu_{rendah}[20]) \\ &= \max(1,1,0,1) \\ &= 1 \\ z_5 &= 1 \end{aligned}$$

[R6] IF leukosit rendah OR hemoglobin tinggi OR hematokrit tinggi OR trombosit rendah  
THEN Demam Berdarah

$$\begin{aligned} \alpha_{pred6} &= \max(\mu_{rendah}[1.6], \mu_{tinggi}[10.4], \mu_{tinggi}[32], \mu_{rendah}[20]) \\ &= \max(1,0,0,1) \\ &= 1 \\ z_6 &= 1 \end{aligned}$$

[R7] IF leukosit rendah OR hemoglobin sedang OR hematokrit tinggi OR trombosit rendah  
THEN Demam Berdarah

$$\begin{aligned} \alpha_{pred7} &= \max(\mu_{rendah}[1.6], \mu_{sedang}[10.4], \mu_{tinggi}[32], \mu_{rendah}[20]) \\ &= \max(1,0,0,1) \\ &= 1 \\ z_7 &= 1 \end{aligned}$$

[R8] IF leukosit sedang OR hemoglobin tinggi OR hematokrit tinggi OR trombosit rendah  
THEN Demam Berdarah

$$\alpha_{pred8} = \max(\mu_{sedang}[1.6], \mu_{tinggi}[10.4], \mu_{tinggi}[32], \mu_{rendah}[20])$$

$$\begin{aligned} &= \max(0,0,0,1) \\ &= 1 \\ z_8 &= 1 \end{aligned}$$

### 3.3. Defuzzification

$$Z = \frac{\alpha_{pred1} * z_1 + \alpha_{pred2} * z_2 + \alpha_{pred3} * z_3 + \alpha_{pred4} * z_4 + \alpha_{pred5} * z_5 + \alpha_{pred6} * z_6 + \alpha_{pred7} * z_7 + \alpha_{pred8} z_8}{\alpha_{pred1} + \alpha_{pred2} + \alpha_{pred3} + \alpha_{pred4} + \alpha_{pred5} + \alpha_{pred6} + \alpha_{pred7} + \alpha_{pred8}}$$

$$Z = \frac{1 * 1 + 1 * 1 + 1 * 1 + 1 * 1 + 1 * 1 + 1 * 1 + 1 * 1 + 1 * 1}{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}$$

$$Z = \frac{1}{1}$$

$$Z = 1$$

## 4. KESIMPULAN

Cara mendeteksi penyakit Demam Berdarah menggunakan metode Tsukamoto adalah :

1. Menentukan himpunan fuzzy dan domain yang meliputi 4 variabel yaitu leukosit, hemoglobin, hematokrit dan trombosit.
2. Output dari perhitungan fuzzy adalah seseorang mengalami Demam Berdarah atau Demam/Bukan Demam Berdarah. Nilai yang didapatkan dari proses perhitungan menggunakan metode Tsukamoto adalah 1 untuk penderita penyakit demam berdarah.
3. Penderita dapat dinyatakan demam berdarah jika leukosit rendah, hemoglobin rendah, hematokrit rendah, trombosit rendah karena saat itu nilai keanggotaannya 1.

## 5. SARAN

Penelitian bisa dilanjutkan dengan membandingkan metode fuzzy mamdani dan fuzzy sugeno sehingga dapat diketahui keefektifannya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Klinik SWA yang memberikan izin untuk akses data dan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Kesehatan, 2021, Data Kasus Terbaru DBD di Indonesia, <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/umum/20201203/2335899/data-kasus-terbaru-dbd-indonesia/>, Diakses 2 Agustus 2021, Pukul 10.20 wib.Castleman, Kenneth R., 2004, *Digital Image Processing*, Vol. 1, Ed.2, Prentice Hall, New Jersey.
- [2] Rohmah, Linda, Yulia Susanti, dan Dwi Haryanti, 2019, Gambaran Tingkat Pengetahuan Masyarakat Tentang Penyakit Demam Berdarah Dengue, *Community of Publishing in Nursing (COPING)* 7(1):21–30.

- [3] Prasetya, Indra, Dra Yuniarsi Rahayu, M Kom, 2015, Penentuan Harga Jual Sepeda Motor Bekas Menggunakan Fuzzy Logic ( Metode Tsukamoto ) Dan Implementasinya, : 1–8..
- [4] Kusumaningtyas, Dhevi Dadi, Muhammad Hasbi, dan Hendro Wijayanto, 2019, Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saluran Pernafasan Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto, *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIKOMSiN)* 7(2):1–7.
- [5] Febriani, Widya, Gunadi Widi Nurcahyo, dan Sumijan Sumijan, 2019, Diagnosa Penyakit Rubella Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto, *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*, 1(3):12–17.
- [6] Devi, Ros Novia Citra, Sisilia Thya Safitri, dan Fahrudin Mukti Wibowo, 2018, Penerapan Metode Fuzzy Logic Tsukamoto Dalam Penentu Alat Kontrasepsi, *Prosiding SENDI\_U*, 2018 88–96.
- [7] Sari, Nadia Roosmalita, dan Wayan Firdaus Mahmudy, 2015, Fuzzy Inference System Tsukamoto Untuk Menentukan Kelayakan Calon Pegawai, *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia (SESINDO)*, (November):245–52.
- [8] Berlian, Helfa Renita, Muhammad Hasbi, dan Kustanto Kustanto, 2020, Optimasi Stok Ayam Potong Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Di Rumah Makan Boyolali, *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIKOMSiN)*, 8(1).
- [9] Hardianto, Hardianto, dan Nurhasanah Nurhasanah, 2020, Identifikasi Penyakit Pada Sel Darah Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani, *Prisma Fisika*, 7(3):269.
- [10] Pradipta, Nadhira Trisa, Fauziah Fauziah, dan Ucuk Darusalam, 2017, Perancangan Sistem Informasi Analisis Medik Menggunakan Logika Fuzzy Sugeno Berbasis Data Rekam Medik Pada Penyakit Hipertensi, *Jurnal Ilmiah Informatika*, 2(1):59–67.
- [11] Vernando, Yopi, Ernawati, dan Desi Andreswari, 2018, Implementasi Sistem Inferensi Fuzzy Kerawatan Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) Dengan Menggunakan Metode Mamdani (Studi Kasus : Kota Bengkulu), *Rekursif* 6(2):91–99.
- [12] Wardani, Adhiati Kusuma, Nurudin Santoso, dan Rosa Andrie Asmara, 2019, Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Diabetes Melitus, *Jurnal Informatika Polinema*, 1(1):65.