

**Implementasi Algoritma Fuzzy Tsukamoto Untuk Diagnosis
Penyakit Anemia
(Studi Data: Rekam Medis Pasien Ibu RSIA Bunda Arif Purwokerto)**

Rheni Aprilia Ningrum, Agus Priyanto, Ummi Athiyah

Fakultas Informatika, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

17102043@ittelkom-pwt.ac.id, agus_priyanto@ittelkom-pwt.ac.id, ummi@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak

Penyakit anemia disebabkan karena kondisi hemoglobin yang rendah pada tubuh manusia. Kondisi hemoglobin yang rendah dapat menimbulkan berbagai gejala yang diantaranya adalah mudah lelah, lemas, pusing dan lain-lain. Dampak yang ditimbulkan pada penyakit anemia dapat menurunkan konsentrasi, daya tahan fisik dan mudah sakit. Sehingga perlu adanya pendekripsi secara dini untuk mendiagnosis penyakit anemia berdasarkan gejala-gejala yang dialami dengan nilai akurasi maksimal. Pengguna hanya perlu memasukkan nilai gejala yang dialami yaitu nilai hb, pendarahan dan lemas maka sistem akan menghitung nilai-nilai gejala tersebut menggunakan algoritma *fuzzy tsukamoto*. Pada perhitungan menggunakan algoritma *fuzzy tsukamoto* menggunakan bahasa pemrograman python, terdapat 4 tahapan yaitu fuzzifikasi, pembentukan *rule*, mesin inferensi dan defuzzifikasi. Pada tahap fuzzifikasi, nilai gejala yang diinputkan menjadi nilai fuzzy (0-1), kemudian pada tahap pembentukan *rule* terdapat 18 *rules* dari 3 gejala dan 3 hasil diagnosis. Setelah mendapatkan *rule* maka dilanjutkan dengan mesin inferensi yang mencari nilai α -predikat disetiap *rule* menggunakan fungsi min. Setelah mendapatkan nilai α -predikat maka dilakukan defuzzifikasi untuk mendapatkan nilai *crisp* atau nilai keluaran. Dengan metode *multiple confusion matrix*, maka diperoleh nilai akurasi data hasil dari algoritma *fuzzy tsukamoto* dan data prediksi adalah sebesar 85%. Hal ini dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mendekripsi dini penyakit anemia dengan mudah melalui website.

Kata Kunci: Akurasi, Anemia, Diagnosis, Fuzzy Tsukamoto, Python

Abstract

Anemia is caused by a low hemoglobin condition in the human body. Low hemoglobin conditions can cause various symptoms, including fatigue, weakness, dizziness and others. The impact on anemia can reduce concentration, physical endurance and get sick easily. So it is necessary to detect early to diagnose anemia based on the symptoms experienced with maximum accuracy. Users only need to enter the value of symptoms experienced, namely the value of hb, bleeding and weakness, the system will calculate the symptom values using the Tsukamoto fuzzy algorithm. In calculations using the Tsukamoto fuzzy algorithm using the Python programming language, there are 4 stages, namely fuzzification, rule formation, inference engine and defuzzification. At the fuzzification stage, the input symptom value becomes a fuzzy value (0-1), then at the rule formation stage there are 18 rules of 3 symptoms and 3 diagnosis results. After obtaining a rule, it is followed by an inference engine that looks for the α -predicate value in each rule using the min function. After getting the α -predicate value, defuzzification is carried out to get the crisp value or the output value. With the multiple confusion matrix method, the accuracy of the resulting data from the Tsukamoto fuzzy algorithm and prediction data is 85%. This can be used by the community to easily detect anemia early through the website.

Keywords: Accuracy, Anemia, Diagnosis, Fuzzy Tsukamoto, Python.

PENDAHULUAN

Menurut Riskesdas pada tahun 2013, prevalensi anemia mencapai 21,7% meliputi 26,4 % untuk usia 5-14 tahun dan 18,4% untuk usia 15-24 tahun(Penelitian et al., 2013). Sedangkan menurut Riskesdas pada tahun 2018, prevalensi anemia pada ibu hamil mencapai 48,9%(Kesehatan, 2018). Salah satu penyebab tingginya prevalensi penyakit anemia adalah kurangnya pengetahuan masyarakat untuk mendekripsi penyakit anemia. Hal ini dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan terhadap 30 responden yang menghasilkan 90% diantaranya

tidak mengetahui bahwa responden memiliki penyakit anemia(Angelina et al., 2020).

Untuk mendekripsi penyakit anemia secara dini, dapat memanfaatkan metode Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berdasarkan data-data rekam medis penyakit anemia. Salah satu algoritma yang menggunakan metode Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah logika *fuzzy*. Proses diagnosis penyakit sangat cocok menggunakan logika *fuzzy* karena memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat(Pratiwi et al., 2018). Pada penelitian ini menggunakan Bahasa pemrograman *python* untuk melakukan perhitungan *fuzzy tsukamoto*

dan membuat website untuk *User Interface* (UI) karena memiliki banyak *library* yang dapat mempermudah untuk *machine learning*(Satyo & Karno, 2020).

Dengan data studi dari pasien penyakit anemia di Rumah Sakit Ibu dan Anak Bunda Arif Purwokerto dengan sistem yang dibangun menggunakan bahasa python. Penelitian ini diharapkan masyarakat dapat mendeteksi secara dini penyakit anemia yang dideritanya dengan nilai akurasi yang tinggi.

TINJAUAN PUSTAKA

Anemia adalah kondisi hemoglobin rendah dari keadaan normal. Keadaan normal hemoglobin pada manusia adalah 13 g/dl pada pria dan 12 g/dl pada wanita(Hamid et al., 2020). Anemia memiliki dampak yang ditimbulkan pada pasien, diantaranya adalah sulitnya berkonsentrasi, daya tahan fisik rendah, dan mudah lelah. Hal tersebut terjadi karena darah yang mengikat dan mengangkut oksigen dari paru-paru menuju seluruh tubuh tidak cukup(Suryani et al., 2017). Berdasarkan data dari WHO, kategori anemia pada ibu hamil adalah ≥ 11 g/dl adalah tidak anemia, 10-10,9 g/dl adalah anemia ringan, 7-9,9 g/dl adalah anemia sedang, dan <7 g/dl adalah anemia berat(World Health Organization, 2017).

Logika *fuzzy tsukamoto* memiliki 4 metode yang digunakan, yaitu fuzzifikasi, pembentukan *rule*, mesin inferensi dengan fungsi min untuk mendapatkan nilai α -predikat, dan defuzzifikasi menggunakan metode rata-rata(Widaningsih, 2017).

Python merupakan bahasa pemrograman yang *interpretative* karena dianggap mudah dipelajari serta focus terhadap keterbacaan kode yang sangat jelas, lengkap dan mudah untuk dipahami karena *python* memiliki banyak keunggulan diantaranya adalah memiliki banyak *library*, berorientasi objek, memiliki sistem pengelolaan memori yang otomatis, dan berdiri modular(Jubilee Enterprise, 2017).

Multiple confusion matrix adalah metode yang digunakan untuk menghitung *recall*, *precision*, *accuracy* dan *eror rate* menggunakan matriks 3x3 (Arini et al., 2020). HTML (*Hyper Text Markup Languange*) adalah bahasa *markup* yang sering digunakan untuk membuat dokumen atau halaman pada *website* guna menampilkan informasi(Enterprise, 2018).

METODE

Subjek pada penelitian ini adalah data gejala penyakit anemia pada ibu berdasarkan data rekam medis pasien ibu yang melakukan transfusi darah dari bulan Juli 2019 sampai Februari 2021 Rumah Sakit Ibu dan Anak Bunda Arif Purwokerto. Sedangkan obyek pada penelitian ini adalah perhitungan diagnosis penyakit anemia secara dini berdasarkan gejala penyakit anemia.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah perangkat keras yang meliputi

laptop,perangkat lunak yang liputi *software* Jupyter, XAMPP dan Visual Studio Code. Sedangkan bahan untuk penelitian ini adalah data keluhan dari pasien penyakit anemia pada ibu dan data hasil laboratorium hemoglobin pasien anemia ibu.

Berikut adalah contoh data yang digunakan pada penelitian ini:

Tabel 1. Data Rekam Medis

No	No RM	Data HB	Data Pendarahan	Data Lemas
1	56063	9,8	Sedikit	Ringan
2	59107	9,0	Sedang	Ringan
3	59136	9,5	Sedikit	Ringan
.
.
40	63843	8,4	Sedang	Ringan

Setelah memperoleh data yang akan dihitung menggunakan algoritma *fuzzy tsukamoto*, kemudian data pendarahan dan data lemas dimisalkan menjadi nilai numerik. Dengan data pendarahan 0-1 adalah kategori sedikit, nilai 1-2 kategori sedang dan nilai 3 adalah kategori banyak. Nilai data pendarahan 0-1 adalah kategori ringan dan ≥ 2 adalah kategori berat. Berikut data yang dihasilkan jika menggunakan permisalan nilai numerik:

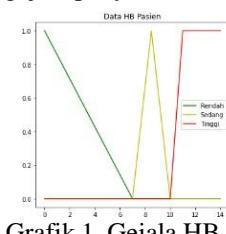
Tabel 2. Data Uji

No	No RM	Data HB	Data Pendarahan	Data Lemas
1	56063	9,8	1	1
2	59107	9,0	2	1
3	59136	9,5	1	1
.
.
40	63843	8,4	1,2	1

Setelah mendapatkan data uji, maka dilanjutkan dengan melakukan perhitungan menggunakan algoritma *fuzzy tsukamoto*. Berikut tahap-tahap yang dilakukan dalam perhitungan algoritma *fuzzy tsukamoto*:

1. Fuzzifikasi

Pada tahap ini, masing-masing nilai gejala anemia diubah ke dalam bentuk nilai keanggotaan berdasarkan grafik nilai dari setiap gejala. Berikut adalah grafik dari nilai gejala-gejala penyakit anemia:



Grafik 1. Gejala HB

Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{rendah}(x) = \begin{cases} 1, & (x \leq 1) \\ \frac{7-x}{7}, & (1 < x < 7) \\ 0, & (x \geq 7) \end{cases}$$

$$\mu_{sedang}(x) = \begin{cases} \frac{8,5-x}{1,5}, & (7 < x < 8,5) \\ \frac{x-8,5}{1,5}, & (8,5 < x < 10) \\ 0, & (x \leq 7, x \geq 10) \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(x) = \begin{cases} 0, & (x \leq 10) \\ \frac{x-10}{1}, & (10 < x < 11) \\ 1, & (x \geq 11) \end{cases}$$

Keterangan:

μ = derajat keanggotaan
 x = himpunan *fuzzy*

Berdasarkan rumus tersebut, maka diperoleh nilai keanggotaan hb = 9,8 adalah sebagai berikut:

$$\text{Data HB} = 9,8$$

$$\mu_{Rendah} = \frac{7 - \text{data_hb_1}}{7}$$

$$= \frac{7 - 9,8}{7}$$

$$= 0$$

$$\mu_{Sedang} = \frac{10 - \text{data_hb_1}}{1,5}$$

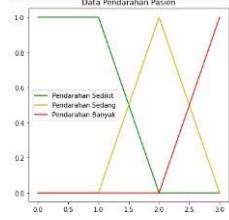
$$= \frac{10 - 9,8}{1,5}$$

$$= 0,133$$

$$\mu_{Tinggi} = \frac{\text{data_hb_1} - 10}{1}$$

$$= \frac{9,8 - 10}{1}$$

$$= 0$$



Grafik 2. Gejala Pendarahan Dengan

fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{sedikit}(x) = \begin{cases} 1, & (x \leq 1) \\ \frac{2-x}{1}, & (1 < x < 2) \\ 0, & (x \geq 2) \end{cases}$$

$$\mu_{sedang}(x) = \begin{cases} \frac{2-x}{1}, & (1 < x < 2) \\ \frac{x-2}{1}, & (2 < x < 3) \\ 0, & (x \leq 1, x \geq 3) \end{cases}$$

$$\mu_{banyak}(x) = \begin{cases} 0, & (x \leq 2) \\ \frac{x-2}{1}, & (2 < x < 3) \\ 1, & (x \geq 3) \end{cases}$$

Keterangan:

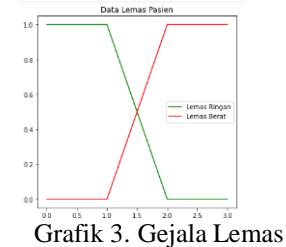
μ = derajat keanggotaan

x = himpunan *fuzzy*

Berdasarkan rumus tersebut, maka diperoleh nilai keanggotaan pendarahan = 1 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{sedikit} &= \frac{1}{1-2} \\ \mu_{sedang} &= \frac{1}{1-2} \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{banyak} &= \frac{1}{1-2} \\ &= \frac{1}{1} \\ &= 0 \end{aligned}$$



Grafik 3. Gejala Lemas

Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{ringan}(x) = \begin{cases} 1, & (x \leq 1) \\ \frac{2-x}{1}, & (1 < x < 2) \\ 0, & (x \geq 2) \end{cases}$$

$$\mu_{berat}(x) = \begin{cases} 0, & (x \leq 1) \\ \frac{x-1}{1}, & (1 < x < 2) \\ 1, & (x \geq 2) \end{cases}$$

Keterangan:

μ = derajat keanggotaan

x = himpunan *fuzzy*

Berdasarkan rumus tersebut, maka diperoleh nilai keanggotaan lemas = 1 adalah sebagai berikut: $\mu_{Ringan} = 1$

$$\begin{aligned} \mu_{Berat} &= \frac{1}{1-1} \\ &= \frac{1}{1} \\ &= 0 \end{aligned}$$

2. Pembentukan *Rule*

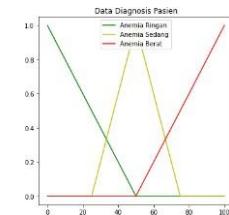
Terdapat 18 *rule* yang digunakan pada algoritma *fuzzy tsukamoto* ini adalah sebagai berikut:

- [R1] IF HB Rendah AND Pendarahan Sedikit AND Lemas Ringan THEN Anemia Berat
- [R2] IF HB Rendah AND Pendarahan Sedikit AND Lemas Berat THEN Anemia Berat
- [R3] IF HB Rendah AND Pendarahan Sedang AND Lemas Ringan THEN Anemia Berat
- [R4] IF HB Rendah AND Pendarahan Sedang AND Lemas Berat THEN Anemia Berat
- [R5] IF HB Rendah AND Pendarahan Banyak AND Lemas Ringan THEN Anemia Berat
- [R6] IF HB Rendah AND Pendarahan Banyak AND Lemas Berat THEN Anemia Berat
- [R7] IF HB Sedang AND Pendarahan Sedikit AND Lemas Ringan THEN Anemia Sedang [R8] IF HB Sedang AND Pendarahan Sedikit AND Lemas Berat THEN Anemia Sedang
- [R9] IF HB Sedang AND Pendarahan Sedang AND Lemas Ringan THEN Anemia Sedang [R10] IF HB Sedang AND Pendarahan Sedang AND Lemas Berat THEN Anemia Berat
- [R11] IF HB Sedang AND Pendarahan Banyak AND Lemas Ringan THEN Anemia Berat
- [R12] IF HB Sedang AND Pendarahan Banyak AND Lemas Berat THEN Anemia Berat
- [R13] IF HB Ringan AND Pendarahan Sedikit AND Lemas Ringan THEN Anemia Ringan [R14] IF HB Ringan AND Pendarahan Sedikit AND Lemas Berat THEN Anemia Ringan
- [R15] IF HB Ringan AND Pendarahan Sedang AND Lemas Ringan THEN Anemia Sedang [R16] IF HB Ringan AND Pendarahan Sedang AND Lemas Berat THEN Anemia Sedang
- [R17] IF HB Ringan AND Pendarahan Banyak AND Lemas Ringan THEN Anemia Sedang [R18] IF HB Ringan AND Pendarahan Banyak AND Lemas Berat THEN Anemia Sedang

3. Mesin Inferensi

Setelah pembentukan *rule* yang digunakan pada algoritma *fuzzy tsukamoto* maka dilanjutkan dengan

perhitungan untuk mendapatkan nilai α -predikat dari masing-masing *rule* menggunakan metode minimum. Setelah mendapatkan nilai α -predikat kemudian mencari nilai z dari masing-masing *rule* berdasarkan grafik diagnosis anemia. Berikut adalah grafik diagnosis anemia dengan 3 kategori anemia:



Grafik 4. Hasil Diagnosis

Berdasarkan tersebut, maka diperoleh rumus fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{anemia_ringan}}(x) = \begin{cases} 1, & (x \leq 0) \\ \frac{50-x}{50}, & (20 < x < 50) \\ 0, & (x \geq 50) \end{cases}$$

$$\mu_{\text{anemia_sedang}}(x) = \begin{cases} \frac{50-x}{30}, & (20 < x < 50) \\ \frac{x-50}{30}, & (50 < x < 80) \\ 0, & (x \leq 20, x \geq 80) \end{cases}$$

$$\mu_{\text{anemia_berat}}(x) = \begin{cases} 0, & (x \leq 50) \\ \frac{x-50}{50}, & (50 < x < 100) \\ 1, & (x \geq 100) \end{cases}$$

Keterangan:

μ = derajat keanggotaan

x = himpunan *fuzzy*

Berdasarkan rumus dari nilai keanggotaan hasil diagnosis, maka diperoleh nilai α -predikat dan nilai z dari masing-masing *rule* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} [R1] \text{ IF HB Rendah AND Pendarahan Sedikit AND Lemas Ringan THEN Anemia Berat} \\ \alpha\text{-predikat}_1 = \mu_{\text{Rendah}} | \mu_{\text{Sedikit}} | \mu_{\text{Ringan}} \\ = \min(\mu_{\text{Rendah}}, \mu_{\text{Sedikit}}, \mu_{\text{Ringan}}) \\ = \min(0; 1; 1) \\ = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat}_1 &= \frac{z_1 - 50}{50} \\ 0 &= \frac{z_1 - 50}{50} \\ z_1 &= 50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R2] \text{ IF HB Rendah AND Pendarahan Sedikit AND Lemas Berat THEN Anemia Berat} \\ \alpha\text{-predikat}_2 = \mu_{\text{Rendah}} | \mu_{\text{Sedikit}} | \mu_{\text{Berat}} \\ = \min(\mu_{\text{Rendah}}, \mu_{\text{Sedikit}}, \mu_{\text{Berat}}) \\ = \min(0; 1; 0) \\ = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat}_2 &= \frac{z_2 - 50}{50} \\ 0 &= \frac{z_2 - 50}{50} \\ z_2 &= 50 \end{aligned}$$

[R3] IF HB Rendah AND Pendarahan Sedang AND Lemas Ringan THEN Anemia Berat
 $\alpha\text{-predikat}_3 = \mu\text{Rendah} | \mu\text{Sedang} | \mu\text{Lemas}$
 $= \min(\mu\text{Rendah}; \mu\text{Sedang}; \mu\text{Lemas})$
 $= \min(0;0;1)$
 $= 0$

$$\alpha\text{-predikat}_3 = \frac{z_3 - 50}{50}$$

$$0 = \frac{z_3 - 50}{50}$$

$$z_3 = 50$$

[R4] IF HB Rendah AND Pendarahan Sedang AND Lemas Berat THEN Anemia Berat
 $\alpha\text{-predikat}_4 = \mu\text{Rendah} | \mu\text{Sedang} | \mu\text{Berat}$
 $= \min(\mu\text{Rendah}; \mu\text{Sedang}; \mu\text{Berat})$
 $= \min(0;0;0)$
 $= 0$

$$\alpha\text{-predikat}_4 = \frac{z_4 - 50}{50}$$

$$0 = \frac{z_4 - 50}{50}$$

$$z_4 = 50$$

[R5] IF HB Rendah AND Pendarahan Banyak AND Lemas Ringan THEN Anemia Berat
 $\alpha\text{-predikat}_5 = \mu\text{Rendah} | \mu\text{Banyak} | \mu\text{Lemas}$
 $= \min(\mu\text{Rendah}; \mu\text{Banyak}; \mu\text{Lemas})$
 $= \min(0;0;1)$
 $= 0$

$$\alpha\text{-predikat}_5 = \frac{z_5 - 50}{50}$$

$$0 = \frac{z_5 - 50}{50}$$

$$z_5 = 50$$

[R6] IF HB Rendah AND Pendarahan Banyak AND Lemas Berat THEN Anemia Berat
 $\alpha\text{-predikat}_6 = \mu\text{Rendah} | \mu\text{Banyak} | \mu\text{Berat}$
 $= \min(\mu\text{Rendah}; \mu\text{Banyak}; \mu\text{Berat})$
 $= \min(0;0;0)$
 $= 0$

$$\alpha\text{-predikat}_6 = \frac{z_6 - 50}{50}$$

$$0 = \frac{z_6 - 50}{50}$$

$$z_6 = 50$$

[R7] IF HB Sedang AND Pendarahan Sedikit AND Lemas Ringan THEN Anemia Sedang
 $\alpha\text{-predikat}_7 = \mu\text{Sedang} | \mu\text{Sedikit} | \mu\text{Lemas}$
 $= \min(\mu\text{Sedang}; \mu\text{Sedikit}; \mu\text{Lemas})$
 $= \min(0,133;1;1)$
 $= 0,133$

$$\alpha\text{-predikat}_7 = \frac{z_7 - 50}{30}$$

$$0,133 = \frac{z_7 - 50}{30}$$

$$z_7 = 53,99$$

[R8] IF HB Sedang AND Pendarahan Sedikit AND Lemas Berat THEN Anemia Sedang
 $\alpha\text{-predikat}_8 = \mu\text{Sedang} | \mu\text{Sedikit} | \mu\text{Berat}$
 $= \min(\mu\text{Sedang}; \mu\text{Sedikit}; \mu\text{Berat})$
 $= \min(0,133;1;0)$
 $= 0$

$$\alpha\text{-predikat}_8 = \frac{z_8 - 50}{30}$$

$$0 = \frac{z_8 - 50}{30}$$

$$z_8 = 50$$

[R9] IF HB Sedang AND Pendarahan Sedang AND Lemas Ringan THEN Anemia Sedang
 $\alpha\text{-predikat}_9 = \mu\text{Sedang} | \mu\text{Sedang} | \mu\text{Ringan}$
 $= \min(\mu\text{Sedang}; \mu\text{Sedang}; \mu\text{Ringan})$
 $= \min(0,133;0;1)$
 $= 0$

$$\alpha\text{-predikat}_9 = \frac{z_9 - 50}{30}$$

$$0 = \frac{z_9 - 50}{30}$$

$$z_9 = 50$$

[R10] IF HB Sedang AND Pendarahan Sedang AND Lemas Berat THEN Anemia Berat
 $\alpha\text{-predikat}_{10} = \mu\text{Sedang} | \mu\text{Sedang} | \mu\text{Berat}$
 $= \min(\mu\text{Sedang}; \mu\text{Sedang}; \mu\text{Berat})$
 $= \min(0,133;0;0)$
 $= 0$

$$\alpha\text{-predikat}_{10} = \frac{z_{10} - 50}{50}$$

$$0 = \frac{z_{10} - 50}{50}$$

$$z_{10} = 50$$

[R11] IF HB Sedang AND Pendarahan Banyak AND Lemas Ringan THEN Anemia Berat
 $\alpha\text{-predikat}_{11} = \mu\text{Sedang} | \mu\text{Banyak} | \mu\text{Lemas}$
 $= \min(\mu\text{Sedang}; \mu\text{Banyak}; \mu\text{Lemas})$
 $= \min(0,133;0;1)$
 $= 0$

$$\alpha\text{-predikat}_{11} = \frac{z_{11} - 50}{50}$$

$$0 = \frac{z_{11} - 50}{50}$$

$$z_{11} = 50$$

[R12] IF HB Sedang AND Pendarahan Banyak AND Lemas Berat THEN Anemia Berat
 $\alpha\text{-predikat}_{12} = \mu\text{Sedang} | \mu\text{Banyak} | \mu\text{Berat}$
 $= \min(\mu\text{Sedang}; \mu\text{Banyak}; \mu\text{Berat})$
 $= \min(0,133;0;0)$
 $= 0$

$$\alpha\text{-predikat}_{12} = \frac{z_{12} - 50}{50}$$

$$0 = \frac{z_{12} - 50}{50}$$

$$z_{12} = 50$$

[R13] IF HB Ringan AND Pendarahan Sedikit

$$\begin{aligned}
 & \text{AND Lemas Ringan THEN Anemia} \\
 & \text{Ringen} \\
 & \alpha\text{-predikat}_{13} = \mu\text{Ringen} \mid \mu\text{Sedikit} \mid \\
 & \mu\text{Lemas} \\
 & = \min(\mu\text{Ringen}; \mu\text{Sedikit}; \mu\text{Lemas}) \\
 & = \min(0; 1; 1) \\
 & = 0 \\
 & \alpha\text{-predikat}_{13} = \frac{50 - z_{13}}{50} \\
 & 0 = \frac{50 - z_{13}}{50} \\
 & z_{13} = 50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & [\text{R14}] \text{ IF HB Ringan AND} \\
 & \text{Pendarahan Sedikit AND Lemas Berat} \\
 & \text{THEN Anemia Ringan} \\
 & \alpha\text{-predikat}_{14} = \mu\text{Ringen} \mid \mu\text{Sedikit} \mid \\
 & \mu\text{Berat} \\
 & = \min(\mu\text{Ringen}; \mu\text{Sedikit}; \mu\text{Berat}) \\
 & = \min(0; 1; 0) \\
 & = 0 \\
 & \alpha\text{-predikat}_{14} = \frac{50 - z_{14}}{50} \\
 & 0 = \frac{50 - z_{14}}{50} \\
 & z_{14} = 50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & [\text{R15}] \text{ IF HB Ringan AND Pendarahan} \\
 & \text{Sedang AND Lemas Ringan THEN Anemia} \\
 & \text{Sedang} \\
 & \alpha\text{-predikat}_{15} = \mu\text{Ringen} \mid \mu\text{Sedang} \mid \mu\text{Ringan} \\
 & = \min(\mu\text{Ringen}; \mu\text{Sedang}; \mu\text{Ringan}) \\
 & = \min(0; 0; 1) \\
 & = 0 \\
 & \alpha\text{-predikat}_{15} = \frac{z_{15} - 50}{30} \\
 & 0 = \frac{z_{15} - 50}{30} \\
 & z_{15} = 50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & [\text{R16}] \text{ IF HB Ringan AND Pendarahan} \\
 & \text{Sedang AND Lemas Berat THEN Anemia} \\
 & \text{Sedang} \\
 & \alpha\text{-predikat}_{16} = \mu\text{Ringen} \mid \mu\text{Sedang} \mid \mu\text{Berat} \\
 & = \min(\mu\text{Ringen}; \mu\text{Sedang}; \mu\text{Berat}) \\
 & = \min(0; 0; 0) \\
 & = 0 \\
 & \alpha\text{-predikat}_{16} = \frac{z_{16} - 50}{30} \\
 & 0 = \frac{z_{16} - 50}{30} \\
 & z_{16} = 50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & [\text{R17}] \text{ IF HB Ringan AND Pendarahan} \\
 & \text{banyak AND Lemas Ringan THEN Anemia} \\
 & \text{Sedang} \\
 & \alpha\text{-predikat}_{17} = \mu\text{Ringen} \mid \mu\text{Banyak} \mid \mu\text{Ringan} \\
 & = \min(\mu\text{Ringen}; \mu\text{Banyak}; \mu\text{Ringan}) \\
 & = \min(0; 0; 1) \\
 & = 0 \\
 & \alpha\text{-predikat}_{17} = \frac{z_{17} - 50}{30} \\
 & 0 = \frac{z_{17} - 50}{30}
 \end{aligned}$$

$$z_{17} = 50$$

$$\begin{aligned}
 & [\text{R18}] \text{ IF HB Ringan AND Pendarahan Banyak} \\
 & \text{AND Lemas Berat THEN Anemia Sedang} \\
 & \alpha\text{-predikat}_{18} = \mu\text{Ringen} \mid \mu\text{Banyak} \mid \mu\text{Berat} \\
 & = \min(\mu\text{Ringen}; \mu\text{Banyak}; \mu\text{Berat}) \\
 & = \min(0; 0; 0) \\
 & = 0 \\
 & \alpha\text{-predikat}_{18} = \frac{z_{18} - 50}{30} \\
 & 0 = \frac{z_{18} - 50}{30} \\
 & z_{18} = 50
 \end{aligned}$$

4. Defuzzifikasi

Setelah mendapatkan nilai α -predikat dan nilai z dari masing-masing rule, maka diperoleh nilai total z yang merupakan hasil diagnosis dengan perhitungan algoritma *fuzzy tsukamoto*. Berikut perhitungan nilai total z :

$$z = \frac{\sum (a_i \times z_i)}{\sum a_i}$$

$$z = 53,99$$

Berdasarkan nilai total z yang diperoleh, maka hasil diagnosis penyakit anemia dengan nilai hb = 9,8, nilai pendarahan = 1, dan nilai lemas = 1 adalah termasuk dalam kategori anemia sedang.

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan algoritma *fuzzy tsukamoto*, maka langkah selanjutnya adalah membuat *User Interface* (UI) berupa *website* menggunakan bahasa pemrograman *python*. Pada pembuatan kerangka *website* menggunakan bahasa *python* diperlukan *library flask* agar program dapat berjalan pada *website*. Untuk mempermudah perhitungan algoritma *fuzzy tsukamoto* pada bahasa pemrograman *python* juga diperlukan *library numpy, pandas* dan *skfuzzy*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perbandingan dari prediksi penyakit anemia berdasarkan para ahli medis dan berdasarkan perhitungan menggunakan algoritma *fuzzy tsukamoto* adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Data

No	No RM	Prediksi	Hasil
1	56063	Sedang	Sedang
2	59107	Sedang	Sedang
3	59136	Sedang	Sedang
.	.	.	.
.	.	.	.
40	63843	Sedang	Sedang

Berdasarkan hasil uji data yang telah dilakukan, maka dihasilkan nilai akurasi dengan metode *multiple confusion matrix* adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{(RR + SS + BB)}{(RR + RS + RB + SR + SS + SB + BR + BS + BB)} \\
 &= \frac{(4 + 30 + 0)}{(4 + 0 + 0 + 0 + 30 + 3 + 0 + 3 + 0)}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{34}{40} \\ = 0,85 \\ = 85\%$$

Terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan perbedaan hasil uji data, antara hasil perhitungan algoritma *fuzzy tsukamoto* dan prediksi dari ahli medis. Salah satu faktor yang mengakibatkan perbedaan diagnosis tersebut adalah nilai gejala pendarahan dan nilai gejala lemas yang masih berbentuk himpunan *crisp*.

Sedangkan untuk hasil perancangan website adalah sebagai berikut:

Gambar 5. Halaman Awal Website

Gambar 6. Tampilan Halaman 2 Website

Cara menggunakan website tersebut adalah dengan cara memasukkan nilai gejala yang dialami sesuai kondisi pengguna. Kemudian tekan enter atau tekan tombol periksa untuk memunculkan nilai hasil diagnosis.

KESIMPULAN

Terdapat beberapa kesimpulan pada penelitian tugas akhir ini, adalah sebagai berikut:

- Pengujian diagnosis penyakit anemia dapat melakukan pengujian menggunakan website dengan cara memasukkan nilai gejala penyakit anemia sesuai dengan kondisi pengguna. Kemudian nilai tersebut akan diproses menggunakan algoritma *fuzzy tsukamoto* untuk memperoleh nilai diagnosis

kategori penyakit anemia.

- Berdasarkan 40 data uji pasien anemia, terdapat 34 data prediksi memiliki nilai yang sama dengan data hasil sehingga diperoleh tingkat akurasi dari algoritma *fuzzy tsukamoto* menggunakan *multiple confusion matrix* adalah sebesar 85%.

DAFTAR PUSTAKA

- Angelina, C., Siregar, D. N., Siregar, P. S., & Anggeria, E. (2020). Pengetahuan Siswi kelas XI Tentang Dampak Anemia Terhadap Kesehatan Reproduksi. *Keperawatan Priority*, 3(1), 99–106.

- Arini, Wardhani, L. K., & Octaviano, D. (2020). Perbandingan Seleksi Fitur Term Frequency & Tri-Gram Character Menggunakan Algoritma Naïve Bayes Classifier (Nbc) Pada Tweet Hashtag #2019gantipresiden. *KILAT*, 9, 103–114.

- Enterprise, J. (2018). *HTML, PHP, dan MySQL untuk Pemula - Jubilee Enterprise* -. https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=1v17DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=menggunakan+html&ots=8enEvItcJh&sig=AEV6QiB8cbqbdhKaJfvypXbWGQu&redir_esc=y#v=onepage&q=menggunakan html&f=false

- Hamid, M. A., Irawan, B., Si, S., & R, M. F. (2020). PERANCANGAN APLIKASI DETEKSI DINI PENYAKIT ANEMIA MENGGUNAKAN SISTEM PAKAR DENGAN METODE FORWARD CHAINING BERBASIS ANDROID DESIGN APPLICATION EARLY DETECTION OF ANEMIA DISEASE USING EXPERT SYSTEM WITH METHOD FORWARD CHAINING BASED ON ANDROID. *E-Proceeding of Engineering*, 7(1), 1586–1592.

- Jubilee Enterprise. (2017). *Otodidak Pemrograman Python - JubileeEnterprise*. PT Elex Media Komputindo. https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=K-M8DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=buku+python&ots=15ZhNK3Asd&sig=h5A1TOoM2jyQynP3yzX7ac8tGlA&redir_esc=y#v=onepage&q=buku python&f=false

- Kesehatan, B. P. dan P. (2018). Laporan Nasional Riskesdas 2018. In *Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*(p.198). http://labdata.labdata.kemkes.go.id/images/download/laporan/RKD/2018/Laporan_Nasional_RKD2018_FINAL.pdf

Penelitian, B., Pengembangan, D., Kementerian, K., & Ri, K. (2013). *Penyajian Pokok- Pokok Hasil Riset Kesehatan Dasar 2013*. www.litbang.depkes.go.id

Pratiwi, A. D. I., Ratnawati, D. E., & Widodo,

A. W. (2018). Diagnosis Penyakit THT Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Android. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIHK)* Universitas Brawijaya, 2(10), 2361–2365.

Satyo, A., & Karno, B. (2020). Analisis Data Time Series Menggunakan LSTM (Long Short Term Memory) dan ARIMA (Autocorrelation Integrated Moving Average) dalam Bahasa Python. *ULTIMA InfoSys*, XI(1), 1–7.

Suryani, D., Hafiani, R., & Junita, R. (2017). Analisis Pola Makan Dan Anemia Gizi Besi Pada Remaja Putri Kota Bengkulu. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 10(1),11.<https://doi.org/10.24893/jkma.v10i1.157>

Widaningsih, S. (2017). Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto , Mamdani dan Sugeno dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Jumlah Distribusi Raskin di Bulog Sub . Divisi Regional (Divre) Cianjur. *Jurnal Informatika Dan Manajemen STMIK*, 11(1), 51–65.

World Health Organization. (2017). Nutritional anaemias: tools for effective prevention and control. WHO Document Production Services, Geneva, Switzerland. <https://www.who.int/publications/item/9789241513067?sequence=1>