

Implementasi fuzzy inference system untuk pengambilan keputusan

(Implementation of fuzzy inference system for decision making)

Upic Resta Fauziah Tolang¹, Sugiyarto^{2*}

^{1,2}Department of Mathematics, Ahmad Dahlan University, Yogyakarta, Indonesia.

E-mail: sugiyartonf@yahoo.com

* Corresponding Author

ARTICLE INFO

Kata kunci

Sistem inferensi fuzzy
Tsukamoto
Sistem pendukung
keputusan
Diabetes melitus

Keywords

inference system Fuzzy,
Tsukamoto
Decision support system
Diabetes mellitus

ABSTRACT

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 melitus. Pada penelitian ini, dibuat suatu sistem pendukung keputusan penegakan penyakit diabetes mellitus dengan menggunakan metode Tsukamoto. Variabel-variabel pendukung penegakan diagnosa penyakit tersebut digunakan dalam pembentukan himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* yang diproses dengan metode Tsukamoto sehingga menghasilkan suatu keputusan. Aplikasi yang dirancang telah diuji dengan melibatkan rekam medik diagnosa dari dokter, hasil keputusan yang dihasilkan dari metode adalah sama dengan diagnosa dokter yang tertera di rekam medik. Secara umum aplikasi berbasis web ini bisa digunakan sebagai alat bantu dalam penegakan diagnosa penyakit diabetes melitus. Hasil perhitungan SPK tidak berbeda dengan hasil pemeriksaan glukosa darah oleh dokter, hal ini ditunjukkan dengan uji validitas SPK dengan menggunakan dua ratus dua belas jenis data sampel dan menghasilkan tingkat validitas SPK sebesar 96%.

The number of people with diabetes mellitus has increased from year to year. This is due to delays in disease diagnosis. And Indonesia itself ranks 10th in the number of people with diabetes in the world. Patients with this disease usually do not realize that they have diabetes mellitus. In this study, a decision support system for diabetes mellitus was developed using the Tsukamoto method. Supporting variables for the diagnosis of the disease are used in the formation ofsets fuzzy.sets Fuzzy that are processed by Tsukamoto method to produce a decision. The application designed has been tested by involving the medical record of a doctor's diagnosis, the results of the decision resulting from the method are the same as the doctor's diagnosis stated in the medical record. In general, this web-based application can be used as a tool in diagnosing diabetes mellitus. The results of the SPK calculation are not different from the results of blood glucose examinations by doctors, this is indicated by the SPK validity test using two hundred and twelve types of sample data and produces a SPK validity level of 96%.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



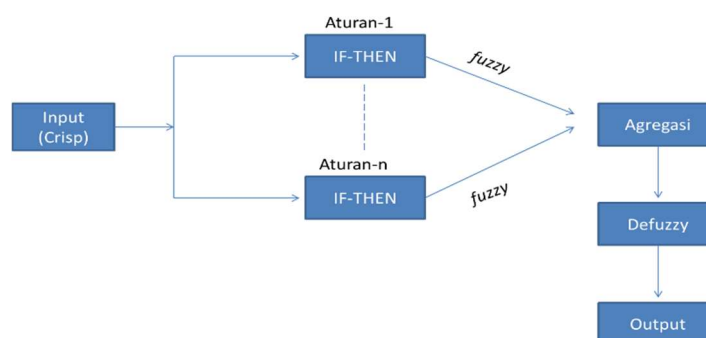
PENDAHULUAN

Pada tahun 1965, Profesor Lotfi Asker Zadeh, seorang guru besar University of California mempublikasikan karya ilmiah berjudul “*Fuzzy sets*”. Lotfi A. Zadeh mengemukakan teori fungsi keanggotaan yang dioperasikan dengan bilangan *real* diantara nilai benar 1 dan salah 0. Ia pula yang mempopulerkan aturan maksimum dan minimum yang diperoleh dari operasi himpunan *fuzzy* [1][2][3].

Sistem *fuzzy* memiliki keunggulan dalam memodelkan aspek kualitatif dari pengetahuan manusia dan proses pengambilan keputusan (*reasoning*) sebagaimana dilakukan oleh manusia dengan menerapkan basis aturan. Sistem *fuzzy* dapat mengatasi kesulitan dalam melukiskan suatu sistem fisis yang kompleks dan sukar dimodelkan secara matematis. Berdasarkan keunggulan yang terdapat pada sistem *fuzzy*, maka sistem tersebut dapat digunakan sebagai dasar terbentuknya suatu sistem pendukung keputusan.

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah suatu sistem informasi berbasis komputer yang menghasilkan berbagai alternatif keputusan untuk membantu manajemen dalam menangani berbagai permasalahan yang terstruktur ataupun tidak terstruktur dengan menggunakan data dan model. Tujuan dari penerapan sistem pendukung keputusan adalah untuk mendukung pengambil keputusan memilih alternatif hasil pengolahan informasi dengan model pengambil keputusan serta untuk menyelesaikan masalah yang bersifat semiterstruktur dan tidak terstruktur[4][5]. Berdasarkan ketujuh model tersebut salah satu model yang cukup populer dalam penyelesaian masalah adalah model heuristik dan *Fuzzy Inference System* (FIS) merupakan salah satu bagian dari model ini [6].

Sistem Inferensi *Fuzzy* (*Fuzzy Inference System* atau FIS) disebut juga *fuzzy inference engine* adalah sistem yang dapat melakukan penalaran dengan prinsip serupa seperti manusia melakukan penalaran dengan nalurinya. Sistem inferensi *fuzzy* juga merupakan kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* berbentuk *IF-THEN*, dan penalaran *fuzzy*. Ada tiga metode dalam sistem inferensi *fuzzy*, yaitu: Metode Tsukamoto, Metode Mamdani, dan Metode Sugeno [7][8]. Metode Tsukamoto dipilih karena setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF-THEN* direpresentasikan dengan himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, *output* dari setiap aturan diberikan secara tegas berdasarkan α -predikat, kemudian diperoleh hasil akhir dengan menggunakan rata-rata terpusat.



Gambar 1. Diagram Sistem Inferensi *Fuzzy* [5]

Salah satu penerapan *fuzzy inference system* adalah dalam bidang kedokteran, yakni implementasi *fuzzy inference system* dalam mendiagnosa penyakit diabetes melitus[9][10][11]. Diabetes melitus atau kencing manis merupakan penyakit kronis yang ditandai dengan kelainan metabolik akibat dari kurangnya produksi insulin oleh pankreas. Diabetes melitus telah dikategorikan sebagai salah satu penyakit tidak menular yang banyak merenggut nyawa penderitanya dan diketahui telah menjadi persoalan kesehatan serius di dunia. Peran pencegahan untuk menanggulangi jumlah penderita diabetes di Indonesia disebabkan salah satunya jumlah endokrinologi di Indonesia yang masih terbilang sedikit. Hal ini disebabkan karena keterlambatan diagnosis sejak dini oleh penderita diabetes melitus.

METODE

3.1 Populasi penelitian

Populasi dalam penelitian adalah pasien Puskesmas Lendah Kulon Progo. Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah data pasien yang berkunjung ke poli penyakit dalam Puskesmas Lendah Kulon Progo. Data pasien diabetes melitus dapat dilihat pada Tabel.1.

Table 1. Data Pasien Diabetes Melitus Puskesmas Lendah Kulon Progo

No	GDP (mg/dl)	GD (mg/dl)	GDPS (mg/dl)	HbA1c (mg/dl)	Diagnosa Dokter
1	113	126	178	3	Pra DM
2	146	90	113	3.3	Pra DM
3	209	166	102	6	Pra DM
4	146	93	180	2.5	Pra DM
5	131	82	197	3	Pra DM
6	155	109	156	2	Pra DM
7	143	79	187	8	DM
8	320	83	168	4.1	Pra DM
9	156	138	146	6	Pra DM
10	143	140	169	6.3	Pra DM
·					
·					
·					
212	182	209	542	6.5	DM

3.2 Logika Fuzzy

Definisi.1.1 Menurut [12] suatu himpunan fuzzy \tilde{A} dalam X didefinisikan sebagai himpunan pasangan berurut:

$$\tilde{A} = \{x, \mu_{\tilde{A}}(x) | x \in X\}$$

dengan $\mu_{\tilde{A}}(x)$ adalah derajat keanggotaan x dalam \tilde{A} yang memetakan x ke ruang keanggotaan X yang terletak pada rentang [0,1].

3.3 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah sistem informasi berbasis komputer yang menyediakan dukungan informasi yang interaktif bagi manajer dan praktisi bisnis selama proses pengambilan keputusan [13]. Menurut [14] SPK dibangun oleh tiga komponen: *Model base*, *Database*, dan *Software system*. Validasi SPK digunakan untuk mengetahui SPK valid atau tidak. Untuk menguji tingkat validitas SPK dapat dilihat dalam Tabel. 2.

Tabel 2. Hasil uji validasi SPK

Data ke-	SPK	Diagnosa Dokter	Ket (T/F)
1	Hasil SPK-1	Hasil diagnosa-1	T
2	Hasil SPK-2	Hasil diagnosa-2	F
3	Hasil SPK-3	Hasil diagnosa-3	T
4	Hasil SPK-4	Hasil diagnosa-4	F
·	·	·	·
·	·	·	·
·	·	·	·
n	Hasil SPK-n	Hasil diagnosa-n	T

Keterangan:

T = *True*. Terjadi apabila hasil perhitungan SPK sama dengan hasil diagnosa dokter.

F = *False*. Terjadi apabila hasil perhitungan SPK tidak sama dengan hasil diagnosa dokter.

Menurut Teddy Rismawan (2008) tingkat validitas SPK dapat dicari dengan persamaan:

$$\text{Tingkat validitas SPK} = \frac{\text{banyaknya hasil pengujian bernilai } T}{\text{banyaknya data sampel}} \times 100\%$$

Implementasi Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Komponen SPK yang digunakan dalam mengembangkan SPK ini yaitu: *Model base, Database, dan Software System.*

1. *Model Base* Metode Tsukamoto

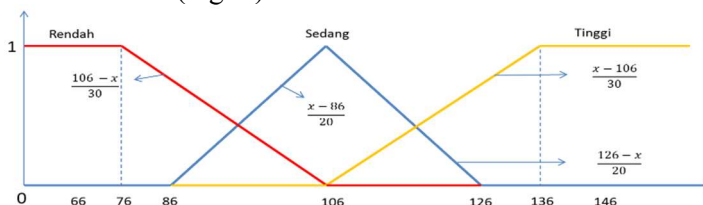
a) Menentukan Himpunan *Fuzzy*

Tabel 3. Himpunan *Fuzzy* [14]

No	Variabel <i>Fuzzy</i>	Himpunan <i>Fuzzy</i>		
		Rendah	Sedang	Tinggi
1	Gula Darah Puasa (mg/dl)	<86	86 ≤ GDP ≤ 126	>126
2	Gula Darah 2 Jam PP (mg/dl)	<100	100 ≤ GD ≤ 140	>140
3	Gula Darah Plasma Sewaktu (mg/dl)	<160	160 ≤ GDPS ≤ 200	>200
4	Kadar HbA1c (mg/ml)	<4,5	4,5 ≤ HbA1c ≤ 6,5	>6,5
5	Keputusan Diagnosa (mg/dl)	<3,5	3,5 ≤ Diagnosa ≤ 6,5	>6,5

b) Mendefinisikan Variabel *Fuzzy*

I. Variabel Gula Darah Puasa (mg/dl)



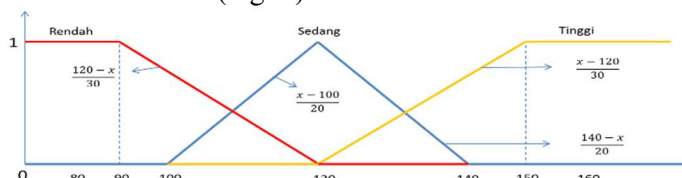
Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Variabel GDP (mg/dl)

$$\mu_{GDP\text{rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & x < 76 \\ \frac{106-x}{30} & 76 \leq x \leq 106 \\ 0 & x > 106 \end{cases}$$

$$\mu_{GDP\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & x < 86 \text{ atau } x > 126 \\ \frac{x-86}{20} & 86 \leq x < 106 \\ \frac{126-x}{20} & 106 \leq x \leq 126 \\ 0 & x > 126 \end{cases}$$

$$\mu_{GDP\text{tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & x < 106 \\ \frac{x-106}{30} & 106 \leq x \leq 136 \\ 1 & x > 136 \end{cases}$$

II. Variabel Gula Darah 2 Jam PP (mg/dl)



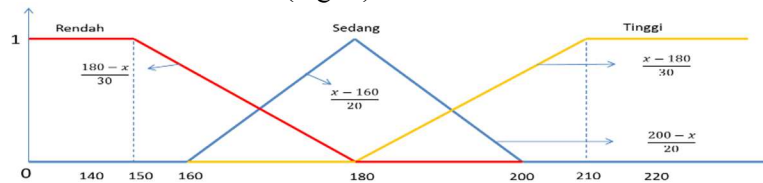
Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Variabel GD (mg/dl)

$$\mu_{GDrendah}(x) = \begin{cases} 1 & x < 90 \\ \frac{120-x}{30} & 90 \leq x \leq 120 \\ 0 & x > 120 \end{cases}$$

$$\mu_{GDsedang}(x) = \begin{cases} 0 & x < 100 \text{ atau } x > 140 \\ \frac{x-100}{20} & 100 \leq x < 120 \\ \frac{140-x}{20} & 120 \leq x \leq 140 \\ 0 & x < 120 \end{cases}$$

$$\mu_{GDtinggi}(x) = \begin{cases} 0 & x < 120 \\ \frac{x-120}{30} & 120 \leq x \leq 150 \\ 1 & x > 150 \end{cases}$$

III. Variabel Gula Darah Plasma Sewaktu (mg/dl)



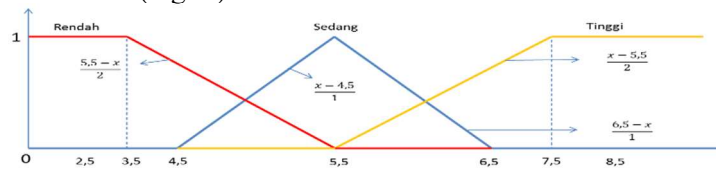
Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Variabel GDPS (mg/dl)

$$\mu_{GDPSrendah}(x) = \begin{cases} 1 & x < 150 \\ \frac{180-x}{30} & 150 \leq x \leq 180 \\ 0 & x > 180 \end{cases}$$

$$\mu_{GDPSsedang}(x) = \begin{cases} 0 & x < 160 \text{ atau } x > 200 \\ \frac{x-160}{20} & 160 \leq x < 180 \\ \frac{200-x}{20} & 180 \leq x \leq 200 \\ 0 & x < 180 \end{cases}$$

$$\mu_{GDPStinggi}(x) = \begin{cases} 0 & x < 180 \\ \frac{x-180}{30} & 180 \leq x \leq 210 \\ 1 & x > 210 \end{cases}$$

IV. Variabel Kadar HbA1c (mg/dl)



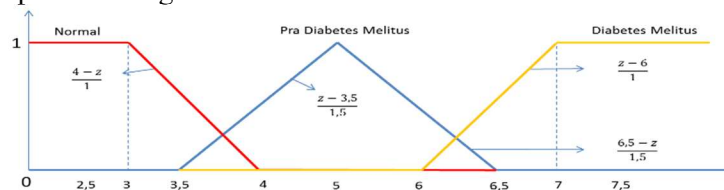
Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Variabel GDPS (mg/dl)

$$\mu_{HbA1crenda}(x) = \begin{cases} 1 & x < 3,5 \\ \frac{5,5-x}{2} & 3,5 \leq x \leq 5,5 \\ 0 & x > 5,5 \end{cases}$$

$$\mu_{HbA1csedan}(x) = \begin{cases} 0 & x < 4,5 \text{ atau } x > 6,5 \\ \frac{x-4,5}{1} & 4,5 \leq x < 5,5 \\ \frac{6,5-x}{1} & 5,5 \leq x \leq 6,5 \\ 0 & x < 180 \end{cases}$$

$$\mu_{HbA1ctinggi}(x) = \begin{cases} 0 & x < 5,5 \\ \frac{x-5,5}{2} & 5,5 \leq x \leq 7,5 \\ 1 & x > 7,5 \end{cases}$$

V. Variabel Keputusan Diagnosa



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Variabel Diagnosa (mg/dl)

$$\mu_{Normal}(z) = \begin{cases} 1 & z < 3 \\ \frac{4-z}{1} & 3 \leq z \leq 4 \\ 0 & z > 4 \end{cases}$$

$$\mu_{PraDM}(z) = \begin{cases} 0 & z < 3,5 \text{ atau } z > 6,5 \\ \frac{z-3,5}{1,5} & 3,5 \leq z < 5 \\ \frac{6,5-z}{1,5} & 5 \leq z \leq 6,5 \end{cases}$$

$$\mu_{DM}(z) = \begin{cases} 0 & z < 6 \\ \frac{z-6}{1} & 6 \leq z \leq 7 \\ 1 & z > 7 \end{cases}$$

c) Inferensi

Inferensi adalah proses penggabungan banyak aturan berdasarkan data yang tersedia [4]. Rumus umum yang digunakan untuk mencari banyaknya aturan *fuzzy* adalah sebagai berikut:

$$n = a^b$$

n = banyaknya aturan *fuzzy*

a = banyaknya himpunan *fuzzy* pada masing-masing variabel *fuzzy*

b = banyaknya variabel *fuzzy*

Tabel 4. Pembentukan aturan *fuzzy*

No		Anteseden					Konsekuen
		GDP	GD	GDPS	HbA1c		
1	IF	RENDAH	RENDAH	RENDAH	RENDAH	THEN	NORMAL
2	IF	RENDAH	RENDAH	RENDAH	SEDANG	THEN	NORMAL
3	IF	RENDAH	RENDAH	SEDANG	RENDAH	THEN	NORMAL
4	IF	RENDAH	SEDANG	RENDAH	RENDAH	THEN	NORMAL
5	IF	SEDANG	RENDAH	RENDAH	RENDAH	THEN	NORMAL
.
.
81	IF	SEDANG	TINGGI	RENDAH	RENDAH	THEN	DM

Berdasarkan delapan puluh satu aturan tersebut, maka selanjutnya ditentukan nilai α dan z untuk masing-masing aturan.

Menurut fungsi keanggotaan keputusan diagnosa Normal maka diperoleh rumus:

$$\frac{4-z}{1} = \alpha$$

sehingga diperoleh rumus untuk mencari nilai z .

$$z = 4 - \alpha(4 - 3)$$

Menurut fungsi keanggotaan keputusan diagnosa Pra Diabetes Melitus maka diperoleh rumus:

$$\frac{z-3,5}{1,5} = \alpha$$

sehingga diperoleh rumus untuk mencari nilai z .

$$z = 3,5 + \alpha(5 - 3,5)$$

Menurut fungsi keanggotaan keputusan diagnosa Diabetes Melitus maka diperoleh rumus:

$$\frac{z-6}{1} = \alpha$$

sehingga diperoleh rumus untuk mencari nilai z .

$$z = 6 + \alpha(7 - 6)$$

d) Menentukan *Output Crisp*

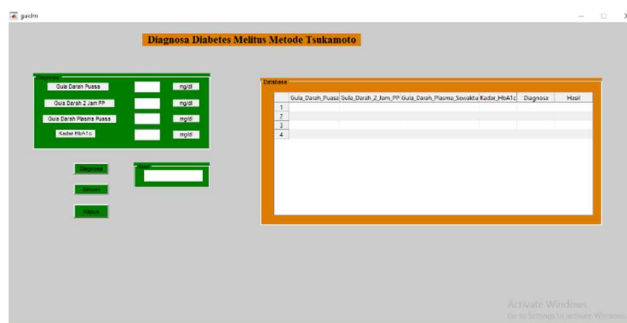
Pada metode tsukamoto, untuk menentukan *output crisp* digunakan defuzifikasi rata-rata terpusat, yaitu:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i z_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i}$$

Dengan $i = 1, 2, 3, \dots, 81$

2. Database

Database pada penelitian ini menggunakan kombinasi antara matlab dan excel dengan formal *xlsread*, sistem database dirancang dengan tampilan menu utama seperti berikut:



Gambar 7. Tampilan utama Database

3. Software system

Dalam mengembangkan SPK dengan metode Tsukamoto ini menggunakan *software* matlab. Adapun langkah-langkah dalam pengembangan SPK dengan metode Tsukamoto menggunakan *software* matlab sebagai berikut: mendefinisikan variabel, menentukan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dari tiap variabel, inferensi, dan menentukan nilai *output crisp*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perancangan sistem pendukung keputusan dengan pendekatan *fuzzy inference system* metode Tsukamoto tersebut, maka penulis menarik kesimpulan sebagai berikut:

Penerapan sistem pendukung keputusan dengan pendekatan *fuzzy inference system* metode Tsukamoto telah terbukti mampu mendiagnosa penyakit diabetes melitus. Karena setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan *software* matlab diketahui hasil dari pengujian tersebut memiliki tingkat validitas sebesar 96%. Dengan ini sistem pendukung keputusan yang dihasilkan bisa digunakan sebagai alat bantu untuk mendiagnosa penyakit diabetes melitus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Kusumadewi and H. Purnomo, "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan, vol. II," *Yogyakarta Graha Ilmu*, 2013.
- [2] M. A. Setiyaningsih, "Penerapan Metode Tsukamoto dalam Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Karyawan pada PT. Pindad (Persero) Berbasis Web." Universitas Kanjuruhan Malang.
- [3] A. I. Falatehan, N. Hidayat, and K. C. Brata, "Sistem pakar diagnosis penyakit hati menggunakan metode fuzzy tsukamoto berbasis android," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. e-ISSN*, vol. 2548, p. 964X, 2018.
- [4] E. Turban, J. E. Aronson, and T. P. Liang, "Decision Support System and Intelligent Systems Edisi 7 Jilid 1," *Yogyakarta Andi*, 2005.
- [5] S. Kusumadewi and S. Hartati, "Neuro-Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf," *Yogyakarta Graha Ilmu*, 2006.
- [6] F. I. Sanjaya and D. Heksaputra, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Tenaga Kontrak Melalui Pendekatan Fuzzy Inference System dengan Metode Tsukamoto (Studi Kasus PT. Solo Murni)," 2016.
- [7] S. Setiadji, "Himpunan & Logika Samar serta aplikasinya," *Yogyakarta Graha Ilmu*, 2009.
- [8] D. A. Puryono, "Metode Fuzzy Inferensi System Mamdani Untuk Menentukan Bantuan Modal Usaha Bagi UMKM Ramah Lingkungan," 2018.
- [9] T. Rismawan, A. W. Irawan, W. Prabowo, and S. Kusumadewi, "Sistem pendukung keputusan

- berbasis pocket pc sebagai penentu status gizi menggunakan metode knn (k-nearest neighbor),” *Teknoin*, vol. 13, no. 2, 2008.
- [10] Y. A. Maulana and B. Nurhadiyono, “Implementasi Fuzzy Tsukamoto dalam Mendiagnosa Penyakit Diabetes Melitus,” *Progr. Stud. Tek. Informastika, Fak. Ilmu Komputer, Univ. Dian Nuswantoro*, 2016.
- [11] Z. Niswati, A. Paramita, and F. A. Mustika, “Aplikasi Fuzzy Logic dalam Diagnosa Penyakit Diabetes Mellitus pada PUSKESMAS di Jakarta Timur,” *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 3, pp. 21–30, 2016.
- [12] C.-T. Lin and C. S. G. Lee, *Neural fuzzy systems: a neuro-fuzzy synergism to intelligent systems*. Prentice hall, 1996.
- [13] J. A. O’Brien, “Pengantar Sistem Informasi: Perspektif Bisnis dan Manajerial Edisi 12,” *Jakarta: Penerbit Salemba Empat*, 2005.
- [14] A. Supriyanto, “Pengantar teknologi informasi,” *Jakarta: Salemba Infotek*, 2005.