

Sistem Pendeteksi Diabetes Menggunakan Algoritma Tsukamoto Pada Bahasa Pemrograman Python

Surya Oktova Pramudya¹, Firyal Wishal Nabili², Rantau Himawan³, Anggraini Puspita Sari^{4*}

^{1,2,3,4} Program Studi Informatika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

¹21081010292@student.upnjatim.ac.id

²21081010301@student.upnjatim.ac.id

³21081010086@student.upnjatim.ac.id

⁴anggraini.puspita.if@upnjatim.ac.id

*Corresponding author email: anggraini.puspita.if@upnjatim.ac.id

Abstrak— Diabetes adalah suatu kondisi medis yang umumnya bersifat kronis dan dapat berdampak pada kualitas hidup banyak individu di seluruh dunia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem deteksi diabetes menggunakan algoritma fuzzy Tsukamoto yang diimplementasikan dalam bahasa pemrograman Python. Metode fuzzy Tsukamoto digunakan untuk memperhitungkan ketidakpastian dan kompleksitas pengambilan keputusan diagnostik pada diabetes. Sistem ini dirancang untuk menerima input variabel seperti glukosa dan insulin dan memberikan keyakinan akan adanya diabetes. Pada tahap pengembangan, model fuzzy Tsukamoto dilatih dengan data diabetes yang valid. Melalui proses pembelajaran, model ini dapat mengetahui hubungan antara variabel input dan output yang berhubungan dengan tingkat kepercayaan diabetes. Implementasi sistem ini menggunakan bahasa pemrograman Python, yang menawarkan kemudahan dan fleksibilitas untuk pengembangan dan integrasi dengan platform lain. Sistem deteksi diabetes yang dikembangkan dapat membantu pengguna memperkirakan risiko diabetes berdasarkan variabel input yang diberikan. Pengguna dapat memasukkan data glukosa dan insulin mereka sendiri dan sistem menyediakan tingkat diabetes yang dapat diandalkan berdasarkan analisis fuzzy Tsukamoto. Studi ini berkontribusi pada pengembangan sistem deteksi diabetes yang efisien dan mudah digunakan menggunakan algoritma fuzzy Tsukamoto. Sistem ini dapat membantu individu dan profesional kesehatan dalam deteksi dini, pengobatan dan pencegahan diabetes. Pengenalan Python menawarkan keuntungan dalam pengembangan dan integrasi sistem deteksi diabetes.

Kata Kunci— logika fuzzy, fuzzy tsukamoto, diabetes, prediksi diabetes, pemrograman python.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat telah membuka peluang yang sangat luas bagi manusia untuk menggali kreativitasnya dalam menciptakan teknologi yang tidak hanya bermanfaat, tetapi juga praktis dalam mempermudah berbagai pekerjaan dan aktivitas yang mereka lakukan. Fenomena ini tidak lagi terbatas pada aspek teoritis semata, melainkan menuntut penerapan nyata dalam kehidupan sehari-hari [5]. Salah satunya dengan terciptanya

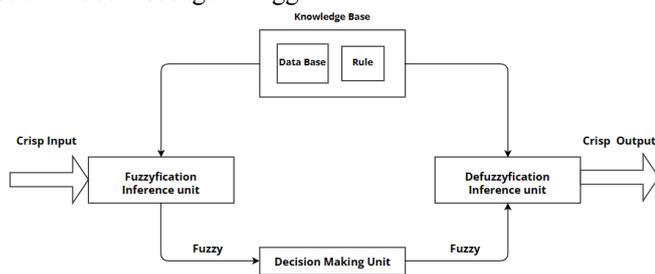
Kecerdasan buatan untuk mempermudah pekerjaan manusia di segala sektor, contohnya di sektor Kesehatan sebagai alat pendeteksi diabetes. Diabetes adalah suatu kondisi kronis dalam metabolisme yang memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas hidup dan kesehatan jutaan orang di seluruh dunia. Penyakit ini ditandai oleh tingkat gula darah yang tinggi dalam tubuh akibat gangguan dalam produksi atau penggunaan insulin[3]. Diabetes dapat menyebabkan gangguan metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak meningkatkan kadar glukosa darah. Komplikasi yang timbul dapat memengaruhi seluruh sistem tubuh, mengurangi kualitas hidup, menyebabkan kecacatan, dan berpotensi fatal[11]. Diagnosis dan pengobatan yang tepat sangat penting untuk mengurangi dampak negatif diabetes pada kesehatan pasien. Oleh karena itu, pengembangan sistem deteksi diabetes yang efisien dan akurat menjadi fokus utama dalam bidang kesehatan. Dalam beberapa tahun terakhir, teknik kecerdasan buatan seperti algoritma fuzzy telah digunakan dalam berbagai aplikasi medis untuk mendukung pengambilan keputusan klinis[12]. Algoritma fuzzy merupakan metode yang dapat mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas data dengan memodelkan pengetahuan manusia dalam bentuk himpunan fuzzy. Logika fuzzy merupakan komponen penting dalam komputasi lunak. Teori himpunan fuzzy menjadi dasar dalam logika ini, di mana derajat keanggotaan memainkan peran kunci dalam menentukan keberadaan suatu elemen dalam himpunan[13]. Penerapan logika fuzzy dalam sistem membutuhkan definisi dan penggunaan yang benar, meskipun fenomena yang akan dimodelkan dalam sistem tersebut bersifat samar atau tidak jelas[6]. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem deteksi diabetes menggunakan algoritma fuzzy. Sistem ini menerima data klinis dari pasien, seperti kadar glukosa dan insulin, dan menggunakan teknik fuzzy untuk mengolah data tersebut menjadi hasil diagnostik yang membantu dokter dalam mendiagnosa diabetes.

II. Metodologi Penelitian

A. Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah suatu Algoritma yang merupakan salah satu komponen dari soft computing. Logika Fuzzy dikemukakan pada tahun 1965 pertama kali oleh Prof. Lotfi A. Zadeh. Logika fuzzy didasari oleh teori himpunan fuzzy. Dalam teori himpunan fuzzy, peranan derajat

keanggotaan sebagai penentu kemunculan unsur dalam suatu himpunan sangat penting karena ciri utama dari logika fuzzy adalah nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau fungsi keanggotaan [1]. Logika fuzzy adalah logika relatif baru, tetapi konsepnya telah ada sejak lama. Meskipun metode modern dan sistematis terkait logika fuzzy ditemukan beberapa tahun yang lalu, konsep tersebut telah ada dalam beberapa bentuk sejak lama [14]. Logika Fuzzy mudah dipresentasikan dalam dunia nyata, contohnya dengan klasifikasi subjektif yang sering ada di dunia nyata. contoh klasifikasi subjektif di dunia nyata adalah “rendah”, “sedang” dan “tinggi”, dimana range klasifikasi tersebut dapat berbeda tiap individu / subjeknya. subjek A mengatakan tinggi badan 160cm sebagai “sedang”, namun subjek B mengatakan tinggi badan 160cm sebagai “tinggi”.



Gambar 1 merupakan Alur Proses Interferensi fuzzy

B. Fuzzy Tsukamoto

Dalam metode fuzzy Tsukamoto, setiap hasil aturan IF-Then direpresentasikan oleh himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan monoton. Ini dilakukan untuk mengaburkan informasi. Hasil kesimpulan dari setiap aturan diberikan secara tegas berdasarkan α -predikat. Untuk menghasilkan output akhir, digunakan metode defuzzifikasi rata-rata tertimbang. Metode ini menghasilkan nilai tegas yang mewakili output sistem fuzzy [4]. Implementasi algoritma Fuzzy Tsukamoto di Python melibatkan beberapa langkah. Berikut adalah langkah-langkah implementasi algoritma Fuzzy Tsukamoto:

- 1) Definisi fungsi keanggotaan:
Tentukan fungsi anggota untuk variabel input dan output. Fungsi keanggotaan ini biasanya berbentuk segitiga atau trapesium.
- 2) Definisi aturan fuzzy:
Definisi aturan fuzzy IF-THEN. Aturan ini akan mengaitkan nilai anggota variabel input dengan nilai anggota variabel output. Misalnya, jika X adalah "rendah", maka Y adalah "rendah". Aturan fuzzy didefinisikan berdasarkan pengetahuan pakar atau logika yang diterapkan pada sistem.
- 3) Menjalankan fungsi anggota:
Buat fungsi Python untuk menghitung nilai properti variabel input dan output berdasarkan fungsi properti yang telah ditentukan sebelumnya. Anda dapat menggunakan fungsi segitiga atau trapesium sebagai contoh.
- 4) Terapkan aturan fuzzy:
Gunakan aturan fuzzy yang telah ditentukan sebelumnya untuk menghubungkan nilai atribut dari variabel masukan dengan nilai variabel keluaran. Ini

melibatkan penentuan tingkat keanggotaan dari setiap aturan.

- 5) Definisi fungsi inferensi:
Buat fungsi inferensi yang akan menggabungkan aturan fuzzy dan nilai derajat kebenaran untuk menghasilkan nilai keanggotaan untuk variabel keluaran berdasarkan variabel masukan.
- 6) Setel fungsi defuzzifikasi:
Terakhir, tentukan bagaimana mengubah nilai anggota dari variabel keluaran fuzzy menjadi nilai murni (nilai tunggal). Salah satu metode defuzzifikasi sederhana adalah metode centroid.

C. Pengambilan data

Dalam penelitian ini kami memiliki dataset yang berisi hasil diagnosis orang-orang yang terkena diabetes dan variabel-variabel yang mempengaruhi adanya diabetes yang diantaranya:

- 1) Insulin
Insulin adalah hormon alami yang diproduksi oleh pankreas untuk mengatur kadar glukosa dalam darah. Saat kita makan, pankreas melepaskan insulin untuk mengubah glukosa menjadi energi yang digunakan oleh sel-sel tubuh. Insulin dapat mempengaruhi tingkat diabetes pada manusia [8].
- 2) Kadar Glukosa Darah
Kadar glukosa darah adalah jumlah glukosa dalam aliran darah pada suatu waktu. Kadar gula darah yang tinggi dapat mengindikasikan masalah kesehatan termasuk diabetes dan memerlukan perawatan medis [9]. Keadaan Insulin dan Glukosa yang tinggi akan membuat suatu individu semakin beresiko mengalami diabetes [10].

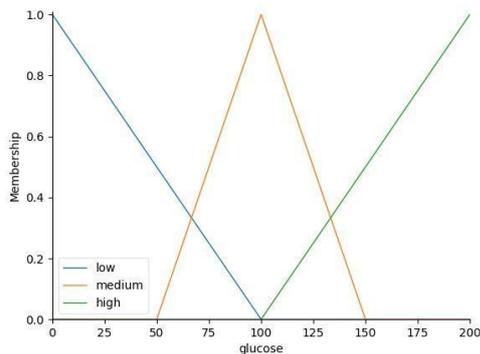
D. Tahap Perancangan Fuzzy

Dalam penelitian ini, diperoleh tingkat keakuratan dalam bentuk persentase (%) dalam memprediksi perilaku konsumen berdasarkan renovasi pada beberapa bagian, seperti tembok, lantai, dan atap. Metode Tsukamoto melibatkan serangkaian langkah untuk menghasilkan output yang diinginkan [2]. Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan dalam metode tersebut:

- 1) Analisis Variabel: Variabel-variabel yang relevan, seperti kadar glukosa dan insulin dianalisis secara mendalam. Tabel 1 memuat jarak domain antara himpunan glukosa rendah, sedang, dan tinggi. Sedangkan Tabel 2 memuat jarak domain antara insulin himpunan glukosa rendah, sedang, dan tinggi.

TABEL 1 DOMAIN VARIABEL GLUKOSA

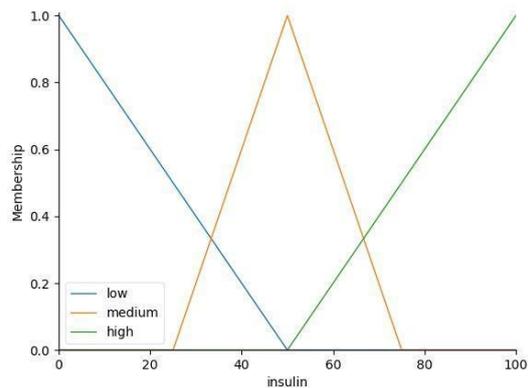
no	Himpunan	Domain
1	Rendah	0-100
2	Sedang	50-150
3	Tinggi	200



Gambar 2 merupakan grafik dari himpunan glukosa

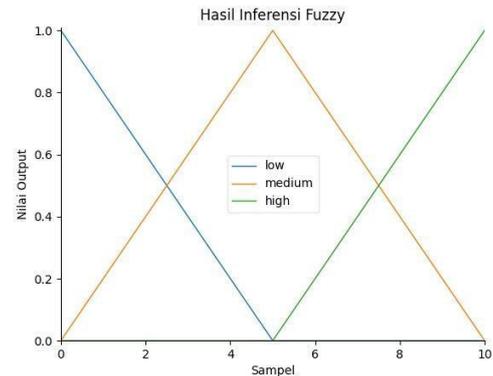
TABEL 2 DOMAIN VARIABEL INSULIN

no	Himpunan	Domain
1	Rendah	0-50
2	Sedang	25-75
3	Tinggi	50-100



Gambar 3 merupakan grafik dari himpunan glukosa

- 2) Fuzzifikasi: Variabel-variabel tersebut diubah menjadi himpunan fuzzy dengan menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai.
- 3) Aturan Fuzzy: Aturan-aturan fuzzy yang memodelkan hubungan antara variabel input dan output dibentuk berdasarkan pengetahuan domain yang ada.
- 4) Inferensi Fuzzy: Dengan menggunakan aturan fuzzy yang telah ditentukan, inferensi fuzzy dilakukan untuk menghasilkan himpunan fuzzy pada variabel output.



Gambar 4 merupakan grafik dari hasil Inferensi Fuzzy sampel

- 5) Defuzzifikasi: Himpunan fuzzy pada variabel output diubah menjadi nilai tegas dengan menggunakan teknik defuzzifikasi, seperti metode centroid atau metode lain yang sesuai. Berikut merupakan rumus centroid :

$$Centroid = \frac{\sum \mu(x)}{\sum (x \cdot \mu(x))}$$

D. Tahap Perancangan Kode Pemrograman Python

Pada tahun 1991, Guido van Rossum menciptakan Python sebagai bahasa pemrograman yang memiliki kegunaan yang sangat luas. Bahasa ini dirancang dengan tujuan utama untuk memudahkan pembacaan kode oleh manusia. Salah satu ciri khas yang membuat Python berbeda adalah penggunaan indentasi yang signifikan dalam mengatur struktur kode. Indentasi yang konsisten dan akurat menggunakan spasi sangat penting dalam bahasa pemrograman ini. Oleh karena itu, dalam penulisan kode Python, penambahan spasi tidak boleh dilakukan secara sembarangan, karena dapat mengganggu struktur dan pemahaman kode secara keseluruhan [7]. Dalam tahap ini, peneliti mengimplementasikan segala perhitungan Metode Fuzzy Tsukamoto menggunakan program bahasa python dengan bantuan library Numpy dan pandas.

NumPy merupakan library python yang dapat memberikan dukungan untuk manipulasi dan operasi pada array dan matriks multidimensi yang berskala besar., Sedangkan pandas adalah library python yang berguna untuk analisis dan visualisasi data yang dapat memanipulasi dan menganalisis data dalam format tabular dengan mudah dan efisien.

III. Hasil Dan Pembahasan

A. Dataset dan Himpunan Fuzzy

Pada Final Project ini kelompok kami mengambil judul Perbandingan Keakuratan Logika Fuzzy Mamdani dan Fuzzy Tsukamoto untuk mendeteksi Diabetes. Kelompok kami mengimplementasikan Logika Fuzzy menggunakan program bahasa python. sebelum menghitung keakuratan, kode pemrograman dari implementasi fuzzy kami menggunakan

dataset pasien yang berpotensi mengalami diabetes yang berisi :

- 1) Jumlah / Kadar Glukosa dalam darah.
- 2) Jumlah / Kadar Insulin.
- 3) Output dari tes yang menyatakan pasien terkena penyakit diabetes atau tidak.

Berikut merupakan contoh sampel dari total 768 data dari dataset :

TABEL 3 SAMPEL DATA DARI DATASET

Glucose	Insulin	Outcome
148	0	1
85	0	0
183	0	1
89	94	0
37	168	1

Kemudian data tersebut di impor ke bahasa pemrograman python kemudian dihitung menggunakan rule yang telah dibuat dan digabungkan ke dalam variabel aggregate. kemudian output didapatkan dengan rumus :

$$\text{output} = \frac{\text{np.sum(aggreated} * \text{np.array([0, 1, 2]))}}{\text{np.sum(aggreated)}} \quad (1)$$

Setelah dihitung, maka output akan diklasifikasikan untuk memprediksi hasil benar dan diperoleh hasil seperti pada Gambar 5.

```
Tidak Kena Diabetes (Benar)
Perhitungan Data salah
Tidak Kena Diabetes (Benar)
Perhitungan Data salah
Tidak Kena Diabetes (Benar)
Tidak Kena Diabetes (Benar)
Tidak Kena Diabetes (Benar)
Tidak Kena Diabetes (Benar)
Perhitungan Data salah
Tidak Kena Diabetes (Benar)
Jumlah data benar: 500
Akurasi data benar : 65%
```

Gambar 5 merupakan output dari program python

Dari hasil yang ada pada Gambar 5, Metode Tsukamoto berhasil menebak 500 data dari 768 data dengan persentase keakuratan mencapai 65%.

II. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, peneliti menghitung prediksi diabetes menggunakan metode fuzzy tsukamoto yang diimplementasikan ke dalam kode program menggunakan bahasa pemrograman python. Pada perhitungan prediksi diabetes dengan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto yang

menggunakan dan dataset variabel glukosa dan insulin untuk menghitung defuzzifikasi dan variabel Outcome untuk membandingkan hasil defuzzifikasi. Dari hasil yang telah didapatkan, Metode Fuzzy Tsukamoto dapat mendeteksi penyakit diabetes dengan keakuratan data menunjukkan hasil sebesar 500 data benar dari total seluruh data yang berjumlah 768 data, Hasil data tersebut dapat disimpulkan bahwa Metode Fuzzy Tsukamoto memiliki persentase keakuratan data sebesar 65% data akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pengampu mata kuliah Kecerdasan buatan atas bimbingan untuk penelitian ini. Peneliti juga ingin mengucapkan terima kasih untuk seluruh anggota tim SANTIKA atas telah disempatkannya waktu untuk mereview karya tulis peneliti. Peneliti juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang maha Esa yang telah memberikan kesempatan yang berharga dalam merancang dan melaksanakan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Ami Hilda Agustin, G.K. Gandhiadi, and Tjokorda Bagus Oka, "PENERAPAN METODE FUZZY SUGENO UNTUK MENENTUKAN," E-Jurnal Matematika, vol. 5, pp. 176-182, 2016.
- [2] CARAKA, Akbar Ariya, et al. Logika Fuzzy Menggunakan Metode Tsukamoto Untuk Prediksi Perilaku Konsumen Di Toko Bangunan. Techno. Com, 2015, 14.4: 255-265.
- [3] LESTARI, Lestari, et al. Diabetes Melitus: Review etiologi, patofisiologi, gejala, penyebab, cara pemeriksaan, cara pengobatan dan cara pencegahan. In: Prosiding Seminar Nasional Biologi. 2021. p. 237-241.
- [4] WIDANINGSIH, Sri. Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Jumlah Distribusi Raskin di Bulog Sub. Divisi Regional (Divre) Cianjur. Infoman's, 2017, 11.1: 51-65.
- [5] HARIANTO, Sugeng; SETIAWAN, Aries Boedi; SARI, Anggraini Puspita. Studi Tentang Penggunaan Metode Scanning Pada Sistem Telemetri Pendeteksi Kerusakan Air Conditioner Kendaraan. ElektriKA: Jurnal Teknik Elektro, 2017, 1.1: 47-51.
- [6] SETIAWAN, Agung; YANTO, Budi; YASDOMI, Kiki. LOGIKA FUZZY Dengan MATLAB (Contoh Kasus Penelitian Penyakit Bayi dengan Fuzzy Tsukamoto). Jayapangus Press Books, 2018, i-217.
- [7] KADIR, Abdul. Logika Pemrograman Python, 2019.
- [8] Siloam Hospital. (2023, 29 Maret). Apa Itu Insulin. Diakses dari <https://www.siloamhospitals.com/informasi-siloam/artikel/apa-itu-insulin>.
- [9] Makarim, F. R. (2023, 10 Mei). Catat Ini: Kadar Gula Darah yang Normal dalam Tubuh. Halodoc. Diakses dari <https://www.halodoc.com/artikel/catat-ini-kadar-gula-darah-yang-normal-dalam-tubuh>.
- [10] RSUD Tulungagung. (2023, 20 Maret). Ketahui Cara Menyuntik Insulin bagi Pasien Diabetes. Diakses dari <https://rsud.tulungagung.go.id/ketahui-cara-menyuntik-insulin-bagi-pasien-diabetes/>
- [11] PRABAWATI, Dewi; SARI, Puspita; NEONBENI, Yohanes. Pendidikan Kesehatan Tentang Perawatan Dan Senam Kaki Pada Pasien Diabetes. SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan, 2021, 4.3: 624-630.
- [12] Jiang F, Jiang Y, Zhi H, Dong Y, Li H, Ma S, Wang Y, Dong Q, Shen H, Wang Y. Artificial intelligence in healthcare: past, present and

- future. *Stroke Vasc Neurol*. 2017 Jun 21;2(4):230-243. doi: 10.1136/svn-2017-000101. PMID: 29507784; PMCID: PMC5829945.
- [13] WARDHANI, Rakhmatika Sri. *Aplikasi Sistem Fuzzy Untuk Diagnosa Penyakit Jantung Koroner (Coronary Heart Disease)*. Universitas Negeri Yogyakarta, 2014.
- [14] PUSPITA, Ema Sastri; YULIANTI, Liza. Perancangan sistem peramalan cuaca berbasis logika fuzzy. *Jurnal Media Infotama*, 2016, 12.1.
- [15] UniversitasCiputra.ac.id. (2019). Python Library untuk Data Scientist. Diakses dari <https://www.uc.ac.id/ict/python-library-untuk-data-scientist/>