

DATA TRAINING DALAM FUZZY INFERENCE SYSTEM UNTUK PENINGKATAN PREDIKSI PRADIABETES

Dram Renaldi¹

¹Teknik Perangkat Lunak, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Buddhi

Dharma

Email: dram.renaldi@ubd.ac.id

Abstrak

Pradiabetes adalah sebuah awal kondisi gula darah yang berada di dalam tubuh manusia. Dengan mendeteksinya lebih awal maka dapat mengurangi resiko berkembangnya hingga menjadi diabetes mellitus. *Fuzzy Inference System* (FIS) adalah suatu metode yang mampu menangani ketidakpastian ataupun ketidakjelasan data dalam ranah abu-abu, khususnya dalam bidang medis untuk memprediksi suatu penyakit. Dalam FIS memiliki data training yang berguna untuk meningkatkan Tingkat prediksi lebih tepat. Fungsi dalam data training di sini adalah untuk mengoptimasikan parameter keanggotaan *fuzzy logic*. Pengolahan data menggunakan MATLAB, yang menyediakan perangkat Analisa berupa logika matematika akurat. Implementasi FIS dalam MATLAB memiliki potensi besar dalam mendukung diagnosis pradiabetes secara akurat dan efisien.

Kata kunci: Data Training, *Fuzzy Inference System*, MATLAB, Pradiabetes, Prediksi

Pendahuluan

Pradiabetes adalah sebuah kondisi kesehatan yang ditandai oleh tingkat kadar gula dalam tubuh yang cukup tinggi namun belum sampai ambang batas dari diabetes mellitus (Aprilio et al., 2024). Pradiabetes sendiri merupakan tanda dari tubuh mulai resisten terhadap insulin, sehingga kadar gula dalam darah akan meningkat.

Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes) pada tahun 2023 lalu menunjukkan prevalensi penyakit diabetes mellitus di Indonesia mencapai 11,7%, dan jika tidak segera ditangani, kemungkinan penderita diabetes mellitus akan meningkat sekitar 28,6 juta di tahun 2045 mendatang (Yoanes Litha, 2024). Peningkatan jumlah penderita diabetes mellitus di Indonesia telah diprediksi oleh WHO, pada tahun 2020 sebanyak 8,4 juta akan terjadi peningkatan di tahun 2030 dari 21,3 juta penderita diabetes mellitus. Jadi dapat disimpulkan bahwa peningkatan jumlah tersebut penderita diabetes pada tahun 2035 akan mencapai dua hingga tiga kali lipat (Intan Miladiana

& Nur Rosyid, 2024). Diabetes melittus sendiri adalah penyakit yang mengancam kehidupan dan memiliki dampak komplikasi terhadap penderitanya dalam biaya pelayanan kesehatan. Untuk menghindari komplikasi, diabetes harus didiagnosis secara dini (Bacin, 2021). Diabetes melitus menduduki peringkat ke 7 sebagai penyebab kematian nomor 10 di dunia 90%-95% kasusnya adalah diabetes mellitus tipe 2 (Syaripudin et al., 2023).

Dan gaya hidup seperti mengkonsumsi makanan cepat saji serta kurang kegiatan fisik ditambah dengan peningkatan stres akan mempercepat risiko prediabetes. Ada pula alasan lain yaitu masyarakat jarang melakukan konsultasi ke dokter karena permasalahan biaya yang cukup mahal dan ketersediaan dokter pada daerah terdalam. (Lenteraningati et al., 2024).

Pendeteksian dini dan prediksi akurat terhadap risiko prediabetes merupakan langkah strategis untuk mencegah perkembangan kondisi menjadi diabetes mellitus tipe 2 seutuhnya. Oleh karena itu, teknologi berbasis kecerdasan buatan, khususnya *Fuzzy Inference System* (FIS), menjadi salah satu solusi potensial dalam memberikan prediksi yang lebih presisi. Logika fuzzy memiliki keunggulan diantaranya adalah mudah dipahami dan memiliki toleransi data-data yang tidak *valid*, juga mampu memodelkan fungsi-fungsi *non-linear* yang sangat rumit dan berpola sehingga dapat mengaplikasikan pengalaman para pakar tanpa terawasi, serta mampu menjalankan teknik-teknik kendali berdasarkan bahasa alami secara konvensional (Saleh et al., 2022) (Hidayati et al., 2024).

FIS juga yang dapat disebut sebagai *fuzzy inference engine* adalah suatu sistem yang mampu melakukan penalaran layaknya manusia dengan nalurinya (Tolang & Sugiyarto, 2020) (Tundo & Saifullah, 2022). FIS merupakan kerangka kerja dalam komputasi berdasarkan teori himpunan fuzzy dalam bentuk aturan IF-THEN (Sekarrizky et al., 2021) (Sadikin et al., 2021).

Keberhasilan implementasi FIS sangat dipengaruhi oleh kualitas data yang digunakan dalam proses pelatihannya (*data training*). *Data training* yang baik harus mencakup keragaman karakteristik individu, seperti usia, indeks massa tubuh, riwayat keluarga, serta gaya hidup yang relevan di Indonesia. Hal ini bertujuan agar sistem dapat belajar dengan lebih baik dan menghasilkan prediksi yang akurat sesuai dengan kondisi lokal masyarakat.

Metodologi

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan literatur dan data yang dikumpulkan dari jurnal ilmiah dan dataset secara terbuka di publik yaitu Kaggle. Data diolah untuk menemukan pola yang relevan dengan tujuan penelitian. Pendekatan ini dipilih karena efisien dan menggunakan sumber terpercaya, dengan validitas yang diuji melalui berbagai sumber.

A. Dataset

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data kuantitatif diabetes tahun 2024 melalui situs kaggle.com. Data sampel yang digunakan sejumlah 100 data responden. Didapatkan beberapa kategori yang diukur antara lain: usia kehamilan (*pregnancies*), glukosa (*glucose*), tekanan darah (*blood pressure*), ketebalan kulit (*skin thickness*), insulin, indeks masa tubuh (BMI), *diabetes pedigree function*, dan usia.

1. Usia Kehamilan (*Pregnancies*)

Nilai Linguistik	Interval (minggu)
Tidak Beresiko	<24
Beresiko	>24

2. Glukosa (*Glucose*)

Nilai Linguistik	Interval (mm/dL)
Normal	90 - 140
Prediabetik	141 - 199
Diabetes Mellitus	>200

3. Tekanan darah (*Blood Pressure*)

Nilai Linguistik	Interval (mm/Hg)
Rendah	<100
Normal	100 – 140
Tinggi	>140

4. Ketebalan kulit (*Skin Thickness*)

Nilai Linguistik	Interval (mm)
Rendah	<50
Tinggi	>50

5. Insulin

Nilai Linguistik	Interval (pmol/L)
Rendah	<14
Normal	14 – 174
Tinggi	>174

6. Indeks masa tubuh (*BMI*)

Nilai Linguistik	Interval (IMT)
Kurus	< 18,5
Normal	18,5 – < 25
Kelebihan /Obesitas	25 – < 30

7. *Diabetes Pedigree Function*

Nilai Linguistik	Interval (DPF)
Rendah	<1
Tinggi	>1

8. Usia

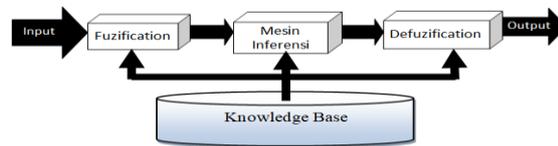
Nilai Linguistik	Interval (Tahun)
Tidak Beresiko	<40
Beresiko	>40

B. Generate FIS

Fuzzy Inference System (FIS) merupakan metode yang sering digunakan dalam penelitian untuk memodelkan sistem yang kompleks dan tidak pasti

(Setiyawan et al., 2023). Dalam proses generasi FIS, langkah-langkah utama meliputi definisi variabel input dan output, penentuan himpunan fuzzy, formulasi aturan fuzzy berbasis logika linguistik, serta penerapan metode inferensi seperti Mamdani atau Sugeno untuk menghasilkan keputusan (Humira et al., 2021) (Furizal et al., 2024).

Sistem ini dirancang dengan menggunakan data empiris atau masukan dari pakar untuk membangun aturan fuzzy yang relevan. Dalam penelitian, FIS sering diterapkan untuk mendukung pengambilan keputusan, analisis risiko, atau prediksi dalam berbagai bidang seperti kesehatan, lingkungan, dan manajemen industri, karena kemampuannya menangani ketidakpastian dan variabilitas data secara fleksibel (Furizal et al., 2024).



Gambar Fuzzy System

(Afero, 2021)

Langkah dalam memecahkan masalah di penelitian ini menggunakan FIS versi Tsukamoto sebagai berikut (Tolang & Sugiyarto, 2020)

a. Fuzification

Proses untuk membentuk himpunan fuzzy dengan mengubah data menjadi variable fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan.

b. Pembentukan aturan fuzzy

Dengan model IF (x is A) AND (y is B) THEN (z is C)

c. Mesin Inferensi

Proses untuk mendapatkan nilai (α_{pred}) dengan menggunakan fungsi MIN.

d. Defuzification

Proses untuk mendapatkan nilai Z dengan rata-rata bobot melalui rumus berikut:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \alpha_{pred_i} * z_j}{\sum_{i=1}^n \alpha_{pred_i}}$$

C. Data *Training*

Dalam penelitian ini data training dalam FIS berguna untuk mengoptimalkan aturan dan parameter dalam FIS agar dapat menghasilkan *output* yang lebih akurat

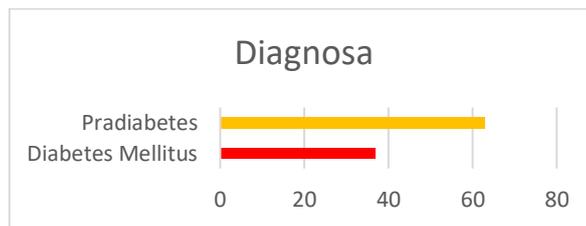
berdasarkan data input yang diberikan. Proses ini melibatkan penguasaan teknik pembelajaran seperti *supervised learning* untuk menyempurnakan sistem fuzzy.

D. Validasi FIS

Pada tahapan ini, data yang sudah di lakukan *training* akan dilakukan validasi FIS dengan mendapatkan model aturan FIS.

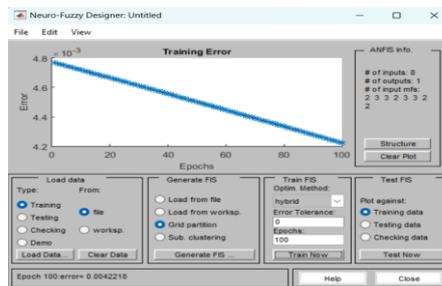
Hasil dan Pembahasan

Data sampel yang digunakan berasal dari 100 orang responden dari situs Kaggle, berikut ini grafik dari diagnosa.



Gambar grafik diagnosa

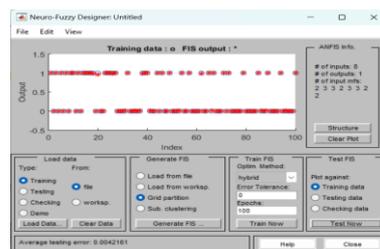
1. Data *training*



Gambar data training

Pengolahan data dilakukan menggunakan MATLAB, yang dilakukan pertama kali adalah data *training* dan dilakukan melalui jenis keanggotaan *trimf* dengan jumlah keanggotaan [2 3 3 2 3 3 2 2] menggunakan metode *hybrid* pada *error tolerance* 0 dan *epochs* sebanyak 100 kali, menghasilkan tingkat *error* data pada 0,0042218, dan jika dipersentasekan dalam persen menghasilkan 0,42%.

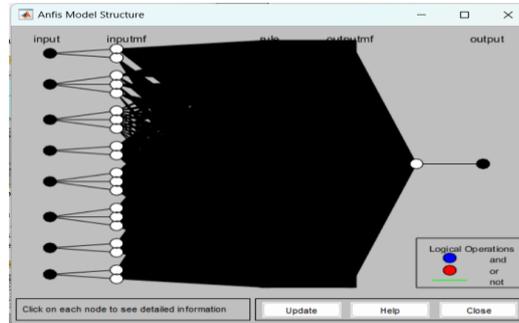
2. *Testing* data (validasi data)



Gambar Validasi Data

Data yang telah di *training* maka selanjutnya dilakukan pengujian agar data dapat tervalidasi dengan baik, maka menghasilkan rata-rata *testing error*: 0,0042161 atau dapat dipersentasekan dalam persen sejumlah 0,42%.

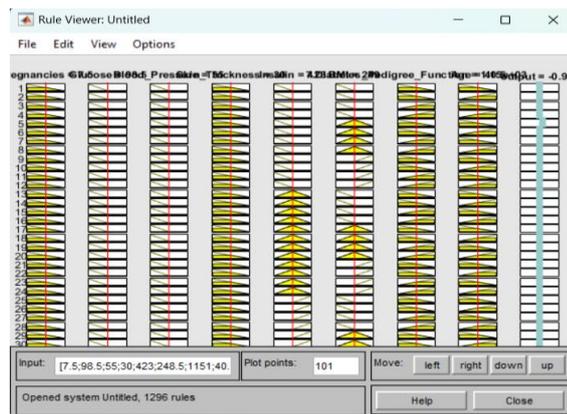
3. Model Structure



Gambar model structure dari ANFIS

Berikut adalah tampilan dari *mode structure* FIS setelah data diolah.

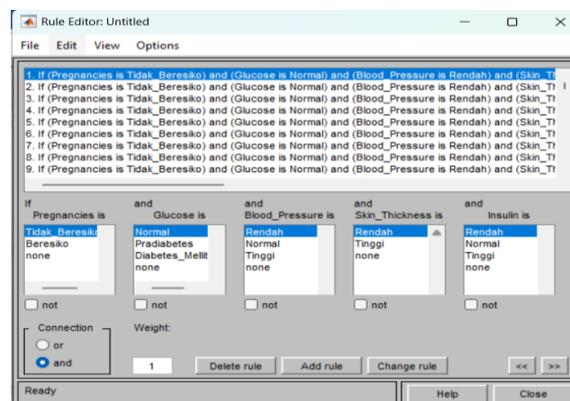
4. Rule View



Gambar Rule View FIS

Tampilan Rule View keseluruhan olahan data di FIS.

5. Rule FIS



Gambar Rule FIS

Terdapat 1.296 rule setelah pengolahan data, yang nantinya rule tersebut akan diterapkan pada logika sistem keputusannya.

Simpulan

Berdasarkan pengolahan data melalui data training dan validasi data menggunakan metode FIS dalam MATLAB maka dapat disimpulkan:

1. Dengan menggunakan metode Hybrid dan fungsi keanggotaan Trimf pada 100 responden untuk data training menghasilkan 0,42% tingkat error.
2. Setelah dilakukan data training, maka dilakukan pengujian data dengan menghasilkan 0,42% rata-rata testing error.
3. Dan telah menghasilkan 1.296 rule FIS yang akan diterapkan ke dalam logika sistem keputusan.

Daftar Pustaka

- Afero, Y. (2021). Fuzzy Inference System In Predicting Unemployment Rate In City X Using Sugeno Method. *International Journal of Information System & Technology Akreditasi*, 5(4), 354–359.
- Aprilio, R., Sabri, R., & Mahathir, M. (2024). Characteristics of Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Indonesian Journal of Global Health Research*, 6(4), 2463–2470. <https://doi.org/10.37287/ijghr.v6i4.3676>
- Bacin, S. (2021). Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Diabetes Menggunakan Metode Inferensi Fuzzy Mamdani. *RESOLUSI: Rekayasa Teknik Informatika Dan Informasi*, 1(3), 188–194. <https://djournals.com/resolusi>
- Furizal, Ma'arif, A., Wijaya, S. A., Murni, & Suwarno, I. (2024). Analysis and Performance Comparison of Fuzzy Inference Systems in Handling Uncertainty: A Review. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 5(4), 1203–1215. <https://doi.org/10.18196/jrc.v5i4.22123>
- Hidayati, N., Kasini, K., & Permata, A. (2024). Penerapan Sistem Inferensi Fuzzy untuk Menentukan Jumlah Pembelian Produk Berdasarkan Data Persediaan dan Penjualan dengan Menggunakan Metode Mamdani (Studi: Kasus RM Habibi). *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 7(3), 1835–1842. <https://doi.org/10.31004/jutin.v7i3.30604>
- Humira, Rasyidah, Junaldi, & Rahmayuni, I. (2021). The Comprehensive Mamdani Inference to Support Scholarship Grantee Decision. *INTERNATIONAL JOURNAL ON INFORMATICS VISUALIZATION*, 5(2), 120–126. www.joiv.org/index.php/joiv
- Intan Miladiana, P., & Nur Rosyid, F. (2024). THE EFFECT OF DIABETES MELLITUS FOOT EXERCISES ON THE STABILITY OF BLOOD SUGAR LEVELS IN PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS: A LITERATURE REVIEW. *Indonesian Journal of Global Health Research*, 6(6), 3981–3988. <https://doi.org/10.37287/ijghr.v6i6.3797>

- Lenteraningati, A., Haerul Jaman, J., Rozikin Informatika, C., Singaperbangsa Karawang Jl Ronggowaluyo, U. H., & Timur, T. (2024). SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT DIABETES MELITUS MENGGUNAKAN FUZZY INFERENCE SYSTEM DAN FORWARD CHAINING. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 8, Issue 4).
- Sadikin, M., Darminto, ., & Purwanto, S. K. (2021). The Application of Fuzzy Inference System (FIS) to Determine the Employee Additional Salary. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 6(4), 61–66. <https://doi.org/10.24018/ejers.2021.6.4.2470>
- Saleh, K., Hamzah, A., Sitorus, Z., & Jend Ahmad Yani, J. (2022). INFERENSI FUZZY SUGENO DALAM MENENTUKAN STUDI KOMPARATIF KINERJA KARYAWAN. *Jurnal Teknologi Informasi*, 6(2).
- Sekarrizky, S. A., Siregar, R. A., & Primananda, R. (2021). Algoritma Fuzzy Inference System sebagai Mitigasi Broadcast Storm pada Protokol Ad-Hoc On Demand Distance Vector (AODV). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(12), 5475–5485. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Setiyawan, D., Arbansyah, A., & Latipah, A. J. (2023). FUZZY INFERENCE SYSTEM METODE TSUKAMOTO UNTUK PENENTUAN PROGRAM STUDI FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 7(1), 23. <https://doi.org/10.26798/jiko.v7i1.657>
- Syaripudin, A., Supardi, A., Ali Dahbul, N., S Rondonuwu, R. H., & Kesehatan Kementerian Kesehatan Manado, P. (2023). Diabetes Melitus and Lifestyle Patterns in Society: A Comprehensive Literature Review. In *International Journal of Science and Society* (Vol. 5). <http://ijsoc.goacademica.com>
- Tolang, U. R. F., & Sugiyarto, S. (2020). Implementasi fuzzy inference system untuk pengambilan keputusan. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 7(1), 43. <https://doi.org/10.26555/konvergensi.v7i1.19541>
- Tundo, & Saifullah, S. (2022). FUZZY INFERENCE SYSTEM MAMDANI DALAM PREDIKSI PRODUKSI KAIN TENUN MENGGUNAKAN RULE BERDASARKAN RANDOM TREE FUZZY INFERENCE SYSTEM MAMDANI IN PREDICTION OF WOVEN FABRIC PRODUCTION USING RULE BASED ON RANDOM TREE. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 9(3), 443–452. <https://doi.org/10.25126/jtiik.202294212>
- Yoanes Litha. (2024, November 21). *Jumlah Penderita Diabetes di Indonesia Terus Meningkat*. [Www.Voaindonesia.Com. https://www.voaindonesia.com/a/jumlah-penderita-diabetes-di-indonesia-terus-meningkat/7870777.html](https://www.voaindonesia.com/a/jumlah-penderita-diabetes-di-indonesia-terus-meningkat/7870777.html)