

Sistem Pakar *Fuzzy* dengan Metode Sugeno Untuk Diagnosa Penyakit Diabetes Mellitus

Humaidillah Kurniadi Wardana^{1,*}, Imamatul Ummah², Lina Arifah Fitriyah³

^{1), 2)}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang

³⁾Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang

Email korespondensi : bhindere.adi3@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v19i2.9607>

Submitted: 03 Desember 2020; Accepted: 12 April 2022

ABSTRAK-Telah berhasil dibuat sistem pakar *fuzzy* Metode Sugeno untuk mendeteksi penyakit diabetes mellitus atau tidak. Tujuan dibuatnya sistem pakar ini untuk membantu membuat suatu keputusan dengan cepat dalam mendiagnosa penyakit diabetes mellitus. Variabel 7 inputan pada himpunan *fuzzy* berasal dari Laboratorium RSUD Jombang yaitu tekanan darah sistol, tekanan darah diastol, glukosa sewaktu, kolesterol total, kadar HDL, kadar LDL, dan trigliserida. Sedangkan variabel output untuk mendiagnosa penyakit diabetes mellitus meliputi normal, pre diabetes, dan diabetes. Hasil dari pengujian dengan rule 129 dan tingkat keakuratan sistem ini sebesar 68%.

KATA KUNCI: sistem pakar, *fuzzy sugeno*, *diabetes mellitus*.

ABSTRACT– A fuzzy expert system using the Sugeno method has been successfully created in diagnosing diabetes mellitus or not. The purpose of this expert system is to help make a decision quickly in diagnosing diabetes mellitus. The 7 input variables in the fuzzy set come from the Jombang Regional Hospital laboratory, namely systolic blood pressure, diastolic blood pressure, temporary glucose, total cholesterol, HDL levels, LDL levels, and triglycerides. While the output variables for diagnosing diabetes mellitus include normal, pre diabetes, and diabetes. The results of testing with rule 129 and the level of accuracy of this system is 68%.

KEYWORDS: *expert system, fuzzys, diabetes mellitus*.

PENDAHULUAN

Angka penderita penyakit diabetes mellitus dari tahun 2019 sampai dengan 2020 di Kabupaten Jombang berada di keadaan yang mengawatirkan. Pada tahun 2019 penderita penyakit ini mencapai 34.466 orang dan di tahun 2020 mencapai 34.261 orang yang menderita diabetes mellitus (Subandriyah, 2019), (Subandriyah, 2020). Masih tingginya angka penderita diabetes mellitus sebagai salah satu penyakit kronis mengakibatkan menurunnya tingkat kesehatan masyarakat di suatu daerah. Untuk itu diperlukan suatu cara untuk mengurangi dan mencegah resiko setiap orang terdiagnosa penyakit tersebut. Cara yang bisa dilakukan ialah diperlukannya alat bantu pendeteksian penyakit diabetes mellitus pada

seseorang apakah berpotensi diabetes atau tidak.

Sistem pakar dengan *fuzzy logic* dapat dijadikan salah satu cara untuk mengambil suatu keputusan mendiagnosa penyakit diabetes mellitus atau tidak pada setiap individu. Sistem pakar dipilih karena memiliki kemampuan dan keahlian layaknya seorang dokter atau pakar yang dapat mendiagnosa penyakit di dalam tubuh pasiennya dengan melihat gejala-gejala dan keluhan yang ada pada pasien tersebut, yang selanjutnya dianalisa menggunakan *fuzzy logic* sehingga menunjukkan jenis penyakit yang diderita oleh pasien (Fiano and Purnomo, 2017), (Pradipta, Fauziah and Darusalam, 2017), (Mulyono *et al.*, 2021). Metode *fuzzy* ada 3 yaitu Mamdani,

Sugeno, dan Tsukamoto. Metode Sugeno dipilih karena lebih akurat dan terintegrasi dibandingkan dengan metode Mamdani (Singla, 2015). Selain itu aturan *fuzzy* yang dibentuk berupa *rule IF THEN* dengan menggunakan operator *and*. Pada metode Sugeno terdapat dua macam orde yaitu orde satu berbentuk polinomial dan orde nol berbentuk konstan. Karakteristik output konsekuen metode ini berupa konstanta atau persamaan linier (Sitio, 2018), (Anggraini Diah Puspitaningrum and Purnomo, 2018), (Nizar *et al.*, 2021).

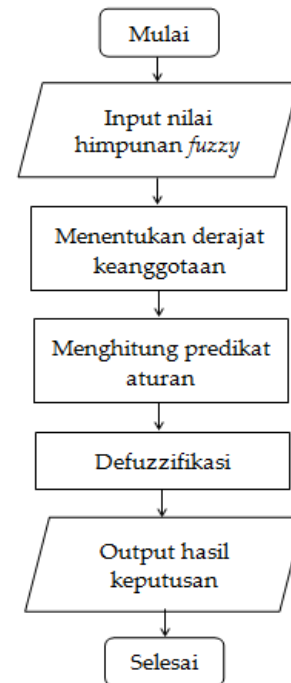
Beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *fuzzy* Sugeno diantaranya; menentukan penyakit *diabetes mellitus* dengan membangun sistem pendukung keputusan menggunakan metode Sugeno, dengan inputan dari sembilan variabel yaitu umur, glukosa darah puasa, glukosa plasma puasa, glukosa plasma tidur, glukosa darah 2 jam pp, HbA1c, HDL, trigliserida, dan insulin (Tampubolon, 2010), mengimplementasikan sistem pakar untuk mendiagnosa *diabetes mellitus* dengan *fuzzy logic* berbasis web dengan delapan variabel inputan yaitu glukosa darah puasa, glukosa plasma puasa, glukosa plasma tidur, glukosa darah 2 jam pp, kadar HbA1c, kadar HDL, kadar trigliserida, dan kadar insulin (Masykur, 2012), penelitian dengan menggunakan delapan belas variabel input yaitu autoimin, polydipsia, polyuria, polyphagia, keturunan, penglihatan kabur, kesemutan, berat badan menurun, obesitas, kadar gula darah tinggi, mudah lelah, penyembuhan luka lambat, kolestrol tinggi, tekanan darah tinggi, gula darah puasa terganggu, menderita *polycytic ovarial syndrome*, riwayat toleransi glukosa, riwayat penyakit jantung, penelitian lainnya untuk mendeteksi penyakit *diabetes mellitus* dengan *fuzzy* Sugeno dengan tiga variabel input yaitu gula darah puasa, gula darah 2 jam PP, dan kadar HbA1c (Tullah, Mustafa and Rochim, 2019).

Oleh karena itu, dipandang perlu untuk membuat sistem pakar *fuzzy* yang dapat mendiagnosa penyakit *diabetes mellitus* atau tidak pada setiap individu dengan metode

Sugeno sehingga membantu memberi sebuah keputusan pada dokter dan petugas kesehatan yang lain dalam memberi informasi pada tiap individu.

METODE PENELITIAN

Adapun proses pada penelitian ini, menggunakan *fuzzy* Sugeno untuk mendiagnosa penyakit *diabetes mellitus*. Tahapannya seperti Gambar 1.



Gambar 1 Flowchart Fuzzy Sugeno

Penjelasan *flowchart* pada Gambar 1 dapat dijelaskan, yaitu:

Input

Sistem pakar diagnosa penyakit *diabetes mellitus* menggunakan input himpunan yang berasal dari laporan pemeriksaan pasien yang diambil dari laboratorium RSUD Jombang. Berupa: tekanan darah sistol, tekanan darah diastol, glukosa sewaktu, kolestrol total, kadar HDL, kadar LDL, trigliserida yang dijadikan variabel mendiagnosa *diabetes* atau tidak.

Derajat keanggotaan

Derajat keanggotaan diperoleh dari variabel sistem dan menjadi nilai dalam himpunan *fuzzy*.

Menghitung predikat aturan

Aturan digunakan untuk mengatur variabel-variabel dalam himpunan *fuzzy*. Fungsi implikasi metode Sugeno menggunakan operasi *Min*.

Defuzzifikasi

Pada tahapan ini, dilakukan penghitungan nilai rata-rata.

Hasil keputusan

Sistem pakar ini menghasilkan putusan mendiagnosa penyakit diabetes mellitus atau tidak berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Variabel dan himpunan *fuzzy*Sugeno untuk mendiagnosa penyakit diabetes mellitus seperti pada Tabel 1.

Membership function untuk 7 himpunan *fuzzy* diagnosa DM pada Tabel 1 diperoleh seperti Gambar 2 sampai dengan 8.

Aturan logika *fuzzy*diagnosa DM dihubungkan dengan *AND* untuk menghubungkan 7 masukan dan *IF-THEN* aturan memetakan antara masukan dan keluaran. Aturan dibuat seperti Gambar 9.

Rule yang digunakan yaitu 129 dengan output sistem menjadi 3 *fuzzy set* yaitu, normal, prediabetes, dan diabetes. Sistem terbentuk seperti Gambar 10.

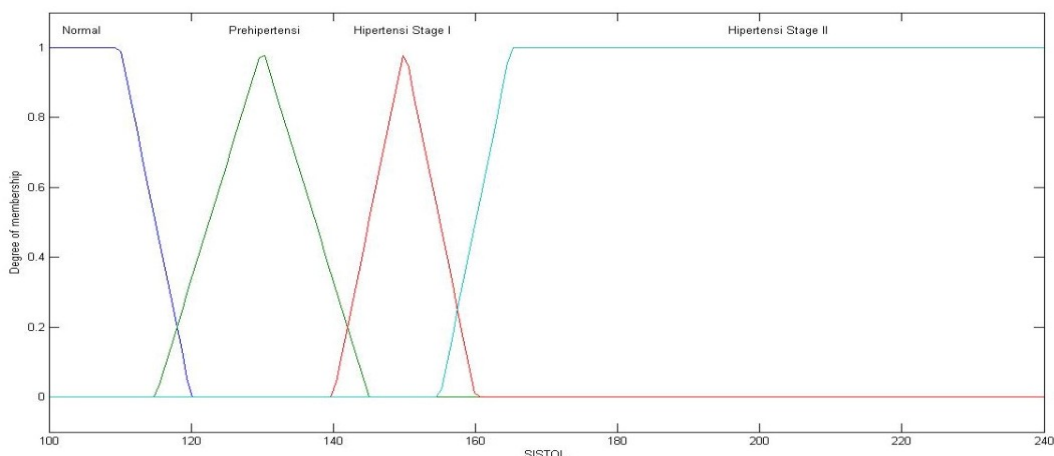
Hasil diagnosa penyakit DM dapat dilihat pada Gambar 11. Dimana hasil keakuratan dari sistem yang dibuat sebesar 68%.

Pembahasan

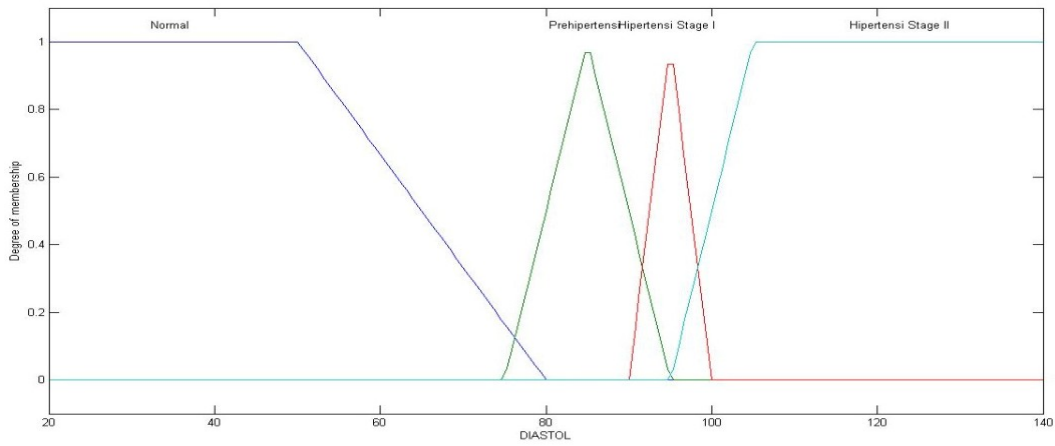
Penelitian sistem pakar *fuzzy* dengan metode Sugeno untuk diagnosa penyakit diabetes mellitus berhasil dibuat dengan cara: (1) menentukan variabel masukan (input)

Tabel 1. Variabel dan Himpunan Fuzzy Diagnosa DM

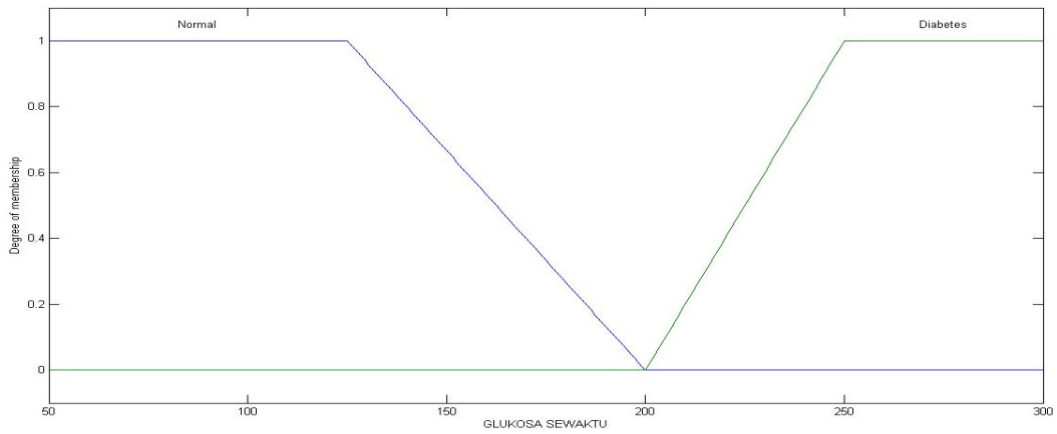
| NO. | NAMA VARIABEL | NAMA HIMPUNAN FUZZY | DOMAIN |
|-----|----------------------|-----------------------|--------------------|
| 1. | Tekanan Darah (mmHg) | Normal | 100–120 |
| | | Prehipertensi | 115–145 |
| | | Hipertensi State I | 140–160 |
| | | Hipertensi State II | 155–240 |
| | | Normal | 20–80 |
| | | Prehipertensi | 75–95 |
| | | Hipertensi State I | 90–100 |
| 2. | Glukosa Sewaktu | Normal | 100–200 |
| | | Diabetes | 200–300 |
| 3. | Kolestrol Total | Normal | 100–200 |
| | | Agak Tinggi Tinggi | 190–250 240–300 |
| 4. | Kadar HDL | Rendah | 20–50 |
| | | Normal | 45–65 |
| | | Tinggi | 60–80 |
| 5. | Kadar LDL | Optimal | 50–100 |
| | | Dekat Optimal | 90–135 |
| | | Garis Batas Tinggi | 130–160 |
| | | Tinggi | 155–195 |
| | | Sangat Tinggi | 190–210 |
| 6. | Trigliseri da | Normal | 50–150 |
| | | Agak Tinggi | 145–205 |
| | | Tinggi | 200–500 |
| | | Sangat Tinggi | 495–600 |



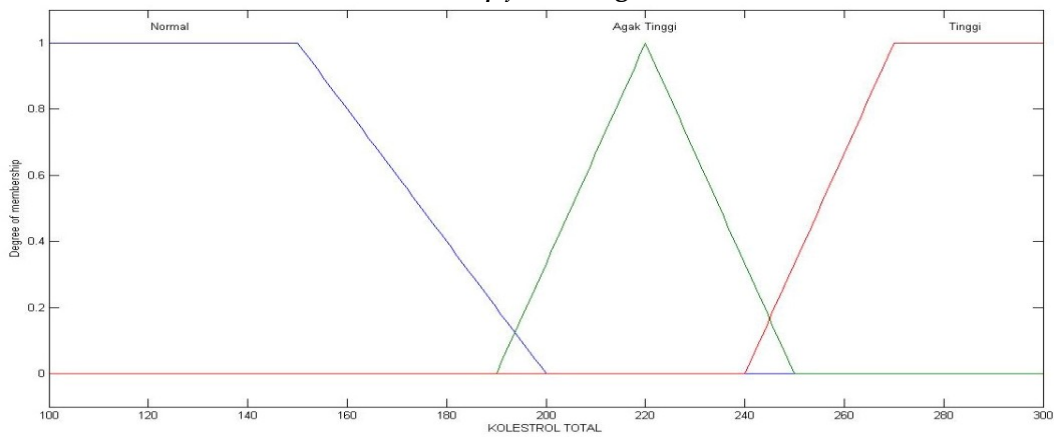
Gambar 2 Membership function sistol



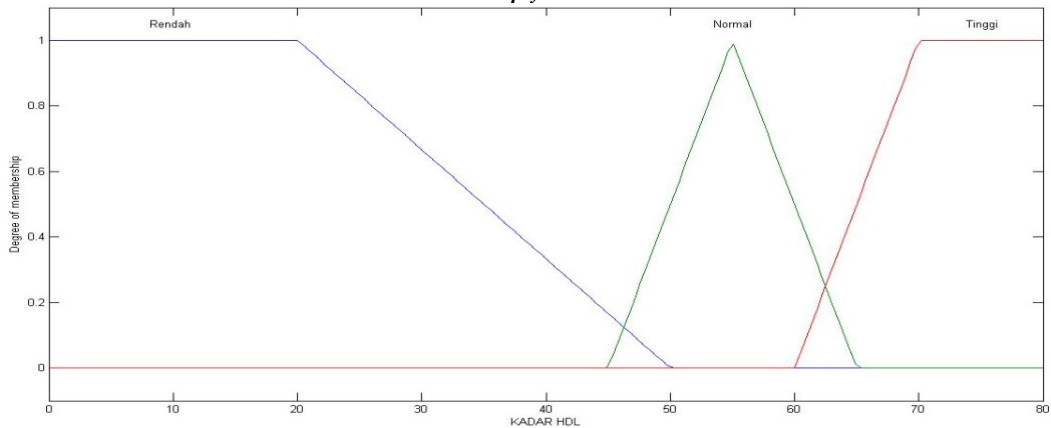
Gambar 3 Membership Function diastol



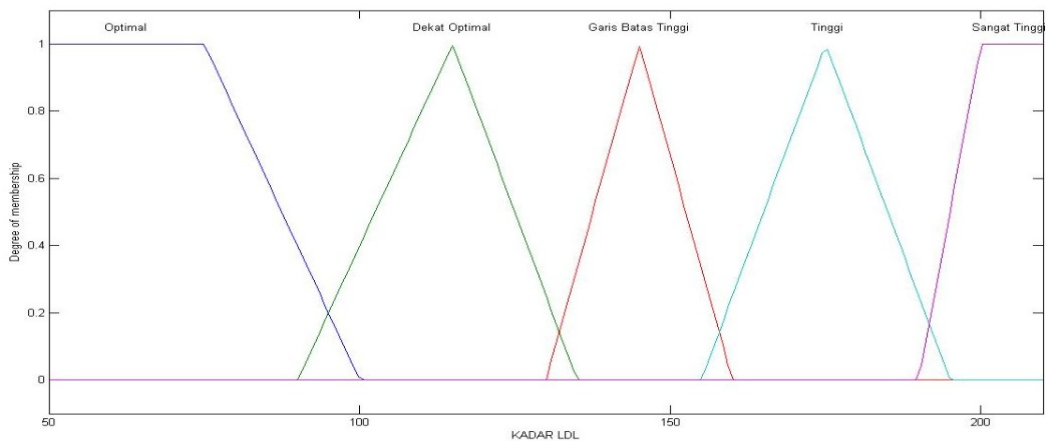
Gambar 4 Membership function glukosa sewaktu



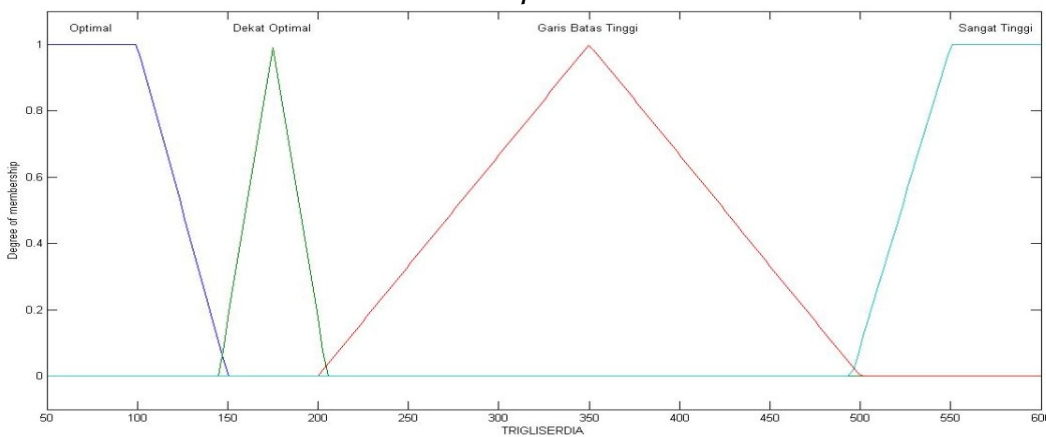
Gambar 5 Membership function kolesterol total



Gambar 6 Membership Function Kadar HDL



Gambar 7 Membership Function Kadar LDL



Gambar 8 Membership Function Triglicerida

Rule Editor: Diabetes Mellitus3

File Edit View Options

1. If (SISTOL is Normal) and (DIASTOL is Normal) and (GLUKOSA SEWAKTU is Diabetes) and (KOLESTROL TOTAL is Normal) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Dekat Optimal) and (TRIGLISERDIA is Optimal) then (Y is Diabetes) (1)
2. If (SISTOL is Normal) and (DIASTOL is Normal) and (GLUKOSA SEWAKTU is Diabetes) and (KOLESTROL TOTAL is Normal) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Optimal) and (TRIGLISERDIA is Dekat Optimal) then (Y is Diabetes) (1)
3. If (SISTOL is Normal) and (DIASTOL is Normal) and (GLUKOSA SEWAKTU is Diabetes) and (KOLESTROL TOTAL is Agak Tinggi) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Dekat Optimal) and (TRIGLISERDIA is Garis Batas Tinggi) then (Y is Diabetes) (1)
4. If (SISTOL is Normal) and (DIASTOL is Prehipertensi) and (GLUKOSA SEWAKTU is Diabetes) and (KOLESTROL TOTAL is Normal) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Optimal) and (TRIGLISERDIA is Dekat Optimal) then (Y is Diabetes) (1)
5. If (SISTOL is Normal) and (DIASTOL is Prehipertensi) and (GLUKOSA SEWAKTU is Diabetes) and (KOLESTROL TOTAL is Normal) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Optimal) and (TRIGLISERDIA is Optimal) then (Y is Diabetes) (1)
6. If (SISTOL is Normal) and (DIASTOL is Prehipertensi) and (GLUKOSA SEWAKTU is Diabetes) and (KOLESTROL TOTAL is Agak Tinggi) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Dekat Optimal) and (TRIGLISERDIA is Garis Batas Tinggi) then (Y is Diabetes) (1)
7. If (SISTOL is Normal) and (DIASTOL is Hipertensi Stage I) and (GLUKOSA SEWAKTU is Diabetes) and (KOLESTROL TOTAL is Normal) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Optimal) and (TRIGLISERDIA is Dekat Optimal) then (Y is Diabetes) (1)
8. If (SISTOL is Normal) and (DIASTOL is Hipertensi Stage I) and (GLUKOSA SEWAKTU is Diabetes) and (KOLESTROL TOTAL is Normal) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Optimal) and (TRIGLISERDIA is Optimal) then (Y is Diabetes) (1)
9. If (SISTOL is Normal) and (DIASTOL is Hipertensi Stage II) and (GLUKOSA SEWAKTU is Normal) and (KOLESTROL TOTAL is Normal) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Optimal) and (TRIGLISERDIA is Garis Batas Tinggi) then (Y is Normal) (1)
10. If (SISTOL is Prehipertensi) and (DIASTOL is Normal) and (GLUKOSA SEWAKTU is Normal) and (KOLESTROL TOTAL is Agak Tinggi) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Garis Batas Tinggi) and (TRIGLISERDIA is Optimal) then (Y is Prediabetes) (1)
11. If (SISTOL is Prehipertensi) and (DIASTOL is Normal) and (GLUKOSA SEWAKTU is Normal) and (KOLESTROL TOTAL is Normal) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Dekat Optimal) and (TRIGLISERDIA is Optimal) then (Y is Diabetes) (1)
12. If (SISTOL is Prehipertensi) and (DIASTOL is Normal) and (GLUKOSA SEWAKTU is Normal) and (KOLESTROL TOTAL is Normal) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Optimal) and (TRIGLISERDIA is Optimal) then (Y is Diabetes) (1)
13. If (SISTOL is Prehipertensi) and (DIASTOL is Normal) and (GLUKOSA SEWAKTU is Diabetes) and (KOLESTROL TOTAL is Normal) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Optimal) and (TRIGLISERDIA is Optimal) then (Y is Diabetes) (1)
14. If (SISTOL is Prehipertensi) and (DIASTOL is Normal) and (GLUKOSA SEWAKTU is Diabetes) and (KOLESTROL TOTAL is Normal) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Dekat Optimal) and (TRIGLISERDIA is Garis Batas Tinggi) then (Y is Diabetes) (1)
15. If (SISTOL is Prehipertensi) and (DIASTOL is Normal) and (GLUKOSA SEWAKTU is Diabetes) and (KOLESTROL TOTAL is Normal) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Dekat Optimal) and (TRIGLISERDIA is Optimal) then (Y is Diabetes) (1)
16. If (SISTOL is Prehipertensi) and (DIASTOL is Normal) and (GLUKOSA SEWAKTU is Diabetes) and (KOLESTROL TOTAL is Agak Tinggi) and (KADAR HDL is Rendah) and (KADAR LDL is Tinggi) and (TRIGLISERDIA is Optimal) then (Y is Diabetes) (1)

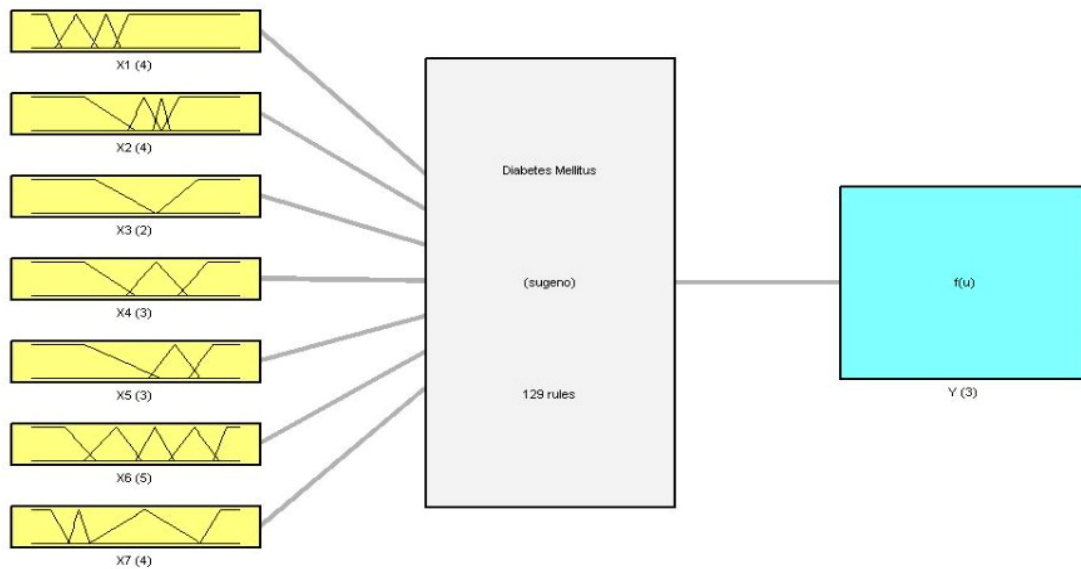
If not and not and not and not and not and not

Connection: or and

Weight:

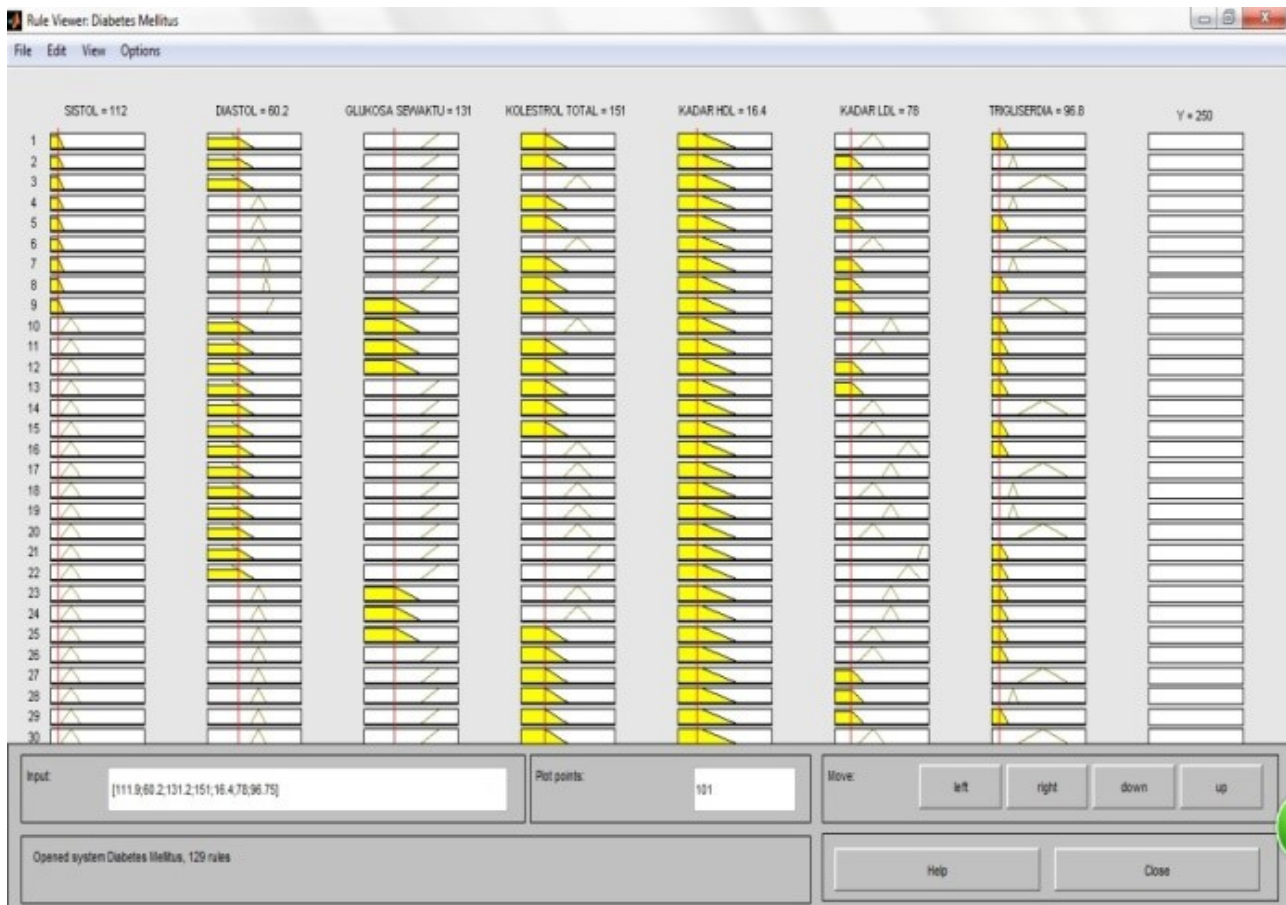
FIS Name: Diabetes Mellitus3

Gambar 9 Rule Editor Diagnosa DM



System Diabetes Mellitus: 7 inputs, 1 outputs, 129 rules

Gambar 10 Sistem Diagnosa *Diabetes Mellitus*



Gambar 11 Hasil Diagnosa DM

himpunan *fuzzy* dan derajat keanggotaan yang terdiri dari 7 himpunan *fuzzy* diagnosa DM meliputi: tekanan darah sistol, tekanan darah diastol, glukosa sewaktu, kolestrol tetap, kadar HDL, kadar LDL, dan trigliserida lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Fuzzyfication input pada sistem ini menggunakan *membership function* bentuk bahu pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 8 dengan domain (*range*) mengikuti aturan di RSUD Jombang. (2) Menghitung predikat aturan seperti pada Gambar 9 dengan

menggunakan aturan min dan if-and-then. (3) Defuzzifikasi dan (4) menghasilkan keputusan (*output*) normal, prediabetes, dan diabetes sesuai Gambar 10 dan Gambar 11.

Aplikasi yang dibuat bisa digunakan walaupun hasil yang didapat dari sistem ini menggunakan data rekam medis pasien RSUD Jombang dengan rule 129 sebesar 68%. Hasil ini sedikit berbeda dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Tambupolon (2010) dengan menggunakan 9 variabel inputan dan Tullah (2019) dengan menggunakan 18 variabel inputan. Dimana dari dua peneliti terdahulu variabel inputan yang paling membedakan dan menentukan yaitu adanya variabel input glukosa darah puasa, glukosa plasma puasa, glukosa plasma tidur, glukosa darah 2 jam PP. Sedangkan pada penelitian ini hanya mendapatkan variabel inputan berupa glukosa sewaktu dari data pasien RSUD Jombang. Selain itu ini dipertegas bahwa seseorang divonis memiliki penyakit diabetes mellitus atas dasar pemeriksaan kadar glukosa darah puasa, glukosa plasma 2 jam setelah, dan HbA1c (Soelistijo and Suastika, 2021), (American Diabetes Association Professional Practice Committee, 2022). Sehingga semakin banyak variabel inputan yang digunakan semakin efektif dan tingkat ketelitian analisis semakin tinggi.

KESIMPULAN

Telah berhasil dibuat sistem pakar *fuzzy* dengan metode Sugeno yang berfungsi untuk mendiagnosa penyakit diabetes mellitus. Hasil pengujian yang dihasilkan dari 7 masukan berupa tekanan darah sistol, tekanan darah diastol, glukosa sewaktu, kolestrol total, kadar HDL, kadar LDL, trigliserida dan keluaran berupa keputusan diagnosa DM berupa normal, prediabetes, dan diabetes menghasilkan tingkat keakuratan 68%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan ini saya sampaikan kepada Dekan Fakultas Teknik, Kaprodi Teknik Elektro Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang dan RSUD Kabupaten Jombang atas kesempatan dan fasilitas penelitian pada

penulis sehingga terselesaikan juga penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- American Diabetes Association Professional Practice Committee (2022) '6. Glycemic Targets: *Standards of Medical Care in Diabetes—2022*', *Diabetes Care*, 45(Supplement_1), pp. S83–S96. doi:10.2337/dc22-5006.
- Anggraini Diah Puspitaningrum and Purnomo, A.S. (2018) 'Sistem Pakar Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Menggunakan Fuzzy Inferensi (Sugeno)', in *Seminar Nasional Multimedia & Artificial Intelligence*. SAMI, Yogyakarta: Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Mercu Buana Yogyakarta, pp. 25–34.
- Fiano, D.S.I. and Purnomo, A.S. (2017) 'Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Dengan Fuzzy Inferensi (Mamdani)', *INFORMAL: Informatics Journal*, 2(2), pp. 64–78.
- Masykur, F. (2012) 'Implementasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Diabetes Mellitus Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Web', *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 2(1), pp. 011–017. doi:10.21456/vol2iss1pp011-017.
- Mulyono, I.U.W. *et al.* (2021) 'E-Sistem Pakar Diagnosa Dini Penyakit Diabetes Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto', *Prosiding Seminar Nasional Lppm UMP*, 0(0), pp. 515–522.
- Nizar, H. *et al.* (2021) 'Perbandingan Metode Logika Fuzzy Untuk Diagnosa Penyakit Diabetes', *Explore: Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*, 12(1), p. 37. doi:10.36448/jsit.v12i1.1763.
- Pradipta, N.T., Fauziah, F. and Darusalam, U. (2017) 'Perancangan Sistem Informasi Analisis Medik Menggunakan Logika Fuzzy Sugeno Berbasis Data Rekam Medik Pada Penyakit Hipertensi', *Jurnal Ilmiah Informatika*, 2(1), pp. 59–67. doi:10.35316/jimi.v2i1.445.

- Singla, J. (2015) 'Comparative study of Mamdani-type and Sugeno-type fuzzy inference systems for diagnosis of diabetes', in *2015 International Conference on Advances in Computer Engineering and Applications. 2015 International Conference on Advances in Computer Engineering and Applications (ICACEA)*, Ghaziabad, India: IEEE, pp. 517–522. doi:10.1109/ICACEA.2015.7164799.
- Sitio, S.L.M. (2018) 'Penerapan Fuzzy Inference System Sugeno untuk Menentukan Jumlah Pembelian Obat (Studi Kasus: Garuda Sentra Medika)', *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 3(2), p. 104. doi:10.32493/informatika.v3i2.1522.
- Soelistijo, S.A. and Suastika, K. (2021) *Pedoman pengelolaan dan pencegahan diabetes melitus tipe 2 dewasa di INDONESIA - 2021*. Juli 2021. PB PERKENI (PERKUMPULAN ENDOKRINOLOGI INDONESIA).
- Subandriyah, Dr. drg (2019) *Profil Kesehatan Kabupaten Jombang*. Dinas Kesehatan Kabupaten Jombang.
- Subandriyah, Dr. drg (2020) *Profil Kesehatan Kabupaten Jombang*. Dinas Kesehatan Kabupaten Jombang.
- Tampubolon, M.V. (2010) *Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Penyakit Diabetes Mellitus dengan Metode Sugeno*. Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Tullah, R., Mustafa, S.M. and Rochim, A. (2019) 'Sistem Pakar Pendeteksi Penyakit Diabetes Mellitus Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Takagi Sugeno Kang', *Jurnal Sisfotek Global*, 9(2). doi:10.38101/sisfotek.v9i2.255.