

Perancangan Model *Fuzzy Neural Network* Guna Pengembangan Sistem Deteksi Dini Risiko Penyakit *Stroke*

Rosytha¹, Nisa Miftachurohmah², Muh. Nurtanzis Sutoyo³, Nasruddin⁴, Markus Palobo⁵

^{1,2}Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka

³Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka

⁴Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Sembilanbelas November Kolaka

⁵Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Musamus

E-mail: ¹rosta.rosytha@gmail.com, ²nisa.informatics@gmail.com, ³mns.usn21@gmail.com,

⁴nash.matematika@gmail.com, ⁵markunmusmath@gmail.com

Abstrak – *Stroke* merupakan salah satu penyebab utama kematian dan kecacatan di dunia. Deteksi dini terhadap faktor risiko *stroke* menjadi langkah penting untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan. Namun, proses deteksi dini sering menghadapi kendala berupa ketidakpastian data medis dan kompleksitas hubungan antar faktor risiko. Penelitian ini bertujuan untuk merancang model *Fuzzy Neural Network* (FNN) yang nantinya akan diimplementasikan pada sistem deteksi dini risiko penyakit *stroke*. Data yang digunakan berasal dari dataset publik penyakit *stroke* sebagai acuan perancangan sistem. Metode penelitian yang digunakan adalah perancangan sistem, dengan tahapan meliputi pengumpulan data, *preprocessing* data, pemodelan fuzzy, penyusunan aturan fuzzy, serta perancangan arsitektur FNN. Hasil penelitian berupa rancangan konseptual sistem pendukung keputusan yang mampu menghasilkan keluaran berupa tingkat risiko *stroke*. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sistem deteksi dini *stroke* berbasis kecerdasan buatan pada penelitian selanjutnya.

Kata kunci : Perancangan Model, *Stroke*, *Fuzzy Neural Network*, Logika Fuzzy.

1. PENDAHULUAN

Penyakit *stroke* merupakan salah satu penyebab utama kematian dan kecacatan jangka panjang di dunia. *Stroke* terjadi akibat terganggunya aliran darah ke otak yang dapat disebabkan oleh penyumbatan atau pecahnya pembuluh darah. Kondisi ini sering kali muncul secara tiba-tiba dan dapat menimbulkan dampak serius apabila tidak ditangani dengan cepat dan tepat. Oleh karena itu, deteksi dini terhadap faktor-faktor risiko *stroke* menjadi hal yang sangat penting untuk mengurangi tingkat keparahan dan meningkatkan peluang penanganan yang lebih baik[1]. Deteksi dini penyakit *stroke* tidak selalu mudah dilakukan karena gejala awal yang muncul sering bersifat tidak spesifik dan bervariasi pada setiap individu. Selain itu, data medis yang digunakan dalam proses identifikasi risiko *stroke* umumnya mengandung ketidakpastian dan ketidaktegasan, baik akibat variasi kondisi pasien maupun keterbatasan informasi. Hal ini menyebabkan proses pengambilan keputusan secara konvensional menjadi kurang optimal, terutama apabila hanya bergantung pada penilaian subjektif[1], [2].

Perkembangan teknologi informasi dan kecerdasan buatan membuka peluang penerapan sistem deteksi dini dalam bidang kesehatan. Salah satu pendekatan yang sesuai untuk menangani ketidakpastian data medis adalah logika fuzzy, yang mampu merepresentasikan nilai-nilai linguistik dan kondisi yang tidak tegas. Namun, logika fuzzy memiliki keterbatasan dalam mempelajari pola hubungan yang kompleks antar variabel secara adaptif[3]. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, metode *Fuzzy Neural Network* (FNN) dikembangkan dengan mengombinasikan keunggulan logika fuzzy dan jaringan saraf tiruan. FNN mampu menangani ketidakpastian data melalui mekanisme fuzzy sekaligus mempelajari hubungan nonlinier antar variabel melalui proses pembelajaran jaringan saraf. Pendekatan ini dinilai sesuai untuk diterapkan pada permasalahan deteksi dini penyakit *stroke* yang melibatkan banyak faktor risiko dengan karakteristik data yang beragam.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pendukung keputusan deteksi dini penyakit *stroke* menggunakan metode *Fuzzy Neural Network* dengan memanfaatkan dataset publik penyakit *stroke*. Penelitian ini difokuskan pada tahap perancangan sistem, meliputi pemodelan fuzzy, perancangan aturan (*rule base*), perancangan arsitektur FNN, serta alur pemrosesan data dalam sistem. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sistem pendukung keputusan yang lebih akurat dan adaptif dalam membantu deteksi dini penyakit *stroke* pada penelitian selanjutnya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode perancangan sistem pendukung keputusan untuk deteksi dini penyakit stroke. Pendekatan *Fuzzy Neural Network* (FNN) digunakan sebagai metode pemodelan dalam sistem untuk mengintegrasikan logika *fuzzy* dan jaringan saraf tiruan.

2.1 Dasar Teori

1. Penyakit *Stroke*

Stroke merupakan kondisi medis serius yang terjadi akibat terganggunya aliran darah ke otak bisa karena penyumbatan (stroke iskemik) maupun pecahnya pembuluh darah (stroke hemoragik). Kondisi ini menyebabkan sel-sel otak kekurangan oksigen dan nutrisi sehingga mengakibatkan kerusakan jaringan saraf secara permanen. Faktor risiko stroke meliputi usia lanjut, hipertensi, penyakit jantung, diabetes melitus, kadar kolesterol tinggi, obesitas, serta kebiasaan merokok[4][5]. Faktor-faktor tersebut menjadi indikator penting dalam pengembangan sistem prediksi risiko stroke.

2. Logika *Fuzzy*

Logika fuzzy merupakan pendekatan komputasi yang dirancang untuk menangani ketidakpastian dan ambiguitas data. Berbeda dengan logika klasik yang hanya mengenal nilai benar atau salah, logika fuzzy memungkinkan suatu nilai memiliki derajat keanggotaan tertentu dalam sebuah himpunan. Dalam konteks medis, logika fuzzy sangat sesuai digunakan karena kondisi pasien sering kali berada pada rentang nilai tertentu, misalnya tekanan darah rendah, normal, atau tinggi [6].

3. FNN

Fuzzy Neural Network (FNN) merupakan metode hybrid yang mengombinasikan logika fuzzy dan artificial neural network untuk menghasilkan sistem cerdas yang adaptif dan mampu menangani ketidakpastian data. Pada FNN, logika fuzzy digunakan untuk merepresentasikan pengetahuan dalam bentuk derajat keanggotaan, sedangkan neural network berperan dalam proses pembelajaran dan optimasi bobot [7][8].

4. Dataset

Penelitian ini menggunakan dataset publik *Stroke Prediction* dari *Kaggle* [9] yang berisi data klinis dan demografis pasien untuk memprediksi risiko *stroke*. Variabel yang digunakan meliputi usia, jenis kelamin, hipertensi, riwayat penyakit jantung, kadar gula darah, indeks massa tubuh (BMI), serta status merokok yang merupakan faktor risiko utama stroke.

5. Metrik Evaluasi Model

Evaluasi kinerja model prediksi *stroke* pada penelitian ini menggunakan confusion matrix dengan metrik akurasi, *presisi*, *recall*, dan *F1-score*. Akurasi digunakan untuk melihat seberapa banyak prediksi yang sesuai dengan kelas sebenarnya, namun tidak menjadi indikator utama karena data *stroke* memiliki ketidakseimbangan kelas. Oleh karena itu, *presisi* digunakan untuk mengukur tingkat ketepatan model dalam mengidentifikasi pasien yang diprediksi mengalami *stroke*, sedangkan *recall* digunakan untuk menilai kemampuan model dalam mendeteksi seluruh pasien yang benar-benar berisiko. *F1-score* digunakan untuk memberikan penilaian yang lebih seimbang antara *presisi* dan *recall* sehingga lebih merepresentasikan performa model dalam kasus medis seperti prediksi *stroke*. Dengan demikian, pemilihan metrik ini bertujuan untuk memastikan bahwa model *Fuzzy Neural Network* (FNN) tidak hanya mencapai akurasi tinggi, tetapi juga mampu mengenali kasus stroke secara lebih efektif.

2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi:

1. Pengumpulan data

Data diperoleh dari dataset publik penyakit *stroke* yang tersedia pada platform *Kaggle* dan digunakan sebagai acuan perancangan sistem.

2. Preprocessing

Data disiapkan melalui proses pembersihan data, penyesuaian format, pemilihan atribut yang relevan dengan faktor risiko stroke.

3. Pemodelan *Fuzzy*

Variabel input dimodelkan ke dalam himpunan *fuzzy* untuk merepresentasikan ketidakpastian ke dalam data medis.

4. Perancangan Aturan *Fuzzy*

Aturan *fuzzy* disusun dalam bentuk if-then berdasarkan literatur medis dan pengetahuan konseptual mengenai faktor risiko stroke.

5. Evaluasi konseptual sistem

Evaluasi disajikan secara konseptual untuk menggambarkan mekanisme penilaian keluaran sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendekatan Fuzzy Neural Network (FNN) untuk menangani ketidakpastian data medis dan hubungan nonlinier antar variabel risiko. Sistem pendukung keputusan deteksi dini risiko stroke terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu modul input data, preprocessing, fuzzifikasi, model FNN, evaluasi, dan output keputusan [10]. Alur sistem dimulai dari input data medis pasien, kemudian data diproses melalui tahap preprocessing dan fuzzifikasi sebelum dimasukkan ke dalam model FNN. Output sistem berupa prediksi risiko stroke yang digunakan sebagai dasar pendukung keputusan.

3.1 Komponen Input Sistem

Input sistem berupa data faktor risiko stroke yang diperoleh dari dataset publik. Variabel-variabel ini digunakan sebagai acuan dalam perancangan sistem pendukung keputusan.

Tabel 1. Variabel *Input*

No	Variabel <i>Input</i>	Keterangan
1	Usia	Umur pasien
2	Jenis Kelamin	Laki-laki atau perempuan
3	Hipertensi	Riwayat tekanan darah tinggi
4	Penyakit Jantung	Riwayat penyakit jantung
5	Kadar Glukosa	Nilai rata-rata glukos darah
6	BMI	Kondisi berat badan pasien

3.2 Pemodelan Derajat Keanggotaan *Fuzzy*

Pemodelan derajat keanggotaan *fuzzy* dilakukan untuk merepresentasikan nilai input yang bersifat tidak pasti ke dalam bentuk linguistik. Setiap variabel input dimodelkan ke dalam beberapa himpunan *fuzzy*, sehingga sistem dapat menangani variasi nilai data medis secara lebih fleksibel. Fungsi keanggotaan yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk segitiga dan trapesium karena sederhana dan mudah diimplementasikan.

Fungsi keanggotaan segitiga:

$$\mu(x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x < c \\ 0, & x \geq c \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

fungsi keanggotaan trapesium :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ 1, & b < x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x \leq d \\ 0, & x > d \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

Tabel 2. Himpunan *Fuzzy* Variabel Usia

Himpunan <i>Fuzzy</i>	Rentang Nilai (Tahun)	Bentuk Fungsi
Rendah	<= 40	Trapesium
Sedang	41-60	Segitiga
Tinggi	>= 61	Trapesium

Tabel 3. Himpunan *Fuzzy* Variabel Kadar Glukosa

Himpunan <i>Fuzzy</i>	Keterangan	Bentuk Fungsi
Normal	Glukosa dalam batas aman	Trapesium
Pra-diabetes	Mendekati tinggi	Segitiga

Tinggi	Di atas batas normal	Trapezium
--------	----------------------	-----------

Himpunan <i>Fuzzy</i>	Keterangan	Bentuk Fungsi
Normal	Berat badan ideal	Trapezium
Overweight	Berat badan berlebih	Segitiga
Tinggi	Kelebihan berat	Trapezium

Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Nilai
Hipertensi	Tidak ada	0
	Ada	1
Penyakit jantung	Tidak ada	0
	Ada	1

Variabel	Nilai
Usia	65
Hipertensi	1
Penyakit jantung	0
Glukosa	180
BMI	28

Perhitungan Derajat Keanggotaan

- Usia tinggi $\mu = 0.5$
- Hipertensi ada $\mu = 1$
- Penyakit jantung $\mu = 0$
- Glukosa tinggi $\mu = 0.5$
- BMI overweight $\mu = 0.67$
-

3.3 Rule Base

Proses dalam sistem pendukung keputusan dilakukan melalui beberapa tahapan utama. Tahapan pertama adalah fuzzifikasi, yaitu mengubah nilai input menjadi derajat keanggotaan *fuzzy*. Selanjutnya, sistem menerapkan aturan *fuzzy* (*rule base*) untuk merepresentasikan hubungan antar faktor risiko. Aturan *fuzzy* dirancang untuk merepresentasikan hubungan antara faktor risiko stroke dan tingkat risiko stroke. Aturan disusun dalam bentuk pernyataan *if-then* berdasarkan studi literatur dan pengetahuan medis. Berbeda dengan sistem pakar berbasis aturan *IF-THEN* manual, penelitian ini menggunakan pendekatan data-driven rule extraction. Aturan tidak didefinisikan secara eksplisit oleh pakar, tetapi dipelajari secara implisit oleh neural network melalui bobot dan bias.

Rule	Aturan Fuzzy	Output
R1	IF usia tinggi AND hipertensi ada THEN risiko tinggi	Tinggi
R2	IF usia sedang AND glukosa tinggi THEN risiko sedang	Sedang
R3	IF usia rendah AND tidak hipertensi THEN risiko rendah	Rendah
R4	IF usia tinggi AND penyakit jantung ada THEN risiko tinggi	Tinggi
R5	IF glukosa normal AND BMI normal THEN risiko rendah	Rendah

3.4 Evaluasi Model

Evaluasi model menggunakan confusion matrix:

	Prediksi positif	Prediksi negatif
Asli positif	True positive (TP)	False negative (FN)
Asli negatif	False positive (FP)	True negative (TN)

True Positive (TP) merupakan kondisi ketika data yang sebenarnya termasuk dalam kelas positif berhasil diprediksi dengan benar sebagai positif oleh sistem. Dalam konteks deteksi dini penyakit *stroke*, TP menunjukkan jumlah kasus yang benar-benar berisiko *stroke* dan diprediksi berisiko oleh sistem. *False Negative* (FN) adalah kondisi ketika data yang sebenarnya termasuk dalam kelas positif namun diprediksi sebagai negatif oleh sistem.

FN menunjukkan kegagalan sistem dalam mendeteksi risiko *stroke* yang seharusnya teridentifikasi. *False Positive* (FP) merupakan kondisi ketika data yang sebenarnya termasuk dalam kelas negatif tetapi diprediksi sebagai positif oleh sistem. FP menggambarkan kesalahan sistem dalam memberikan prediksi risiko *stroke* pada individu yang sebenarnya tidak berisiko. *True Negative* (TN) adalah kondisi ketika data yang sebenarnya termasuk dalam kelas negatif dan berhasil diprediksi dengan benar sebagai negatif oleh sistem. TN menunjukkan kemampuan sistem dalam mengenali individu yang tidak memiliki risiko *stroke*.

Rumus metrik:

1. Akurasi

$$\text{Akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \dots\dots\dots (3)$$

2. Presisi (Precision)

$$\text{Presisi} = \frac{TP}{TP + FP} \dots\dots\dots (4)$$

3. Recall (Sensitivity)

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \dots\dots\dots (5)$$

4. F1-score

$$F1 = 2 \cdot \frac{\text{Presisi} \cdot \text{Recall}}{\text{Presisi} + \text{Recall}} \dots\dots\dots (6)$$

Jika 100 data, maka :

TP = 30, TN = 50, FP = 10, FN = 10 (Total = 100)

1. Akurasi = $(30 + 50) / 100 = 0.80$ (80%)
2. Presisi = $30 / (30 + 10) = 0.75$ (75%)
3. Recall = $30 / (30 + 10) = 0.75$ (75%)
4. F1 = $2 \times (0.75 \times 0.75) / (0.75 + 0.75) = 0.75$ (75%)

3.1.3 Komponen Output Sistem

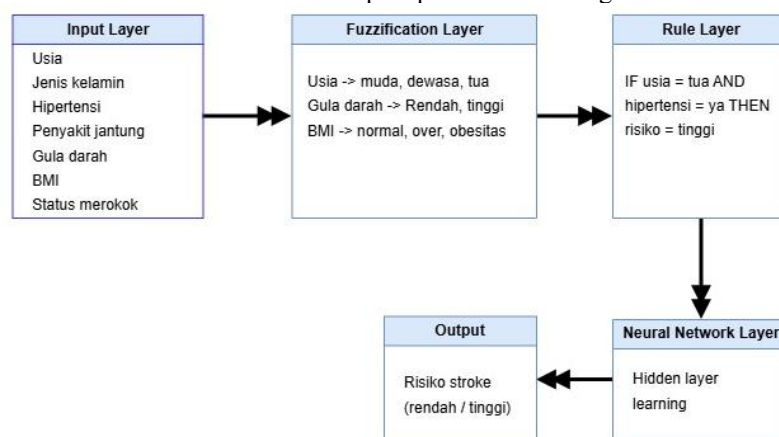
Output dari sistem pendukung keputusan berupa tingkat risiko penyakit stroke yang bersifat linguistik. Hasil keluaran ini dapat digunakan sebagai informasi pendukung dalam pengambilan keputusan awal.

Tabel 8. Kategori Risiko

No	Kategori risiko	Keterangan
1	Rendah	Risiko stroke relative kecil
2	Sedang	Risiko stroke perlu diwaspadai
3	Tinggi	risiko stroke tinggi

3.5 Arsitektur FNN

Arsitektur Fuzzy Neural Network dirancang untuk mengintegrasikan logika fuzzy dan jaringan saraf tiruan dalam satu sistem. Arsitektur ini terdiri dari beberapa lapisan utama sebagai berikut:



Gambar 1. Arsitektur FNN untuk Sistem Deteksi Dini Penyakit *Stroke*

3 KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang sistem pendukung keputusan deteksi dini penyakit stroke menggunakan pendekatan Fuzzy Neural Network berbasis dataset publik. Rancangan sistem mencakup pemodelan fuzzy, penyusunan aturan fuzzy, dan perancangan arsitektur FNN. Sistem yang dirancang mampu menghasilkan keluaran berupa tingkat risiko stroke sebagai informasi pendukung pengambilan keputusan. Penelitian ini memiliki keterbatasan karena belum mencakup tahap implementasi dan pengujian kinerja model, sehingga pengembangan lebih lanjut masih diperlukan.

4 SARAN

Berdasarkan hasil dan keterbatasan penelitian, disarankan agar penelitian selanjutnya dapat mengimplementasikan rancangan sistem yang telah disusun ke dalam bentuk aplikasi dan melakukan pelatihan model Fuzzy Neural Network menggunakan data latih dan data uji. Selain itu, pengujian kinerja sistem perlu dilakukan dengan menggunakan metrik evaluasi yang sesuai untuk mengetahui tingkat akurasi dan keandalan sistem dalam mendeteksi risiko stroke. Penelitian selanjutnya juga dapat mempertimbangkan penambahan variabel input serta penggunaan dataset yang lebih besar dan beragam guna meningkatkan kualitas dan kemampuan generalisasi sistem. Pengembangan antarmuka pengguna yang lebih interaktif juga disarankan agar sistem pendukung keputusan yang dihasilkan dapat digunakan secara lebih luas oleh tenaga medis maupun pengguna non-medis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. C. Paramita, C. S. Simbolon, A. S. Pamungkas, J. M. Triono, E. P. W. Utomo, and E. R. Subhiyakto, “Analisis Pengaruh SMOTE terhadap Kinerja Model KNN untuk Prediksi Risiko Stroke,” *Jurnal Informatika Jurnal Pengembangan IT*, vol. 10, no. 4, p. 978, Sep. 2025, doi: 10.30591/jpit.v10i4.8809.
- [2]. K. Akmal, A. Faqih, and F. Dikananda, “PERBANDINGAN METODE ALGORITMA NAÏVE BAYES DAN K-NEAREST NEIGHBORS UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT STROKE,” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 1, p. 470, Mar. 2023, doi: 10.36040/jati.v7i1.6367.
- [3]. Y. I. Nurhasanah, E. Kurnia, and S. Sutarti, “Integrasi Logika Fuzzy dengan Teknologi Cerdas: Tinjauan Sistematis atas Peluang, Tantangan, dan Arah Masa Depan,” *MIND Journal*, vol. 10, no. 1, p. 1, Jun. 2025, doi: 10.26760/mindjournal.v10i1.1-17.
- [4]. E. N. Njoto et al., “Deteksi Dini dan Peningkatan Kewaspadaan Tentang Stroke untuk Masyarakat di Kelurahan Kanigaran,” *Sewagati*, vol. 8, no. 3, p. 1681, Jun. 2024, doi: 10.12962/j26139960.v8i3.970.
- [5]. M. Natha, S. Maliawan, I. W. Nirvana, and G. F. P. Kusuma, “Gambaran karakteristik pasien stroke hemoragik di RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah Bali, Indonesia, tahun 2019-2021,” *Intisari Sains Medis*, vol. 14, no. 2, p. 664, Jul. 2023, doi: 10.15562/ism.v14i2.1740.
- [6]. S. Kusumadewi, “Aplikasi logika fuzzy untuk pendukung keputusan / Sri Kusumadewi, Hari Purnomo),” vol. 2010, no. 2010, p. 1, Jan. 2010, Accessed: Nov. 2025. [Online]. Available: <http://library.um.ac.id/free-contents/index.php/buku/detail/aplikasi-logika-fuzzy-untuk-pendukung-keputusan-sri-kusumadewi-hari-purnomo-45153.html>.
- [7]. G. O. Erenler and H. N. Buluş, “The Effect of Varying Artificial Neural Network and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System Parameters on Wind Energy Prediction: A Comparative Study,” *Applied Sciences*, vol. 14, no. 9, p. 3598, Apr. 2024, doi: 10.3390/app14093598.
- [8]. Y. A. Sagar, M. S. R. L. Reddy, S. Shilpa, N. Jyothi, A. Velivela, and A. S. Rao, “Neuro-Fuzzy Systems: Neural Networks and Fuzzy Logic Integration in Soft Computing,” in *Cognitive science and technology*, Springer Nature, 2025, p. 39. doi: 10.1007/978-981-97-8533-9_4.
- [9]. Kaggle, “Stroke Prediction Dataset,” 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.kaggle.com>
- [10]. A. A. Soebroto, M. T. Furqon, E. A. S. Marhendraputro, and W. Ziaulhaq, “Sistem Pendukung Keputusan Penyakit Stroke menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto dengan Basis Pengetahuan Framingham Risk Score,” *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, vol. 8, no. 2, p. 214, Aug. 2022, doi: 10.26418/jp.v8i2.56362.