

Penerapan Fuzzy Backpropagation Neural Network dalam Klasifikasi Penyakit Stroke

Karina Julita¹, Iis Afrianty^{2*}, Suwanto Sanjaya³, Fadhilah Syafria⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Jalan HR. Soebrantas, Kota Pekanbaru, Riau 29283
e-mail: ¹11850120398@students.uin-suska.ac.id, ^{2*}iis.afrianty@uin-suska.ac.id, ³suwantosanjaya@uin-suska.ac.id, ⁴fadhilah.syafria@uin-suska.ac.id

Submitted Date: 2023-06-28

Revised Date: 2023-06-30

Reviewed Date: 2023-06-28

Accepted Date: 2023-06-30

Abstract

Stroke is a cerebrovascular disease characterized by sudden neurological symptoms due to acute vascular injury to the brain. According to WHO in 2019, stroke is the second leading cause of death and disability in the world, with a global prevalence of 101.5 million people. Medical diagnosis is important in the treatment of stroke, but high costs are often an obstacle for society. Early identification and accurate classification of stroke is essential to ensure prompt and proper treatment of stroke patients. This study aims to develop a Fuzzy Backpropagation Neural Network method in stroke classification using secondary data and involving ten relevant variables including gender, age, hypertension, history of heart disease, BMI, blood sugar levels, marital status, smoking status, type of work and living environment. In this study, the tests carried out were divided into three scenarios including, scenario 1 with $\alpha = 0.1$, scenario 2 with $\alpha = 0.01$ and scenario 3 with $\alpha = 0.001$ at epoch 10, 1000 and 100000. The test results showed the highest accuracy using the 10-4-1 network pattern on the division of training data and test data of 70%:30% with $\alpha = 0.01$ and epoch 100000 resulting in an accuracy rate of 86.52%, precision 0.87, recall 0.87 and f-1 score 0.87. Based on the results of these tests, FBPNN is considered capable of classifying strokes with good performance.

Keywords: fuzzy backpropagation neural network; Artificial Neural Network; Artificial Intelligence; stroke

Abstrak

Stroke adalah penyakit cerebrovaskuler yang ditandai dengan gejala neurologis tiba-tiba akibat cedera vaskular akut pada otak. Menurut WHO pada tahun 2019, stroke penyebab utama kematian dan kecacatan kedua di dunia, dengan prevalensi global 101,5 juta orang. Diagnosis medis penting dalam penanganan stroke, namun biaya yang tinggi sering menjadi kendala bagi masyarakat. Identifikasi dini dan klasifikasi stroke yang akurat sangat penting untuk memastikan penanganan yang cepat dan tepat terhadap pasien stroke. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode Fuzzy Backpropagation Neural Network dalam klasifikasi stroke dengan menggunakan data sekunder dan melibatkan sepuluh variabel relevan di antaranya jenis kelamin, umur, hipertensi, riwayat penyakit jantung, BMI, nilai kadar gula dalam darah, status pernikahan, status merokok, tipe pekerjaan dan lingkungan tempat tinggal. Pada penelitian ini, pengujian yang dilakukan dibagi menjadi tiga skenario diantaranya, skenario 1 dengan $\alpha = 0,1$, skenario 2 dengan $\alpha = 0,01$ dan skenario 3 dengan $\alpha = 0,001$ pada epoch 10, 1000 dan 100000. Hasil pengujian menunjukkan akurasi tertinggi dengan menggunakan pola jaringan 10-4-1 pada pembagian data latih dan data uji 70%:30% dengan $\alpha = 0.01$ dan epoch 100000 menghasilkan tingkat akurasi sebesar 86,52%, presisi 0,87, recall 0,87 dan f-1 score 0,87. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, FBPNN dinilai mampu dalam mengklasifikasi stroke dengan kinerja yang baik.

Kata kunci : *fuzzy backpropagation neural network*; jaringan syaraf tiruan; kecerdasan buatan; stroke

<http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/informatika>

216



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License

Copyright © 2023 Karina Julita, Iis Afrianty, Suwanto Sanjaya, Fadhilah Syafria

1. Pendahuluan

Stroke menurut *World Health Organization (WHO)* adalah golongan penyakit cerebrovaskuler disease (CVD) yang secara klinis didefinisikan dengan adanya gejala disfungsi neurologis fokal maupun global secara tiba-tiba yang terjadi lebih dari 24 jam dan disebabkan oleh cedera vaskular akut pada otak. Stroke dapat terjadi karena terdapat pembuluh darah otak yang tersumbat atau pecah sehingga mengakibatkan sebagian otak tidak mendapat suplai darah yang membawa oksigen dan mengalami kematian sel jaringan otak (Permatasari, 2020).

Stroke merupakan penyakit yang menyebabkan kematian nomor satu dan kecacatan nomor dua di dunia (Murphy & Werring, 2020). Menurut *American Heart Association (AHA)*, prevalensi global stroke pada tahun 2019 adalah 101,5 juta orang dengan sebanyak 77,2 juta orang stroke iskemik, 20,7 juta orang pendarahan intraserebral dan 8,4 juta orang pendarahan subarachnoid. Sedangkan prevalensi penyakit stroke di Indonesia pada tahun 2018 meningkat dibanding tahun 2013 yakni dari 7% menjadi 10,9%. Berdasarkan perkiraan data statistik stroke dunia tahun 2019 dalam *Global Stroke Fact Sheet 2022* dari *World Stroke Organization*, stroke disebabkan oleh beberapa faktor di antaranya 71% akibat faktor metabolisme, 47% faktor pola hidup dan 37,8% faktor lingkungan.

Penanganan stroke secara medis memerlukan biaya yang cukup mahal untuk memeriksa resiko stroke, sehingga tidak sedikit masyarakat memilih untuk tidak melakukan pengecekan medis tersebut. Oleh karena itu, yang dapat dilakukan oleh masyarakat untuk mencegah resiko stroke sejak dini adalah menerapkan gaya hidup sehat terutama melakukan aktivitas fisik. Namun, tak dapat dipungkiri bahwa diagnosis medis sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi kesehatan setiap individu (Sandy et al., 2022). Identifikasi dini dan klasifikasi stroke yang akurat sangat penting untuk memastikan penanganan yang cepat dan tepat terhadap pasien stroke.

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan jaringan syaraf buatan (*Artificial Neural Network*) adalah dua bidang yang sangat penting dalam perkembangan teknologi saat ini karena dapat mengembangkan sistem yang mampu meniru kemampuan intelektual manusia (Br Sitepu, 2021). Dalam beberapa tahun terakhir bidang tersebut telah membantu meningkatkan kemampuan dalam mendiagnosis dan

mengklasifikasikan stroke, di antaranya penelitian yang dilakukan oleh Antares, mengidentifikasi stroke dengan menggunakan metode backpropagation dan menghasilkan akurasi sebesar 97% serta nilai persentase *error* 3% (Antares, 2020). Variabel data yang digunakan sebagai input ada delapan variabel, yakni kolesterol, komunikasi, kehilangan keseimbangan, wajah menurun, lengan/kaki, kebas/nyeri, tekanan darah dan gula darah. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Amara, Djamal dan Maspupah, mengkombinasikan metode backpropagation dan algoritma genetika untuk mengidentifikasi sinyal EEG dari pasien pasca-stroke. Dalam penelitian ini terdapat tiga kelas diantaranya no stroke, minor stroke dan moderate stroke. Hasil penelitian membuktikan bahwa pengoptimalan bobot awal menggunakan algoritma genetika meningkatkan akurasi dibanding bobot awal acak yakni dari 70% menjadi 73% untuk pelatihan dan 52% menjadi 55% untuk pengujian (Amara et al., 2019).

Berdasarkan penelitian sebelumnya dalam mengklasifikasi stroke, maka metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah fuzzy backpropagation neural network (FBPNN). Fuzzy backpropagation neural network adalah kombinasi antara jaringan saraf tiruan, yang merupakan algoritma pembelajaran, dan logika fuzzy, yang memungkinkan penanganan ketidakpastian dan ketidakjelasan dalam data (Wibawa et al., 2018). Penggunaan logika fuzzy dalam klasifikasi stroke memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih fleksibel dan dapat mempertimbangkan tingkat ketidakpastian terkait gejala dan faktor resiko stroke.

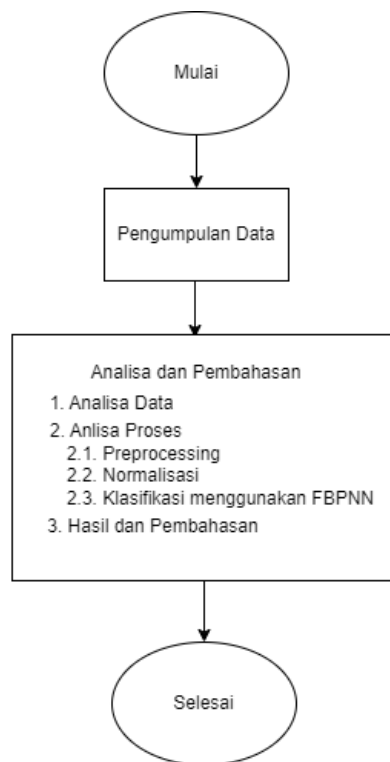
Ada beberapa penelitian terkait yang menggunakan FBPNN salah satu di antaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Prasad, Prancis dan Ul Huq yang membandingkan metode RFE-FNN dengan beberapa metode yakni SVM+FOA, PCA dengan SVM+K-Means dan lainnya untuk MDC (*Medis Data Classification*). Dataset yang digunakan untuk membandingkan kinerja beberapa metode tersebut ada empat yakni dataset penyakit jantung, kanker payudara, Parkinson dan dataset diabetes. Dalam penelitian ini metode yang diusulkan adalah RFE-FNN yang mana metode RFE membantu mengurangi fitur yang tidak relevan dalam dataset. Hasil penelitian membuktikan bahwa RFE-FNN memberikan kinerja lebih baik dibanding metode lain dengan menghasilkan akurasi sebesar 98,57%, *sensitivity* 98,15%, *specificity* 98,64% dan *F-Measure*

95,47% untuk dataset penyakit jantung. FNN yang diusulkan dapat mencapai akurasi lebih besar karena dapat mengatasi masalah *overfitting* pada semua dataset (Prasad et al., 2020).

Dengan menggunakan metode fuzzy backpropagation neural network ini diharapkan dapat mengklasifikasi stroke dengan lebih akurat dan dapat memberikan keputusan yang lebih jelas serta komprehensif.

2. Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Gambar kerangka penelitian di atas menggambarkan langkah-langkah yang diambil dalam melakukan penelitian ini. Kerangka penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yakni meliputi pengumpulan data, analisa dan pembahasan.

A. Pengumpulan Data

Data stroke yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder yang didapat dari platform Kaggle. Dataset stroke yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.

gender	age	hypertension	heart_disease	ever_married	work_type	residence_type	avg_glucose_level	bmi	smoking_status
Male	67.0	0	1	Yes	Private	Urban	228.69	36.6	formerly smoked
Male	80.0	0	1	Yes	Private	Rural	105.92	32.5	never smoked
Female	49.0	0	0	Yes	Private	Urban	171.23	34.4	smokes
Female	79.0	1	0	Yes	Self-employed	Rural	174.12	24.0	never smoked
Male	81.0	0	0	Yes	Private	Urban	186.21	29.0	formerly smoked
...
Male	41.0	0	0	No	Private	Rural	70.15	29.8	formerly smoked
Male	40.0	0	0	Yes	Private	Urban	191.15	31.1	smokes
Female	45.0	1	0	Yes	Govt_job	Rural	95.02	31.8	smokes
Male	40.0	0	0	Yes	Private	Rural	83.94	30.0	smokes
Female	80.0	1	0	Yes	Private	Urban	63.75	29.1	never smoked

Gambar 2. Dataset penyakit Stroke

Gambar di atas menunjukkan dataset penyakit stroke yang digunakan dalam penelitian. Dataset ini berjumlah 4981 data dengan variabel data berjumlah sepuluh variabel yakni jenis kelamin, umur, hipertensi, riwayat penyakit jantung, indeks massa tubuh (BMI), nilai kadar gula dalam darah, status pernikahan, status merokok, tipe pekerjaan dan lingkungan tempat tinggal.

B. Analisis Data

Dalam proses klasifikasi stroke, adapun data yang digunakan adalah data jenis stroke dan data faktor resiko stroke. Data jenis stroke terbagi menjadi dua kelas dari 4981 data stroke yakni kelas tidak stroke yang berjumlah 4733 data dan kelas stroke berjumlah 248 data.

C. Analisis Proses

Pada penelitian ini proses yang akan dilakukan terbagi menjadi tiga tahapan di antaranya *preprocessing* dan klasifikasi stroke dengan Fuzzy Backpropagation Neural Network.

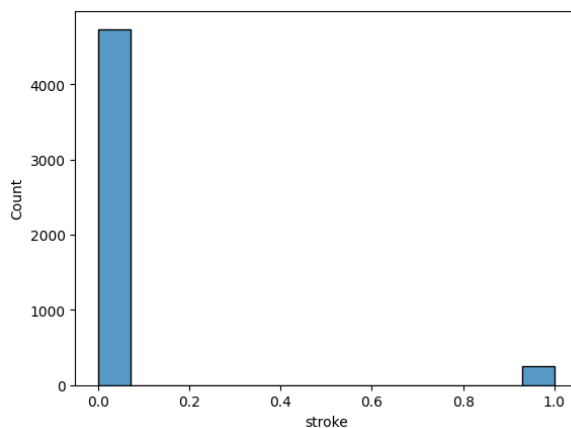
1) Preprocessing

Pengolahan awal (*preprocessing*) adalah tahapan yang memperbaiki kualitas pada data. Dataset yang akan digunakan dilakukan proses pengecekan data, tidak terdapat nilai bernilai null maupun NaN, sehingga proses dilanjutkan ke proses transformasi data dengan menggunakan one-hot encoding yang mana data kategorikal diubah menjadi numerik yang dapat digunakan dalam analisis atau pemodelan. Dalam one-hot encoding, setiap kategori unik dalam variabel kategorikal diubah menjadi kolom terpisah dalam bentuk representasi biner (0 atau 1).

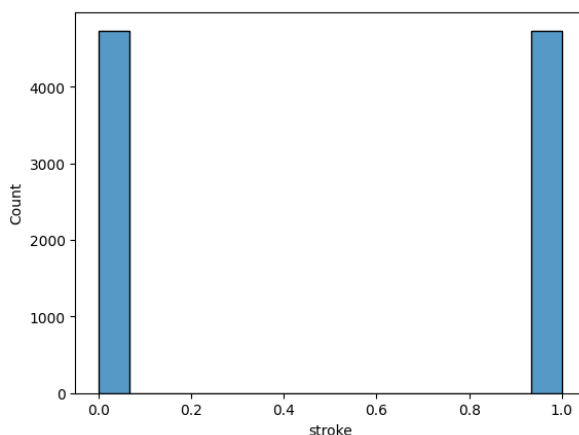
Setelah proses transformasi data, maka proses selanjutnya adalah mengatasi *imbalance* data. Dalam proses ini, dataset yang timpang antara kelas stroke dan kelas tidak stroke

diseimbangkan dengan menggunakan metode *oversampling* yakni SMOTE (*Synthetic Minority Over-sampling Technique*) yang meningkatkan jumlah data minor (Dritsas & Trigka, 2022).

Tujuan dari SMOTE adalah untuk meningkatkan jumlah sampel dalam kelas minoritas dengan membuat sampel sintesis baru berdasarkan sampel yang ada. Metode SMOTE membantu mengurangi ketidakseimbangan kelas dalam data dengan menambahkan variasi pada kelas minoritas dan membantu model untuk mempelajari pola yang lebih baik. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4 dengan kelas tidak stroke bernilai 0 dan kelas stroke bernilai 1.



Gambar 3. Dataset sebelum proses SMOTE



Gambar 4. Dataset setelah proses SMOTE

Jumlah dataset setelah dilakukan proses SMOTE bertambah menjadi 9466 data dari jumlah awal 4981 data. Jumlah sampel dalam kelas stroke ditingkatkan sebanyak jumlah sampel kelas tidak stroke.

2) Normalisasi

Normalisasi merupakan salah satu pendekatan *preprocessing* yang mengubah variabel dalam suatu dataset untuk memenuhi kondisi tertentu atau memiliki skala yang seragam (Hauriza et al., 2021). Tujuan normalisasi data adalah untuk menghilangkan perbedaan skala atau rentang nilai antara variabel yang berbeda dalam dataset. Ada beberapa teknik yang biasanya digunakan untuk menormalisasi data salah satunya normalisasi dengan menggunakan metode normalisasi min-max *scaling*. Untuk normalisasi min-max dapat dilihat pada persamaan (1) di bawah ini.

$$v' = \frac{v - \min_A}{\max_A - \min_A} (\text{new_max}_A - \text{new_min}_A) + \text{new_min}_A \quad (1)$$

Metode ini mentransformasikan nilai-nilai variabel ke dalam rentang tertentu, biasanya 0 hingga 1. Caranya adalah dengan mengurangi nilai minimum dari setiap nilai variabel, kemudian membagi hasilnya dengan selisih nilai maksimum dan minimum.

3) FBPNN

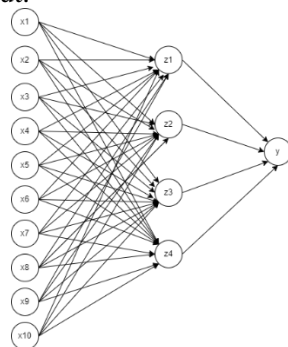
Pada penelitian ini, metode yang diusulkan adalah FBPNN untuk mengklasifikasi penyakit stroke. FBPNN adalah algoritma pengenalan pola yang dikembangkan dari BPNN dengan menggunakan teori fuzzy pada neuron, proses pembelajaran dan probabilitas bahwa input atau neuron tersebut masuk dalam suatu kategori (Sarbaini et al., 2021). Logika fuzzy adalah logika yang mengandung ketidakpastian atau kabur (Setiawan et al., 2018). Dalam logika fuzzy nilai dapat bernilai antara benar dan salah secara bersamaan tergantung bobot masing-masing keanggotaan (Setia & Ramadan, 2019). Backpropagation (atau *backward propagation of errors*) adalah algoritma yang digunakan dalam jaringan saraf tiruan (*neural network*) untuk menghitung dan memperbarui bobot-bobot (*weights*) yang menghubungkan neuron-neuron dalam jaringan tersebut. Algoritma ini merupakan inti dari proses pembelajaran dalam jaringan saraf tiruan yang menggunakan metode pembelajaran berbasis gradien (*gradient-based learning*) (Muflih, 2021).

Algoritma FBPNN memberikan fleksibilitas dalam mengolah data yang tidak pasti dan kompleks, serta memungkinkan model jaringan

saraf untuk mengambil keputusan berdasarkan tingkat keyakinan atau kepercayaan. Berikut adalah tahapan dalam algoritma FBPNN.

- a. Inisialisasi bobot dan bias secara acak.
- b. Fungsi keanggotaan, setiap input atau neuron dalam jaringan diberikan fungsi keanggotaan yang mewakili tingkat keanggotaannya terhadap suatu himpunan fuzzy.
- c. Feedforward, proses feedforward dilakukan untuk menghitung output (Y_1, Y_2, \dots, Y_n) jaringan berdasarkan input (X_1, X_2, \dots, X_n) yang diberikan.
- d. Menghitung error, selisih antara output yang dihasilkan oleh jaringan dan target yang diinginkan dihitung sebagai error atau kesalahan untuk mengukur sejauh mana jaringan mendekati target yang diinginkan.
- e. Backpropagation, error dipropagasikan kembali dari lapisan output ke lapisan-lapisan sebelumnya. Bobot dan bias diperbarui berdasarkan gradien error menggunakan algoritma backpropagation yang telah diperluas untuk memperhitungkan tingkat keanggotaan.
- f. Pelatihan dan penyesuaian bobot, langkah c, d, dan e diulang secara iteratif untuk seluruh data pelatihan. Bobot dan bias diperbarui dengan tujuan mengurangi kesalahan dan mendekati target yang diinginkan.
- g. Pengujian, jaringan diuji menggunakan data pengujian yang tidak digunakan selama pelatihan. Output jaringan dibandingkan dengan target yang sebenarnya untuk mengevaluasi performa jaringan.
- h. Evaluasi dan penyesuaian, hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi performa jaringan.

Adapun arsitektur jaringan yang digunakan dalam penelitian ini dapat digambarkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Arsitektur jaringan klasifikasi stroke

Berdasarkan gambar di atas arsitektur jaringan yang digunakan adalah 10-4-1 yakni 10 neuron input *layer*, 4 neuron *hidden layer* dan 1 output *layer*. Neuron input *layer* pada jaringan berasal dari variabel dataset yang digunakan.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, ada beberapa ketentuan dan pengujian yang dilakukan yakni di antaranya:

- a. Pola jaringan yang digunakan adalah 10-4-1
- b. Pada pelatihan jaringan FBPNN parameter yang digunakan dibagi menjadi kedalam beberapa skenario yakni skenario 1 ($\alpha = 01$), skenario 2 ($\alpha = 0.01$) dan skenario 3 ($\alpha = 0.001$) dengan masing-masing skenario akan dilakukan epoch sebanyak 10, 1000 dan 100000 iterasi.
- c. Perbandingan data latih dan data uji yang digunakan dalam pengujian yakni 70%:30%, 80%:20% dan 90%:10% dari jumlah dataset.

Hasil pengujian dengan menggunakan pola jaringan 10-4-1 pada beberapa skenario dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 berikut ini.

Tabel 1. Hasil pengujian skenario 1

Epoch = 10				
Latih / Uji	Akurasi	Presisi	Recall	F1
70:30	49,54%	0,25	0,50	0,33
80:20	49,94%	0,25	0,50	0,33
90:10	50,47%	0,25	0,50	0,34
Epoch = 1000				
Latih / Uji	Akurasi	Presisi	Recall	F1
70:30	49,54%	0,25	0,50	0,33
80:20	49,94%	0,25	0,50	0,33
90:10	50,47%	0,25	0,50	0,34
Epoch = 100000				
Latih / Uji	Akurasi	Presisi	Recall	F1
70:30	49,54%	0,25	0,50	0,33
80:20	49,94%	0,25	0,50	0,33
90:10	50,47%	0,25	0,50	0,34

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1, untuk epoch 10, 1000 dan 100000 mendapatkan hasil akurasi yang sama yakni akurasi dari masing-masing 49,54%, 49,97 dan 50,47%. Dengan hasil akurasi tertinggi pada pembagian data 90:10.

Tabel 2. Hasil pengujian skenario 2

Epoch = 10				
Latih Uji	Akurasi	Presisi	Recall	F1
70:30	49,54%	0,25	0,50	0,33
80:20	49,94%	0,25	0,50	0,33
90:10	50,47%	0,25	0,50	0,34
Epoch = 1000				
Latih Uji	Akurasi	Presisi	Recall	F1
70:30	83,34%	0,84	0,83	0,83
80:20	81,57%	0,82	0,82	0,81
90:10	78,35%	0,78	0,78	0,78
Epoch = 100000				
Latih Uji	Akurasi	Presisi	Recall	F1
70:30	86,93%	0,87	0,87	0,87
80:20	84,05%	0,84	0,84	0,84
90:10	82,78%	0,83	0,83	0,83

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, untuk epoch 10 mendapatkan hasil akurasi yang sama dengan hasil pengujian pada Tabel 1. Sedangkan untuk epoch 1000, hasil akurasi pengujian masing-masing 83,34%, 81,57% dan 78,35%. Kemudian pengujian dengan epoch 100000, menghasilkan akurasi yakni 86,93%, 81,57% dan 78,35%. Dengan hasil akurasi tertinggi pada pembagian data 70:30 untuk epoch 1000 dan 100000.

Tabel 3. Hasil pengujian skenario 3

Epoch = 10				
Latih Uji	Akurasi	Presisi	Recall	F1
70:30	59,26%	0,74	0,59	0,51
80:20	49,94%	0,50	0,50	0,49
90:10	49,52%	0,25	0,50	0,33
Epoch = 1000				
Latih Uji	Akurasi	Presisi	Recall	F1
70:30	81,16%	0,81	0,81	0,81
80:20	82,73%	0,83	0,83	0,83
90:10	80,46%	0,81	0,80	0,80
Epoch = 100000				
Latih Uji	Akurasi	Presisi	Recall	F1
70:30	83,52%	0,84	0,83	0,83
80:20	85,11%	0,86	0,85	0,85
90:10	84,16%	0,84	0,84	0,84

Berdasarkan hasil pengujian Tabel 3, untuk epoch 10, mendapatkan hasil akurasi dari masing-masing pembagian data yakni 59,26%, 49,94% dan 49,52%. Sedangkan untuk epoch 1000, hasil akurasi yang didapatkan yaitu 81,16%, 82,73% dan 80,46%. Kemudian pengujian dengan epoch 100000, menghasilkan akurasi yakni 83,52%, 85,11% dan 84,16%. Dengan hasil akurasi tertinggi pada pembagian data 70:30 untuk epoch 10 dan pembagian data 80:20 untuk epoch 1000 serta epoch 100000.

Berdasarkan hasil pengujian yang dirangkum dalam beberapa tabel di atas dapat dijabarkan kesimpulan pengujian pada proses klasifikasi stroke, di antaranya :

1. Tingkat akurasi terendah pada pengujian terjadi pada skenario 3 Tabel 3 dengan $\alpha = 0.001$, epoch 10, pembagian data latih 90% dan data uji 10% yang menghasilkan tingkat akurasi sebesar 49,52%, presisi 0,25 , *recall* 0,50 dan *f-1 score* 0,33.
2. Tingkat akurasi tertinggi pengujian terjadi pada skenario 2 Tabel 2 dengan $\alpha = 0.01$, epoch 100000, pembagian data latih 70% dan data uji 30% yang menghasilkan tingkat akurasi sebesar 86,52%, presisi 0,87 , *recall* 0,87 dan *f-1 score* 0,87.
3. Untuk setiap skenario dengan epoch 10 cenderung menghasilkan keluaran yang rendah dibanding epoch 1000 dan 100000, kecuali pada skenario 1 karena hal tersebut tidak berlaku untuk $\alpha = 0.1$.
4. Kinerja model klasifikasi ini dapat lebih baik karena menggunakan data yang telah dilakukan proses SMOTE sehingga menghasilkan presisi, *recall* serta *f1-score* lebih besar.

Selain pola jaringan 10-4-1, juga dilakukan pengujian pola lain di antaranya 10-5-1, 10-10-1, 10-20-1 dan 10-30-1 dengan *learning rate* dan epoch yang sama yaitu $\alpha = 0.1$ dan epoch 10 serta pembagian data 70%:30%. Namun, keluaran yang dihasilkan sama dengan pola yang diusulkan dan tidak mempengaruhi hasil akurasi.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian pada penelitian ini adalah Fuzzy Backpropagation Neural Network dinilai mampu mengklasifikasi stroke dengan menggunakan pola jaringan 10-4-1 pada pembagian data latih dan data uji masing-masing 70%:30% dengan *learning*

rate 0.01 dan epoch 100000 yang menghasilkan tingkat akurasi sebesar 86,52%, presisi 0,87, recall 0,87 dan *f-1 score* 0,87.

Pada penelitian ini juga dapat disimpulkan bahwa pola jaringan tidak mempengaruhi hasil akurasi dengan mengubah jumlah neuron *hidden layer*, namun *learning rate*, epoch dan pembagian data berpengaruh pada tingkat akurasi yang dihasilkan.

5. Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan eksplorasi berbagai arsitektur FBPNN yang berbeda untuk mencapai performa yang optimal. Selain itu, variasi parameter seperti *learning rate*, epoch dan juga pembagian data perlu dilakukan untuk menemukan kombinasi parameter yang menghasilkan performa terbaik dalam klasifikasi stroke.

Referensi

- Amara, M., Djamil, E. C., & Maspupah, A. (2019). Identifikasi Sinyal EEG dari Pasien Pasca-Stroke Menggunakan Backpropagation dan Algoritma Genetika. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi)*, 1907–5022.
- Antares, J. (2020). Artificial Neural Network Dalam Mengidentifikasi Penyakit Stroke Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus di Klinik Apotik Madya Padang). *Djtechno: Jurnal Teknologi Informasi*, 1(1), 6–13. <https://doi.org/10.46576/djtechno.v1i1.965>
- Br Sitepu, N. L. (2021). Jaringan Saraf Tiruan Memprediksi Nilai Pemelajaran Siswa Dengan Metode Backpropagation (Studi kasus : SMP Negeri 1 Salapian). *Journal of Information and Technology*, 1(2), 54–58. <https://doi.org/10.32938/jitu.v1i2.1006>
- Dritsas, E., & Trigka, M. (2022). Stroke Risk Prediction with Machine Learning Techniques. *Sensors*, 22(13), 1–13. <https://doi.org/10.3390/s22134670>
- Hauriza, B., Muladi, M., & Wirawan, I. M. (2021). Prediksi Tingkat Inflasi Bulanan Indonesia Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 11(2), 152–167. <https://doi.org/10.34010/jati.v11i2.4924>
- Muflih, G. Z. (2021). Penentuan Parameter Pembelajaran Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation dan Pengaruhnya Terhadap Proses Pelatihan. *Jurnal Riset Teknologi Informasi Dan Komputer*, 1(2), 12–17. <https://doi.org/10.53863/juristik.v1i02.363>
- Murphy, S. J., & Werring, D. J. (2020). Stroke: causes and clinical features. *Medicine (United Kingdom)*, 48(9), 561–566. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2020.06.002>
- Permatasari, N. (2020). Perbandingan Stroke Non Hemoragik dengan Gangguan Motorik Pasien Memiliki Faktor Resiko Diabetes Melitus dan Hipertensi. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 11(1), 298–304. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v11i1.273>
- Prasad, P. P., Francis, F. S., & UI Huq, S. Z. (2020). An effective fuzzy neural network with reinforcement learning approach for medical data classification. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 13(1), 344–353. <https://doi.org/10.22266/ijies2020.0229.32>
- Sandy, L., Putra, A., Kusumawardhani, E., Nugraheni, P. W., Maleiva, T. N., & Gunawan, V. A. (2022). Sistem Identifikasi Dini Penyakit Stroke dengan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik. *Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik Informatika*, 16(2), 135–147.
- Sarbaini, Cynthia, E. P., & Arifandy, M. I. (2021). Pengelompokan Diabetic Macular Edema Berbasis Citra Retina Mata Menggunakan Fuzzy Learning Vector Quantization (FLVQ). *Jurnal Sains, Teknologi Dan Indust*, 19(1), 75–80.
- Setia, B., & Ramadan, A. (2019). Penerapan Logika Fuzzy pada Sistem Cerdas. *Jurnal Sistem Cerdas*, 2(1), 61–66. <https://doi.org/10.37396/jsc.v2i1.18>
- Setiawan, A., Yanto, B., & Yasdomi, K. (2018). Logika Fuzzy. In *Jayapungus Press Books*.
- Wibawa, A. P., Purnama, M. G. A., Akbar, M. F., & Dwiyanto, F. A. (2018). Metode-metode Klasifikasi. *Prosiding Seminar Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 3(1), 134.