



Penerapan Metode Backpropagation Neural Network untuk Mengidentifikasi Penyakit Cacar Monyet

Lola Oktavia*¹, Muhammad Farid Audi Rahman Simatupang², Fadhilah Syafria³, Elin haerani⁴, Siti Ramadhani⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau

¹lola.oktavia@uin-suska.ac.id, ²12050112419@students.uin-suska.ac.id, ³fadhilah.syafria@uin-suska.ac.id,

⁴elin.haerani@uin-suska.ac.id, ⁵siti.ramadhani@uin-suska.ac.id

Abstrak

Cacar monyet merupakan jenis penyakit zoonosis yang disebabkan oleh virus monkeypox dari genus orthopoxvirus yang termasuk pada famili poxviridae dan tergolong sebagai salah satu penyakit kulit yang berbahaya. Penyakit ini sebelumnya dideteksi menggunakan pengujian dengan metode PCR dari sampel lesi kulit dan analisis dari gejala klinis yang dimiliki pasien. Namun, karena meningkatnya penyebaran penyakit cacar monyet secara global pada wilayah non- endemis menuntut adanya metode diagnosis yang cepat dan akurat. Penelitian ini mengusulkan pendekatan machine learning berbasis jaringan syaraf tiruan dengan memanfaatkan metode Backpropagation Neural Network (BPNN) untuk klasifikasi penyakit cacar monyet. Skenario penelitian dilakukan dengan variasi pembagian dataset (70:30, 80:20, dan 90:10), jumlah hidden layers sebanyak 1, jumlah neuron pada hidden layer sebanyak 18, learning rate sebesar 0.1 dan 0.01, penerapan fungsi aktivasi ReLU dan Sigmoid Biner serta membandingkan hasil pengujian antara metode penyeimbang data yaitu SMOTE dengan dataset asli. Hasil skenario terbaik diperoleh pada pengujian dataset asli dengan konfigurasi pembagian data 80:20, epoch 500, learning rate 0.1, dengan nilai accuracy sekitar 70.36%, precision sebesar 72.33%, recall mencapai 88.08%, dan F1-score sebesar 79.26%.

Kata kunci : *Backpropagation Neural Network, Cacar Monyet, Gejala Klinis, Klasifikasi, SMOTE.*

1. Pendahuluan

Cacar monyet merupakan ancaman kesehatan global yang mendapat perhatian sejak penyebarannya meluas ke berbagai Negara non-endemis. Cacar monyet merupakan jenis penyakit zoonosis (penyakit yang ditularkan dari hewan) yang disebabkan oleh virus *Monkeypox* dari genus *Orthopoxvirus* serta pada famili *Poxviridae*. Virus cacar monyet atau *monkeypox* pertama kali ditemukan pada tahun 1958 pada se-ekor monyet yang sedang sakit dibawa dari Singapura yang kemudian dibawa ke pusat penelitian yang berada di kota Kopenhagen, Denmark (Budiyarto et al., 2023). Penderita cacar monyet di wilayah non-endemis pertama kali dilaporkan di Britania Raya pada tanggal 7 Mei 2022 dengan riwayat perjalanan ke Nigeria serta didapati dua kasus baru cacar monyet yang telah dikonfirmasi pada tanggal 14 Mei 2022 yang terjadi pada penderita yang tidak memiliki riwayat perjalanan ke Afrika dan tidak adanya riwayat kontak dengan kasus sebelumnya (Kuncoro, 2023). Sehingga, penyakit ini menjadi perhatian khusus secara global dan perlu diteliti lebih lanjut.

Berdasarkan surat edaran dari Kementerian Kesehatan Nomor: HK.02.02/C/2752/2022 tentang kewaspadaan penyakit MonkeyPox di negara non- endemis menyatakan bahwa penyakit cacar monyet dapat bersifat ringan dengan gejala yang berlangsung 2 – 4 minggu, namun bisa berkembang menjadi berat dan bahkan dapat menyebabkan kematian (tingkat kematian 3 – 6 %) (Kemenkes, 2024) . Menurut data dari website *World Health Organization* yang berjudul “2022-24 Mpox (Monkeypox) Outbreak: Global Trends” melaporkan jumlah kasus yang terkonfirmasi penyakit cacar monyet secara global mencapai lebih dari 106 ribu kasus sejak tahun 2022 hingga Agustus 2024 (World Health Organization, 2024). Kemudian, berdasarkan data dari website KEMENKES, penyakit cacar monyet bahkan sudah sampai ke Indonesia. Bahkan berdasarkan data laporan mingguan pada website kemenkes menyatakan data persebaran penyakit cacar monyet pada minggu ke 38 – 39 (15-28 September 2024) yang sudah dikonfirmasi mencapai 88 kasus (infeksiemerging.kemkes.go.id, 2024).

Fakta-fakta ini menunjukkan bahwa ancaman cacar monyet semakin nyata dan memerlukan perhatian serius melalui upaya riset, serta pendekatan untuk mengetahui model untuk sistem deteksi yang efisien dan akurat. Penelitian mengenai klasifikasi penyakit cacar monyet sudah pernah dilakukan sebelumnya, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Saputra & Alamsyah, 2023) dengan menerapkan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk klasifikasi penyakit cacar monyet menggunakan data citra gambar yang diperoleh dari situs kaggle yaitu *Monkeypox Skin Lesion Dataset* yang berjumlah 3192 data dan *Monkeypox Skin Images Dataset (MSID)* yang berjumlah 770 data dengan pembagian data pada rasio 8:2, data untuk latih sebesar 80% (2554 data) dan data untuk validasi sebesar 20% (638 data), dataset kedua akan digunakan sebagai data uji (770 data). Arsitektur yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan arsitektur ResNet-50 dan memperoleh hasil validasi terbaik pada skenario kelima dengan tingkat akurasi sebesar 94,82% dan hasil uji terbaik pada skenario pertama dengan tingkat akurasi sebesar 76,10%. Lalu penelitian yang dilakukan oleh (Anugrah et al., 2024) dengan menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) untuk klasifikasi penyakit cacar monyet dengan menggunakan dataset yang berasal dari kaggle yaitu *Monkey-Pox PATIENTS Dataset* sebanyak 5000 data. Penelitian dilakukan dengan pengujian parameter SVM yaitu nilai $C = 10$ dan $\gamma = 1$. Uji data dilakukan menggunakan confusion matrix dengan rasio 90:10 yang menghasilkan performa 67% precision, 59% recall dan 63% F1-Score pada kelas positif dan menghasilkan performa 63% precision, 71% recall dan 67% F1-Score pada kelas negatif. Nilai akurasi yang didapatkan dalam pengklasifikasian metode SVM sebesar 65%. Untuk mengklasifikasikan penyakit cacar monyet ini dengan lebih akurat, maka penelitian dilakukan menggunakan metode Backpropagation Neural Network (BPNN).

Menurut (Hizham et al., 2018) menunjukkan bahwa metode pembelajaran mesin, terutama Backpropagation Neural Network (BPNN), sangat efektif dalam menyelesaikan masalah klasifikasi. Ini karena BPNN adalah algoritma yang dapat memperbaiki kesalahan (error) selama proses pelatihan jaringan, yang menghasilkan klasifikasi yang lebih akurat. Backpropagation Neural Network (BPNN) menggunakan error output dalam mengubah nilai pada tiap bobotnya dalam arah mundur (backward). Salah satu keunggulan Backpropagation Neural Network (BPNN) adalah kemampuannya untuk menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi dalam berbagai kasus klasifikasi. Dalam penelitian yang membandingkan metode Backpropagation Neural Network dengan metode lainnya juga dijelaskan pada penelitian yang dilakukan (Faizin et al., 2018) yang meneliti perbandingan metode K-NN dengan Backpropagation Neural Network dalam prediksi resiko penyakit diabetes tahap awal yang memiliki hasil pengujian pada metode K-NN dengan nilai accuracy diperoleh 83.75%, precision diperoleh 85.5497% dan nilai recall diperoleh 83.75% dengan pengaturan yaitu $K = 5$, $K = 7$ atau $K = 9$. Sedangkan pada pengujian metode Backpropagation Neural Network memperoleh nilai accuracy sebesar 90%, precision sebesar 90% dan nilai recall sebesar 90% dengan nilai learning rate yaitu $\alpha = 0.3$, $\alpha = 0.4$ atau $\alpha = 0.5$ dengan jumlah node hidden sebanyak 5 unit. Sehingga dalam penelitian ini, metode BPNN memiliki kemampuan yang lebih baik daripada K-NN dalam memprediksi resiko diabetes tahap awal.

Dengan memperhatikan hasil dari berbagai penelitian di atas, metode Backpropagation Neural Network memiliki potensi yang sangat besar saat diterapkan untuk kasus klasifikasi penyakit cacar monyet. Untuk kasus cacar monyet, penelitian ini akan memanfaatkan pada data atribut gejala klinis dan parameter medis dari pasien yang terinfeksi sebagai input dan label monkeypox dengan kelas positive dan negative sebagai output, seperti yang dilakukan dalam penelitian sebelumnya yaitu penelitian (Anugrah et al., 2024) dengan menggunakan dataset dari kaggle, namun penelitian sebelumnya hanya menggunakan 5000 data serta menghapus atribut HIV Infection pada tahap data selection, sedangkan penelitian ini tetap akan menggunakan atribut HIV Infection serta menggunakan 25000 data dari situs kaggle yang sama yaitu *Monkey-Pox PATIENTS Dataset*. Selain itu, penelitian ini akan menggunakan metode SMOTE dalam melakukan penyeimbangan data seperti pada penelitian yang dilakukan (Arifiyanti dan Wahyuni, 2020) dimana dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode SMOTE tidak selalu dapat meningkatkan hasil akurasi dan performa pada proses klasifikasi, maka penelitian ini sekaligus menguji penelitian tersebut agar mengetahui apakah metode SMOTE mampu meningkatkan hasil klasifikasi atau tidak pada penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat akurasi dan performa metode Backpropagation Neural Network dalam klasifikasi penyakit cacar monyet dan menguji apakah metode SMOTE dalam penyeimbangan data mampu dalam meningkatkan hasil akurasi atau tidak. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian lain atau penelitian berikutnya dalam mendiagnosis penyakit cacar monyet secara lebih efisien dan akurat dikarenakan hal ini sangat penting dalam penanganan wabah yang memerlukan tindakan segera untuk mencegah penyebaran lebih lanjut.

2. Metode Penelitian

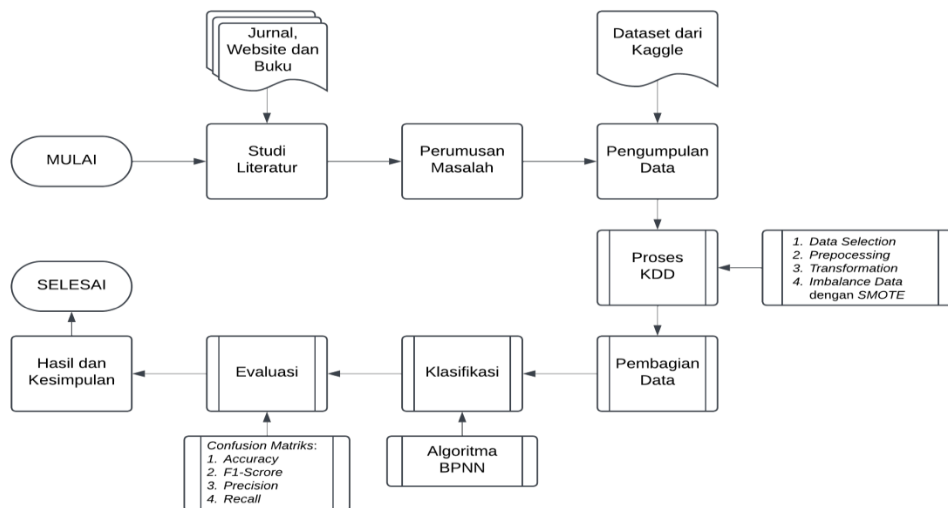
2.1. Syntetetic Minority Oversampling Technique (SMOTE)

SMOTE merupakan metode oversampling yang digunakan untuk menangani masalah pada dataset yang mengalami imbalanced data, yaitu ketika salah satu kelas dalam dataset jauh lebih banyak dibandingkan kelas lainnya. SMOTE digunakan untuk menambah data sintetis pada dataset kelas, sehingga jumlah data pada kelas minoritas menjadi sama dengan jumlah data pada kelas mayoritas. Hal ini dilakukan agar menyeimbangkan distribusi kelas dalam dataset tanpa menduplikasi data secara langsung, sehingga mengurangi risiko overfitting (Arifyanti dan Wahyuni, 2020).

2.2. Backpropagation Neural Network

Backpropagation Neural Network (BPNN) merupakan salah satu algoritma pembelajaran yang paling penting dalam pengembangan jaringan saraf tiruan (JST). Menurut (Harahap, 2023), Backpropagation adalah metode yang menangani masalah prediksi, identifikasi, dan pengenalan pola. Jaringan menerima sepasang pola yang diinginkan dan pola masukan. Bobot diubah ketika pola diberikan ke jaringan untuk mengurangi kesenjangan antara pola keluaran dan pola yang diinginkan (Henri, et al, 2022). Sejarah *backpropagation* dimulai pada tahun 1970-an ketika Paul Werbos memperkenalkan konsep ini dalam disertasinya, yang kemudian diadopsi dan dikembangkan lebih lanjut oleh Geoffrey Hinton dan timnya pada tahun 1986. Menurut (Henri, et al, 2022) , algoritma ini dirancang untuk mengoptimalkan bobot jaringan dengan cara meminimalkan kesalahan output melalui metode propagasi balik. Backpropagation Neural Network(BPNN) adalah algoritma pembelajaran mesin yang diawasi.Perhitungan nilai menggunakanBackpropagationdilakukan melaluidua tahap, yaitu perambatan maju dan perambatan mundur. Backpropagationbekerja dengan memperbarui bobot dan bias secara terus menerus untuk menghasilkan nilai error yang minimum. Semakin kecil nilai error, maka semakin tinggi akurasi yang dihasilkan oleh neural network.

2.3. Tahapan Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

Pada penelitian ini, tahapan penelitian diawali dengan studi literatur untuk mencari dasar teori ilmiah tentang penyakit cacar monyet mulai dari etimologi, manifestasi, diagnosis, gejala klinis, data hasil penelitian mengenai cacar monyet serta mencari sumber referensi tentang metode backpropagation neural network, data mining dan sebagainya. Setelah itu, didapatkan rumusan masalahnya adalah bagaimana cara membangun model artificial neural network menggunakan metode Backpropagation Neural Network (BPNN) serta mengujinya untuk melakukan klasifikasi penyakit cacar monyet untuk mengukur tingkat akurasi dan performa berdasarkan data gejala klinis pasien, serta menguji apakah metode SMOTE dapat meningkatkan hasil akurasi dalam penelitian ini.

Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan dataset penyakit cacar monyet berdasarkan data gejala klinis. Data dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang didapatkan dari situs Kaggle yang dapat diakses melalui tautan <https://www.kaggle.com/datasets/muhammad4hmed/monkeypox-patients-dataset>, yang diterbitkan oleh Muhammad Ahmed dengan judul Monkey-Pox PATIENTS Dataset yang merupakan data sampel yang dikumpulkan melalui penelitian yang diterbitkan yaitu berupa gambaran klinis dan presentasi baru cacar monyet pada manusia di pusat kota London selama wabah tahun 2022.

Data yang telah dikumpulkan melalui proses Knowledge Discovery in Database (KDD) meliputi proses penyeleksian data yang tidak digunakan pada penelitian ini (data selection), pembersihan data (preprocessing) seperti missing value dan sebagainya, mengubah data (transformasi data) seperti mengubah data yang awalnya bernilai positif negatif, menjadi 0 dan 1, dan melakukan tahapan SMOTE untuk data yang imbalance karena pada penelitian ini data kelas positif berjumlah 15.909 data dan kelas negatif berjumlah 9.091 data. Data yang tidak seimbang seringkali menyebabkan performa dalam proses pengklasifikasian menjadi kurang optimal. Syntetic Minority Oversampling Technique (SMOTE) dilakukan dengan menambah data sintesis pada kelas yang ada didataset, sehingga jumlah instances pada kelas minoritas menjadi sama dengan jumlah instances pada kelas mayoritas. Hal ini dilakukan agar menyeimbangkan distribusi kelas dalam dataset tanpa menduplikasi data secara langsung, sehingga mengurangi risiko overfitting.

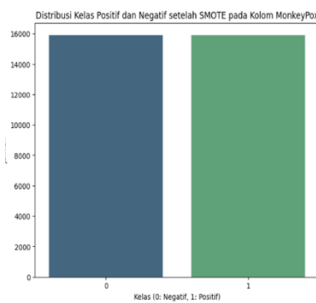
Setelah melakukan transformasi dan membuat dataset menjadi seimbang, tahap berikutnya yaitu dengan membagi data. Pembagian data ini merupakan suatu langkah yang penting untuk memastikan bahwa model yang dibangun dapat diuji dengan data yang belum pernah digunakan dalam proses pelatihan, sehingga kinerja model dapat dievaluasi secara objektif. Dalam penelitian ini, pembagian data menggunakan split validation akan dilakukan dengan menggunakan beberapa kombinasi rasio, yaitu dengan rasio data training dan data testing sebesar 70:30, 80:20, dan 90:10. Setelah melakukan pembagian data, tahapan selanjutnya adalah tahapan klasifikasi menggunakan metode backpropagation. Pada penelitian ini, terdapat 2 tahapan dalam melakukan klasifikasi menggunakan algoritma backpropagation neural network yaitu tahap pelatihan (training) dan tahap pengujian (testing). Setelah tahapan pelatihan (training) dan pengujian (testing) selesai, dilakukan evaluasi menggunakan confusion matrix. Matriks yang digunakan adalah matriks 2x2 karena menggunakan 2 kelas yaitu positive dan negative.

3. Hasil dan Pembahasan

Dataset yang didapatkan dari situs kaggle adalah sebanyak 25.000 record, dimana data tersebut terdiri dari 11 atribut, yaitu: patient_ID, Systemic Illness (X1), Rectal Pain (X2), Sore Throat (X3), Penile Oedema (X4), Oral Lesion (X5), Solitary Lesion (X6), Swollen Tonsils (X7), HIV Infection (X8), Sexually Transmitted Infection (X9) dan MonkeyPox. Pada penelitian ini menggunakan pemrograman python yang dijalankan pada jupyter notebook untuk menghasilkan dataset yang sesuai dan relevan sehingga dapat dilakukan proses klasifikasi menggunakan metode backpropagation neural network. Setelah dilakukan proses data selection, preprocessing dan transformasi, maka dilanjutkan dengan melakukan proses SMOTE. Syntetic Minority Oversampling Technique (SMOTE) dilakukan dengan menambah data sintesis pada kelas yang ada didataset, sehingga jumlah instances pada kelas minoritas menjadi sama dengan jumlah instances pada kelas mayoritas. Hal ini dilakukan agar menyeimbangkan distribusi kelas dalam dataset tanpa menduplikasi data secara langsung. Berikut perbandingan kelas sebelum dan sesudah menggunakan SMOTE:



Gambar 2. Sebelum SMOTE



Gambar 3. Sesudah SMOTE

Setelah dilakukan proses SMOTE, tahapan selanjutnya adalah pembagian data menggunakan split validation. Dalam penelitian ini, pembagian data akan dilakukan dengan kombinasi rasio yaitu:

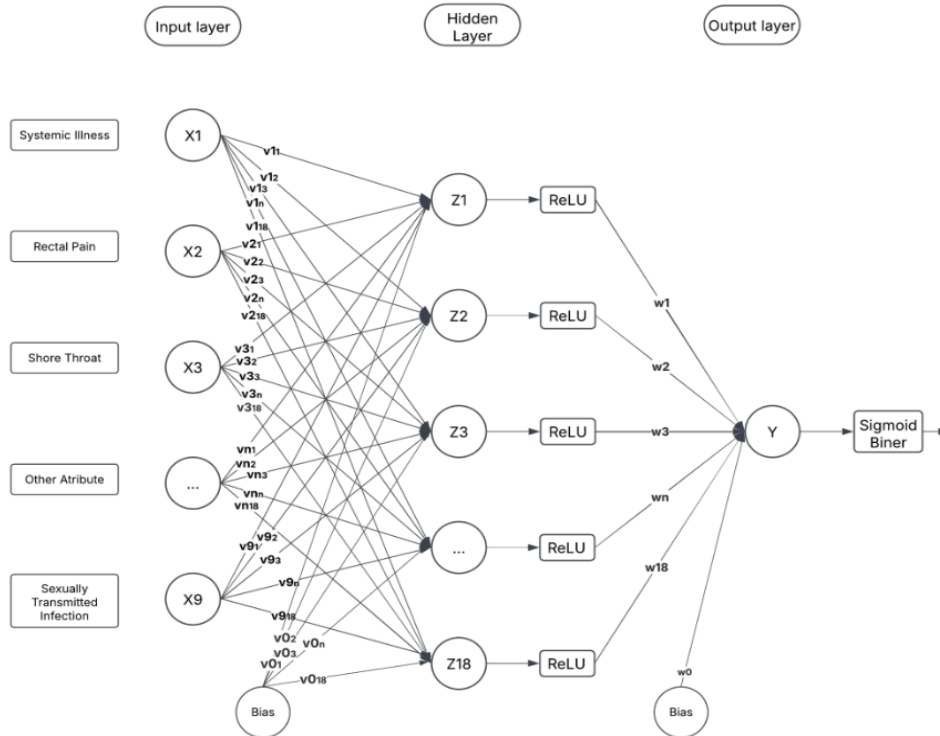
Tabel 1. Pembagian data pada dataset yang tidak menggunakan SMOTE

Data	Pembagian Data		
	70 : 30	80 : 20	90 : 10
Latih	17.500	20.000	22.500
Uji	7.500	5.000	2.500

Tabel 2. Pembagian data yang menggunakan SMOTE

Data	Pembagian Data		
	70 : 30	80 : 20	90 : 10
Latih	22.273	25.454	28.636
Uji	9.545	6.364	3.182

Dalam penelitian ini, pengujian akan dilakukan dengan mengatur beberapa parameter, seperti jumlah neuron, jumlah hidden layer, dan jenis fungsi aktivasi yang digunakan. Untuk contoh perhitungan manual, data yang dipakai berasal dari dataset yang telah melewati proses KDD dan akan diambil 1 contoh data pada dataset. Untuk konfigurasi arsitekturnya akan digunakan 9 neuron pada input layer yang merepresentasikan setiap atribut pada dataset, 1 hidden layer dengan jumlah neuron sebanyak 18, fungsi aktivasi yang digunakan pada hidden layer adalah ReLU dan fungsi aktivasi yang digunakan pada output layer adalah sigmoid biner. Kemudian, untuk neuron pada output layer digunakan sebanyak 1 yang merupakan label target dari dataset yang bertujuan untuk membedakan dua kelas target, yaitu positif dan negatif. Untuk arsitektur yang digunakan dalam perhitungan manual ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Arsitektur BPNN pada Proses Klasifikasi Penyakit Cacar Monyet

Dari beberapa skenario yang dibuat, langkah yang akan dilakukan selanjutnya adalah membandingkan hasil pengujian berdasarkan pada nilai accuracy, precision, recall, dan f1-score berdasarkan beberapa parameter, yang kemudian diurutkan dari nilai tertinggi hingga terendah. Berikut adalah hasil pengujian serta perbandingannya yang dijelaskan dalam tabel berikut :

Tabel 4.14 Tabel Skenario Hasil Pengujian

Dataset	Rasio Pengujian	Epoch	Learning Rate	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
Dataset Asli	70:30	100	0.1	69.1%	70.97%	87.66%	78.43%
Dataset Asli	70:30	500	0.1	69.99%	70.82%	91.21%	79.73%
Dataset Asli	70:30	100	0.01	69%	71.11%	86.94%	78.24%
Dataset Asli	70:30	500	0.01	68.77%	70.63%	87.79%	78.29%
Dataset Asli	80:20	100	0.1	69.09%	70.59%	88.77%	78.64%
Dataset Asli	80:20	500	0.1	70.36%	72.3%	88.08%	79.42%
Dataset Asli	80:20	100	0.01	69.1%	71.39%	87.46%	78.61%
Dataset Asli	80:20	500	0.01	69.24%	71.15%	88.51%	78.86%
Dataset Asli	90:10	100	0.1	69.09%	70.93%	87.73%	78.44%
Dataset Asli	90:10	500	0.1	70.06%	71.61%	89.28%	79.47%
Dataset Asli	90:10	100	0.01	69.92%	72.06%	87.75%	79.13%
Dataset Asli	90:10	500	0.01	69.64%	71.18%	89.54%	79.31%
Dataset dengan SMOTE	70:30	100	0.1	61.39%	60.15%	65.6%	62.75%

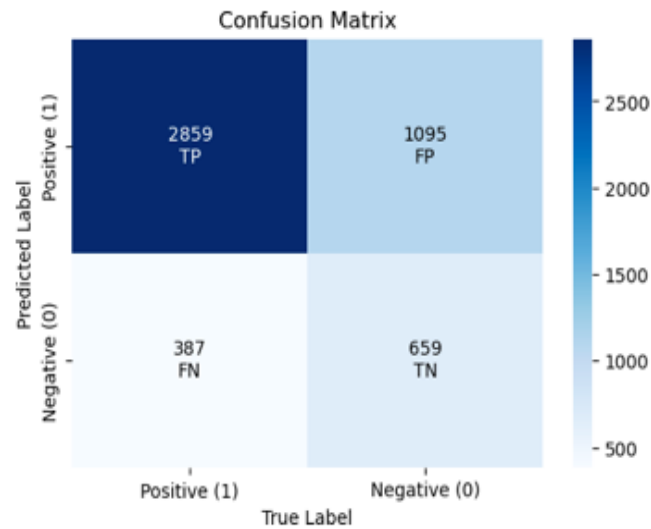
Dataset dengan SMOTE	70:30	500	0.1	61.73%	61.84%	61.11%	61.48%
Dataset dengan SMOTE	70:30	100	0.01	61.6%	60.27%	66.13%	63.07%
Dataset dengan SMOTE	70:30	500	0.01	61.09%	59.9%	65.16%	62.42%
Dataset dengan SMOTE	80:20	100	0.1	61.1%	59.68%	66.38%	62.85%
Dataset dengan SMOTE	80:20	500	0.1	61.52%	60.78%	64.77%	62.7%
Dataset dengan SMOTE	80:20	100	0.01	61.77%	60.98%	65.15%	63%
Dataset dengan SMOTE	80:20	500	0.01	61.99%	61.22%	65.24%	63.13%
Dataset dengan SMOTE	90:10	100	0.1	60.97%	60.3%	62.29%	61.28%
Dataset dengan SMOTE	90:10	500	0.1	61.19%	60.03%	66.8%	63.21%
Dataset dengan SMOTE	90:10	100	0.01	61.03%	60.67%	59.35%	60%
Dataset dengan SMOTE	90:10	500	0.01	60.97%	60.3%	62.29%	61.28%

Setelah dilakukan analisa hasil akhir penelitian dapat disimpulkan bahwa dengan menerapkan metode klasifikasi menggunakan *Backpropagation Neural Network* (BPNN) dengan rancangan arsitektur 9-18-1, serta menerapkan fungsi aktivasi *ReLU* pada *hidden layer* dan fungsi aktivasi *sigmoid biner* pada *output layer*, mampu menangkap pola-pola dataset *MonkeyPox* yang didasarkan pada atribut gejala klinis. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan beberapa skenario pembagian data yang terdiri dari 3 rasio yaitu 70:30, 80:20, dan 90:10 serta variasi *epoch* sebesar 100, 500, dan 1000 pada dua jenis dataset, yaitu dataset asli dan dataset yang telah diproses dengan SMOTE untuk mengatasi permasalahan *imbalanced*, serta *learning rate* sebesar 0.1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada dataset asli, nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score* cenderung lebih tinggi, misalnya pada hasil akurasi tertinggi yang didapat yaitu pada skenario pembagian data dengan rasio 80:20 dengan 500 *epoch*, *learning rate* 0.1, *accuracy* yang dihasilkan mencapai 70,36% dengan nilai *precision* 72,3%, *recall* 88,08%, dan *f1-score* 79,42%. Sebaliknya, meskipun dataset yang telah dilakukan SMOTE berhasil menyeimbangkan jumlah data antara kelas positif dan negatif, performa klasifikasinya lebih rendah dibandingkan dengan dataset asli yaitu dengan nilai *accuracy* tertinggi pada skenario pembagian data dengan rasio 80:20 dengan 500 *epoch*, *learning rate* 0.01, nilai *accuracy* yang dihasilkan sebesar 61.99% serta nilai *precision* sebesar 61.22%, *recall* 65.21% dan *f1-score* 63.13%.

Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa penyeimbangan data tidak selalu meningkatkan kinerja model secara keseluruhan. Dikarenakan penurunan performa pada dataset yang telah dilakukan SMOTE dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Meskipun SMOTE berhasil menambahkan jumlah data minoritas dengan cara menghasilkan sampel sintesis, sampel-sampel tersebut terkadang tidak sepenuhnya mencerminkan kompleksitas dan variasi dari dataset yang asli. Akibatnya, informasi yang diberikan oleh data sintesis terkadang tidak sekomprensif data asli dan dapat menambah *noise* dalam proses pelatihan. Dan dapat disimpulkan setelah penelitian dilakukan bahwasannya dataset ini kurang cocok diterapkan dengan metode penyeimbangan dataset menggunakan teknik *oversampling* seperti SMOTE dan mungkin dapat diterapkan metode *undersampling* dengan mengurangi jumlah kelas mayoritas pada dataset.

Adapun untuk hasil evaluasi model menggunakan *confusion matrix* dapat diambil menggunakan hasil dari scenario pengujian terbaik yaitu pada dataset asli dengan rasio pembagian data sebesar 80:20 dan *epoch* 500 yang dapat memprediksi pasien yang positif terkena penyakit *monkeypox* sebanyak 2859 dengan benar dan

pasien yang negatif terkena penyakit *monkeypox* sebanyak 659 dengan benar. Namun, masih terdapat prediksi yang salah pada pasien positif yang terkena penyakit *monkeypox* sebesar 1095 yang seharusnya negatif dan sebanyak 387 pasien yang seharusnya positif terprediksi negatif. Berikut adalah hasil *confusion matrix* yang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. *Confusion Matrix* hasil akhir penelitian

Berdasarkan confusion matrix tersebut, maka nilai accuracynya adalah 70,36% dari total data, nilai precisionnya adalah 72,3% yang artinya dari seluruh data yang diprediksi sebagai positif, sekitar 72,33% benar-benar positif, nilai recallnya adalah 88,08% yang artinya Dengan recall sebesar 88%, model berhasil mendeteksi 88% dari seluruh kasus positif, sehingga menunjukkan rendahnya kesalahannya kelas negatif (*false negatives*) dan f1-scorenya adalah 79,26% yang artinya kinerja cukup baik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mulai dari pengumpulan data, proses KDD, penyeimbangan dataset (dengan SMOTE), hingga tahap pelatihan dan pengujian serta evaluasi model klasifikasi menggunakan Backpropagation Neural Network (BPNN), dapat disimpulkan bahwa model artificial neural network menggunakan metode backpropagation neural network berhasil dibangun dengan arsitektur jaringan 9-18-1 (9 neuron input, 18 neuron hidden dan 1 neuron output), learning rate 0.1 dan 0.01, epoch 100 dan 500, pembagian data training dan testing dengan rasio 70:30, 80:20, 90:10, serta penerapan fungsi aktivasi reLU pada hidden layer dan fungsi aktivasi sigmoid biner pada output layer. Hasil penelitian ini berhasil menguji metode BPNN dalam mengklasifikasikan penyakit cacar monyet berdasarkan dari dataset gejala klinis pasien. Model BPNN menghasilkan kinerja yang cukup baik dengan nilai akurasi tertinggi terdapat pada pengujian dataset asli dengan rasio pengujian 80:20, epoch 500, learning rate 0.1, menghasilkan nilai accuracy sekitar 70.36%, precision sebesar 72.33%, recall mencapai 88.08%, dan F1-score sebesar 79.26%. Penerapan metode SMOTE untuk mengatasi masalah imbalanced data tidak selalu memberikan peningkatan dalam performa klasifikasi. Bahkan, pada penelitian ini, dataset asli tanpa penyeimbangan SMOTE menunjukkan hasil yang lebih optimal dibandingkan dengan dataset yang telah diolah dengan SMOTE. Hal ini disebabkan oleh sampel sintesis yang dihasilkan terkadang tidak mencerminkan keragaman data asli secara menyeluruh, sehingga menambah noise dalam proses pelatihan. Adapun hasil akurasi tertinggi menggunakan metode SMOTE yaitu pada skenario pembagian data dengan rasio 80:20, epoch 500, learning rate 0.01, nilai accuracy yang dihasilkan 61.99% serta nilai precision sebesar 61.22%, recall 65.21% dan f1-score 63.13%.

Reference

Anugrah, W. et al. (2024) 'Klasifikasi Penyakit Cacar Monyet Menggunakan Metode Support Vector Machine ', *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 5(3), pp. 558–566. doi:DOI 10.47065/josyc.v5i3.5149.

- Aprilliyanti, A., Ekadewi, I. and Prayitno, L.L. (2024) 'Penerapan Metode Algoritma C4.5 Pada Diagnosis Penyakit Monkeypox', *Simpatik: Jurnal Sistem Informasi dan Informatika*, 4(1), pp. 1–8. doi:10.31294/simpatik.v4i1.3012.
- Arifiyanti, A.A. and Wahyuni, E.D. (2020) 'Smote: Metode Penyeimbang Kelas Pada klasifikasi data mining', *SCAN - Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 15(1). doi:10.33005/scan.v15i1.1850.
- Budiyarto, L., Sabila, A.A. and Putri, H.C. (2023). Infeksi Cacar Monyet (Monkeypox), *Jurnal Medika Utama*, 04(02), pp. 3225–3236.
- Faizin, A., Purwanto and Aprianti, W. (2018). 'Perbandingan Metode K-nn Dan Neural Network (Backpropagation) Dalam Klasifikasi Gizi Anak', *Explore IT : Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Informatika*, 10(1), pp. 34–52. doi:10.35891/explorit.v10i1.1716.
- Harahap, C.P. (2023) 'Klasifikasi Penyakit Demam Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Algoritma Backpropagation', *Journal of Informatics and Data Science*, 1(2). doi:10.24114/j-ids.v1i2.38680.
- Henri, H. and Lubis, C. (2022) 'Klasifikasi Potensi Menderita Penyakit Jantung Koroner Dengan Backpropagation Neural Network', *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, 10(1). doi:10.24912/jiksi.v10i1.17850.
- Hizham, F.A., Nurdiansyah, Y. and Firmansyah, D.M. (2018) 'Implementasi Metode Backpropagation Neural Network (BNN) Dalam Sistem Klasifikasi Ketepatan Waktu Kelulusan Mahasiswa (Studi Kasus: Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember)', *Berkala Sainstek*, 6(2), p. 97. doi:10.19184/bst.v6i2.9254.
- Kemkes (2024, Oktober 1). Infeksi Emerging. <https://infeksiemerging.kemkes.go.id/document/update-mpox-minggu-ke-38-dan-ke-39-2024-15-28-september-2024/view> (Accessed: 08 October 2024).
- Saputra, T.O. and Alamsyah, D. (2023) 'Klasifikasi Penyakit Cacar Monyet Menggunakan Metode Convolutional Neural Network', *MDP Student Conference*, 2(1), pp. 179–184. doi:10.35957/mdp-sc.v2i1.4400.
- Kemkes. Surat Edaran Nomor: HK.02.02/C/2752/2022. <https://upk.kemkes.go.id/new/surat-edaran-nomor-hk0202c27522022> (Accessed: 08 October 2024).
- Kuncoro, C.S. (2023) 'Monkeypox: Manifestasi Dan Diagnosis', *Cermin Dunia Kedokteran*, 50(1), pp. 11–15. doi:10.55175/cdk.v50i1.333.
- Norhikmah, N. and Rumini, R. (2020) 'Klasifikasi Peminjaman Buku Menggunakan neural network backpropagation', *Sistemasi*, 9(1), p. 1. doi:10.32520/stmsi.v9i1.562.
- Organization, W.H (2024, Oktober 11). 2022-24 Mpox (Monkeypox) Outbreak: Global Trends. https://worldhealthorg.shinyapps.io/mpx_global/ (Accessed: 14 October 2024).
- Putri, L.A. and Suwanda (2023) 'Implementasi Metode Artificial Neural Network (ANN) Algoritma Backpropagation Untuk Klasifikasi Kualitas Udara di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2021', *Bandung Conference Series: Statistics*, 3(2), pp. 184–191. doi:10.29313/bcss.v3i2.7826.