Department of Digital Business
Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)
Homepage: https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS
Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 26566-26572
P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Prediksi Penyakit Parkinson Menggunakan Gradient Boosting Berbasis Orange Data Mining

Albert Adolf Angie MS, Yeheskiel Ravena Damanik, Esther Laura Rumahorbo, Elisabeth Jessica Sitanggang
Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar
albertmanalu121102@gmail.com, yeheskielravenadamanik@gmail.com, esther.rumahorbo17@gmail.com, elisabethjessicastg@gmail.com

Abstrak

Penyakit Parkinson merupakan gangguan neurodegeneratif yang memengaruhi sistem saraf dan kemampuan motorik sehingga deteksi dini sangat diperlukan untuk meningkatkan efektivitas penanganan. Penelitian ini bertujuan membangun model klasifikasi penyakit Parkinson menggunakan algoritma Gradient Boosting pada aplikasi Orange Data Mining. Dataset yang digunakan adalah Parkinson's Disease Dataset yang diperoleh dari Kaggle dan terdiri atas 195 data dengan 24 atribut, di mana atribut status digunakan sebagai target klasifikasi. Tahapan penelitian meliputi seleksi atribut, praproses data, pembangunan model, serta evaluasi menggunakan metode 5-Fold Cross Validation. Kinerja model diukur menggunakan metrik Accuracy, Area Under Curve (AUC), Precision, Recall, F1-Score, dan Matthews Correlation Coefficient (MCC). Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma Gradient Boosting memperoleh nilai Accuracy sebesar 94,4%, AUC sebesar 0,980, Precision sebesar 94,4%, Recall sebesar 94,4%, F1-Score sebesar 0,942, dan MCC sebesar 0,845. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang sangat baik dalam membedakan pasien Parkinson dan individu sehat. Dengan demikian, algoritma Gradient Boosting berpotensi diterapkan sebagai sistem pendukung keputusan untuk membantu proses deteksi dini penyakit Parkinson berbasis karakteristik suara.

Kata kunci: Gradient Boosting, Parkinson, Machine Learning, Orange Data Mining, Klasifikasi Penyakit.

1. Latar Belakang

Penyakit Parkinson merupakan salah satu penyakit neurodegeneratif progresif yang menyerang sistem saraf pusat dan menyebabkan gangguan fungsi motorik, seperti tremor, kekakuan otot, gangguan keseimbangan, serta perubahan kualitas suara. Penyakit ini menjadi salah satu gangguan neurologis dengan tingkat pertumbuhan kasus yang terus meningkat di berbagai negara sehingga memerlukan deteksi dini yang akurat untuk membantu proses diagnosis dan penanganan pasien. Keterlambatan diagnosis dapat menyebabkan penurunan kualitas hidup penderita serta meningkatkan risiko komplikasi pada tahap penyakit yang lebih lanjut [1].

Perkembangan teknologi **Machine Learning** memberikan peluang baru dalam bidang kesehatan, khususnya dalam membantu proses klasifikasi dan prediksi penyakit secara otomatis berdasarkan pola data yang dimiliki. Berbagai algoritma Machine Learning telah diterapkan pada diagnosis penyakit Parkinson menggunakan data suara (*voice measurements*), citra medis, maupun data sensor gerak. Penggunaan data suara menjadi salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan karena perubahan karakteristik suara merupakan gejala awal yang sering muncul pada penderita Parkinson sehingga dapat dimanfaatkan sebagai indikator untuk proses deteksi dini [2][3].

Seiring berkembangnya penelitian di bidang kecerdasan buatan, algoritma berbasis **ensemble learning**, seperti **Gradient Boosting**, mulai banyak digunakan karena mampu meningkatkan akurasi klasifikasi melalui proses pembelajaran bertahap yang memperbaiki kesalahan model sebelumnya. Selain memiliki kemampuan klasifikasi yang tinggi, algoritma ini juga mampu menangani hubungan nonlinier antaratribut sehingga sesuai digunakan pada data kesehatan yang memiliki karakteristik kompleks [4][5].

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih mengembangkan model menggunakan bahasa pemrograman seperti Python atau MATLAB sehingga memerlukan kemampuan pemrograman yang cukup tinggi. Kondisi tersebut menjadi kendala bagi peneliti pemula maupun mahasiswa dalam mempelajari implementasi Machine

Learning. Oleh karena itu, diperlukan alternatif perangkat lunak yang lebih mudah digunakan tanpa mengurangi kualitas hasil klasifikasi, salah satunya adalah **Orange Data Mining** yang menyediakan lingkungan analisis berbasis visual (*visual programming*) sehingga proses pembangunan model dapat dilakukan tanpa penulisan kode program [6][7].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen untuk membangun model klasifikasi penyakit Parkinson menggunakan algoritma *Gradient Boosting*. Seluruh proses pengolahan data dilakukan menggunakan aplikasi Orange Data Mining yang menyediakan lingkungan *visual programming* sehingga proses analisis data, pembangunan model, dan evaluasi dapat dilakukan tanpa penulisan kode program. Selain algoritma Gradient Boosting, penelitian ini juga membandingkan performa algoritma Decision Tree, Random Forest, k-Nearest Neighbor (k-NN), dan Support Vector Machine (SVM) sebagai pembanding dalam proses klasifikasi.

Dataset yang digunakan merupakan Parkinson's Disease Dataset yang diperoleh dari Kaggle. Dataset terdiri atas 195 data dengan 24 atribut, yaitu satu atribut identitas (*name*), dua puluh dua atribut numerik hasil ekstraksi karakteristik suara pasien, dan satu atribut target (*status*). Pada penelitian ini atribut status digunakan sebagai kelas (*class*) dengan nilai 1 menunjukkan pasien yang terdiagnosis penyakit Parkinson dan nilai 0 menunjukkan individu sehat. Sementara itu, atribut name dipindahkan ke bagian Meta sehingga tidak digunakan dalam proses pembentukan model klasifikasi.

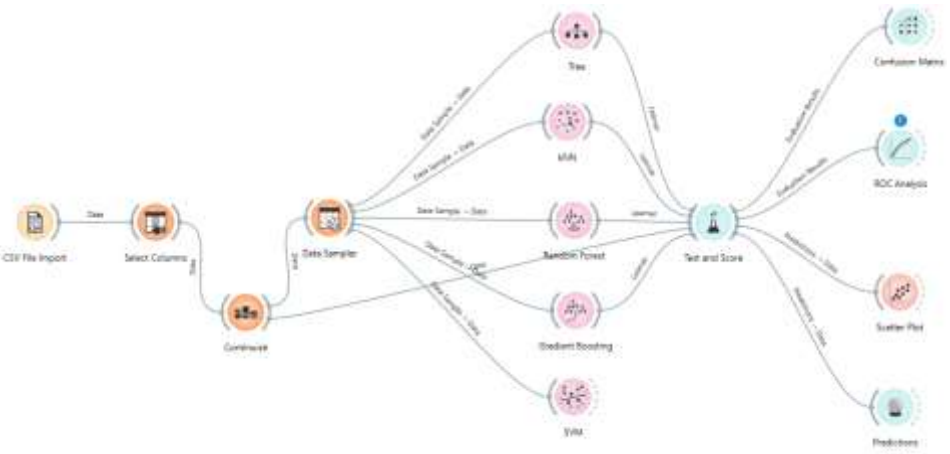
Tabel 1. Sampel Parkinson's Disease Dataset

No	Name	Fo (Hz)	Fhi (Hz)	Flo (Hz)	Jitter (%)	Shimmer	HNR	Status
1	phon_R01_S01_1	119.992	157.302	74.997	0.00784	0.04374	21.033	1
2	phon_R01_S01_2	122.400	148.650	113.819	0.00968	0.06134	19.085	1
3	phon_R01_S01_3	116.682	131.111	111.555	0.01050	0.05233	20.651	1
4	phon_R01_S01_4	116.676	137.871	111.366	0.00997	0.05492	20.644	1
5	phon_R01_S01_5	116.014	141.781	110.655	0.01284	0.06425	19.649	1
6	phon_R01_S01_6	120.552	131.162	113.787	0.00968	0.04701	21.378	1
7	phon_R01_S02_1	120.267	137.244	114.820	0.00333	0.01608	24.886	1
8	phon_R01_S02_2	107.332	113.840	104.315	0.00290	0.01567	26.892	1
9	phon_R01_S02_3	95.730	132.068	91.754	0.00551	0.02093	21.812	1
10	phon_R01_S02_4	95.056	120.103	91.226	0.00532	0.02838	21.862	1

Tahapan pengolahan data dimulai dengan mengimpor dataset menggunakan widget CSV File Import. Selanjutnya dilakukan proses seleksi atribut menggunakan widget Select Columns, di mana atribut status ditetapkan sebagai atribut target (*Target*), atribut name ditetapkan sebagai *Meta*, sedangkan seluruh atribut numerik digunakan sebagai atribut prediktor (*Features*). Setelah proses seleksi atribut selesai, data diproses menggunakan widget Continuize untuk memastikan seluruh atribut berada dalam format numerik yang sesuai dengan kebutuhan algoritma klasifikasi. Tahap berikutnya menggunakan widget Data Sampler untuk mengambil sampel data yang kemudian diteruskan ke algoritma Decision Tree, Random Forest, k-Nearest Neighbor (k-NN), Support Vector Machine (SVM), dan Gradient Boosting.

DOI: https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.12741
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Gambar 1. Workflow klasifikasi penyakit Parkinson menggunakan Orange Data Mining



Evaluasi model dilakukan menggunakan widget Test and Score pada aplikasi Orange Data Mining dengan metode 10-Fold Cross Validation. Pada metode ini, dataset dibagi menjadi sepuluh bagian yang memiliki proporsi data seimbang. Sembilan bagian digunakan sebagai data pelatihan (training data), sedangkan satu bagian digunakan sebagai data pengujian (testing data). Proses tersebut dilakukan secara bergantian hingga seluruh bagian dataset pernah menjadi data uji, sehingga setiap data memiliki kesempatan yang sama untuk dievaluasi. Nilai evaluasi yang diperoleh merupakan rata-rata dari seluruh proses pengujian sehingga mampu memberikan hasil yang lebih objektif, mengurangi bias akibat pembagian data, serta memberikan gambaran yang lebih representatif terhadap kemampuan model dalam melakukan klasifikasi penyakit Parkinson.

Kinerja algoritma Gradient Boosting dianalisis menggunakan beberapa metrik evaluasi, yaitu Accuracy (CA), Area Under Curve (AUC), Precision, Recall, F1-Score, dan Matthews Correlation Coefficient (MCC). Nilai Accuracy digunakan untuk mengukur tingkat ketepatan model dalam mengklasifikasikan data, sedangkan AUC menunjukkan kemampuan model dalam membedakan kelas positif dan negatif. Precision menggambarkan ketepatan prediksi pada kelas positif, Recall menunjukkan kemampuan model dalam mengenali seluruh data positif, dan F1-Score memberikan keseimbangan antara nilai Precision dan Recall. Selain itu, MCC digunakan untuk mengukur kualitas hasil klasifikasi secara keseluruhan berdasarkan hubungan antara data aktual dan hasil prediksi, terutama pada dataset yang memiliki distribusi kelas yang tidak seimbang.

Selain evaluasi menggunakan Test and Score, penelitian ini juga memanfaatkan widget Confusion Matrix untuk mengetahui jumlah klasifikasi yang benar maupun salah berdasarkan kelas aktual dan kelas prediksi. Analisis kemampuan model dalam membedakan kedua kelas dilakukan menggunakan Receiver Operating Characteristic (ROC) Analysis, sedangkan widget Scatter Plot digunakan untuk memvisualisasikan distribusi data hasil prediksi sehingga pola pemisahan antar kelas dapat diamati secara lebih jelas. Seluruh hasil evaluasi tersebut dianalisis secara menyeluruh untuk menilai performa algoritma Gradient Boosting dalam mengklasifikasikan penyakit Parkinson serta menentukan efektivitas penggunaan Orange Data Mining sebagai perangkat lunak pendukung dalam proses analisis Machine Learning.

3. Hasil dan Diskusi

Penelitian ini menggunakan Parkinson's Disease Dataset dari Kaggle yang terdiri atas 195 data dengan atribut status sebagai kelas target. Proses klasifikasi dilakukan menggunakan algoritma Gradient Boosting pada aplikasi Orange Data Mining. Evaluasi model menggunakan metode 5-Fold Cross Validation dengan tujuan memperoleh hasil yang lebih objektif serta mengurangi risiko *overfitting*. Parameter evaluasi yang digunakan meliputi Area Under Curve (AUC), Accuracy (CA), Precision, Recall, F1-Score, dan Matthews Correlation Coefficient (MCC). Penggunaan beberapa metrik evaluasi memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap kemampuan model dalam membedakan pasien Parkinson dan individu sehat. Penelitian terdahulu juga menyatakan bahwa evaluasi menggunakan beberapa metrik lebih representatif dibandingkan hanya menggunakan nilai akurasi.

DOI: https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.12741
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

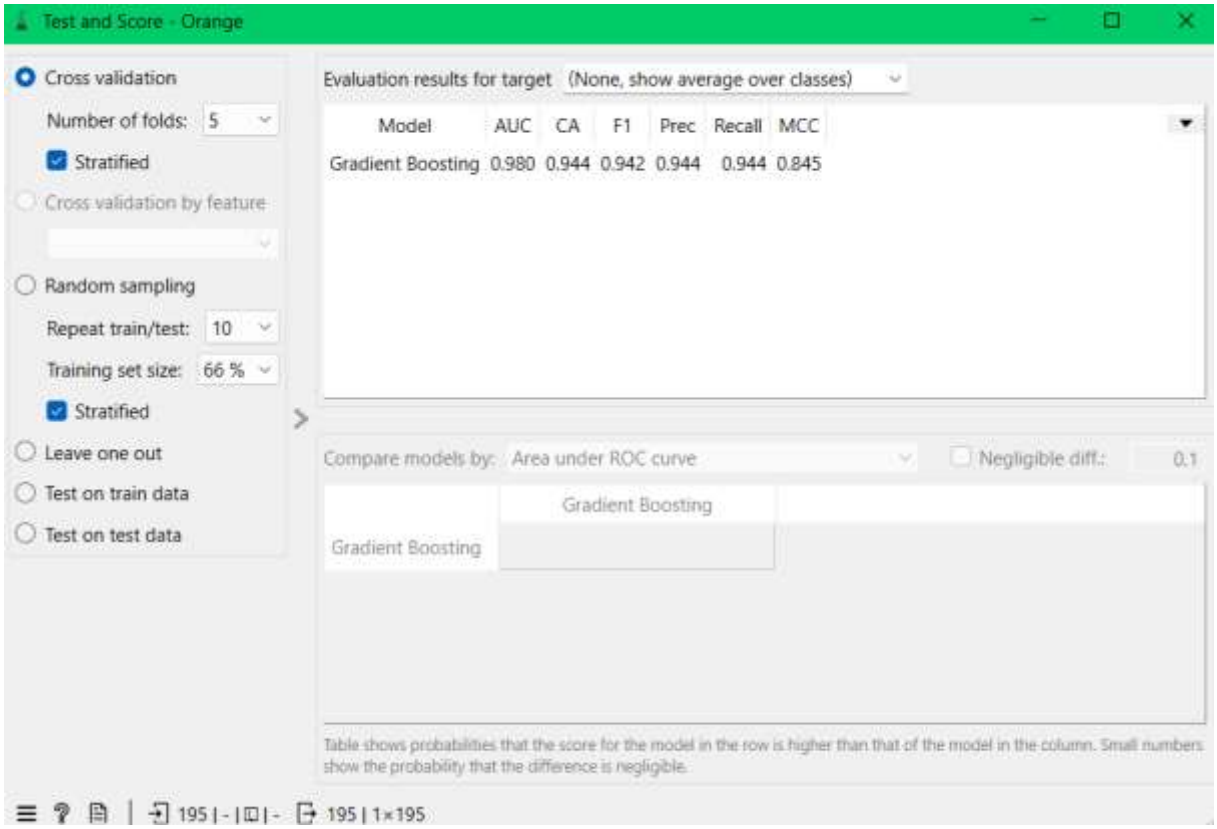
3.1 Hasil Evaluasi Model

Hasil pengujian menggunakan widget Test and Score pada Orange Data Mining menghasilkan nilai evaluasi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Model Gradient Boosting

Model	Metode Pengujian	AUC	Accuracy	F1-Score	Precision	Recall	MCC
Gradient Boosting	5-Fold Cross Validation	0,980	0,944	0,942	0,944	0,944	0,845

Gambar 1. Hasil Test and Score Menggunakan Orange Data Mining



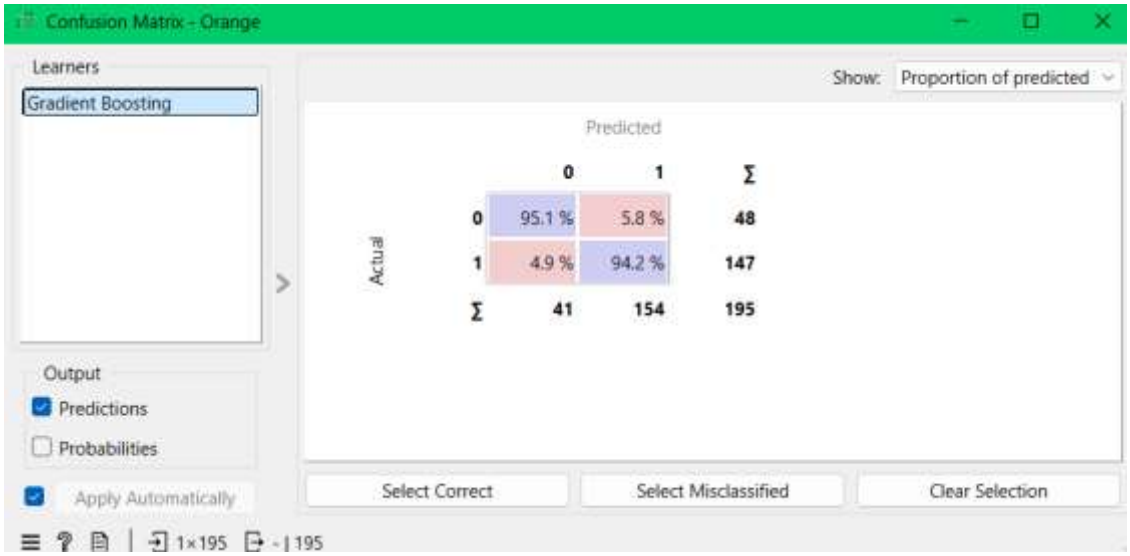
Berdasarkan Tabel 1, algoritma Gradient Boosting memperoleh nilai Accuracy sebesar 94,4%, yang menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan sebagian besar data secara benar. Nilai AUC sebesar 0,980 menunjukkan kemampuan model dalam membedakan kelas positif dan negatif berada pada kategori excellent classification. Selain itu, nilai Precision dan Recall yang sama-sama mencapai 94,4% menunjukkan bahwa model mampu memberikan prediksi positif yang akurat sekaligus mengenali sebagian besar data positif yang sebenarnya. Nilai F1-Score sebesar 0,942 memperlihatkan keseimbangan yang sangat baik antara Precision dan Recall, sedangkan MCC sebesar 0,845 menunjukkan korelasi yang kuat antara hasil prediksi dan data aktual. Nilai MCC yang mendekati 1 mengindikasikan bahwa model memiliki kemampuan klasifikasi yang stabil meskipun distribusi data antar kelas tidak sepenuhnya seimbang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa algoritma Gradient Boosting layak digunakan untuk proses klasifikasi penyakit Parkinson berbasis karakteristik suara.

3.2 Analisis Confusion Matrix

Evaluasi model juga dilakukan menggunakan Confusion Matrix untuk mengetahui distribusi hasil prediksi pada masing-masing kelas. Hasil Confusion Matrix diperlihatkan pada Gambar 2.

DOI: https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.12741
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Gambar 2. Confusion Matrix Algoritma Gradient Boosting



Berdasarkan hasil Confusion Matrix, model mampu mengklasifikasikan sebagian besar data dengan benar pada kedua kelas. Sebagian besar data pasien Parkinson berhasil dikenali sebagai kelas positif, sedangkan data individu sehat juga berhasil diprediksi dengan tingkat kesalahan yang relatif rendah. Persentase kesalahan klasifikasi yang kecil menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang baik terhadap data uji. Kondisi tersebut sejalan dengan penelitian terbaru yang menyatakan bahwa metode berbasis boosting ensemble mampu meningkatkan kemampuan klasifikasi melalui proses pembelajaran bertahap sehingga menghasilkan performa yang lebih stabil dibandingkan metode klasifikasi tunggal.

Hasil Confusion Matrix juga menunjukkan bahwa nilai Precision dan Recall yang tinggi memberikan keseimbangan antara kemampuan model dalam mengurangi False Positive maupun False Negative. Hal ini penting pada sistem pendukung diagnosis karena kesalahan klasifikasi dapat memengaruhi proses identifikasi dini penyakit Parkinson. Dengan demikian, model yang dibangun tidak hanya memiliki tingkat akurasi yang tinggi, tetapi juga mampu mempertahankan konsistensi prediksi pada kedua kelas data.

3.3 Diskusi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Gradient Boosting memberikan performa klasifikasi yang sangat Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Gradient Boosting mampu menghasilkan nilai Accuracy sebesar 94,4% dan AUC sebesar 0,980, yang mengindikasikan kemampuan klasifikasi berada pada kategori excellent classification. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang sangat baik dalam membedakan data pasien Parkinson dan individu sehat berdasarkan karakteristik suara. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian terkini yang menyatakan bahwa algoritma berbasis ensemble learning memiliki performa yang lebih stabil dibandingkan algoritma klasifikasi tunggal karena mampu memperbaiki kesalahan prediksi secara bertahap melalui proses boosting. Selain itu, metode ensemble juga terbukti mampu meningkatkan kemampuan generalisasi model ketika diterapkan pada dataset kesehatan yang memiliki karakteristik kompleks.

Performa model yang diperoleh juga didukung oleh nilai Precision, Recall, dan F1-Score yang sama-sama berada di atas 0,94. Hal tersebut menunjukkan bahwa model tidak hanya memiliki tingkat ketepatan prediksi yang tinggi, tetapi juga mampu mengenali sebagian besar data positif secara konsisten. Penelitian sistematis mengenai penerapan Machine Learning pada penyakit Parkinson menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi beberapa metrik evaluasi seperti Accuracy, Precision, Recall, F1-Score, dan AUC memberikan gambaran performa model yang lebih komprehensif dibandingkan hanya menggunakan satu metrik evaluasi. Oleh karena itu, hasil evaluasi pada penelitian ini dapat dikatakan memiliki tingkat reliabilitas yang baik karena seluruh metrik menunjukkan nilai yang tinggi dan saling mendukung.

DOI: https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.12741
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Selain menghasilkan performa klasifikasi yang tinggi, penelitian ini juga menunjukkan bahwa Orange Data Mining dapat digunakan sebagai alternatif perangkat lunak untuk membangun model Machine Learning tanpa memerlukan penulisan kode program. Pendekatan visual yang disediakan Orange Data Mining mempermudah proses eksplorasi data, pembangunan model, hingga evaluasi hasil sehingga lebih mudah direplikasi oleh peneliti maupun mahasiswa. Walaupun sebagian besar penelitian terdahulu mengembangkan model menggunakan Python atau MATLAB, hasil penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan berbasis visual programming tetap mampu menghasilkan performa klasifikasi yang kompetitif apabila didukung oleh algoritma yang sesuai, seperti Gradient Boosting.

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, yaitu penggunaan satu dataset publik dengan jumlah data yang relatif terbatas serta belum dilakukannya proses hyperparameter tuning pada algoritma Gradient Boosting. Beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa optimasi parameter, penggunaan dataset multimodal, serta penggabungan berbagai biomarker seperti suara, gait, citra medis, dan sinyal EEG mampu meningkatkan kemampuan klasifikasi penyakit Parkinson secara signifikan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan dataset yang lebih besar, membandingkan beberapa algoritma ensemble seperti XGBoost, LightGBM, dan CatBoost, serta menerapkan proses optimasi parameter sehingga performa model dapat ditingkatkan dan memiliki kemampuan generalisasi yang lebih baik ketika diterapkan pada lingkungan klinis.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa algoritma Gradient Boosting mampu mengklasifikasikan penyakit Parkinson dengan performa yang sangat baik menggunakan Parkinson's Disease Dataset yang diperoleh dari Kaggle dan diolah menggunakan Orange Data Mining. Hasil pengujian menggunakan metode 5-Fold Cross Validation menunjukkan nilai Accuracy sebesar 94,4%, AUC sebesar 0,980, Precision sebesar 94,4%, Recall sebesar 94,4%, F1-Score sebesar 0,942, serta Matthews Correlation Coefficient (MCC) sebesar 0,845. Selain itu, hasil Confusion Matrix menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan data sehat maupun data pasien Parkinson dengan tingkat kesalahan yang relatif rendah, sehingga membuktikan bahwa model memiliki kemampuan klasifikasi yang baik dan stabil. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma Gradient Boosting berpotensi untuk diterapkan sebagai sistem pendukung keputusan dalam membantu proses deteksi dini penyakit Parkinson berdasarkan karakteristik suara pasien. Penggunaan Orange Data Mining juga membuktikan bahwa pembangunan model machine learning dapat dilakukan secara visual tanpa memerlukan proses pemrograman yang kompleks, sehingga lebih mudah diterapkan dalam kegiatan pembelajaran maupun penelitian. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan dataset dengan jumlah data yang lebih besar, melakukan optimasi parameter (hyperparameter tuning), serta membandingkan Gradient Boosting dengan algoritma ensemble learning lainnya, seperti XGBoost, LightGBM, atau CatBoost, guna memperoleh performa klasifikasi yang lebih optimal.

Referensi

[1] T. Tabashum, R. C. Snyder, M. K. O'Brien, and M. V. Albert, "Machine Learning Models for Parkinson Disease: Systematic Review," *JMIR Medical Informatics*, vol. 12, pp. e50117, 2024. https://doi.org/10.2196/50117

[2] B. Chen, M. Xu, H. Yu, *et al*., "Detection of Mild Cognitive Impairment in Parkinson's Disease Using Gradient Boosting Decision Tree Models Based on Multilevel DTI Indices," *Journal of Translational Medicine*, vol. 21, pp. 310, 2023. https://doi.org/10.1186/s12967-023-04158-8

[3] C. Altham, H. Zhang, and E. Pereira, "Machine Learning for the Detection and Diagnosis of Cognitive Impairment in Parkinson's Disease: A Systematic Review," *PLOS ONE*, vol. 19, no. 5, pp. e0303644, 2024. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303644

[4] L. Di Biase, P. M. Pecoraro, G. Pecoraro, *et al*., "Machine Learning and Wearable Sensors for Automated Parkinson's Disease Diagnosis Aid: A Systematic Review," *Journal of Neurology*, vol. 271, no. 10, pp. 6452–6470, 2024. https://doi.org/10.1007/s00415-024-12611-x

[5] M. A. Islam, M. Z. H. Majumder, M. A. Hussein, *et al*., "A Review of Machine Learning and Deep Learning Algorithms for Parkinson's Disease Detection Using Handwriting and Voice Datasets," *Heliyon*, vol. 10, no. 3, pp. e25469, 2024. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25469

[6] S. Bhat and P. Szczuko, "Impact of Canny Edge Detection Preprocessing on Performance of Machine Learning Models for Parkinson's Disease Classification," *Scientific Reports*, vol. 15, pp. 16413, 2025. https://doi.org/10.1038/s41598-025-16413-x

[7] J. Zhang, Y. Zhang, Y. Weng, *et al*., "Applications of Machine Learning for Computer-Aided Diagnosis of Parkinson's Disease: Progress and Benchmark Case Study," *Artificial Intelligence Review*, vol. 58, pp. 357, 2025. https://doi.org/10.1007/s10462-025-11347-y

[8] R. G. Birdal, "Ensemble Learning-Based Approach for Parkinson's Disease Detection Using Random Forest and Gradient Boosting on Spiral Drawing Biomarkers," *Journal of Mathematical Sciences and Modelling*, vol. 8, no. 3, pp. 144–152, 2025. https://doi.org/10.33187/jmsm.1705745

DOI: https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.12741
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

[9] “Machine Learning Based Algorithms for Virtual Early Detection and Screening of Neurodegenerative and Neurocognitive Disorders: A Systematic Review,” *Frontiers in Neurology*, vol. 15, 2024. https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1413071
[10] Pratihar, R., & Sankar, R., "Advancements in Parkinson's Disease Diagnosis: A Comprehensive Survey on Biomarker Integration and Machine Learning," *Computers*, vol. 13, no. 11, pp. 293, 2024. https://doi.org/10.3390/computers13110293
[11] "The Role of AI and Machine Learning in the Diagnosis of Parkinson's Disease and Atypical Parkinsonisms," *Parkinsonism & Related Disorders*, vol. 126, pp. 106986, 2024. https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2024.106986
[12] "Parkinson's Disease Diagnosis Using Deep Learning: A Bibliometric Analysis and Literature Review," *Ageing Research Reviews*, vol. 96, pp. 102285, 2024. https://doi.org/10.1016/j.arr.2024.102285
[13] Altham, C., Zhang, H., & Pereira, E., "Machine Learning for the Detection and Diagnosis of Cognitive Impairment in Parkinson's Disease: A Systematic Review," *PLOS ONE*, vol. 19, no. 5, pp. e0303644, 2024. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303644
[14] Islam, M. A., Majumder, M. Z. H., Hussein, M. A., *et al.*, "A Review of Machine Learning and Deep Learning Algorithms for Parkinson's Disease Detection Using Handwriting and Voice Datasets," *Heliyon*, vol. 10, no. 3, pp. e25469, 2024. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25469
[15] Di Biase, L., Pecoraro, P. M., Pecoraro, G., *et al.*, "Machine Learning and Wearable Sensors for Automated Parkinson's Disease Diagnosis Aid: A Systematic Review," *Journal of Neurology*, vol. 271, no. 10, pp. 6452–6470, 2024. https://doi.org/10.1007/s00415-024-12611-x

DOI: https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.12741
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)