



Klasifikasi Kondisi Paru Normal dan Abnormal Menggunakan Metode Random Forest

Classification of Normal and Abnormal Lung Conditions Using the Random Forest Method

**Rama Nanda.¹, Putri Ica Rahmiatun², Ninda Cahya Noprianingrum³, Agrippina
Alodia Yusuf⁴, Muhammad Iman Dinata⁵**

^{1,2,3,4} Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Mataram
nandarama374@gmail.com, icharahmiatun2@gmail.com, cahyanoprianingrumninda@gmail.com,
siti.agrippina@ummat.ac.id, Imam.dinata@ummat.ac.id.

Abstract---Lung diseases are among the leading causes of mortality worldwide, significantly affecting human health and quality of life. Early and accurate classification of lung conditions is crucial for supporting effective medical diagnosis and treatment. This study aims to classify normal and abnormal lung conditions—particularly asthma—using the Random Forest algorithm based on physiological features obtained from the Respiratory Dataset provided by PhysioNet. The dataset consists of six main respiratory parameters: Pressure (cmH₂O), Flow (L/s), V_{tidal} (L), Chest (mm), Abd (mm), and Global Aeration, which represent the physiological characteristics of breathing activity. Data were divided into 80% for training and 20% for testing, and the model was validated using 5-Fold Cross Validation to ensure stability and generalization. The Random Forest model, built with 100 decision trees, achieved a classification accuracy of 99.40%, with an F1-score of 0.9898, recall of 0.9883, and precision of 0.9913. These results indicate that the Random Forest algorithm is highly effective in distinguishing between normal and abnormal lung conditions. The study concludes that this method can serve as a foundation for developing intelligent, non-invasive medical decision-support systems that assist healthcare professionals in detecting respiratory diseases quickly, accurately, and efficiently.

Keywords : Lung classification, Random Forest, respiratory dataset, machine learning, medical diagnosis

Abstrak---Penyakit paru-paru merupakan salah satu penyebab utama kematian di dunia dan berdampak besar terhadap kesehatan serta kualitas hidup manusia. Deteksi dan klasifikasi kondisi paru secara dini dan akurat sangat penting untuk mendukung proses diagnosis serta pengambilan keputusan medis. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan kondisi paru normal dan abnormal—khususnya asma—menggunakan algoritma Random Forest berdasarkan fitur fisiologis dari Respiratory Dataset yang tersedia di PhysioNet. Dataset ini terdiri dari enam parameter utama pernapasan, yaitu Pressure (cmH₂O), Flow (L/s), V_{tidal} (L), Chest (mm), Abd (mm), dan Global Aeration, yang menggambarkan aktivitas fisiologis pernapasan. Data dibagi menjadi 80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian, dengan metode 5-Fold Cross Validation untuk memastikan kestabilan model. Model Random Forest yang dibangun dengan 100 pohon keputusan menghasilkan akurasi 99,40%, F1-score 0,9898, recall 0,9883, dan precision 0,9913. Hasil tersebut menunjukkan bahwa algoritma Random Forest sangat efektif dalam membedakan kondisi paru normal dan abnormal. Temuan ini menegaskan potensi penerapan algoritma ini sebagai dasar pengembangan sistem pendukung keputusan medis cerdas yang bersifat otomatis, non-invasif, dan mampu membantu tenaga kesehatan dalam mendeteksi penyakit paru secara cepat dan efisien.

*Rama Nanda

Email: nandarama374@gmail.com

Kata Kunci : *Klasifikasi paru, Random Forest, dataset respirasi, pembelajaran mesin, diagnosis medis*

I. PENDAHULUAN

Penyakit paru-paru merupakan salah satu masalah kesehatan utama yang berdampak besar terhadap kehidupan manusia di seluruh dunia [1]. Kondisi ini mencakup berbagai gangguan yang memengaruhi sistem pernapasan, seperti penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), asma, bronkitis, dan pneumonia [2]. Berdasarkan laporan Global Alliance for Chronic Diseases, lebih dari tujuh juta orang meninggal setiap tahunnya akibat gangguan fungsi paru. Tingginya angka kematian ini menunjukkan pentingnya upaya deteksi dini dan klasifikasi kondisi paru secara akurat agar penanganan medis dapat dilakukan dengan cepat dan tepat [3]. Di Indonesia, penyakit paru juga menjadi salah satu penyebab kematian tertinggi. Data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia mencatat bahwa pada tahun 2023 terdapat lebih dari 500 ribu kasus penyakit paru-paru kronis yang terdiagnosis, termasuk PPOK, tuberkulosis, dan asma [4]. Seiring kemajuan teknologi, machine learning telah banyak digunakan di bidang medis untuk membantu mendiagnosis berbagai penyakit, termasuk penyakit paru. Beberapa metode seperti Support Vector Machine (SVM), Naïve Bayes, dan K-Nearest Neighbors (KNN) telah diterapkan dalam analisis data medis dengan tingkat akurasi yang beragam [5].

Seiring kemajuan teknologi, machine learning telah banyak digunakan di bidang medis untuk membantu mendiagnosis berbagai penyakit, termasuk penyakit paru. Beberapa metode seperti Support Vector Machine (SVM), Naïve Bayes, dan K-Nearest Neighbors (KNN) telah diterapkan dalam analisis data medis dengan tingkat akurasi yang beragam [6]. Salah satu algoritma yang dinilai efektif dalam mengatasi kendala tersebut adalah Random Forest. Algoritma ensemble learning ini menggabungkan sejumlah decision tree untuk membentuk model klasifikasi yang lebih stabil, akurat, dan tahan terhadap noise serta missing value. Selain itu, Random Forest mampu menangani dataset yang besar dan memiliki berbagai tipe variabel, serta dapat memberikan informasi mengenai tingkat kepentingan setiap fitur dalam data medis [1].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada penerapan algoritma Random Forest untuk klasifikasi kondisi paru-paru. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja algoritma dalam mengklasifikasikan kondisi paru berdasarkan data medis melalui metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, dan (even skor cek lagi). Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam pengembangan sistem pendukung keputusan medis (medical decision support system) yang lebih cerdas, akurat, dan efisien dalam membantu tenaga kesehatan mendiagnosis penyakit paru-paru di Indonesia.

II. LANDASAN TEORI

Paru-paru merupakan organ vital dalam sistem pernapasan manusia yang berfungsi untuk melakukan pertukaran gas antara oksigen dan karbon dioksida. Kondisi paru dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu normal dan abnormal [8]. Paru-paru normal memiliki struktur dan pola suara pernapasan yang teratur, sedangkan paru-paru abnormal menunjukkan pola yang tidak stabil akibat adanya penyakit seperti pneumonia, asma, kanker paru, maupun penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) [9]. Suara paru merupakan indikator penting dalam menentukan kondisi kesehatan paru. Suara paru normal memiliki pola frekuensi yang konsisten, sedangkan paru yang tidak normal menunjukkan perubahan frekuensi dan amplitudo akibat gangguan pada sistem respirasi [8].

Dalam bidang kecerdasan buatan, *data mining* dan *machine learning* memiliki peran penting dalam analisis data medis. *Data mining* merupakan proses penggalian pola dari data berukuran

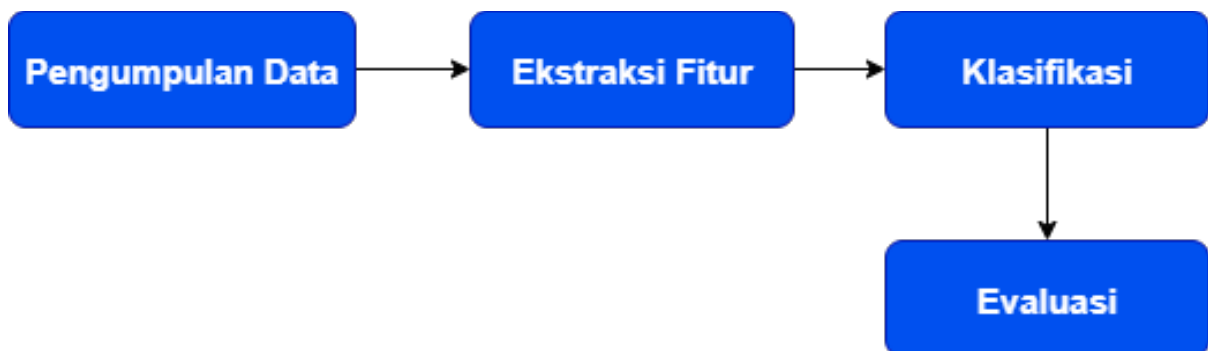
besar menggunakan algoritma pembelajaran mesin untuk menghasilkan pengetahuan baru [10]. Pendekatan ini dapat digunakan untuk membantu proses diagnosis penyakit berdasarkan data riwayat medis pasien. *Machine learning* bekerja dengan melatih model menggunakan data latih (*training set*) agar mampu melakukan prediksi terhadap data baru (*testing set*) [10].

Klasifikasi merupakan salah satu metode utama dalam pembelajaran mesin yang bertujuan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kategori berdasarkan ciri atau fitur tertentu [11]. Proses klasifikasi umumnya melibatkan dua tahap, yaitu tahap pelatihan (*training*) dan tahap pengujian (*testing*). Pada tahap pelatihan, data yang telah diberi label digunakan untuk membentuk pola klasifikasi, sedangkan pada tahap pengujian, model diuji menggunakan data baru untuk mengetahui tingkat akurasi prediksinya. Model klasifikasi banyak digunakan dalam bidang medis karena mampu membantu tenaga kesehatan mendiagnosis penyakit secara cepat dan efisien [10].

Salah satu metode klasifikasi yang banyak digunakan adalah Random Forest. Algoritma ini termasuk dalam metode *ensemble learning* yang menggabungkan beberapa *decision tree* untuk meningkatkan akurasi dan kestabilan hasil prediksi. Random Forest bekerja dengan memilih subset data dan fitur secara acak, kemudian menggabungkan hasil dari setiap pohon keputusan untuk menghasilkan keputusan akhir yang lebih stabil [12]. Penggunaan algoritma Random Forest dalam pendeteksian penyakit paru dapat memberikan nilai *Area Under Curve* (AUC) sebesar 0,993, yang menunjukkan performa sangat baik. Metode ini memiliki keunggulan dalam menangani data besar dan kompleks, serta mampu mengurangi risiko *overfitting* yang sering terjadi pada algoritma klasifikasi tunggal [8]. Selain itu, algoritma Random Forest dapat digunakan untuk mendiagnosis berbagai penyakit berdasarkan riwayat medis pasien dengan tingkat akurasi yang tinggi, serta menghasilkan nilai presisi dan *recall* yang bervariasi antar kategori penyakit [10].

III. METODE/MODEL YANG DIUSULKAN

Pada penelitian ini, metode yang digunakan terdiri dari empat tahapan utama seperti ditunjukkan pada Gambar 1.1, yaitu pengumpulan data, ekstraksi fitur, klasifikasi, dan evaluasi. Masing-masing tahapan dijelaskan pada subbab berikut



Gambar 1.1 Metode Penelitian

A. Pengumpulan Data

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Respiratory Dataset versi 1.0.0 yang tersedia secara terbuka di platform PhysioNet, yaitu repositori resmi yang menyediakan data fisiologis untuk keperluan penelitian medis. Dataset ini dikembangkan melalui studi *Positive End-Expiratory Pressure* (PEEP) yang merekam sinyal respirasi manusia menggunakan berbagai

instrumen medis seperti *pressure sensor* dan *flow sensor*. Selain itu, perangkat *Electrical Impedance Tomography* (EIT) juga digunakan untuk memantau distribusi aerasi paru secara real-time, sehingga data yang dihasilkan mampu merepresentasikan aktivitas fisiologis pernapasan secara akurat [13][14].

Struktur dataset terdiri atas kumpulan berkas hasil pemrosesan yang berisi enam fitur utama, yaitu Pressure (cmH₂O), Flow (L/s), V_{tidal} (L), Chest (mm), Abd (mm), dan Global Aeration. Keenam parameter tersebut menggambarkan karakteristik fisiologis dari aktivitas pernapasan. Dataset ini mencakup 78 subjek, dengan rincian 39 subjek normal dan 39 subjek asma. Data kemudian dibagi menjadi 80% untuk pelatihan (*training*) dan 20% untuk pengujian (*testing*) menggunakan metode *train-test split* agar hasil evaluasi model lebih objektif serta tidak bias terhadap data pelatihan.

B. Ekstraksi Fitur

Pada tahap ini, dilakukan proses ekstraksi fitur untuk memperoleh representasi fisiologis utama dari sinyal respirasi yang digunakan dalam penelitian. Setiap data hasil rekaman dari Respiratory Dataset PhysioNet memuat enam parameter utama, yaitu Pressure (cmH₂O), Flow (L/s), V_{tidal} (L), Chest (mm), Abd (mm), dan Global Aeration, yang merepresentasikan pola aktivitas pernapasan manusia [12].

Proses ekstraksi dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata (mean) dari setiap fitur menggunakan pergeseran jendela (*window shifting*) sebesar 200, artinya setiap 200 data diambil satu nilai rata-rata baru. Teknik ini bertujuan untuk mereduksi ukuran data serta menangkap pola umum dari sinyal respirasi tanpa kehilangan karakteristik utama pernapasan. Hasil ekstraksi menghasilkan sejumlah sampel baru yang lebih terstruktur dan siap digunakan pada tahap pelatihan model.

Fitur-fitur yang digunakan pada penelitian ini dipilih berdasarkan studi terdahulu [12], karena dianggap mampu merepresentasikan perbedaan pola pernapasan antara kondisi normal dan asma. Setelah proses ekstraksi, dataset tersusun dalam format tabular dengan kombinasi antara enam fitur fisiologis dan label kelas (0 = normal, 1 = asma), yang kemudian digunakan pada tahap klasifikasi menggunakan algoritma Random Forest.

C. Klasifikasi

Proses klasifikasi pada penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi paru antara dua kelas utama, yaitu asma dan normal, berdasarkan fitur fisiologis hasil ekstraksi dari Respiratory Dataset yang diperoleh dari PhysioNet. Data tersebut mencakup enam parameter utama yang merepresentasikan aktivitas pernapasan, yaitu Pressure (cmH₂O), Flow (L/s), V_{tidal} (L), Chest (mm), Abd (mm), dan Global Aeration. Setiap rekaman data memiliki label diagnosis yang diambil dari nama berkas, di mana angka “0” menandakan kondisi normal, sedangkan angka “1” menandakan pasien dengan gangguan asma.

Tahapan awal dilakukan melalui proses pra-pemrosesan dan ekstraksi fitur untuk memperoleh nilai-nilai fisiologis yang relevan dari sinyal respirasi. Selanjutnya, data dibagi menjadi dua bagian dengan rasio 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji menggunakan fungsi *train_test_split*. Tujuan pemisahan ini adalah untuk menjaga independensi data pengujian dari proses pelatihan agar hasil evaluasi lebih objektif. Pada tahap klasifikasi, algoritma Random Forest Classifier digunakan sebagai model utama. Model ini terdiri dari 100 pohon keputusan (*n_estimators* = 100) yang bekerja secara paralel dan independen. Setiap pohon dilatih menggunakan subset acak dari data dan fitur melalui metode *bootstrap sampling* dan *feature randomness*, sebagaimana dijelaskan oleh Rabiatur Adawiyah dan Kartikasari (2025), guna

meningkatkan keragaman antar pohon dan mengurangi risiko overfitting [12].

Dalam penelitian ini, setiap pohon menerima berbagai kombinasi fitur fisiologis yang telah diekstraksi untuk mengklasifikasikan kondisi paru. Menurut Andani Achmad dkk. (2022), pendekatan medis dengan metode ini sangat efektif dalam menangani data medis berskala besar dengan variabilitas tinggi, karena setiap model bekerja pada subset data yang berbeda sehingga menghasilkan stabilitas prediksi yang lebih baik antar kelas [14].

Proses evaluasi model dilakukan dengan menggunakan beberapa metrik kinerja, yaitu accuracy, precision, recall, dan F1-score, yang masing-masing dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Akurasi : \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (1)$$

$$Presisi : \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

$$Recall : \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

$$F - measure : \frac{2(Presisi+Recall)}{(Presisi+Recall)} \quad (4)$$

Berdasarkan hasil pengujian, model Random Forest menghasilkan performa sangat tinggi dengan nilai akurasi 99,40%, F1-score 0,9898, recall 0,9883, dan precision 0,9913, yang menunjukkan bahwa model mampu mengenali pola data antara kondisi normal dan asma dengan sangat baik. Selain itu, proses 5-Fold Cross Validation dilakukan untuk mengukur kestabilan model terhadap variasi data, dengan rata-rata akurasi sebesar 99,4%. Hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang kuat dan tidak mengalami *overfitting*.

D. Evaluasi

Hasil penelitian ini selaras dengan temuan Deny Kurniawan dkk. (2024), yang juga menerapkan algoritma Random Forest dalam klasifikasi penyakit paru dan memperoleh nilai AUC sebesar 0,993 [7]. Namun, perbedaan jumlah pohon keputusan dan fitur yang digunakan pada penelitian ini menghasilkan peningkatan performa model yang lebih signifikan. Secara keseluruhan, tahapan klasifikasi ini membuktikan bahwa algoritma Random Forest mampu mengolah data fisiologis pernapasan secara efisien serta memberikan hasil yang akurat untuk mendeteksi kondisi paru secara otomatis dan non-invasif.

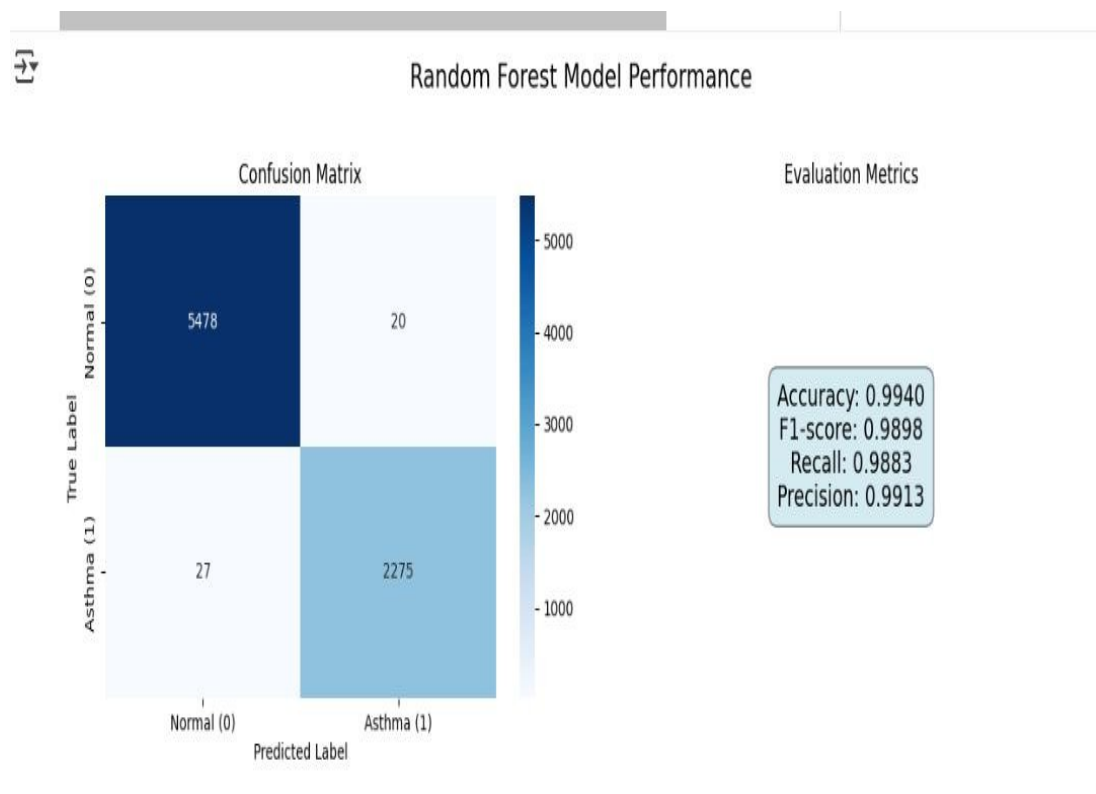
IV. HASIL MODEL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil dan Pembahasan

Algoritma Random Forest merupakan salah satu metode ensemble learning yang menggabungkan sejumlah pohon keputusan untuk meningkatkan akurasi dan kestabilan hasil klasifikasi. Setiap pohon dalam model dilatih menggunakan subset data dan subset fitur yang dipilih secara acak melalui teknik *bootstrap sampling* dan *feature randomness*. Menurut Rabiatal Adawiyah dan Kartikasari (2025), mekanisme pengacakan ini mampu meningkatkan keragaman antar pohon dan mengurangi risiko *overfitting* pada model tunggal, sehingga performa prediksi menjadi lebih stabil. Prinsip ini juga diperkuat oleh Deny Kurniawan dkk. (2024), yang menunjukkan bahwa kombinasi beberapa pohon keputusan dalam satu model dapat menghasilkan

prediksi yang lebih akurat dibandingkan pendekatan tunggal berbasis *Decision Tree* [7].

Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan menggunakan dataset Respiratory Dataset dari PhysioNet, model Random Forest Classifier yang dikembangkan pada penelitian ini menunjukkan performa yang sangat tinggi. Nilai akurasi yang diperoleh mencapai 99,40%, dengan F1-score sebesar 0,9898, recall sebesar 0,9883, dan precision sebesar 0,9913. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model mampu mengenali pola fisiologis pernapasan dengan sangat baik pada dua kelas utama, yaitu asma dan kondisi normal. Nilai F1 dan recall yang seimbang mengindikasikan bahwa model tidak hanya akurat, tetapi juga efisien dalam mendeteksi kelas minoritas (asma) tanpa mengabaikan kelas mayoritas (normal).



Gambar 1.2 Hasil Run

Selanjutnya, proses validasi menggunakan 5-Fold Cross Validation menghasilkan nilai akurasi antar fold sebesar [0.9953, 0.9937, 0.9931, 0.9934, 0.9942], dengan rata-rata 0,9940. Nilai ini menunjukkan bahwa model memiliki konsistensi performa yang sangat baik di berbagai subset data. Stabilitas antar fold membuktikan bahwa algoritma Random Forest mampu melakukan generalisasi dengan baik tanpa mengalami *overfitting*, sebagaimana juga dijelaskan oleh Rabiatul Adawiyah (2025) bahwa pendekatan ensemble dengan pembagian data acak memberikan hasil prediksi yang lebih stabil terhadap variasi data medis.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa Random Forest merupakan algoritma yang andal untuk klasifikasi kondisi paru, terutama dalam membedakan kondisi asma dan normal secara otomatis berdasarkan fitur-fitur fisiologis seperti tekanan udara, aliran udara, volume tidal, serta pergerakan dada dan abdomen. Dengan akurasi

mendekati 100% dan hasil validasi yang stabil, algoritma ini berpotensi besar diterapkan dalam sistem pendukung keputusan medis berbasis kecerdasan buatan untuk deteksi dini penyakit paru secara cepat, efisien, dan non-invasif.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma Random Forest efektif dalam mengklasifikasikan kondisi paru (asma dan normal) dari Respiratory Dataset PhysioNet, dengan akurasi 99,40%, F1-score 0,9898, recall 0,9883, dan precision 0,9913. Keberhasilan model didukung oleh prinsip ensemble learning, 100 pohon keputusan, dan 5-Fold Cross Validation, yang menghasilkan prediksi stabil dan kemampuan generalisasi tinggi. Hasil ini lebih baik dibanding penelitian sebelumnya, menegaskan bahwa Random Forest berpotensi diterapkan pada sistem pendukung keputusan medis untuk deteksi dini penyakit paru secara otomatis dan non-invasif.

REFERENSI

- [1] D. C. J. Kartikasari and A. Komputika, "Perbandingan Klasifikasi Penyakit Kanker Paru-Paru Menggunakan Decision Tree Dan Random Forest Comparison Of Lung Cancer Classification Using Decision Tree And Random Forest Komputika: Jurnal Sistem Komputer," *J. Sist. Komput.*, vol. 14, no. 1, pp. 79–5, 2025, doi: 10.34010/kp5h2h96.
- [2] H. Apriningsih *et al.*, "Peningkatan Pengetahuan Petugas Kesehatan Mengenai Peran Spirometri Sebagai Alat Deteksi Dini Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) di Fasilitas Kesehatan Layanan Primer," vol. 4, no. 1, pp. 28–37, 2024.
- [3] P. Penyakit, P. Obstruktif, and K. Ppok, "Jurnal Kesehatan," vol. 11, pp. 31–40, 2022.
- [4] A. S. Wahdah *et al.*, "Tinjauan Pustaka : Risiko Kanker Paru pada Pasien dengan Riwayat Tuberculosis Paru dan Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) Article Review : Risk of Lung Cancer in Patients with History of Pulmonary Tuberculosis and Chronic Obstructive Pulmonary Disea," vol. 14, no. 1, pp. 1845–1850, 2024.
- [5] T. Indira *et al.*, "Hubungan Perilaku Merokok Terhadap Kualitas Hidup Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) The Relationship between Smoking and the Quality of Life of COPD Patients Abstract Pendahuluan Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) atau disebut juga den," vol. 9, no. 1, pp. 47–54, 2023.
- [6] Z. A. Leleury and B. P. Tomasouw, "Diagnosa Penyakit Saluran Pernapasan Dengan Menggunakan Support Vector Machine (Svm)," *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 9, no. 2, pp. 109–119, 2015, doi: 10.30598/barekengvol9iss2pp109-119.
- [7] D. Kurniawan, M. Wahyudi, L. Pujiastuti, and S. Sumanto, "Deteksi dan Prediksi Cerdas Penyakit Paru-Paru dengan Algoritma Random Fores," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 51–56, 2024, doi: 10.31294/ijcs.v3i1.6071.
- [8] F. Ramadhani, H. Syahputra, R. L. Simanjuntak, T. R. Siagian*, U. Nisa, and V. Anggraini, "Klasifikasi Suara Paru Normal Dan Abnormal Berbasis Algoritma CNN (Convolutional Neural Network)," *J. Teknol. Inf. dan Terap.*, vol. 11, no. 1, pp. 15–20, 2024, doi: 10.25047/jtit.v11i1.370.
- [9] N. Selayanti, S. A. Putri, M. Kristanaya, M. P. Azzahra, M. G. Navsih, and K. M. Hindrayani, "Penerapan Machine Learning Algoritma Random Forest Untuk Prediksi Penyakit Jantung," *Pros. Semin. Nas. Sains Data*, vol. 4, no. 1, pp. 895–906, 2024, doi: 10.33005/senada.v4i1.376.
- [10] P. Ngalle and K. Takalar, "Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST) Analisa Diagnosa Penyakit Berdasarkan Riwayat Medis menggunakan Algoritma Random Forest Studi Kasus Rumah Sakit," vol. 2, no. 2, 2024.
- [11] S. G. Bollmeier and A. P. Hartmann, "Management of chronic obstructive pulmonary disease: A review

-
- focusing on exacerbations,” *Am. J. Heal. Pharm.*, vol. 77, no. 4, pp. 259–268, 2020, doi: 10.1093/ajhp/zzz306.
- [12] Guy, E. F. S., Clifton, J. A., Caljé-van der Klei, T., Chen, R., Knopp, J., Moeller, K., & Chase, J. G. (2023). Respiratory dataset from PEEP study with expiratory occlusion (version 1.0.0). *PhysioNet*. RRID:SCR_007345. <https://doi.org/10.13026/d767-e709>.
- [13] Goldberger, A., Amaral, L., Glass, L., Hausdorff, J., Ivanov, P. C., Mark, R., ... & Stanley, H. E. (2000). PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a new research resource for complex physiologic signals. *Circulation* [Online]. 101 (23), pp. e215–e220. RRID:SCR_007345.
- [14] A. Achmad, A. Adnan, and M. Rijal, “Klasifikasi Penyakit Pernapasan Berbasis Visualisasi Suara Menggunakan Metode Support Vector Machine,” *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 8, no. 2, pp. 115–119, Sep. 2022, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Al Asyariah Mandar.
- [15] N. S. Wibisono, S. A. Wicaksono, and N. Y. Setiawan, “Klasifikasi Donatur pada Yayasan Jajan Pahala Menggunakan Algoritma Random Forest,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, Jan. 2017.