Jurnal Kesehatan Masyarakat Perkotaan p-ISSN: 2776-0952 e-ISSN : 2776-0944
Volume 6, No. 1; Maret 2026 Hal 261-272

Detection of Tuberculosis, COVID-19, and Pneumonia from X-ray Images Using CNN

Muhtar [1)*], Gunawan [2)], Lili Ruhyana [3)], Danang Kristioko Legowo [4)], Abdul Firman[5)], Mulyatno [6)], Aditya Ryan Mahendra [7)]

[1)2)3)4)5)6)7)] Program Studi D-IV Teknik Elektromedik, Fakultas Kesehatan, Universitas Mohammad Husni Thamrin
Correspondence Author: muhtar2521@gmail.com
DOI: https://doi.org/10.37012/jkmp.v6i1.3541

Abstract

Tuberculosis, COVID-19, and pneumonia are lung diseases that require early detection support based on chest X-ray imaging. This study aimed to develop a detection system based on Convolutional Neural Network (CNN) to classify chest X-ray images into normal or disease conditions. This research applied a system development approach using secondary datasets from Kaggle, image processing through size and pixel-intensity normalization, CNN model training using Teachable Machine, and web-based application implementation using Python, Streamlit, OpenCV, Keras, and NumPy. The dataset was divided into 70% training data and 30% testing data. The evaluation results showed model accuracies of 99.37% for Tuberculosis, 100% for COVID-19, and 95.45% for Pneumonia. Application sample testing indicated that all test images were predicted according to the actual diagnosis, with average confidence scores of 98.88% for Tuberculosis, 100% for COVID-19, and 96.66% for Pneumonia. This system may function as a predictive tool for early chest X-ray screening; however, the results must be confirmed by health professionals and further validated using real clinical data.

Keywords**:** *CNN, Chest X-Ray, Tuberculosis, COVID-19, Pneumonia*

Abstrak

Tuberkulosis, COVID-19, dan pneumonia merupakan penyakit paru yang memerlukan dukungan deteksi dini berbasis citra rontgen dada. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem deteksi berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mengklasifikasikan citra rontgen dada ke dalam kondisi normal atau penyakit. Metode penelitian menggunakan pendekatan pengembangan sistem dengan dataset sekunder dari Kaggle, pemrosesan citra melalui normalisasi ukuran dan intensitas piksel, pelatihan model CNN menggunakan *Teachable Machine*, serta implementasi aplikasi berbasis web dengan Python, Streamlit, OpenCV, Keras, dan NumPy. Dataset dilatih dengan pembagian 70% data pelatihan dan 30% data pengujian. Hasil evaluasi menunjukkan akurasi model Tuberkulosis sebesar 99,37%, COVID-19 sebesar 100%, dan Pneumonia sebesar 95,45%. Pengujian sampel aplikasi menunjukkan seluruh citra uji berhasil diprediksi sesuai diagnosis sebenarnya, dengan rata-rata skor kepercayaan 98,88% pada Tuberkulosis, 100% pada COVID-19, dan 96,66% pada Pneumonia. Sistem ini dapat menjadi alat bantu prediktif untuk skrining awal citra rontgen dada, namun hasilnya tetap perlu dikonfirmasi oleh tenaga kesehatan dan divalidasi lebih lanjut menggunakan data klinis nyata.

Kata Kunci: CNN, Rontgen Dada, Tuberkulosis, COVID-19, Pneumonia

PENDAHULUAN

Tuberkulosis masih menjadi masalah kesehatan global karena termasuk penyakit menular yang berdampak terhadap morbiditas, mortalitas, serta beban sosial ekonomi (Ermawaty & Ramdhan, 2025), (Handayani, 2024) . *World Health Organization* melaporkan bahwa tuberkulosis tetap menjadi salah satu penyebab kematian utama akibat penyakit infeksi setelah COVID-19 (World Health Organization, 2023). Di sisi lain, pandemi COVID-19 memperlihatkan pentingnya dukungan teknologi dalam proses skrining, pemantauan, dan pengambilan keputusan klinis, terutama pada penyakit yang melibatkan sistem pernapasan (Ginting, 2020). Pneumonia juga memiliki relevansi klinis yang tinggi karena merupakan infeksi saluran pernapasan bawah yang dapat menimbulkan infiltrat pada foto toraks dan membutuhkan penatalaksanaan yang cepat (Suci, 2020), (Aprilia & Faisal , 2024).

Pemeriksaan foto toraks memiliki peran penting dalam mendukung penapisan awal kelainan paru. Pada tuberkulosis, foto toraks dapat membantu menilai gambaran lesi paru, luas kelainan, serta kemungkinan komplikasi yang menyertai penyakit (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020). Akan tetapi, interpretasi citra rontgen dada membutuhkan keahlian radiologis dan dapat dipengaruhi oleh variasi kualitas citra, pengalaman pemeriksa, serta ketersediaan tenaga Kesehatan (Angella et al., 2024). Kondisi ini menjadi tantangan terutama pada fasilitas kesehatan dengan sumber daya terbatas.

Perkembangan pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan membuka peluang pemanfaatan sistem prediksi berbasis citra medis (Manik, 2026). Citra digital memungkinkan objek visual direpresentasikan dalam bentuk piksel sehingga dapat diproses melalui normalisasi, pengubahan ukuran, peningkatan kualitas, dan ekstraksi pola (Andono et al., 2017). Salah satu metode yang banyak digunakan dalam klasifikasi citra adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). Rahman et al. (2020) menunjukkan bahwa pendekatan *deep learning* pada citra rontgen dada dapat memberikan kinerja tinggi dalam deteksi tuberkulosis, terutama ketika proses pelatihan dan pemrosesan citra dilakukan secara tepat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem deteksi Tuberkulosis, COVID-19, dan Pneumonia berbasis foto rontgen dada menggunakan algoritma CNN. Tujuan penelitian ini adalah membangun sistem berbasis web yang mampu menerima masukan citra rontgen dada, melakukan prediksi kelas penyakit, serta menampilkan skor kepercayaan sebagai informasi pendukung. Sistem yang dikembangkan

tidak dimaksudkan sebagai diagnosis medis final, melainkan sebagai alat bantu prediktif untuk skrining awal yang tetap membutuhkan konfirmasi tenaga kesehatan.

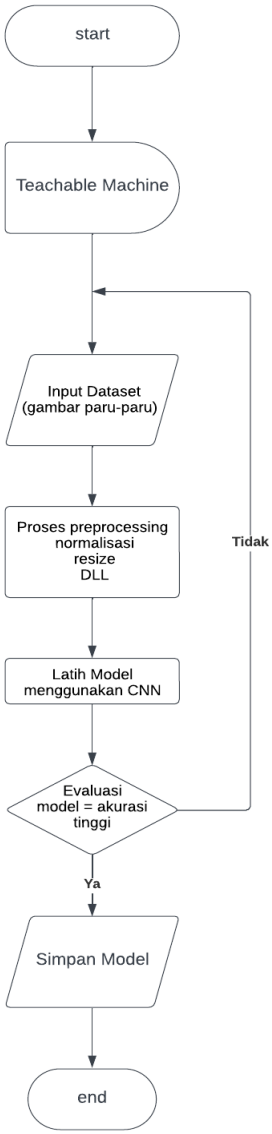
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan sistem, yaitu merancang model klasifikasi citra rontgen dada dan mengintegrasikannya ke dalam aplikasi berbasis web. Objek penelitian berupa dataset citra rontgen dada yang terdiri atas kelas normal, Tuberkulosis, COVID-19, dan Pneumonia. Dataset Tuberkulosis bersumber dari Kaggle Tuberculosis (TB) Chest X-ray Dataset (Rahman, 2021), sedangkan dataset COVID-19 dan Pneumonia bersumber dari Kaggle Chest X-ray COVID-19 & Pneumonia Dataset.

Perangkat dan bahan yang digunakan meliputi laptop atau komputer, aplikasi peramban, *Teachable Machine*, Python IDE, serta pustaka Streamlit, OpenCV, Keras, dan NumPy. *Teachable Machine* digunakan untuk membangun dan melatih model CNN secara visual, sedangkan Python dan Streamlit digunakan untuk mengembangkan antarmuka aplikasi agar pengguna dapat mengunggah citra rontgen atau melakukan pendeteksian melalui kamera.

Tahapan penelitian meliputi pengumpulan dataset, pelabelan citra, prapemrosesan data, pelatihan model CNN, evaluasi model, dan implementasi aplikasi. Prapemrosesan dilakukan melalui normalisasi ukuran citra, normalisasi nilai piksel, augmentasi data, pemotongan acak, dan konversi keabuan sesuai kebutuhan model. Dataset dibagi menjadi 70% data pelatihan dan 30% data pengujian untuk mengevaluasi kemampuan generalisasi model terhadap data yang tidak digunakan selama pelatihan.

Alur pengembangan model diawali dengan pemilihan dataset pada *Teachable Machine*, input data citra rontgen, proses prapemrosesan, pelatihan model menggunakan CNN, evaluasi akurasi, dan penyimpanan model. Model yang telah disimpan kemudian dimuat ke dalam aplikasi untuk melakukan prediksi citra baru.

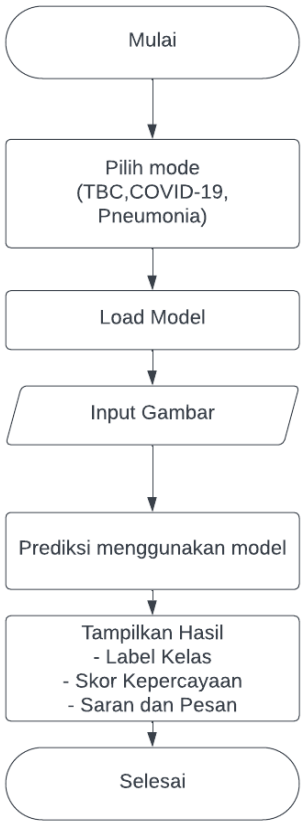


Gambar 1. *Flowchart* Pengembangan Model CNN

Gambar 1 menunjukkan bahwa pengembangan model bersifat iteratif. Setelah dataset dimasukkan dan diproses, model dilatih menggunakan CNN lalu dievaluasi berdasarkan tingkat akurasi. Jika hasil evaluasi belum memenuhi target, proses pelatihan diulang dengan data dan parameter yang tersedia. Alur ini penting karena model klasifikasi citra medis memerlukan tahap evaluasi sebelum digunakan pada proses prediksi.

Tahap prediksi dilakukan dengan memuat model yang telah dilatih, memilih mode penyakit, menerima input citra rontgen dari pengguna, melakukan prapemrosesan input, dan menghasilkan keluaran berupa label kelas serta skor kepercayaan. Prediksi ditampilkan

dalam aplikasi web sehingga pengguna memperoleh informasi awal mengenai kemungkinan kelas penyakit pada citra yang diuji.



Gambar 2. *Flowchart* Proses Prediksi Penyakit

Gambar 2 memperlihatkan bahwa aplikasi tidak langsung memberikan hasil sebelum model dimuat dan citra rontgen diproses. Tahapan normalisasi dan penyesuaian format citra diperlukan agar data masukan sesuai dengan format model. Keluaran berupa label kelas dan tingkat kepercayaan berfungsi sebagai hasil prediktif, sehingga hasil tersebut harus dipahami sebagai alat bantu skrining dan bukan keputusan diagnosis akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Dataset dan Pembagian Data

Dataset yang digunakan pada penelitian ini berasal dari data sekunder citra rontgen dada. Pembagian data dilakukan dengan komposisi 70% untuk pelatihan dan 30% untuk pengujian. Distribusi data yang dilaporkan pada masing-masing model disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Dataset Citra Rontgen Dada

No	Model	Jumlah Data	Data Pelatihan	Data Pengujian
1	Tuberkulosis	4.200 gambar	2.940 gambar (490 Tuberkulosis; 2.450 normal)	1.260 gambar
2	COVID-19	2.159 gambar	1.726 gambar (460 COVID-19; 1.266 normal)	433 gambar (116 COVID-19; 317 normal)
3	Pneumonia	5.856 gambar	3.684 gambar dilaporkan sebagai data latih; rincian kelas: 3.418 Pneumonia dan 1.266 normal	1.172 gambar (855 Pneumonia; 317 normal)

Sumber: Data sekunder laporan penelitian, diolah untuk kebutuhan artikel.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa model Tuberkulosis menggunakan jumlah data terbesar pada kelompok model biner normal-Tuberkulosis, sedangkan model COVID-19 menggunakan 2.159 gambar dengan komposisi data uji yang mencakup kelas COVID-19 dan normal. Model Pneumonia dilaporkan menggunakan total 5.856 gambar, sehingga secara kuantitatif memberikan cakupan data yang besar untuk melatih pengenalan pola infiltrat pneumonia pada citra rontgen. Pembagian 70:30 digunakan untuk menjaga keseimbangan antara kebutuhan belajar model dan kebutuhan evaluasi terhadap data yang belum pernah dilihat model.

Hasil Evaluasi Model CNN

Evaluasi model dilakukan menggunakan matriks konfusi dan metrik kinerja yang dihitung berdasarkan kelas penyakit sebagai kelas positif. Ringkasan kinerja model disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan Kinerja Model CNN Berdasarkan Matriks Konfusi

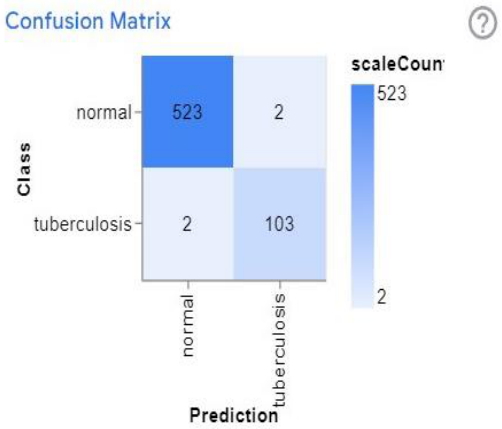
Model	TP	TN	FP	FN	Akurasi	Presisi	Recall	F1-score
TBC	103	523	2	2	99,37%	98,10%	98,10%	98,10%
COVID	69	190	0	0	100%	100%	100%	100%
Pneum.	495	176	14	18	95,45%	97,25%	96,49%	96,87%

Keterangan: TP = true positive, TN = true negative, FP = false positive, FN = false negative.

Tabel 2 menunjukkan bahwa seluruh model memiliki performa tinggi. Model COVID-19 memperoleh akurasi 100% pada data evaluasi yang divisualisasikan, tanpa kesalahan klasifikasi. Model Tuberkulosis memiliki akurasi 99,37% dengan jumlah kesalahan yang sangat kecil, yaitu 2 false positive dan 2 false negative. Model Pneumonia memperoleh

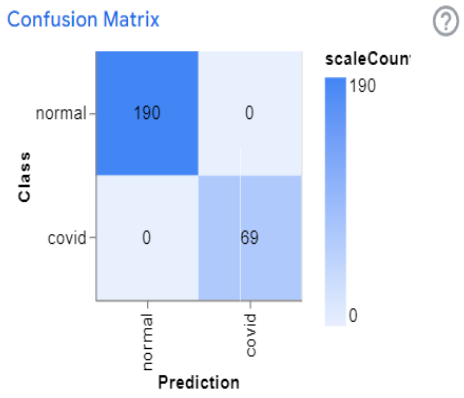
akurasi 95,45%; meskipun lebih rendah dibandingkan dua model lain, nilai presisi dan recall tetap tinggi sehingga model masih menunjukkan kemampuan klasifikasi yang kuat. Perbedaan kinerja ini dapat dipengaruhi oleh variasi pola radiologis pneumonia yang lebih beragam dibandingkan data normal.

Matriks konfusi digunakan untuk melihat posisi kesalahan prediksi model secara lebih rinci. Visualisasi matriks konfusi setiap model ditampilkan pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5.



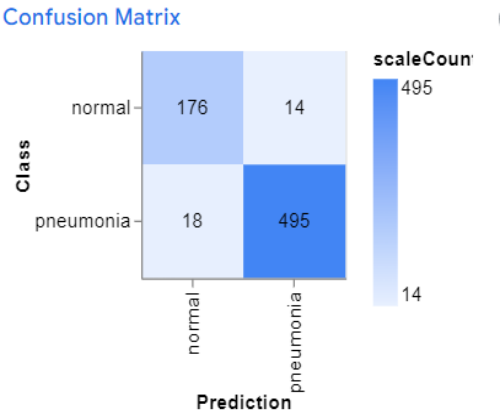
Gambar 3. Matriks Konfusi Model Tuberkulosis

Gambar 3 memperlihatkan bahwa model Tuberkulosis mengklasifikasikan 523 citra normal sebagai normal dan 103 citra Tuberkulosis sebagai Tuberkulosis. Terdapat 2 citra normal yang diprediksi sebagai Tuberkulosis dan 2 citra Tuberkulosis yang diprediksi sebagai normal. Kesalahan yang rendah tersebut menunjukkan bahwa model mampu membedakan gambaran rontgen normal dan Tuberkulosis secara konsisten pada data evaluasi.



Gambar 4. Matriks Konfusi Model COVID-19

Gambar 4 menunjukkan tidak terdapat kesalahan prediksi pada model COVID-19. Seluruh 190 citra normal dan 69 citra COVID-19 diklasifikasikan sesuai kelas sebenarnya. Hasil ini mengindikasikan bahwa fitur yang dipelajari model pada data evaluasi sangat kuat. Walaupun demikian, akurasi sempurna tetap perlu ditafsirkan secara hati-hati karena model perlu diuji kembali menggunakan data eksternal yang lebih beragam sebelum digunakan pada lingkungan klinis.



Gambar 5. Matriks Konfusi Model Pneumonia

Gambar 5 memperlihatkan bahwa model Pneumonia memprediksi 176 citra normal dengan benar dan 495 citra Pneumonia dengan benar. Kesalahan yang muncul terdiri atas 14 citra normal yang diprediksi sebagai Pneumonia dan 18 citra Pneumonia yang diprediksi sebagai normal. Pola ini menunjukkan bahwa model masih memiliki peluang perbaikan, terutama untuk mengurangi *false negative* karena kesalahan tersebut dapat menyebabkan kasus Pneumonia tidak terdeteksi pada proses skrining awal.

Hasil Deteksi Sampel pada Aplikasi

Setelah model dievaluasi, pengujian dilakukan pada sampel citra rontgen melalui aplikasi. Ringkasan hasil deteksi sampel pada masing-masing model disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan Hasil Deteksi Sampel Citra Rontgen

Model	Jumlah Sampel Uji	Prediksi Benar	Rentang Skor Kepercayaan	Rata-rata Skor Kepercayaan	Keterangan
Tuberkulosis	5 gambar	5 gambar (100%)	94,45%-100%	98,88%	Seluruh sampel Tuberkulosis diprediksi sesuai diagnosis sebenarnya.
COVID-19	10 gambar	10 gambar (100%)	99,98%-100%	100%	Seluruh sampel COVID-19, termasuk

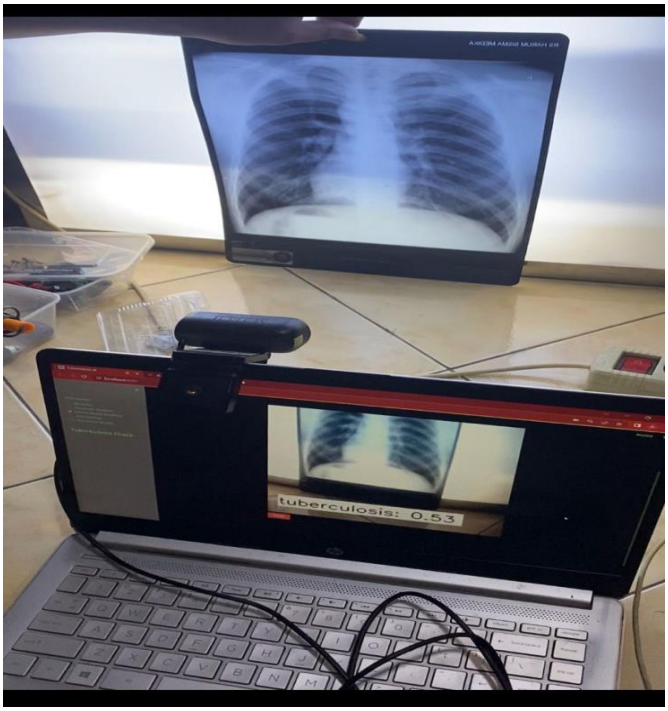
					sampel RS Thamrin Cileungsi, diprediksi sesuai diagnosis sebenarnya.
Pneumonia	10 gambar	10 gambar (100%)	68,78%-100%	96,66%	Satu sampel memiliki skor kepercayaan lebih rendah, tetapi label prediksi tetap sesuai.

Sumber: Hasil pengujian sampel pada aplikasi, diolah untuk kebutuhan artikel.

Tabel 3 menunjukkan bahwa aplikasi dapat memberikan prediksi yang sesuai pada seluruh sampel uji. Model Tuberkulosis memiliki rata-rata skor kepercayaan 98,88% dengan skor terendah 94,45%, sedangkan model COVID-19 memiliki skor yang hampir seluruhnya 100%. Model Pneumonia tetap menghasilkan prediksi benar pada seluruh sampel, tetapi satu sampel hanya memperoleh skor kepercayaan 68,78%. Temuan ini menunjukkan bahwa label prediksi yang benar belum selalu disertai tingkat keyakinan yang seragam, sehingga skor kepercayaan perlu ditampilkan kepada pengguna sebagai informasi tambahan.

Hasil Perancangan Aplikasi

Sistem dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis web yang menyediakan halaman beranda, halaman prediksi, pemeriksaan real-time, edit gambar, dan visualisasi model. Hasil perancangan sistem ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Perancangan Aplikasi Deteksi Citra Rontgen

Gambar 6 memperlihatkan implementasi sistem deteksi berbasis aplikasi web yang dapat menerima citra rontgen sebagai masukan. Tampilan tersebut menunjukkan integrasi antara citra rontgen, kamera atau input gambar, dan aplikasi prediksi. Secara fungsional, rancangan ini mendukung kemudahan penggunaan karena pengguna dapat memilih jenis penyakit yang ingin dideteksi, mengunggah gambar, dan memperoleh hasil prediksi dari model CNN. Akan tetapi, aplikasi masih berada pada tingkat alat bantu prediktif sehingga keluaran sistem harus diposisikan sebagai informasi pendukung dan bukan pengganti pemeriksaan klinis.

Pembahasan Umum

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa CNN mampu mengklasifikasikan citra rontgen dada untuk deteksi Tuberkulosis, COVID-19, dan Pneumonia dengan kinerja yang tinggi. Keberhasilan ini dipengaruhi oleh penggunaan dataset berlabel, normalisasi citra, serta pelatihan model yang memungkinkan sistem mengenali pola visual pada gambar rontgen. Model COVID-19 memberikan hasil terbaik pada data evaluasi yang tersedia, sedangkan model Pneumonia memiliki akurasi paling rendah dibandingkan model lainnya namun tetap berada pada kategori tinggi.

Dari sisi implementasi, aplikasi berbasis web memberikan nilai praktis karena memungkinkan pengguna melakukan pengujian gambar secara langsung melalui antarmuka yang sederhana. Fitur skor kepercayaan menjadi komponen penting karena membantu pengguna memahami tingkat keyakinan model terhadap label prediksi. Meskipun demikian, keterbatasan utama penelitian terletak pada penggunaan dataset sekunder dan belum adanya validasi klinis langsung dengan tenaga medis. Oleh karena itu, sebelum digunakan sebagai alat bantu layanan kesehatan, model perlu diuji dengan data eksternal, variasi kualitas citra yang lebih luas, serta pembacaan pembanding oleh dokter atau radiolog.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Penelitian ini menghasilkan sistem deteksi Tuberkulosis, COVID-19, dan Pneumonia berbasis citra rontgen dada menggunakan algoritma CNN. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model Tuberkulosis mencapai akurasi 99,37%, model COVID-19 mencapai akurasi 100%, dan model Pneumonia mencapai akurasi 95,45%. Pengujian sampel pada aplikasi

juga menunjukkan bahwa seluruh sampel uji diprediksi sesuai diagnosis sebenarnya, meskipun terdapat variasi skor kepercayaan terutama pada model Pneumonia. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan berpotensi digunakan sebagai alat bantu skrining awal berbasis citra rontgen dada. Rekomendasi pengembangan berikutnya adalah melakukan validasi klinis menggunakan data pasien nyata, memperluas variasi dataset, mengurangi false negative pada model Pneumonia, serta mengintegrasikan sistem dengan perangkat keras agar lebih aplikatif pada lingkungan fasilitas kesehatan.

REFERENSI

1. Andono, P. N., Sutojo, T., & Muljono. (2017). Pengolahan citra digital. Yogyakarta: ANDI.
2. Angella, S., Hulmansyah, D., & Annisa, A. (2025). Optimalisasi Kualitas Citra Radiograf Menggunakandan Digital Radiography (DR) Pada Pemeriksaan Anatomi Thorax Proyeksi Antero-Posterior (AP). *Innovative: Journal Of Social Science Research*, *5*(4), 5885-5895.
3. Aprilia, R., & Faisal, F. (2024). Tinjauan literatur: Faktor risiko dan epidemiologi pneumonia pada balita. *Scientific Journal*, *3*(3), 166-173.
4. Ermawaty, W., & Ramdhan, M. (2025). Tantangan Tuberkulosis di Jabodetabek Menuju Indonesia Emas 2045. *Jurnal Riset Jakarta*, *18*(1), 35-48.
5. Ginting, S. (2020). Dampak pandemi COVID-19 terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia. Jurnal Kajian, 1-15.
6. Gupta, J, Pathak, S, & Kumar, G (2022). Deep learning (CNN) and transfer learning: a review. *Journal of Physics: Conference* ..., iopscience.iop.org, https://doi.org/10.1088/1742-6596/2273/1/012029
7. Handayani, L. (2024). Studi Epidemiologi Tuberkulosis Paru (TB) di Indonesia: Temuan Survey Kesehatan Indonesia (SKI) 2023. *Jurnal Kendari Kesehatan Masyarakat*, *4*(1), 59-67.
8. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2020). Pedoman nasional pelayanan kedokteran tata laksana tuberculosis. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

9. Manik, H. (2026). Integrasi Kecerdasan Buatan dalam Diagnostik Medis: Peluang dan Tantangan di Era Kesehatan Digital. *Indonesian Journal of Medicine, Health and Nursing*, *1*(1), 45-57.

10. Mohammadpour, L, Ling, TC, Liew, CS, & Aryanfar, A (2022). A survey of CNN-based network intrusion detection. *Applied Sciences*, mdpi.com, https://www.mdpi.com/2076-3417/12/16/8162

11. Rahman, T. (2021). Tuberculosis (TB) chest X-ray dataset. Kaggle. https://www.kaggle.com/datasets/tawsifurrahman/tuberculosis-tb-chest-xray-dataset

12. Rahman, T., Khandakar, A., Kadir, M. A., Islam, K. R., Mazhar, R., Hamid, T., Islam, M. T., Kashem, S., Mahbub, Z. B., Ayari, M. A., & Chowdhury, M. E. H. (2020). Reliable tuberculosis detection using chest X-ray with deep learning, segmentation and visualization. IEEE Access, 8, 191586-191601.

13. Suci, L. N. (2020). Pendekatan diagnosis dan tata laksana pneumonia pada anak. Jurnal Kedokteran Nanggroe Medika, 3(1).

14. World Health Organization. (2023). Global tuberculosis report 2023. World Health Organization.

15. Zhong, Z., Liu, Q. and Li, J. (2020) Access to digital devices and early exposure to online gaming among children. Computers & Education, 149, p.103801.