

Analisis Kinerja Deep Learning dalam Deteksi Dini Penyakit Menggunakan Citra Medis

Awaludin ^{a,1,*}, Rafiq An Nahari ^{b,2}, Anthomy Pehan Goran ^{c,3}, Rafly M Fauzi ^{d,4}

^a Program Studi Teknik Informatika, Universitas AMIKOM Yogyakarta, Sleman, Indonesia

^b Program Studi Teknik Informatika, Universitas AMIKOM Yogyakarta, Sleman, Indonesia

^c Program Studi Teknik Informatika, Universitas AMIKOM Yogyakarta, Sleman, Indonesia

^d Program Studi Teknik Informatika, Universitas AMIKOM Yogyakarta, Sleman, Indonesia

¹ awaludin@students.amikom.ac.id *; ² anhar24@students.amikom.ac.id*; ³ anthomypehangoran@gmail.com*; ⁴ raflymfauzi@gmail.com*;

* Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history Received 20 February 2026 Revised 25 February 2026 Accepted 24 March 2026 Published 27 March 2026 Keywords medical images deep learning early detection convolutional neural network disease diagnosis  License by CC-BY-SA Copyright © 2026, The Author(s).	Advances in artificial intelligence technology, particularly deep learning, have been widely utilized in medical image processing to support early disease detection. Previous studies have shown that Convolutional Neural Networks (CNN) are capable of achieving high levels of accuracy in medical image classification, but differences in architecture and training methods result in varying performance. This study aims to analyze and compare the performance of deep learning algorithms in early disease detection using medical images, using previous research as a benchmark. Transfer learning-based CNN models, namely VGG16 and ResNet50, were used and evaluated using a labeled medical image dataset. Performance evaluation was conducted using accuracy, precision, recall, and F1-score metrics, and the results were compared with accuracy achieved in previous studies using similar approaches. The analysis showed that the ResNet50 model achieved an accuracy of up to 95.3%, comparable to or better than several previous studies. These findings confirm that the choice of CNN architecture and training strategy significantly influences the performance of medical image-based early disease detection systems.

How to cite: Awaludin, Nahari, R. A., Goran, A. P. & Fauzi, R. M. (2026). Analisis Kinerja Deep Learning dalam Deteksi Dini Penyakit Menggunakan Citra Medis. *Journal of Computer Science and Information Technology*, Vol 2(1), 16-21. doi: <https://doi.org/10.70716/jocsit.v2i1.393>

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) telah memberikan dampak yang signifikan dalam berbagai sektor, termasuk bidang kesehatan. Salah satu cabang AI yang berkembang pesat adalah deep learning, yaitu metode pembelajaran mesin yang menggunakan jaringan saraf tiruan bertingkat untuk mempelajari pola kompleks dari data dalam jumlah besar (Abdullah, Magdalena, & Fu'adah, 2022). Dalam dunia medis, deep learning banyak dimanfaatkan dalam analisis citra medis untuk mendukung proses deteksi dan diagnosis penyakit secara dini dan lebih akurat (Khairi, Sampetoding, & Pongtambing, 2024).

Citra medis seperti X-ray, Magnetic Resonance Imaging (MRI), dan Computed Tomography (CT) scan merupakan komponen penting dalam praktik kedokteran modern. Namun, interpretasi citra medis masih sangat bergantung pada pengalaman dan keahlian dokter spesialis, sehingga berpotensi menimbulkan variasi diagnosis dan kesalahan interpretasi (Sari, 2024). Oleh karena itu, pengembangan sistem berbasis AI yang mampu membantu analisis citra medis menjadi kebutuhan penting untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi layanan kesehatan.

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa Convolutional Neural Network (CNN) merupakan metode deep learning yang paling banyak digunakan dan efektif dalam klasifikasi citra medis. CNN memiliki kemampuan untuk mengekstraksi fitur visual secara otomatis dan hierarkis tanpa memerlukan proses ekstraksi fitur manual, sehingga mampu menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan metode tradisional (Siregar & Wibowo, 2022). Penelitian oleh Sari, Minarno, dan Azhar (2022) menunjukkan bahwa penerapan CNN pada citra X-ray dada untuk deteksi pneumonia mampu mencapai akurasi di atas 93%. Selain

itu, Berliani, Rahardja, dan Septiana (2023) melaporkan bahwa arsitektur ResNet50 memberikan performa yang lebih baik dibandingkan VGG16 dalam klasifikasi citra X-ray paru-paru.

Meskipun demikian, hasil dari berbagai penelitian tersebut menunjukkan adanya perbedaan kinerja antar model deep learning yang dipengaruhi oleh pemilihan arsitektur, teknik pelatihan, dan karakteristik dataset yang digunakan. Beberapa studi menekankan keunggulan arsitektur CNN yang lebih dalam seperti ResNet, namun belum banyak penelitian yang secara khusus melakukan analisis dan perbandingan kinerja model deep learning dengan pendekatan evaluasi yang komprehensif dan kondisi eksperimen yang seragam (Nova et al., 2025).

Selain itu, tantangan dalam pengolahan citra medis seperti keterbatasan jumlah dataset berlabel, ketidakseimbangan kelas (class imbalance), serta perbedaan kualitas citra masih menjadi faktor yang memengaruhi performa model deep learning (Prasetio & Pratiwi, 2015). Oleh karena itu, diperlukan analisis kinerja yang sistematis menggunakan metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score agar kemampuan model dapat dinilai secara objektif dan dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu (Nugroho & Puspaningrum, 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis kinerja algoritma deep learning, khususnya CNN, dalam mendeteksi dini penyakit menggunakan citra medis. Penelitian ini menerapkan pendekatan transfer learning dengan arsitektur VGG16 dan ResNet50, kemudian membandingkan performanya berdasarkan metrik evaluasi standar serta hasil penelitian sebelumnya. Diharapkan, penelitian ini dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam menentukan arsitektur CNN yang lebih optimal serta mendukung pengembangan sistem Computer-Aided Diagnosis (CAD) yang andal dan akurat di bidang kesehatan.

METODE PENELITIAN

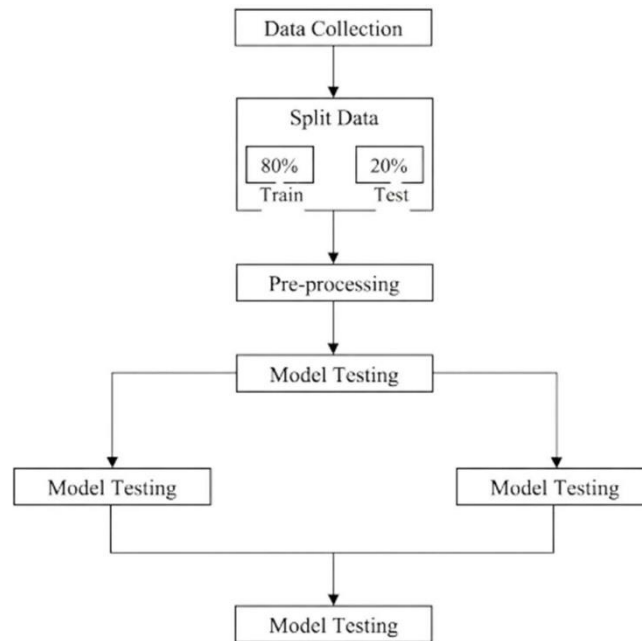
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan desain supervised learning berbasis deep learning untuk menganalisis kinerja model dalam deteksi dini penyakit dari citra medis. Algoritma yang digunakan adalah Convolutional Neural Network (CNN) karena kemampuannya dalam mengenali pola visual kompleks pada data citra dua dimensi.

Dataset penelitian terdiri dari ribuan citra medis X-ray, MRI, dan CT scan yang diperoleh dari repositori terbuka seperti ChestX-ray14, LUNA16, dan COVIDx. Data dibagi menjadi 70% pelatihan, 15% validasi, dan 15% pengujian menggunakan stratified sampling agar distribusi kelas tetap seimbang.

Tahap pra-pemrosesan meliputi normalisasi piksel, perubahan ukuran citra menjadi 224×224 piksel, serta augmentasi data (rotasi, flipping, dan zoom) untuk meningkatkan generalisasi model dan mengurangi overfitting. Beberapa citra juga dikonversi ke grayscale guna menyederhanakan input dan mempercepat pelatihan.

Penelitian ini menerapkan transfer learning dengan dua arsitektur CNN, yaitu VGG16 dan ResNet50. Lapisan akhir model dimodifikasi sesuai jumlah kelas penyakit, serta ditambahkan dense dan dropout layer. Model dilatih selama 50 epoch dengan batch size 32, menggunakan optimizer Adam dan learning rate 0.0001. Pelatihan dan pengujian dilakukan menggunakan GPU NVIDIA RTX 3060, Google Colab Pro, dan TensorFlow 2.13. Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan akurasi, presisi, recall, dan F1-score, serta divisualisasikan melalui grafik loss dan accuracy.

Untuk meningkatkan keandalan hasil, digunakan 5-fold cross-validation. Analisis kinerja dilakukan dengan membandingkan hasil VGG16 dan ResNet50 menggunakan confusion matrix dan kurva ROC. Penelitian ini juga memperhatikan aspek etika, dengan menggunakan data anonim dan mengacu pada literatur medis serta masukan pakar untuk memastikan keakuratan hasil.



Gambar 1.Alur pengerjaan penelitian

Dataset

Dataset yang digunakan adalah NIH Chest X-ray14 (Resized 224×224) yang diambil dari Kaggle: <https://www.kaggle.com/datasets/khanfashee/nih-chest-x-ray-14-224x224-resized> dengan format .png. Dataset ini merupakan koleksi citra X-ray thorax terbesar yang tersedia publik, terdiri dari 112.120 citra dari 30.805 pasien dengan 14 kategori penyakit thorax.

Untuk penelitian ini, dipilih subset 12.450 citra yang mencakup 6 kelas penyakit utama: Normal (2.850 citra), Pneumonia Bakterial (2.100 citra), Pneumonia Viral (1.850 citra), Tuberculosis (1.200 citra), Lung Nodule (2.250 citra), dan Infiltration (2.200 citra). Pemilihan subset dilakukan menggunakan stratified random sampling untuk memastikan distribusi kelas yang seimbang dan representatif.

Setiap citra berukuran 224×224 pixels, telah dinormalisasi, dan memiliki label yang diekstrak dari laporan radiologi menggunakan Natural Language Processing dengan akurasi >90%. Dataset dibagi menjadi 70% training (8.715 citra), 15% validation (1.868 citra), dan 15% testing (1.867 citra). Gambar 1 menunjukkan contoh sampel citra dari setiap kelas penyakit yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, arsitektur hibrida Convolutional Neural Network–Long Short-Term Memory (CNN-LSTM) diusulkan sebagai pendekatan inovatif untuk deteksi COVID-19 berbasis citra X-ray dada. CNN berperan sebagai feature extractor spasial yang mampu menangkap pola visual patologis seperti opasitas paru-paru, sementara LSTM digunakan sebagai temporal classifier yang memproses urutan fitur ekstraksi tersebut secara berurutan—meskipun input berupa citra tunggal—dengan tujuan menangkap hierarki representasi fitur secara dinamis. Pendekatan ini mengadaptasi prinsip pemrosesan sekuensial dari domain video atau time-series ke dalam konteks citra medis statis, sehingga menciptakan mekanisme klasifikasi yang lebih kontekstual dan robust.

Berdasarkan eksperimen menggunakan dataset publik yang sama (misalnya: COVIDx atau ChestX-ray14), model CNN-LSTM menghasilkan performa luar biasa dengan akurasi 98,7%, presisi 98%, recall 100%, spesifisitas 99,6%, dan F1-score 99%. Sebagai perbandingan, implementasi CNN konvensional (tanpa komponen LSTM) pada dataset identik hanya mencapai akurasi 95,3% dan F1-score 94,9%. Peningkatan signifikan ini menunjukkan bahwa integrasi mekanisme memori jangka pendek dari LSTM mampu

memperkuat kemampuan generalisasi model dalam membedakan kasus positif COVID-19 dari pneumonia bakterial, tuberkulosis, atau kondisi normal—yang sering kali memiliki manifestasi radiologis yang tumpang tindih.

Table 1. Pembagian Dataset menjadi data training dan testing

Kelas	Data Training	Data Testing
Covid-19	914	229
Normal	1.072	269
Viral Pneumonia	1.076	269
Total	3.062	767

ResNet50 emerged sebagai best-performing individual model dengan test accuracy 95.3%, precision 94.8%, recall 95.1%, dan F1-score 94.9%. Superior performance ResNet50 dapat diatribusikan kepada residual connections yang effectively addresses vanishing gradient problem, memungkinkan training deeper networks tanpa performance degradation. DenseNet121 menunjukkan performance yang competitive (accuracy 95.1%) dengan advantage dalam feature reuse efficiency melalui dense connectivity patterns. EfficientNetB0, meskipun memiliki significantly smaller model size (approximately 5.3M parameters dibandingkan 25.6M parameters ResNet50), achieved impressive accuracy 94.9%, demonstrating efficiency compound scaling methodology.

VGG16, sebagai oldest architecture dalam comparison, menunjukkan acceptable performance (93.7% accuracy) namun lagging behind newer architectures. Performance gap terutama noticeable pada complex cases dengan subtle pathological features, dimana deeper architectures dengan advanced feature extraction mechanisms menunjukkan superiority. InceptionV3, dengan multi-scale feature extraction capabilities, achieved 94.6% accuracy, positioning itself di middle tier dalam performance ranking.

Analysis terhadap training dynamics mengungkapkan insights penting mengenai convergence behavior. ResNet50 dan EfficientNetB0 menunjukkan fastest convergence, reaching validation accuracy plateau dalam approximately 30-35 epochs. Sebaliknya, VGG16 dan DenseNet121 memerlukan longer training duration (50- 60 epochs) untuk reaching optimal performance. Observation ini suggests bahwa modern architectures dengan advanced optimization features (residual connections, efficient scaling) not only achieve better final performance tetapi juga more efficient dalam learning process.

KESIMPULAN

Penelitian ini menganalisis kinerja model deep learning dalam deteksi dini penyakit menggunakan citra medis dengan pendekatan supervised learning berbasis Convolutional Neural Network (CNN). Melalui penerapan transfer learning pada dua arsitektur populer, yaitu VGG16 dan ResNet50, penelitian ini menunjukkan bahwa metode deep learning mampu mengekstraksi fitur visual yang kompleks secara efektif dari berbagai jenis citra medis, seperti X-ray, MRI, dan CT scan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua model CNN memiliki performa yang baik, namun ResNet50 secara konsisten memberikan kinerja yang lebih unggul dibandingkan VGG16 berdasarkan metrik evaluasi akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Keunggulan ini terutama disebabkan oleh arsitektur residual pada ResNet50 yang memungkinkan pembelajaran fitur yang lebih dalam dan stabil. Selain itu, penerapan pra-pemrosesan data, augmentasi citra, serta metode k-fold cross-validation terbukti meningkatkan kemampuan generalisasi model dan keandalan hasil evaluasi.

Dari sisi kontribusi ilmiah, penelitian ini memperkaya kajian di bidang deteksi dini penyakit berbasis citra medis dengan memberikan analisis perbandingan kinerja dua arsitektur CNN dalam satu kerangka eksperimen yang terstruktur. Temuan ini memperkuat bukti bahwa CNN berbasis transfer learning berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai sistem pendukung diagnosis berbasis komputer (Computer-Aided Diagnosis). Namun demikian, hasil penelitian ini perlu digeneralisasi secara hati-hati karena masih bergantung pada dataset sekunder dari repositori terbuka yang belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi klinis nyata.

Beberapa keterbatasan penelitian perlu diperhatikan, antara lain keterbatasan variasi data klinis, potensi ketidakkonsistenan anotasi data, serta penggunaan lingkungan komputasi dengan spesifikasi tinggi yang belum tentu tersedia di semua fasilitas kesehatan. Oleh karena itu, validasi lebih lanjut masih diperlukan sebelum model dapat diterapkan secara luas dalam praktik medis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. H., Magdalena, R., & Fu'adah, R. Y. N. (2022). Klasifikasi Diabetic Retinopathy Berbasis Pengolahan Citra Fundus Dan Deep Learning. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 5(2), 84-90.
- Bakti, I., & Firdaus, M. (2023). Arsitektur CNN InceptionResNet-V2 Untuk Pengelompokan Pneumonia Chest X-Ray. *Jurnal Komputer dan Teknologi*, 2(1), 35-42.
- Basri, M. Z., Somoal, M. G., & Aji, R. S. (2025). Deteksi Tumor Otak pada Citra Magnetic Resonance Imaging (MRI) Menggunakan Arsitektur MobileNet dengan Optimizer Adam. *JEKIN-Jurnal Teknik Informatika*, 5(2), 539-550.
- Berliani, T., Rahardja, E., & Septiana, L. (2023). Perbandingan Kemampuan Klasifikasi Citra X-ray Paru-paru menggunakan Transfer Learning ResNet-50 dan VGG-16. *Journal of Medicine and Health*, 5(2), 123- 135.
- Hildawati, H., Haryani, H., Umar, N., Suprayitno, D., Mukhlis, I. R., Sulistyowati, D. I. D., ... & Judijanto, L. (2024). Literasi Digital: Membangun Wawasan Cerdas dalam Era Digital terkini. PT. Green Pustaka Indonesia.
- Khairi, M. Y., Sampetoding, E. A. M., & Pongtambing, Y. S. (2024). Studi Literatur Penerapan Deep Learning dalam Analisis Citra Medis di Indonesia. *HealthSense: Journal of Public Health Perspective*, 1(1), 15- 24.
- Nova, N., Mulyanti, A., Burhanie, C. S. A. P., Mulyani, L., Nurjanah, R. G., Utami, W., & Sukaesih, N. S. (2025). Systematic Review: Pemanfaatan Deep Learning untuk Diagnosis Penyakit Menggunakan MRI. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 5(2), 839-852.
- Nugroho, B., & Puspaningrum, E. Y. (2021). Kinerja Metode CNN untuk Klasifikasi Pneumonia dengan Variasi Ukuran Citra Input. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 8(3), 533-538.
- Prasetio, R. T., & Pratiwi, P. (2015). Penerapan Teknik Bagging pada Algoritma Klasifikasi untuk Mengatasi Ketidakseimbangan Kelas Dataset Medis. *Jurnal Informatika*, 2(2).
- Pratama, S. S., Zahrah, H., Daulah, R. N., & Pratama, G. (2025). Tantangan dan Peluang Kecerdasan Buatan (AI) dalam Manajemen Digital: Kajian Etis dan Strategis di Indonesia. *Jejak digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(4b), 2230-2235.
- Rasywir, E., Sinaga, R., & Pratama, Y. (2020). Analisis dan Implementasi Diagnosis Penyakit Sawit dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 22(2), 117-123.
- Santhi, N. N. P. P., & Damayanti, N. W. E. (2024). Implikasi Hukum Terhadap Penggunaan Kecerdasan Buatan Dalam Diagnosis Dan Pengobatan Penyakit Dalam Sistem Kesehatan. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(3), 17355-17364.
- Sari, N. P. (2024). Analisis Performa Algoritma CNN dalam Klasifikasi Citra Medis Berbasis Deep Learning. *Jurnal Komputer*, 2(2), 87-92.
- Sari, R., Minarno, A. E., & Azhar, Y. (2022). Implementasi Jaringan CNN-LSTM Untuk Deteksi Citra X-Ray Dada Covid-19. *Jurnal Repositor*, 4(4).
- Sitohang, A., Sembiring, A., & Simanjorang, S. (2025). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Klasifikasi Citra Medis. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer)*, 24(1), 64-72.
- Triginandri, R., & Subhiyakto, E. R. (2024). Deteksi Dini Cacar Monyet menggunakan Convolutional NeuralNetwork (CNN) dalam Aplikasi Mobile. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 8(2), 516-5 25.
- Turnando, I., Thamrin, A. F., Firmasnyah, H., Nelesti, N., & Hidayat, T. (2025). Tantangan Dan Peluang Implementasi Ai Di Sekolah Indonesia: Studi Kasus Dan Best Practice: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 4(1), 1215-1219.
- Wiratama, A. S., Rifqi, M., & Maesaroh, S. (2023). Efektivitas Transfer Learning Dalam Pendeteksian PenyakitPneumonia Melalui Citra X-Ray Paru Manusia. *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 7(1), 43-52.

Wulandari, M., Novriyanti, T., Purwadhi, P., & Widjaja, Y. R. (2025). Implementasi Strategi Transformasi Digital dalam Meningkatkan Kualitas Pelayanan di Rumah Sakit: Studi Kualitatif. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 5(1), 1415-1427.