Deteksi Pneumonia dari X-Ray Dada menggunakan Deep Learning

Adnan Prayogo
Independent Researcher
Tulang Bawang Barat, Lampung,
Indonesia
Email: adnanprayogo03@gmail.com

line 1: 2nd Given Name Surname
line 2: *dept. name of organization (of Affiliation)*
line 3: *name of organization (of Affiliation)*
line 4: City, Country
line 5: email address or ORCID

Abstrak

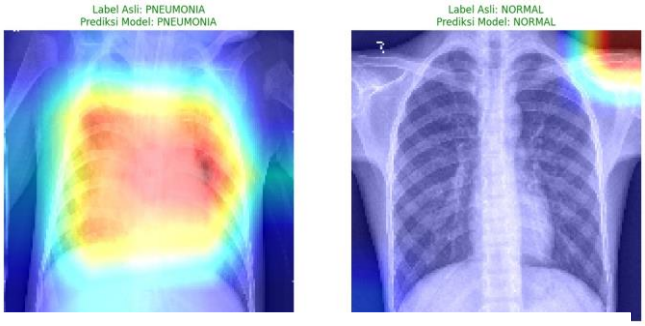
Diagnosis pneumonia melalui x-ray merupakan hal penting dalam manajement pasien, dalam hal ini banyak pasien sudah dalam keadaan parah baru menyadari bahwa mengalami pneumonia. Jika deteksi dini diambil pasien maka menjadi langkah krusial kesehatan, namun sering terkendala oleh subjektivitas interpretasi dan keterbatasan waktu. Artificial Intelligent khususnya deep learning menawarkan peluang untuk mengotomisasi proses ini, meningkatkan objektivitas dan efisiensi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi kinerja model *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk klasifikasi otomatis pneumonia dari X-Ray dada. Kami menerapkan pendekatan transfer learning menggunakan arsitektur *MobileNetV2* yang di latih sebelumnya melalui dataset publik berjumlah 5840 citra X-Ray. Untuk mengatasi ketidakseimbangan data kami mengimplementasikan teknik augmentasi dan class weighting. Model dievaluasi pada data test terpisah menggunakan serangkaian metrik kinerja diagnostik. Hasil pada data uji, model ini berhasil mencapai akurasi 89%. Metrik yang lebih signifikan menunjukan performa yang lebih kuat: Sensitivitas 90.0%, Spesifisitas 86.3%, dan AUC 0.95. artinya model ini menawarkan potensi sebagai alat bantu skrining yang bagus untuk deteksi pneumonia. Model ini dapat mendukup upaya deteksi dini yang jauh lebih cepat di lingkungan klinis.

Kata Kunci: Deep Leaning, Pneumonia, CNN.

I. PENDAHULUAN

Pneumonia, sebuah infeksi akut yang menyebabkan peradangan pada parenkim paru, merupakan salah satu tantangan kesehatan global paling signifikan dan menjadi tantangan pada seluruh manusia. Keberhasilan penyakit ini sangat bergantung pada kecepatan dan ketepatan diagnosis. Deteksi dini menjadi faktor krusial yang menentukan tingkat keselamatan pasien, diagnosis dini memungkinkan pemberian tanganann lebih cepat, sehingga dapat secara drastis menurunkan resiko komplikasi berat, dan menurunkan angka kematian.

Dalam alur diagnosik, x-ray dada memegang peranan sentral dalam sebagai modelitas pencitraan lini pertama karna aksesbilitasnya, biaya yang rendah, dan kemampuan visualisasi yang cukup bagus untuk bagian paru. Meskipun demikian, interpretasi x-ray bukan tanpa tantangan. Tanda - tanda radiologis pneumonia bisa jadi sangat halus (subtle) dan sering kali tumpang tindih dengan kondisi patologi lain. Dan bisa menyebabkan perbedaan pendapat bahkan di antara pada



Gambar 1. Model AI dalam memprediksi pneumonia melalui citra X-ray dada, menambahkan fitur heatmap / grad-cam untuk mengetahui model mengambil keputusan.

para ahli. Seiring dengan kemajuan teknologi, artificial intelegent (AI), khususnya deep learning, menawarkan paradigma baru untuk mengatasi tantangan pada radiologi. Convolutional Neural Network (CNN). Sebuah arsitektur deep learning yang terinspirasi oleh korteks visual manusia, telah menunjukan kemampuan luar biasa dalam mengatasi citra medis. Dengan melatih citra pada model CNN. Sistem dapat belajar mengenali pola-pola patologis yang kompleks secara otomatis, objektif, dan cepat. Tidak seperti dokter yang bisa memiliki bias di diagnosa karena volume pasien tinggi.

Berangkat dari latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membangun dan mengevaluasi secara komprehensif sebuah model deep learning untuk deteksi otomatis pneumonia dari x-ray dada. Secara spesifik kami: (1) mengimplementasikan pendekatan transfer learning dengan arsitektur MobileNetV2. (2) menggunakan strategi penanganan data tidak seimbang dan (3) mengevaluasi kinerja model menggunakan serangkaian metrik yang relevant secara klinis. Kontribusi utama dalam penelitian ini adalah menyajikan bukti kuantitatif mengenai kelayakan penggunaan model AI sebagai alat bantu yang cepat dan handal, yang berpotensi memperkuat infrastruktur diagnostik di lingkungan klinis.

II. MATERIAL DAN METODE

II.I Deskripsi Dataset

Penelitian ini menggunakan dataset citra radiografi dada “chest X-ray images (Pneumonia) yang tersedia secara publik melalui platform di kaggle. Dataset terdiri dari total 5.840 citra x-ray, terdiri dari normal 1.575 citra dan pneumonia 4.265

citra. Setiap citra telah di anotasi oleh ahli dalam dua kategori: NORMAL dan PNEUMONIA. Dataset dibagi menjadi tiga set yang independen: data latih, data validasi, data uji, dengan distribusi detail disajikan pada **Table 1**. Dataset ini menunjukan prevalensi kasus PNEUMONIA yang lebih tinggi , merupakan sebuah tantangan dari *class imbalance* yang umum pada data medis.

Table 1. Distribusi Dataset Citra Radiografi Dada

Kategori	Data Latih	Data Validasi	Data Uji	Total
Normal	**1.267**	**335**	**234**	**1.836**
Pneumonia	**2.906**	**708**	**390**	**4.004**
Total	**4.173**	**1.043**	**624**	**5.840**

II.II Pra-pemrosesan dan augmentasi data

Setiap citra melalui tahap pra-pemrosesan standar. Ukuran setiap citra diubah menjadi 150x150 piksel, dan nilai intensitas pikselnya dinormalisasi ke rentan [0,1]. Untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model dan mengurangi resiko *overfitting*, kami menerapkan teknik augmentasi data secara *on-the-fly* pada data latih. Transformasi yang di terapkan secara acak meliputi: rotasi (± 10 derajat), pergeseran horizontal/vertikal (±10%), perbesaran (±10%), dan *flipping* horizontal.

II.III ARSITEKTUR MODEL

Kami mengadopsi pendekatan transfer learning dengan menggunakan arsiteksur **MobileNetV2** sebagai backbone ekstraksi fitur, yang bobotnya telah diinsialisasi dari pelatihan pada dataset ImageNet. Diatas backbone, kami merancang classifier head kustom yang terdiri dari: lapisan GlobalAveragePooling2D, lapisan dropout dengan rate 0.2 atau 20% untuk regularisasi, dan lapisan keluaran dense dengan satu neuron dan fungsi aktivasi sigmoid untuk menghasilkan kelas pneumonia.

II.IV STRATEGI PELATIHAN

Pelatihan model dilakukan selama 10 epoch menggunakan optimizer Adam dan fungsi loss binary cross-entropy. Proses pelatihan di bagi menjadi dua fase: 1. Beberapa epoch awal di mana backbone dibekukan dan hanya classifier head yang dilatih. 2. Fase fine-tuning di mana beberapa lapisan atas backbone dijalankan dan di latih dengan learning rate 0.0001 untuk penyesuaian fitur yang spesifik. Untuk mengatasi masalah class imbalance, kami menerapkan strategi class weight, yang memberikan pinalti lebih besar pada kesalahan klasifikasi kelas minoritas normal.

II.V METRIK EVALUASI

Kinerja model pada data uji di evaluasi dengan metrik berikut:

$$\boldsymbol{AKURASI} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

$$\boldsymbol{SENSITIVITAS} = \frac{TP}{TP + FN}$$

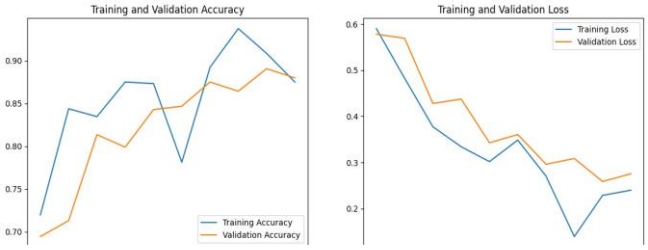
$$\boldsymbol{SPESIFISITAS} = \frac{TN}{TN + FP}$$

$$\boldsymbol{AREA\ UNDER\ THE\ CURVE\ (AUC)}$$

III. HASIL

III.I Kinerja Pelatihan Model

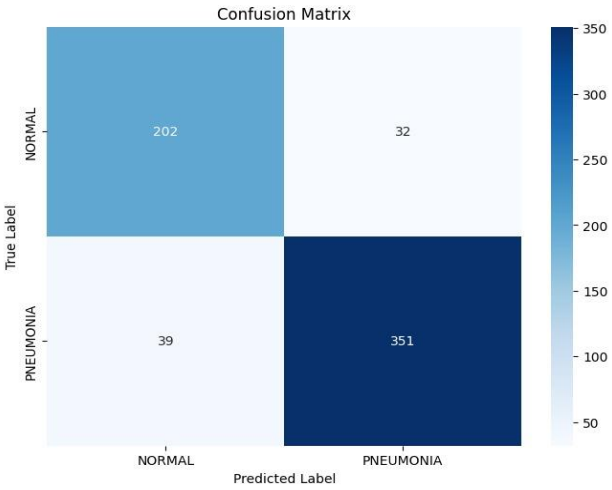
Proses pelatihan dipantau melalui kurva akurasi dan loss (**Gambar 2**). Kurva menunjukan konvergensi yang stabil dengan jarak minimal antara data latih dan validasi, mengidentifikasi bahwa model memiliki generalisasi yang baik dan tidak mengalami overfitting yang signifikan.



Gambar 2. kurva kinerja pelatihan model. (kiri) akurasi pelatihan dan validasi per epoch. (kanan) loss pelatihan dan validasi per epoch.

III.II Evaluasi Pada Data Uji

Performa final model dievaluasi pada 624 citra dari set data uji. Hasil klarifikasi dirangkum dalam pada *confusion matrix* pada (**Gambar 3**). Dengan nilai-nilai sebagai berikut: True Positif(TP): 351, True Negatif(TN): 202, False Positif(FP): 32, False Negatif(FN): 39.



Gambar 3. Confusion Matrix Pada Kinerja Model Data Uji

	precision	recall	f1-score	support
NORMAL	0.84	0.86	0.85	234
PNEUMONIA	0.92	0.90	0.91	390
accuracy			0.89	624
macro avg	0.88	0.88	0.88	624
weighted avg	0.89	0.89	0.89	624

Gambar 3.1. Classification Report Pada Kinerja Model Data Uji

III.III Analisis Kuantitatif Metrik Diagnostik

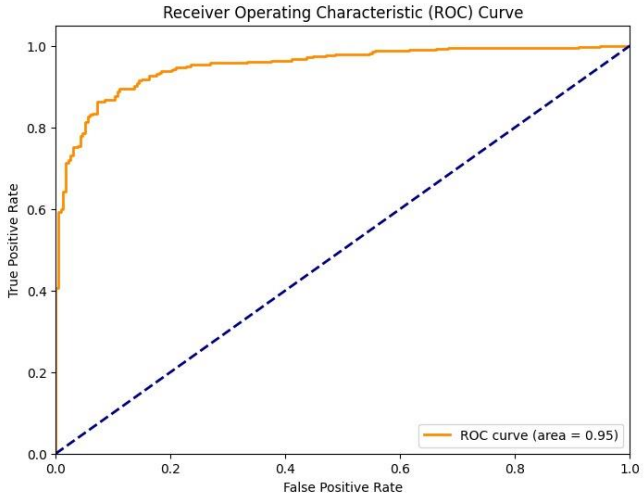
Berdasarkan Confusion Matrix, metrik kinerja diagnostik dihitung dan sajikan pada **Table 2.**

Table 2. Rincian metrik Kinerja Model pada Data Uji

Metrik	Nilai
Akurasi	**89.0%**
Sensitivitas	**90.0%**
Spesifisitas	**86.3%**
Auc	**0.95**

III.IV Kemampuan Diskriminatif Model

Kemempuan model untuk membedakan antara citra Normal dan pneumonia divisualisasi pada (**Gambar 4)**. Model mencapai nilai Area Under the Curve (AUC) sebesar 0.95, yang mengindikasikan kemampuan diskriminatif yang sangat baik.



Gambar 4. ROC model. Nilai AUC 0.95 menunjukan kemampuan diskriminatif yang sangat baik

IV. DISKUSI

IV.I Interpretasi Temuan Utama

Penelitian ini berhasil mengembangkan model deep learning dengan kinerja diagnostik yang kuat. **Sensitivitas yang tinggi 90.0%**. adalah hasil yang paling baik, ini menunjukan bahwa model mampu meminimalkan jumlah kasus pneumonia yang terlewat atau false negatif. **Spesifisitas sebesar 86.3%** menunjukan kemampuan model untuk mengidentifikasi individu sehat secara akurat. **Nilai AUC 0.95** mengonfirmasi bahwa model baik dalam membedakan antara terkena pneumonia dan normal.

IV.II Perbandingan Dengan Literatur Terdahulu

Kinerja model kita sebanding dengan penelitian lain di bidang ini. Sebagai contoh, penelitian oleh Rajpurkar yang menggunakan arsitektur yang lebih kompleks dengan hasil yang tinggi. Akan tetapi model kita menggunakan MobileNetV2, sebuah arsitektur yang ringan secara komputasi, tetapi hasil tetap tinggi. Hal ini menunjukan bahwa potensi implementasi yang besar pada sumber terbatas, seperti di fasilitas kesehatan primer.

IV.III Implikasi Klinis dan Keterbatasan

Model yang kami usulkan berpotensi membantu sebagai alat bantu keputusan. Alat ini berfungsi sebagai *triase otomatis*. Sehingga mempercepat diagnosis dan mengurangi beban kerja. Penting untuk diketahui bahwa model ini dirancang untuk membantu, bukan untuk menggantikan seorang ahli seperti dokter.

Namun model ini memiliki keterbatasan terutama pada daaset yang hanya di ambil dari lingkup tertentu. Sehingga kemampuannya dalam mengidentifikasi di lingkup berbeda masih buruk, karena terjadi perbedaan diantara dataset jadi dalam hasil uji akan buruk.

IV.IV Arah Penelitian Masa Depan

Diperlukan banyak dataset citra agar penelitian dan pembuatan model untuk meindentifikasi penyakit melalui citra medis. Selain itu, integrasi teknik Explainable AI (XAI) dapat membantu dan mempermudah penjelasan yang diidentifikasi model, ini dapat meningkatkan transparansi dan kepercayaan klinis terhadap model.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mendemonstrasikan bahwa model deep learning berbasis arsiektur MobileNetV2 dapat mendeteksi pneumonia dari citra X-ray dada secara singkat dan efektif, dengan mencapai evaluasi sensitifitas 90.0%, spesifisitas 86.3%, dan AUC 0.95. Temuan ini menunjukan potensi AI sebagai alat bantu yang baik dalam mendukung identifikasi medis dan deteksi dini pneumonia secara objektif dan lebih cepat. Penelitian yang berfokus pada validasi extreme akan sangat penting untuk mempercepat translasi ke praktik klinis.

Ketersediaan Code

kode sumber yang digunakan untuk prapemrosesan data, pelatihan, dan evaluasi model dalam penelitian ini tersedia secara publik di GitHub pada alamat berikut: https://github.com/paijolemu/pneumonia-detector repositori ini mencakup skrip yang diperlukan untuk mereplikasi hasil yang disajikan dalam paper ini.

UCAPAN TERIMAKASIH

REFERENSI

[1] World Health Organization, “Pneumonia in Children” 11 November 2022. [Online]. Available: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia. [Accessed: 03-Nov-2025]

[2] A. S. Ginsburg and E. D. McCollum, "Artificial intelligence and pneumonia: a rapidly evolving frontier," *Lancet Global Health*, vol. 11, no. 12, pp.e1849–e1850, Dec. 2023. doi:10.1016/S2214-109X(23)00463-1.

[3] D.S. Kermany, K. Zhang, and M. Goldbaum, “Labeled Optical Coherence Tomography (OCT) and Chest X-ray Images for Classification” Mendeley Data, V2, 2018. [Online]. doi: 10.17632/rscbjbr9sj.2.

[4] S. Reddy, "Explainability and artificial intelligence in medicine," The Lancet Digit Health,vol. 4, no. 4, pp.e214e215, Apr.2022. doi:10.1016/S2589-7500(22)00029-2.

[5] H. L. Xu et al., "Artificial intelligence performance in image-based ovarian cancer identification: A systematic review and meta-analysis," eClinicalMedicine,2022. Doi: 10.1016/j.eclim.2022.101662