

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pneumonia merupakan penyakit pernapasan serius dan menjadi salah satu masalah kesehatan global maupun nasional. Data *Global Burden of Disease* (GBD) 2021 menunjukkan bahwa pneumonia menyumbang sekitar 2,1 juta kematian di seluruh dunia. Data tersebut juga menunjukkan bahwa kelompok usia di bawah 5 tahun sangat rentan terhadap pneumonia, yang menyebabkan sekitar 500.000 kematian. Setiap hari, hampir 2.200 anak balita meninggal karena pneumonia, setara dengan satu anak setiap 39 detik. Di Indonesia, pneumonia juga menjadi beban kesehatan utama anak-anak. Pneumonia menyumbang 16% dari keseluruhan kematian balita pada 2018 dan merupakan penyebab kematian anak usia <5 tahun terbesar kedua pada 2017. Pada tahun 2018 diperkirakan sekitar 19.000 anak di bawah lima tahun meninggal akibat pneumonia di Indonesia (Pasha & Budiman, 2025).

Akan tetapi, pemeriksaan dan penafsiran citra X-Ray secara manual oleh tenaga kesehatan sangat dipengaruhi oleh pengalaman dan keterampilan individu. Variasi dalam penafsiran dan kelelahan pekerjaan bisa menyebabkan kesalahan dalam diagnosis. Dengan berkembangnya teknologi Kecerdasan Buatan (AI) yang cepat, terutama dalam metode *deep learning*, kemungkinan untuk mengotomatisasi diagnosis pneumonia dari gambar X-ray semakin besar. Model *Convolutional Neural Network* (CNN) telah banyak digunakan karena kemampuannya mengekstrak fitur gambar secara otomatis, mengalahkan metode konvensional dalam klasifikasi citra medis seperti pneumonia (Alshanketi et al., 2025).

Pelatihan CNN secara langsung (dari nol) memerlukan data dalam jumlah besar dan kapasitas komputasi yang tinggi, yang merupakan tantangan umum di bidang media di mana data dengan anotasi yang baik susah didapat. *Transfer learning* muncul sebagai solusi dengan menyesuaikan model CNN yang telah dilatih pada dataset besar seperti ImageNet, kemudian disesuaikan untuk tugas spesifik seperti klasifikasi pneumonia pada rontgen dada. Efektivitas pendekatan transfer learning dalam klasifikasi pneumonia berbasis citra X-ray

dada telah dibuktikan oleh (Alshanketi et al., 2025) yang menunjukkan bahwa penggunaan model CNN pralatih seperti DenseNet-121 mampu meningkatkan efisiensi pelatihan dan mencapai tingkat akurasi lebih dari 90%.

DenseNet-121 adalah arsitektur CNN yang mengaitkan setiap lapisan dengan semua lapisan sebelumnya, sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan fitur dan mencegah kehilangan informasi selama proses pelatihan (Wafi et al., 2025). (Kundu et al., 2021) menunjukkan keberhasilan DenseNet-121 dalam mengidentifikasi pneumonia pada gambar dada dengan akurasi 98,81% pada dataset Kermany dan 86,85% pada dataset RSNA, yang menandakan keandalan pendekatan ini dalam bidang medis.

Namun, keberhasilan metode deep learning tetap menyisakan tantangan signifikan terkait dengan interprebilitas model. CNN sering dianggap sebagai "*black box*" karena sulitnya memahami keputusan yang dibuat oleh model, sehingga menimbulkan keraguan di kalangan tenaga medis dalam mempercayai hasil diagnosis otomatis (Mahamud et al., 2024). Karena itu, penggabungan metode *Explainable Artificial Intelligence* (XAI) sangat krusial untuk memberikan kejelasan dan penjelasan tentang kriteria yang dipakai model dalam menghasilkan keputusan klasifikasi.

Metode seperti *Grad-CAM* (*Gradient-weighted Class Activation Mapping*) memungkinkan visualisasi area mana pada gambar X-Ray yang memiliki dampak signifikan terhadap prediksi model, memberikan ilustrasi yang dapat dipahami oleh dokter. Metode lain seperti *LIME* (*Local Interpretable Model-agnostic Explanations*) dan *SHAP* (*SHAPley Additive exPlanations*) juga sering dimanfaatkan untuk memberikan penjelasan mengenai keputusan model baik secara lokal maupun global (Mahamud et al., 2024).

Pengintegrasian DenseNet-121 dengan metode XAI dipercaya dapat menghasilkan diagnosis yang tidak hanya tepat tetapi juga dapat dimengerti dan divalidasi oleh tenaga kesehatan, sehingga meningkatkan kepercayaan dan penerimaan sistem diagnostik otomatis. Studi yang mengintegrasikan transfer learning DenseNet-121 dan XAI diharapkan dapat memenuhi kebutuhan klinis di era digitalisasi diagnosis medis, khususnya dalam aspek transparansi dan interpretasi hasil (R et al., 2025).

Dari segi teknik, penerapan DenseNet-121 sebagai model dasar untuk transfer learning juga menawarkan keunggulan dalam analisis citra medis. Dengan lapisan yang terorganisir secara rapat dan sistem pengiriman informasi antar lapisan, DenseNet-121 berhasil mengatasi isu hilangnya informasi dan *overfitting*, terutama pada dataset medis dengan jumlah sampel yang terbatas (Arulananth et al., 2024). Maka, DenseNet-121 adalah pilihan yang ideal untuk mendukung pengembangan sistem diagnosis pneumonia yang kuat dan dapat diandalkan.

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem deteksi pneumonia yang akurat dan mudah dipahami melalui pengintegrasian DenseNet-121 dan Explainable Artificial Intelligence (XAI). Sistem ini diharapkan dapat menjadi alat bantu diagnosis yang terpercaya bagi tenaga medis serta berkontribusi dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan dan mengurangi kesalahan diagnosis pneumonia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dapat di rumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan Transfer Learning menggunakan arsitektur CNN DenseNet-121 serta pemanfaatan Explainable Artificial Intelligence (Grad-CAM) dalam mendeteksi pneumonia pada citra X-Ray dada menggunakan dataset X-Chest Ray?
2. Berapa tingkat akurasi yang dihasilkan oleh metode CNN menggunakan Arsitektur DenseNet-121 dengan Grad-CAM dalam mengklasifikasikan citra X-Ray dada normal dan pneumonia pada dataset X-Chest Ray?

1.3 Tujuan

Adapun beberapa tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan model deteksi pneumonia pada citra X-Ray dada menggunakan metode *Transfer Learning* berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur DenseNet-121 yang

dilengkapi dengan teknik *Explainable AI* (XAI) untuk interpretasi hasil diagnosis.

2. Mengukur dan mengevaluasi tingkat akurasi serta performa model *Transfer Learning* CNN berbasis DenseNet-121 yang dilengkapi XAI dalam klasifikasi pneumonia pada dataset X-Chest Ray.
3. Menganalisis efektivitas penggunaan teknik *Explainable AI* dalam membantu tenaga medis memahami, memverifikasi, dan mempercayai hasil diagnosis otomatis dari model CNN berbasis DenseNet-121.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Menghasilkan model klasifikasi citra X-Ray dada menggunakan CNN DenseNet-121 berbasis Transfer Learning yang memiliki kinerja optimal dalam membedakan kelas normal dan pneumonia..
2. Menyediakan visualisasi interpretasi model menggunakan metode Explainable Artificial Intelligence (Grad-CAM) untuk menunjukkan area citra yang berkontribusi terhadap hasil klasifikasi.
3. Memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem klasifikasi citra medis berbasis deep learning sebagai referensi penelitian selanjutnya.
4. Meningkatkan transparansi model deep learning melalui pendekatan Explainable AI sehingga proses pengambilan keputusan model dapat dianalisis dan dipahami secara sistematis.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Adapun ruang lingkup yang dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah dataset *X-Chest Ray* yang berisi citra X-Ray dada dengan label pneumonia dan normal sebagai data utama untuk pelatihan dan pengujian model.
2. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah *transfer learning* dengan arsitektur DenseNet-121 sebagai *backbone* CNN untuk klasifikasi pneumonia.

3. Menggunakan Teknik *Explainable AI* (XAI) seperti *Grad-CAM* yang akan diintegrasikan untuk memberikan interpretasi visual hasil diagnosis model.
4. Pengujian dan evaluasi model akan dilakukan berdasarkan metrik akurasi, presisi, *recall*, *F1-score*, serta kemampuan interpretasi hasil oleh tenaga medis.