

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pneumonia merupakan infeksi saluran pernapasan akut yang menyerang paru-paru, menyebabkan kantung udara (alveolar) terisi dengan cairan atau nanah, sehingga menghambat pernapasan dan pertukaran oksigen [1]. Di Indonesia, pneumonia menjadi ancaman serius bagi kesehatan masyarakat. Data WHO tahun 2021 menunjukkan pneumonia menyebabkan 740.000 kematian pada anak di bawah usia 5 tahun, atau setara dengan 14% dari total kematian balita di seluruh dunia [2]. Laporan dari Kemenkes per Juli 2025 mencatat lonjakan kasus pneumonia yang dilaporkan dari 715.760 kasus pada tahun 2023 menjadi 857.843 kasus pada tahun 2024 [3].

Diagnosis pneumonia secara klinis sangat bergantung pada interpretasi citra X-Ray dada untuk memastikan adanya penumpukan cairan pada paru-paru [4]. Namun, metode diagnostik standar ini memiliki keterbatasan yang signifikan. Interpretasi manual oleh radiolog bersifat subjektif dan rentan terhadap variabilitas antar-penilai yang tinggi [5]. Studi menunjukkan bahwa sebagian besar, antara 60% hingga 80%, kesalahan diagnosis dalam radiologi berasal dari kesalahan perseptual yaitu kegagalan melihat temuan yang ada yang sering kali diperburuk oleh faktor kelelahan dan beban kerja yang tinggi. Keterbatasan ini menciptakan kebutuhan mendesak akan alat bantu diagnosis yang lebih objektif dan konsisten [6].

Untuk menjawab hal itu, model *deep learning* (DL), khususnya Convolutional Neural Networks (CNN), telah dikembangkan dan menunjukkan kemampuan luar biasa dalam mendeteksi pneumonia dari citra X-Ray, dengan tingkat akurasi yang sering kali setara atau bahkan melampaui kemampuan manusia. Akan tetapi, keunggulan akurasi ini membawa masalah fundamental baru yaitu sifat kotak hitam (*blackbox*) dari model *deep learning* (DL). Model-model ini, meskipun akurat, memiliki proses pengambilan keputusan internal yang buram dan tidak dapat dipahami oleh manusia. Dalam konteks medis yang berisiko tinggi, kurangnya transparansi ini menjadi penghalang yang serius, karena para klinisi

tidak dapat memvalidasi atau memercayai alasan di balik diagnosis yang dihasilkan [7].

Studi ini bertujuan untuk menangani permasalahan tersebut dengan menerapkan Grad-CAM pada model yang dilatih untuk deteksi pneumonia. Grad-CAM mampu menghasilkan *heatmap* atau peta panas visual yang menyoroti wilayah spesifik pada citra X-Ray yang dianggap paling penting oleh model untuk membuat prediksi [8]. Dengan demikian, sasaran akhir dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan model diagnosis yang tidak hanya akurat secara teknis, tetapi juga transparan dan juga dapat dipercaya untuk implementasi klinis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Terdapat intransparansi keputusan (sifat *black-box*) pada model *deep learning* dalam deteksi pneumonia pada citra X-Ray yang dikaji melalui analisis kinerja model dan penerapan Grad-CAM.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat berjalan sesuai tujuan, peneliti membatasi masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menggunakan dataset citra X-Ray yang tersedia secara publik.
2. Fokus penelitian ini adalah citra radiografi 2D (X-Ray) dan tidak mencakup pencitraan medis lainnya seperti *CTScan* atau MRI.
3. Arsitektur model *deep learning* yang digunakan dalam penelitian ini adalah DenseNet121.
4. Model *deep learning* yang dikembangkan hanya difokuskan pada tugas klasifikasi biner, yaitu membedakan antara paru-paru normal dan paru-paru dengan pneumonia serta tidak mencakup deteksi penyakit paru-paru lainnya.
5. Metode interpretasi yang digunakan terbatas hanya pada Grad-CAM

1.4 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang diangkat, tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis hasil visualisasi Grad-CAM sebagai upaya untuk meningkatkan transparansi keputusan model deep learning dan mengurangi sifat *black-box* pada proses deteksi pneumonia.
2. Menerapkan metode Grad-CAM pada model deep learning untuk memvisualisasikan wilayah fokus (*heatmap*) yang mendasari keputusan klasifikasi.
3. Mengukur kinerja model *deep learning* dalam mendeteksi pneumonia pada citra X-Ray berdasarkan metrik evaluasi, meliputi akurasi, presisi, recall, dan F1-score.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dalam pengembangan teknologi kecerdasan buatan yang transparan dan dapat dipercaya untuk bidang kesehatan, khususnya dalam deteksi pneumonia melalui citra X-Ray. Dengan mengintegrasikan Grad-CAM ke dalam model *deep learning*, penelitian ini tidak hanya meningkatkan akurasi deteksi penyakit, tetapi juga memperkuat kemampuan interpretasi hasil yang dihasilkan oleh sistem. Selain itu, penelitian ini berpotensi menjadi dasar bagi pengembangan sistem pendukung keputusan medis yang lebih transparan, membantu proses diagnosis menjadi lebih cepat, objektif, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan Latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat teori-teori yang relevan dengan topik penelitian, termasuk kajian

literatur, hasil-hasil penelitian terdahulu, serta landasan teori yang mendukung pemilihan metode dan pendekatan dalam penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk jenis dan sumber data, teknik pengumpulan data, tahap preprocessing data, pemilihan model pre-trained, alur penerapan Grad-CAM, evaluasi model dan alur kerja penelitian secara keseluruhan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi Grad-CAM pada model pre-trained, analisis performa model, serta pembahasan mengenai hasil penelitian dan relevansinya dengan tujuan penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang dapat dijadikan masukan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

