

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Penyakit paru-paru, seperti COVID-19, pneumonia, dan lung opacity, merupakan isu kesehatan yang signifikan dan memerlukan deteksi dini untuk mencegah penyebaran penyakit serta meningkatkan efektivitas pengobatan. Sejak munculnya pandemi COVID-19, kebutuhan akan metode diagnostik yang cepat, akurat, dan andal semakin meningkat, khususnya melalui penggunaan modalitas pencitraan medis seperti sinar-X dan CT scan. Penelitian sebelumnya mengindikasikan bahwa kecerdasan buatan, khususnya teknik *deep learning*, memiliki potensi besar dalam mendukung proses diagnosis medis secara cepat dan presisi, bahkan dalam situasi yang membutuhkan akurasi tinggi, sebagaimana dibuktikan oleh [1] untuk deteksi COVID-19 menggunakan citra CT scan. Namun, ketergantungan pada diagnosis manual oleh tenaga medis sering kali menjadi tantangan, terutama di wilayah yang menghadapi keterbatasan tenaga ahli serta tingginya jumlah kasus.

Model YOLO merupakan salah satu pendekatan deteksi objek yang paling banyak digunakan, dikenal karena kemampuannya dalam melakukan deteksi secara waktu nyata dengan akurasi tinggi. Dalam perkembangannya, YOLOv11 menghadirkan peningkatan dalam hal akurasi deteksi dan efisiensi waktu, sehingga menjadi salah satu kandidat unggulan untuk aplikasi di bidang medis. Meskipun demikian, arsitektur YOLO yang dirancang untuk tugas deteksi objek secara umum membutuhkan penyesuaian agar dapat berfungsi secara optimal pada citra medis, khususnya pada sinar-X dan CT scan paru-paru yang memiliki karakteristik visual berbeda dari objek sehari-hari. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan YOLO dalam deteksi citra medis dapat menghadapi tantangan terkait efisiensi komputasi dan sensitivitas terhadap pola visual yang lebih halus dan kompleks [2][3].

Topik dan Batasannya

Penelitian ini berfokus pada pengembangan model YOLOv11 yang dimodifikasi untuk meningkatkan performanya dalam mendeteksi penyakit paru-paru. Modifikasi dilakukan pada arsitektur *backbone* model dengan mengintegrasikan *Depthwise Separable Convolution* dan blok ELAN guna meningkatkan efisiensi komputasi tanpa mengurangi tingkat akurasi. Arsitektur YOLOv11 yang telah dimodifikasi dirancang untuk mendeteksi empat kelas penyakit paru-paru, yaitu COVID-19, lung opacity, pneumonia, dan normal. Pemilihan keempat kelas ini bertujuan untuk mencakup spektrum kondisi yang sering ditemukan dalam diagnosis menggunakan citra sinar-X paru-paru, sebagaimana diilustrasikan dalam penelitian sebelumnya [4][5] yang menerapkan pembelajaran transfer dengan CNN untuk mengidentifikasi COVID-19 melalui citra sinar-X.

Batasan pada penelitian ini pada penggunaan citra sinar-X paru-paru sebagai data utama, dengan fokus pada identifikasi empat kelas penyakit tersebut. Model yang dikembangkan dioptimalkan untuk digunakan pada perangkat dengan keterbatasan komputasi, dengan mempertimbangkan kendala sumber daya, termasuk keterbatasan perangkat keras dan jumlah data yang relatif terbatas.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model deteksi penyakit paru-paru berbasis YOLOv11 yang telah dimodifikasi, dengan fokus pada peningkatan efisiensi komputasi tanpa mengurangi tingkat akurasi. Secara khusus, penelitian ini mengoptimalkan arsitektur YOLOv11 pada komponen *backbone* dan *head* dengan menerapkan *Depthwise Separable Convolution* serta blok ELAN, sehingga jumlah parameter yang diperlukan dapat diminimalkan. Selain itu, penelitian ini mengevaluasi performa model dalam mengidentifikasi empat kategori penyakit paru-paru, yaitu COVID-19, lung opacity, pneumonia, dan normal, menggunakan metrik evaluasi seperti precision, recall, mAP50, dan mAP50-95, sesuai standar yang umum digunakan dalam penelitian deteksi COVID-19 [6]. Model yang dikembangkan diharapkan mampu diimplementasikan secara efektif pada perangkat dengan keterbatasan daya komputasi, sehingga mendukung adopsi teknologi AI dalam diagnosis medis, khususnya untuk deteksi penyakit paru-paru yang cepat dan efisien.