

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir, kemajuan teknologi pencitraan medis telah merevolusi praktik diagnosis dan perawatan kesehatan. Di antara berbagai modalitas yang tersedia, radiografi dada (*X-Ray thorax*) tetap menjadi salah satu pemeriksaan yang paling banyak digunakan di seluruh dunia, karena biayanya yang terjangkau, ketersediaan yang luas, dan dosis radiasi yang relatif rendah [1]. Pemeriksaan ini menjadi tulang punggung diagnosis untuk berbagai kondisi patologis yang menjadi beban kesehatan masyarakat dunia, mulai dari pneumonia, tuberkulosis (TBC), kanker paru, hingga COVID-19 [2].

Namun, di balik manfaat besarnya, proses membaca hasil *X-Ray* dada memiliki beberapa kendala utama. Hasil interpretasi sangat tergantung pada keahlian dan pengalaman pribadi dari dokter radiologi yang meninjaunya. Hal ini dapat menimbulkan beberapa masalah, seperti:

- Perbedaan hasil baca antara satu dokter dengan dokter lainnya.
- Mata yang lelah karena harus memeriksa banyak gambar.
- Beban kerja yang tinggi akibat banyaknya pasien.

Kondisi-kondisi di atas berisiko menyebabkan diagnosis yang tidak konsisten, tertundanya penanganan, dan kesalahan yang dilakukan manusia [3]. Kesulitan ini menjadi lebih berat saat dokter harus menganalisis tanda-tanda penyakit yang samar atau pada bagian tubuh yang saling bertumpuk dalam gambar, misalnya area yang tertutupi oleh tulang rusuk atau jantung.

Dalam konteks inilah, segmentasi citra proses memisahkan objek atau *region of interest* (ROI) dari latar belakangnya muncul sebagai langkah kritis yang mendahului diagnosis yang terukur. Segmentasi paru-paru yang akurat, misalnya, merupakan prasyarat untuk analisis kuantitatif lebih lanjut seperti pengukuran ukuran jantung relatif terhadap rongga dada menggunakan *cardiothoracic ratio* (CTR), identifikasi bintik atau massa mencurigakan, atau deteksi area paru yang mengalami penebalan atau cairan. Sayangnya, segmentasi manual oleh ahli tidak hanya memakan waktu tetapi juga rentan terhadap subjektivitas.

Perkembangan Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence/AI*), khususnya *Deep Learning* [4], telah membuka paradigma baru dalam analisis citra medis. Arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) [5] seperti U-Net telah menjadi arsitektur yang paling umum dan banyak digunakan untuk tugas segmentasi biomedis karena kemampuannya yang efektif bahkan dengan data terbatas, berkat desain *encoder-decoder* dan *skip connections* yang mempertahankan informasi spasial [6]. Namun, U-Net konvensional memiliki keterbatasan. Ketika kedalaman jaringan (*depth*) ditingkatkan untuk menangkap fitur yang lebih kompleks, jaringan dapat mengalami masalah degradasi (*degradation problem*), di mana akurasi justru jenuh dan kemudian menurun, menghambat potensi performa maksimalnya.

Solusi atas masalah ini datang dari konsep *Residual Learning* (Pembelajaran Sisa) yang diperkenalkan dalam arsitektur ResNet [7]. Dengan memperkenalkan skip connection yang memungkinkan jaringan mempelajari fungsi sisa (*residual function*), ResNet memudahkan proses pelatihan untuk arsitektur neural network yang memiliki jumlah lapisan sangat banyak secara efektif, memenangi berbagai kompetisi visi komputer dan menjadi fondasi banyak model modern.

Konvergensi antara kekuatan U-Net dalam segmentasi dan keunggulan ResNet dalam pelatihan jaringan yang dalam melahirkan sebuah arsitektur hibrida yang powerful: Deep Residual U-Net (ResUNet) [8]. Integrasi blok residual ke dalam kerangka U-Net ini dihipotesiskan dapat menciptakan model yang lebih dalam, stabil, dan mampu menghasilkan segmentasi yang lebih presisi untuk citra *X-Ray* dada yang kompleks.

Berdasarkan latar belakang ini, penelitian ini mengusulkan untuk mengimplementasikan dan mengevaluasi kinerja arsitektur ResUNet untuk tugas segmentasi citra *X-Ray* dada. Dengan menyempurnakan kelemahan U-Net standar menggunakan metode terbaru dalam bidang *deep learning*, penelitian ini bertujuan untuk berkontribusi dalam pengembangan alat bantu diagnosis (*computer-aided diagnosis/CAD*) yang lebih andal, cepat, dan konsisten, yang pada akhirnya dapat mendukung tenaga medis dalam memberikan pelayanan kesehatan yang lebih baik.

1.2. Rumusan Masalah

1.2.1 Permasalahan

Segmentasi citra medis, khususnya pada organ paru-paru melalui citra *X-Ray* dada, merupakan langkah penting dalam diagnosis berbagai penyakit pernapasan. Proses segmentasi manual yang dilakukan oleh tenaga medis memakan waktu dan rentan terhadap subjektivitas. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan otomatis yang dapat membantu menghasilkan segmentasi paru secara cepat dan akurat. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini mengangkat permasalahan utama yaitu bagaimana mengimplementasikan segmentasi citra *X-Ray* dada menggunakan arsitektur ResUNet.

1.2.2 Solusi Permasalahan

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan penggunaan arsitektur ResUNet. Arsitektur ini dipilih karena menggabungkan keunggulan U-Net dalam segmentasi medis dengan konsep residual learning yang mampu mengatasi masalah gradien hilang (*vanishing gradient*) pada jaringan saraf tiruan yang dalam. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem dapat menghasilkan segmentasi paru dengan kinerja terbaik melalui serangkaian uji coba pada dataset citra *X-Ray* dada.

1.2.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan solusi yang diusulkan, maka pertanyaan penelitian yang akan dijawab dalam studi ini adalah:

1. Bagaimana mengimplementasikan arsitektur ResUNet untuk melakukan segmentasi pada citra *X-Ray* dada?
2. Seberapa besar tingkat akurasi segmentasi yang dihasilkan oleh model ResUNet berdasarkan metrik evaluasi *Dice Coefficient* dan IoU?

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan mendalam, diperlukan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Objek yang akan dianalisis hanya terdiri dari citra *X-Ray* dada saja.
2. Metode yang digunakan hanya terbatas pada metode ResUNet.
3. Evaluasi menggunakan *Dice Coefficient* dan *IoU*.
4. *Dataset* yang digunakan bersumber dari link berikut
<https://www.kaggle.com/datasets/anasmohammedtahir/covidqu>.

1.4. Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Sesuai dengan rumusan masalah yang telah dipaparkan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengimplementasikan arsitektur ResUNet untuk segmentasi paru.
2. Menghasilkan *mask* segmentasi paru secara otomatis.
3. Mengevaluasi performa model menggunakan metrik evaluasi segmentasi.

1.4.2 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, baik secara praktis maupun akademis, antara lain:

1. Mengurangi beban kerja radiolog dengan menyediakan segmentasi otomatis yang cepat dan akurat.
2. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan rujukan untuk membangun model klasifikasi dalam menentukan status penyakit pasien secara cepat dan akurat dari citra *x-ray* dada.

1.5 Sistematika Laporan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang mengenai persoalan yang dibahas, solusi yang diusulkan untuk menyelesaikan permasalahan serta manfaat diterapkannya solusi yang diusulkan dan sistematika penulisan laporan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berisi perihal pembahasan teori terkait *Deep Learning Convolutional Neural Network*, ResUNet, dan penelitian sebelumnya yang terkait dengan segmentasi.

BAB III METODE USULAN

Pada bab ini menjelaskan tentang dataset yang akan digunakan, spesifikasi perangkat, arsitektur sistem, arsitektur training dan testing, dan jadwal pengerjaan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi mengenai lingkungan untuk uji coba arsitektur ResUNet, library yang akan digunakan dalam arsitektur ResUNet, penjelasan mengenai tahap pembuatan dan struktur kode dari arsitektur ResUNet, serta hasil uji coba dengan menggunakan *epoch* yang berbeda.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian dan juga saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.