

PERUMUSAN MASALAH PENELITIAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) telah membawa perubahan besar dalam berbagai bidang, termasuk dunia kesehatan. Salah satu bidang yang mengalami kemajuan pesat adalah pengolahan citra medis (medical image processing), yang memungkinkan komputer untuk membantu tenaga medis dalam mendiagnosis berbagai penyakit secara cepat dan akurat. Di antara berbagai jenis penyakit yang dapat dideteksi melalui citra medis, pneumonia masih menjadi salah satu penyebab utama kematian di seluruh dunia, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia.

Menurut data World Health Organization (WHO), pneumonia menyebabkan lebih dari 2,5 juta kematian setiap tahunnya, termasuk sekitar 740.000 kematian anak-anak di bawah usia lima tahun. Pneumonia merupakan infeksi yang menyerang kantung udara (alveoli) pada paru-paru, yang dapat diisi cairan atau nanah sehingga menyebabkan gangguan pernapasan, demam, batuk, dan nyeri dada. Diagnosis pneumonia yang cepat dan akurat sangat penting untuk menentukan langkah pengobatan yang tepat. Namun dalam praktiknya, proses diagnosis masih sangat bergantung pada hasil pemeriksaan foto rontgen dada (Chest X-Ray) yang ditafsirkan oleh radiolog, sehingga sangat dipengaruhi oleh faktor subjektivitas dan tingkat kelelahan manusia.

Masalah lain yang sering muncul adalah keterbatasan jumlah radiolog. Di sisi lain, pemeriksaan manual terhadap ratusan citra X-Ray dalam satu hari dapat menurunkan tingkat ketelitian radiolog. Oleh karena itu, pengembangan sistem deteksi otomatis berbasis kecerdasan buatan menjadi solusi potensial untuk membantu proses diagnosis penyakit paru seperti pneumonia secara lebih cepat, objektif, dan efisien.

Dalam beberapa tahun terakhir, metode Deep Learning, khususnya Convolutional Neural Network (CNN), telah banyak digunakan untuk klasifikasi citra medis. CNN mampu mempelajari pola visual kompleks secara otomatis dari data citra, dan telah menunjukkan performa yang menjanjikan dalam mendeteksi berbagai penyakit, termasuk pneumonia, tuberculosis, dan kanker paru. Namun, CNN memiliki keterbatasan mendasar, yaitu hanya mampu mengekstraksi fitur lokal dalam wilayah konvolusi tertentu, sehingga sering gagal dalam memahami hubungan global antar bagian citra yang mungkin penting untuk diagnosis medis.

Untuk mengatasi kelemahan tersebut, muncul arsitektur baru bernama Vision Transformer (ViT) yang diadaptasi dari keberhasilan model Transformer pada bidang Natural Language Processing (NLP). ViT memecah citra menjadi beberapa patch dan menggunakan mekanisme self-attention untuk memahami hubungan antar patch, sehingga mampu menangkap informasi global yang tidak dapat diperoleh oleh CNN. Walaupun begitu, ViT juga memiliki kekurangan, terutama dalam menangkap detail spasial lokal yang sangat penting pada citra medis seperti X-Ray, di mana perbedaan antara paru-paru normal dan pneumonia bisa sangat halus.

Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal, beberapa peneliti mulai menggabungkan CNN dan Transformer menjadi model hybrid, yang memanfaatkan keunggulan keduanya. Salah satu pendekatan yang menarik adalah Inception Convolutional Vision Transformer (ICViT), yaitu kombinasi arsitektur Inception Network dan Vision Transformer. Inception Network memiliki kemampuan mengekstraksi fitur pada berbagai skala melalui konvolusi multi-kernel (1×1 , 3×3 , 5×5), sedangkan Vision Transformer unggul dalam memahami hubungan global antar patch. Dengan mengombinasikan kedua pendekatan ini, diharapkan model dapat menangkap informasi lokal dan global secara bersamaan, sehingga menghasilkan performa klasifikasi yang lebih akurat.

Penelitian ini berfokus pada klasifikasi citra X-Ray paru-paru untuk deteksi pneumonia menggunakan model Inception Convolutional Vision Transformer (ICViT). Model ini akan diuji menggunakan dataset citra X-Ray paru-paru dari sumber terbuka, seperti Kaggle Chest X-Ray Pneumonia Dataset, yang berisi ribuan citra paru normal dan paru yang terinfeksi pneumonia. Melalui pelatihan dan pengujian model, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem pendeteksi pneumonia otomatis yang memiliki tingkat akurasi tinggi, serta dapat digunakan sebagai alat bantu diagnosis bagi tenaga medis, khususnya di daerah yang kekurangan radiolog.

Dengan demikian, penelitian ini memiliki urgensi tinggi karena tidak hanya berkontribusi pada pengembangan teknologi Artificial Intelligence di bidang medis, tetapi juga memiliki potensi dampak sosial yang besar, yaitu membantu proses diagnosis penyakit paru secara lebih cepat, akurat, dan efisien. Selain itu, pengembangan model hybrid seperti ICViT juga membuka peluang riset lanjutan dalam aplikasi Transformer untuk pengolahan citra medis, yang saat ini menjadi salah satu topik terdepan dalam dunia penelitian kecerdasan buatan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses penerapan metode Inception Convolutional Vision Transformer (ICViT) dapat digunakan untuk mengklasifikasikan citra X-Ray paru-paru dalam mendeteksi pneumonia?
2. Seberapa besar tingkat akurasi dan efektivitas model ICViT dalam membedakan citra paru normal dan citra paru yang terinfeksi pneumonia?
3. Bagaimana performa model ICViT dibandingkan dengan model deep learning konvensional seperti Convolutional Neural Network (CNN) dan Vision Transformer (ViT) dalam hal akurasi, presisi, dan *recall*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Menerapkan metode Inception Convolutional Vision Transformer (ICViT) untuk melakukan klasifikasi citra X-Ray paru-paru dalam mendeteksi penyakit pneumonia.
2. Mengetahui tingkat akurasi dan efektivitas model ICViT dalam membedakan antara citra paru normal dan citra paru yang terinfeksi pneumonia.
3. Membandingkan performa model ICViT dengan model deep learning konvensional seperti Convolutional Neural Network (CNN) dan Vision Transformer (ViT) dalam hal akurasi, presisi, dan recall.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik dari sisi teoretis maupun praktis, sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan metode *Deep Learning* di bidang pengolahan citra medis, khususnya pada penerapan arsitektur hybrid Inception Convolutional Vision Transformer (ICViT).
2. Menjadi referensi tambahan bagi penelitian selanjutnya yang ingin menggabungkan pendekatan Convolutional Neural Network (CNN) dan Vision Transformer (ViT) untuk meningkatkan performa klasifikasi citra.
3. Menunjukkan potensi dan efektivitas model Transformer dalam domain citra medis, yang sebelumnya lebih banyak digunakan dalam pemrosesan bahasa alami (*Natural Language Processing*).

2. Manfaat Praktis

1. Menghasilkan model deteksi pneumonia otomatis berbasis citra X-Ray, sehingga dapat membantu tenaga medis dalam proses diagnosis penyakit paru secara cepat dan objektif.
2. Memberikan wawasan dan contoh penerapan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) dalam bidang kesehatan yang relevan dengan kebutuhan industri 4.0 dan transformasi digital sektor medis.
3. Dapat dijadikan bahan pembelajaran atau referensi praktikum bagi mahasiswa di bidang Informatika atau Data Science yang mempelajari pengolahan citra dan *Deep Learning*.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki ruang lingkup yang telah ditentukan secara spesifik agar fokus penelitian tetap pada tujuan utama. Maka dari itu, batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada klasifikasi citra X-Ray paru-paru untuk mendeteksi penyakit pneumonia dengan dua kategori data, yaitu paru-paru normal dan paru-paru yang terinfeksi pneumonia.
2. Dataset yang digunakan merupakan Chest X-Ray Pneumonia Dataset yang diperoleh dari platform Kaggle, dan hanya mencakup citra X-Ray dada (chest X-Ray) tanpa melibatkan jenis citra medis lain seperti CT-Scan atau MRI.
3. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah Inception Convolutional Vision Transformer (ICViT) sebagai model utama, dengan Convolutional Neural Network (CNN) dan Vision Transformer (ViT) sebagai model pembanding untuk evaluasi performa.
4. Proses penelitian hanya mencakup tahapan pengumpulan data, preprocessing, pelatihan model, pengujian model, serta evaluasi hasil klasifikasi menggunakan metrik seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.
5. Penelitian ini tidak membahas pengembangan antarmuka grafis (GUI) atau integrasi sistem ke perangkat medis secara langsung, melainkan fokus pada analisis performa model dalam mendeteksi pneumonia dari citra X-Ray.
6. Seluruh proses pelatihan dan pengujian model dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka *deep learning* seperti TensorFlow atau PyTorch, serta dijalankan di lingkungan komputasi seperti Google Colab.