

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang PRO-STEP : Road to Champion Program

Tuberkulosis (TB) masih menjadi salah satu penyakit infeksi paling signifikan secara global dan termasuk dalam penyebab utama kematian akibat satu agen infeksi. Berdasarkan laporan kesehatan dunia, jutaan kasus baru TB tercatat setiap tahunnya, dengan beban tertinggi terjadi di negara berkembang yang sering kali memiliki keterbatasan dalam infrastruktur layanan kesehatan serta sumber daya diagnostik [1]. Deteksi dini menjadi sangat penting tidak hanya untuk meningkatkan peluang kesembuhan pasien, tetapi juga untuk mengurangi penyebaran penyakit di masyarakat.

Citra rontgen dada (chest X-ray) banyak digunakan sebagai alat skrining utama untuk TB karena sifatnya yang mudah diakses, relatif murah, dan mampu menunjukkan kelainan paru-paru [2]. Metode ini memainkan peran penting dalam program skrining skala besar, terutama di wilayah dengan tingkat kasus tinggi. Namun demikian, interpretasi citra X-ray masih menjadi tantangan besar karena sangat bergantung pada keahlian radiolog. Selain itu, terdapat variabilitas antar pengamat (inter-observer variability), kelelahan, serta potensi kesalahan diagnosis [3]. Keterbatasan ini dapat menyebabkan keterlambatan diagnosis atau kesalahan klasifikasi, terutama pada kasus TB tahap awal yang memiliki ciri yang tidak terlalu jelas.

Perkembangan terbaru dalam kecerdasan buatan, khususnya deep learning, telah menunjukkan potensi besar dalam analisis citra medis. Convolutional Neural Networks (CNN) dikenal memiliki kemampuan yang kuat dalam mengekstraksi fitur lokal seperti tekstur dan tepi, yang sangat penting dalam mendeteksi kelainan pada citra medis [4]. Di sisi lain, model berbasis Transformer yang awalnya dikembangkan untuk pemrosesan bahasa alami kini telah berhasil diadaptasi untuk tugas computer vision. Model ini memanfaatkan mekanisme self-attention untuk

menangkap hubungan konteks global dalam gambar [5], yang memungkinkan pemahaman struktur citra secara lebih menyeluruh [8].

Salah satu varian Transformer yang berkembang pesat adalah Data-efficient Image Transformer (DeiT). Model DeiT dirancang untuk mengatasi keterbatasan Transformer konvensional yang umumnya memerlukan dataset dalam jumlah besar untuk mencapai performa optimal. Dengan memanfaatkan teknik knowledge distillation, DeiT mampu belajar secara lebih efisien dari model guru (teacher model), sehingga tetap dapat menghasilkan performa tinggi meskipun dilatih pada dataset yang lebih kecil [9]. Hal ini menjadi sangat relevan dalam konteks medis, termasuk deteksi TB, di mana ketersediaan data berlabel sering kali terbatas dan mahal untuk diperoleh.

Selain itu, DeiT menawarkan keunggulan dalam hal efisiensi komputasi dan stabilitas pelatihan dibandingkan Vision Transformer (ViT) standar [6]. Pendekatan ini memungkinkan model untuk mempertahankan kemampuan dalam menangkap hubungan global antar bagian citra, sekaligus tetap praktis untuk diterapkan dalam lingkungan dengan sumber daya terbatas, seperti fasilitas kesehatan di negara berkembang. Oleh karena itu, eksplorasi terhadap performa DeiT dalam tugas klasifikasi citra medis, khususnya deteksi TB, menjadi sangat penting untuk dilakukan.

Meskipun berbagai pendekatan telah dikembangkan, masih terdapat kesenjangan penelitian dalam memahami bagaimana perbandingan performa antara arsitektur yang berfokus pada ekstraksi fitur lokal (CNN) dan mekanisme perhatian global (Transformer), khususnya dalam konteks deteksi TB. Selain itu, banyak penelitian yang lebih menitikberatkan pada metrik performa tanpa mempertimbangkan aspek interpretabilitas model, padahal hal ini sangat krusial dalam aplikasi klinis.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis komparatif secara komprehensif terhadap tiga arsitektur deep learning, yaitu model hybrid CNN (ComNet), Data-efficient Image Transformer (DeiT), dan Swin Transformer. Selain evaluasi performa, penelitian ini juga mengintegrasikan metode Gradient-weighted Class Activation Mapping (Grad-CAM) untuk meningkatkan interpretabilitas model serta memberikan visualisasi yang dapat membantu menjelaskan prediksi

model [10]. Fokus utama dalam penelitian ini adalah mengeksplorasi efektivitas DeiT sebagai pendekatan yang efisien dan andal dalam deteksi otomatis TB, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan klinis secara lebih akurat dan terpercaya. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari dataset publik TBX11K yang telah banyak digunakan dalam penelitian klasifikasi Tuberkulosis berbasis citra *Chest X-Ray* [12].

1.2 Maksud dan Tujuan PRO-STEP : Road to Champion Program

Program PRO-STEP: Road to Champion dirancang sebagai sarana bagi mahasiswa Universitas Multimedia Nusantara untuk mengembangkan kompetensi profesional, meningkatkan kemampuan berpikir kritis, serta menumbuhkan jiwa kompetitif melalui kegiatan berbasis proyek dan partisipasi dalam kompetisi tingkat nasional. Melalui program ini mahasiswa bisa langsung mendapatkan pengalaman dalam bidang pembuatan model Artificial Intelligence melalui pengumpulan data, processing, modeling hingga evaluasi dan dari pembuatan model itu mahasiswa berkompetisi dalam ajang lomba yang relevan dengan kebutuhan industri, teknologi, pendidikan dan masyarakat

Program PRO-STEP ini juga difokuskan pada pembuatan jurnal atau artikel yang dijelaskan melalui model deteksi Tuberkulosis dengan dataset X-ray deep learning. Melalui ajang lomba mahasiswa dapat meneliti lebih lanjut mengenai Artificial Intelligence yang dapat memprediksi Tuberkulosis dengan model Deit, Swin, dan Hybrid. Kegiatan ini juga dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam melakukan penelitian maupun eksperimen dalam membuat model yang terbaik.

Tujuan mengikuti program PRO-STEP: Road to Champion adalah untuk memperdalam pengetahuan dan keterampilan dalam bidang Artificial Intelligence dan pengembangan model deep learning selain itu bertujuan untuk meningkatkan pengalaman penelitian dan model yang dapat berkontribusi dalam bidang kesehatan.

Adapun tujuan dari mengikuti program PRO-STEP: Road to Champion adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penelitian dan analisis performa model Data-efficient Image Transformer (DeiT) dalam melakukan klasifikasi citra Chest X-ray untuk deteksi Tuberkulosis.
2. Mengembangkan dan mengoptimalkan model DeiT guna memperoleh performa klasifikasi yang tinggi berdasarkan metrik evaluasi seperti akurasi, precision, recall, dan F1-score sehingga dapat meningkatkan keandalan sistem deteksi Tuberkulosis.
3. Menerapkan teknik preprocessing dan augmentasi data untuk meningkatkan kualitas dataset serta membantu model dalam mengenali pola Tuberkulosis secara lebih efektif.
4. Mengimplementasikan metode Explainable AI (XAI) seperti Grad-CAM untuk memvisualisasikan area citra yang menjadi dasar pengambilan keputusan model sehingga hasil prediksi lebih mudah diinterpretasikan.
5. Melakukan evaluasi dan analisis hasil eksperimen guna mengidentifikasi kelebihan serta keterbatasan model DeiT dalam klasifikasi citra medis.
6. Menghasilkan luaran penelitian dalam bentuk laporan ilmiah, publikasi, maupun kompetisi sebagai bentuk kontribusi terhadap pengembangan teknologi Artificial Intelligence di bidang kesehatan.

1.3 Deskripsi Waktu dan Prosedur Dalam PRO-STEP : Road To Champion Program

Program PRO-STEP dilaksanakan secara sistematis dalam rentang waktu yang terstruktur, dimulai dari tahap persiapan hingga penyusunan laporan akhir. Adapun rincian lini masa kegiatan adalah sebagai berikut:

Table 1.1 JADWAL PRO-STEP

Pekerjaan yang dilakukan	Feb '26	Maret '26			April '26					May '26				June '26 Seterusnya				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Meeting dengan Anggota																		
Pembagian Kelompok																		
Pengumuman Lomba apa yang diikuti																		
Brainstorming & Bimbingan																		
Pemilihan Dataset																		
Bimbingan kelompok																		
Brainstorming Topik Penelitian																		
Bimbingan Penentuan Ruang Lingkup Penelitian																		
Studi Literatur																		
Pemilihan Dataset																		
Analisis Dataset																		
Persiapan dan Pengecekan Data																		
Preprocessing Dataset																		
Penyelarasan Format Data																		
Pengembangan Model Baseline (DeiT)																		
Pengembangan Model Penelitian (DeiT-Small)																		
Evaluasi Awal Model																		
Revisi Dataset																		

Pekerjaan yang dilakukan	Feb '26	Maret '26			April '26					May '26				June '26 Seterusnya				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Penyempurnaan Pipeline Penelitian																		
Optimasi Konfigurasi Model																		
Meeting dan Bimbingan Bersama Dosen																		
Evaluasi Model																		
Visualisasi Grad-CAM																		
Analisis dan Komparasi Hasil Model																		
Penyusunan Artikel Ilmiah																		
Revisi Artikel Bersama Dosen Pembimbing																		
Finalisasi Artikel Ilmiah																		
Submit Artikel ke Kompetisi JoMaSSH 2026																		