

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang PRO-STEP : Road to Champion Program

PRO-STEP: Road to Champion merupakan salah satu implementasi program Kampus Merdeka di Universitas Multimedia Nusantara yang dirancang untuk mendorong mahasiswa agar aktif berpartisipasi dalam berbagai kegiatan di luar perkuliahan, seperti kompetisi akademik, penelitian, program magang, serta kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Dalam konteks ini, PRO-STEP: Road to Champion menjadi salah satu bentuk implementasi Kampus Merdeka yang berfokus pada pengembangan kemampuan akademik, penelitian, serta inovasi berbasis kebutuhan industri dan masyarakat.

Program ini tidak hanya bertujuan meningkatkan kemampuan akademik mahasiswa, tetapi juga mempersiapkan mahasiswa menghadapi dunia kerja, khususnya pada bidang teknologi seperti Artificial Intelligence, Data Science, dan Computer Vision. Dengan mengikuti program ini, mahasiswa diharapkan mampu menghasilkan inovasi berbasis teknologi yang memberikan dampak nyata bagi masyarakat serta mendukung perkembangan teknologi di masa mendatang. Pada semester genap ini, implementasi PRO-STEP: Road to Champion difokuskan pada kegiatan penelitian dan pengembangan model Artificial Intelligence dalam bidang kesehatan. Pemilihan bidang kesehatan didasarkan pada kebutuhan akan inovasi teknologi yang mampu membantu menyelesaikan permasalahan nyata di masyarakat, salah satunya adalah deteksi penyakit Tuberkulosis (TBC) menggunakan citra Chest X-ray. Tuberkulosis masih menjadi salah satu penyakit menular yang memiliki tingkat penyebaran dan angka kematian yang tinggi secara global, sehingga membutuhkan solusi berbasis teknologi untuk meningkatkan efektivitas deteksi dini.

Berdasarkan laporan World Health Organization (WHO) tahun 2024, terdapat sekitar 10,7 juta kasus Tuberkulosis di seluruh dunia dengan angka kematian

mencapai 1,23 juta jiwa. Selain itu, Indonesia merupakan negara dengan jumlah kasus Tuberkulosis tertinggi kedua di dunia dan menyumbang sekitar 10% dari total kasus global. Data terbaru juga menunjukkan bahwa insiden Tuberkulosis di Indonesia mencapai sekitar 394 kasus per 100.000 penduduk pada tahun 2023 [1]. Tingginya angka tersebut menunjukkan bahwa deteksi dini Tuberkulosis masih menjadi tantangan utama dalam sistem kesehatan di Indonesia, sehingga diperlukan pendekatan berbasis Artificial Intelligence yang mampu membantu proses diagnosis secara lebih cepat dan akurat.

Salah satu metode yang umum digunakan dalam deteksi Tuberkulosis adalah pemeriksaan radiologi menggunakan citra Chest X-ray [2][3]. Namun, metode ini memiliki beberapa keterbatasan, terutama karena interpretasi citra dilakukan secara manual oleh radiolog. Interpretasi manual bersifat subjektif dan bergantung pada pengalaman tenaga medis, sehingga berpotensi menyebabkan kesalahan diagnosis. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sekitar 25% temuan penting pada citra radiologi dapat terlewatkan oleh pembaca tunggal. Selain itu, jumlah tenaga radiolog di Indonesia masih terbatas sehingga menyebabkan keterlambatan diagnosis yang cukup signifikan. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sistem otomatis berbasis Artificial Intelligence yang mampu membantu tenaga medis dalam melakukan skrining Tuberkulosis secara lebih cepat dan akurat [4].

Perkembangan teknologi Artificial Intelligence, khususnya Deep Learning, telah banyak digunakan dalam bidang computer vision untuk klasifikasi citra medis. Salah satu metode yang paling banyak digunakan adalah Convolutional Neural Network (CNN), yang mampu mengekstraksi fitur visual secara otomatis dari citra medis [5]. Beberapa arsitektur CNN yang sering digunakan dalam penelitian deteksi Tuberkulosis seperti ResNet, DenseNet, EfficientNet, dan Vision Transformer [6]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa arsitektur DenseNet mampu menghasilkan performa yang baik dalam klasifikasi citra medis karena kemampuannya dalam mempertahankan aliran informasi antar layer. Selain itu, EfficientNet dikenal sebagai arsitektur yang efisien dalam penggunaan parameter serta mampu menghasilkan performa yang tinggi dengan kompleksitas komputasi yang relatif rendah[7].

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan mengembangkan metode deteksi Tuberkulosis menggunakan teknik image enhancement dan model deep learning seperti ResNet dan EfficientNet [8]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa preprocessing citra menggunakan teknik enhancement seperti CLAHE dan High-Frequency Emphasis Filtering mampu meningkatkan performa model hingga mencapai akurasi 89.92% dan nilai AUC sebesar 94.8%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas citra sangat mempengaruhi performa model deep learning dalam deteksi Tuberkulosis [9].

Meskipun berbagai arsitektur CNN telah menunjukkan performa yang baik, model deep learning masih memiliki beberapa keterbatasan, seperti kurangnya interpretabilitas dan kecenderungan overfitting pada dataset terbatas. Dalam bidang medis, interpretabilitas menjadi aspek penting karena tenaga medis membutuhkan penjelasan terhadap hasil prediksi model. Penelitian lainnya menggunakan metode Convolutional Neural Network untuk klasifikasi Tuberkulosis dari citra X-ray paru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN mampu mencapai akurasi sebesar 98% dengan validasi sebesar 98.35% [10]. Penelitian ini juga menekankan bahwa penggunaan deep learning dapat membantu proses diagnosis Tuberkulosis secara cepat dan akurat, terutama pada daerah dengan keterbatasan tenaga medis. Selain itu, mengembangkan model CNN dengan teknik preprocessing dan early stopping untuk meningkatkan performa deteksi Tuberkulosis [11]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang dikembangkan mampu mencapai akurasi hingga 99.5%, serta mampu mengurangi waktu komputasi secara signifikan. Penelitian ini menunjukkan bahwa optimasi model deep learning dapat meningkatkan efisiensi dan performa dalam deteksi Tuberkulosis [12].

Penggunaan lebih dari satu model dalam penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan performa serta menentukan model terbaik dalam mendeteksi Tuberkulosis menggunakan citra Chest X-ray [13][14]. Pendekatan multi-model juga memungkinkan analisis yang lebih komprehensif terhadap performa masing-masing arsitektur. Dengan melakukan eksperimen pada beberapa model, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan model dengan akurasi yang lebih tinggi serta kemampuan generalisasi yang lebih baik terhadap dataset baru.

Fase akhir yang ingin dicapai dalam program PRO-STEP: Road to Champion ini adalah menghasilkan model Artificial Intelligence yang mampu mendeteksi Tuberkulosis secara akurat serta menyediakan sistem interpretasi berbasis heatmap menggunakan Grad-CAM. Model yang dikembangkan diharapkan dapat digunakan sebagai alat bantu skrining awal bagi tenaga medis, khususnya pada daerah dengan keterbatasan tenaga radiolog. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi kesehatan berbasis Artificial Intelligence serta membantu meningkatkan kualitas diagnosis Tuberkulosis di Indonesia. Dengan demikian, program PRO-STEP: Road to Champion sebagai bagian dari implementasi Kampus Merdeka tidak hanya berperan sebagai sarana kompetisi akademik, tetapi juga sebagai wadah pengembangan penelitian dan inovasi teknologi. Melalui pengembangan model hybrid deep learning untuk deteksi Tuberkulosis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi bidang kesehatan serta meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam bidang *artificial intelligence* dan *data science*.

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

Maksud dari mengikuti program PRO-STEP: Road to Champion adalah untuk mengembangkan kemampuan akademik dan teknis mahasiswa dalam bidang Artificial Intelligence, khususnya pada pengolahan citra medis menggunakan metode deep learning. Program ini memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk menerapkan ilmu yang telah dipelajari selama perkuliahan ke dalam studi kasus nyata, sehingga mahasiswa dapat memahami secara langsung proses pengembangan model Artificial Intelligence mulai dari tahap pengumpulan data, preprocessing, pemodelan, hingga evaluasi model. Selain itu, program PRO-STEP juga menjadi sarana bagi mahasiswa untuk meningkatkan pengalaman penelitian serta berpartisipasi dalam kompetisi akademik berbasis teknologi yang relevan dengan kebutuhan industri dan masyarakat.

Pada program PRO-STEP ini, difokuskan pada pembuatan jurnal dari lomba membuat jurnal Jomassh atau *Journal of Medical Science and Sports Health* dimana pada lomba ini membuat jurnal pengembangan model deteksi Tuberkulosis menggunakan *dataset Chest X-ray* dengan pendekatan deep learning dan

pendekatan 3 model (DeIT, Swin, dan Hybrid (DenseNet121 & EfficientNetv2b3). Melalui kegiatan ini, mahasiswa diharapkan dapat memahami seluruh tahapan pengembangan sistem Artificial Intelligence pada bidang kesehatan, mulai dari preprocessing citra, pemilihan arsitektur model, pelatihan model, evaluasi performa, hingga interpretasi hasil menggunakan Explainable Artificial Intelligence seperti Grad-CAM. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam melakukan eksperimen menggunakan beberapa arsitektur model serta melakukan perbandingan performa untuk mendapatkan model terbaik.

Tujuan dari mengikuti program PRO-STEP: Road to Champion adalah untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam bidang Artificial Intelligence dan Data Science, khususnya dalam pengembangan model deep learning berbasis citra medis. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk memberikan pengalaman penelitian yang komprehensif serta menghasilkan model yang dapat memberikan kontribusi nyata dalam bidang kesehatan.

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

1. Melakukan penelitian mengenai deteksi Tuberkulosis menggunakan citra Chest X-ray berbasis Artificial Intelligence dan Deep Learning.
2. Mengembangkan dan melatih beberapa model deep learning seperti DenseNet, EfficientNet, dan model hybrid untuk klasifikasi Tuberkulosis.
3. Melakukan perbandingan performa antar model deep learning dalam mendeteksi Tuberkulosis berdasarkan akurasi, loss, dan hasil visualisasi model.
4. Melakukan preprocessing, analisis dataset, serta evaluasi performa model untuk memperoleh model dengan hasil klasifikasi terbaik.
5. Mengikuti kompetisi dan publikasi ilmiah sebagai bentuk implementasi hasil penelitian yang telah dikembangkan.

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

Pelaksanaan program PRO-STEP: Road to Champion dilakukan dalam satu periode semester genap yang berlangsung selama kurang lebih 14 minggu. Kegiatan ini dilaksanakan secara terstruktur mengikuti timeline penelitian dan kompetisi yang telah ditetapkan, mulai dari tahap perencanaan, pengolahan data, pengembangan model, hingga tahap implementasi dan pelaporan. Rincian aktivitas yang dilakukan selama pelaksanaan program PRO-STEP: Road to Champion disusun secara sistematis dan dapat dilihat pada Tabel 1.1. Tabel tersebut menggambarkan keseluruhan proses yang telah dilalui, mulai dari tahap awal hingga tahap akhir, termasuk kegiatan penelitian, penyusunan jurnal, serta implementasi sistem.



Tabel 1. 1 Jadwal Pelaksanaan PRO-STEP: Road to Champion

Pekerjaan yang dilakukan	Feb '26	Maret '26				April '26				May '26				June '26				
	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																		
Persiapan lomba JomaSSH Sebelum Revisi																		
Brainstorming & Bimbingan																		
Studi Literatur & Dataset																		
Meeting dengan kelompok & pembimbing																		
Menyelaraskan Preprocessing																		
Model Baseline (DenseNet121)																		
EfficientNet B3 & B4																		
Membuat Hybrid Model																		
Melakukan Evaluasi GradCAM																		

Pekerjaan yang dilakukan	Feb '26	Maret '26				April '26				May '26				June '26				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Persiapan lomba JomaSSH Setelah Revisi																		
Melakukan Pipeline Ulang																		
Meeting dengan kelompok & Pembimbing																		
Membuat Python untuk logika OCR berjalan dan Laravel untuk menampilkan sistem berupa website.																		
Membuat EfficientNet B3& B4																		
Membuat EfficientNet V2B3																		
Membuat Hybrid Model																		
Evaluasi Grad-CAM Baru																		
Persiapan lomba JomaSSH Setelah Revisi 2																		
Pembagian class diubah																		
Membuat ulang Hybrid Model																		

Pekerjaan yang dilakukan	Feb '26	Maret '26				April '26				May '26				June '26				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Evaluasi terakhir dan GRAD-CAM																		
Penulisan Jurnal (Bab 1 & Abstract)																		
Revisi Jurnal (Dilakukan oleh pembimbing)																		
Submit Jurnal																		
Pembuatan Model Untuk Deployment																		
Membuat model baru (ResNet & DenseNet121)																		
Evaluasi Komparasi																		
Export Model																		
Persiapan setup backend & Frontend																		

Pekerjaan yang dilakukan	Feb '26	Maret '26				April '26				May '26				June '26				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Backend & API Calls																		
Testing swaggerui.docs																		
Membuat main python																		
Integrasi database & postgresQL																		
Perbaikan Model yang terexport																		
Membuat script Model																		
Script Grad-cam & evaluasi																		
Script login & registrasi																		
Frontend & Design Website																		
Membuat halaman landing page																		
Membuat halaman login																		

Pekerjaan yang dilakukan	Feb '26	Maret '26				April '26				May '26				June '26				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Membuat halaman logout																		
Membuat halaman scan																		
Membuat halaman storage																		
Mengubah tampilan design landing page pertama																		
Testing & evaluasi																		