

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan sistem klasifikasi kanker paru-paru berbasis citra CT-Scan menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) yang terintegrasi dengan *Clinical Decision Support System* (CDSS), dapat disimpulkan bahwa:

1. Penelitian ini berhasil merancang sistem skrining mandiri (*LungScan AI*) menggunakan arsitektur CNN ResNet50 dengan strategi *Two-Phase Transfer Learning* melalui pipa inferensi ganda (*dual-pipeline*). Sistem dirancang secara terstruktur untuk memisahkan tugas komputasi menjadi klasifikasi jenis kanker dan klasifikasi tingkat keparahan, yang rancangannya kemudian diintegrasikan ke dalam sebuah platform *Clinical Decision Support System* (CDSS) berbasis *web* guna memfasilitasi deteksi dini bagi pasien awam.
2. Implementasi utama dari sistem ini terletak pada pemrosesan hasil deteksi CNN ke dalam basis aturan (*rule-base*) CDSS, sehingga luaran prediksi dan probabilitas medis dapat ditranslasikan menjadi panduan tindakan preskriptif dan pemetaan rujukan yang terstruktur. Adapun perangkat lunak berbasis *web* yang dibangun diimplementasikan murni sebagai *User Interface* (UI) pendukung untuk memfasilitasi pasien awam dalam memanggil API model inferensi secara *real-time*, memasukkan data citra, serta merender visualisasi transparansi *heatmap Grad-CAM*.

3. Evaluasi performa kecerdasan buatan menggunakan *Confusion Matrix* menunjukkan hasil yang sangat mumpuni, di mana model klasifikasi tingkat keparahan (*Severity*) mencapai *accuracy* 88,69%, *precision* 87,27%, *recall* 88,69%, dan *F1-score* 86,84% (dengan kemampuan deteksi kanker ganas mencapai 99,10%). Sementara itu, model klasifikasi jenis kanker (*Type*) memperoleh *accuracy* 81,59%, *precision* 84,63%, *recall* 81,59%, dan *F1-score* 81,78%. Pengujian antarmuka melalui *black-box* dengan tingkat keberhasilan 100% dan *error* 0% turut memvalidasi bahwa UI telah berhasil mengeksekusi proses komunikasi data dengan model AI dan menyajikan rekomendasi dari CDSS secara stabil.

B. Saran

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap rancang bangun sistem LungScan AI sebagai instrumen skrining mandiri, terdapat beberapa batasan penelitian yang memerlukan penyempurnaan. Oleh karena itu, diajukan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Ekspansi Dataset Klinis Multi-Senter untuk Ketahanan Model

Kinerja model saat ini masih menunjukkan sedikit tumpang tindih pada kelas kanker dengan karakteristik visual serupa. Ke depannya, disarankan untuk memperkaya pelatihan model menggunakan variasi dataset riil dari berbagai fasilitas kesehatan yang berbeda (multi-senter). Hal ini krusial agar model kecerdasan buatan memiliki tingkat generalisasi (*robustness*) yang tinggi saat mengekstraksi fitur dari berbagai format dan kualitas citra CT-Scan yang diunggah secara bebas oleh pasien.

2. Penyederhanaan Terminologi Klinis menggunakan NLP

Mengingat target utama luaran sistem ini adalah pasien awam, pengembangan logika CDSS selanjutnya sangat disarankan untuk mengintegrasikan *Large Language Models* (LLM) atau NLP. Teknologi ini difungsikan untuk secara otomatis menerjemahkan terminologi radiologi yang rumit pada hasil prediksi model menjadi bahasa keseharian yang lebih ramah, empatik, dan mudah dipahami, tanpa menghilangkan esensi diagnosis medisnya.