

BAB 5

SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian, serta memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, mulai dari tahap perancangan model, pelatihan, evaluasi, hingga implementasi sistem, dapat disimpulkan beberapa hal penting terkait efektivitas model yang dikembangkan dalam mengklasifikasikan penyakit kulit berdasarkan gambar. Simpulan ini disusun untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya.

1. Model *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis arsitektur VGG19 untuk klasifikasi *monkeypox*, *chickenpox*, *measles*, dan kulit normal berhasil dibangun melalui pendekatan *transfer learning* dengan tahapan *feature extraction* dan *fine-tuning*. Arsitektur model final menggunakan VGG19 sebagai *base model* yang sebagian lapisannya di-*unfrozen* yaitu lapisan *block5* atau lapisan ke-18 dari VGG19, dan menambahkan *custom classification head* dengan lapisan *GlobalAveragePooling2D*, *BatchNormalization*, dua lapisan *Dense* dengan 384 dan 320 unit serta *Dropout* dengan *rate* 0.3, dan lapisan *Softmax* sebagai *output layer* untuk empat kelas target. Proses ini juga memanfaatkan *Keras-Tuner* dengan metode *Hyperband* untuk optimasi *hyperparameter* pada kedua tahap pelatihan.
2. Model VGG19 yang dikembangkan mencapai akurasi sebesar 92.36% dan nilai *loss* sebesar 0.3867 pada *test set*. Berdasarkan *classification report*, performa tertinggi ditunjukkan pada kelas Normal dengan *precision* 95%, *recall* 97%, dan *F1-score* 96%, serta kelas *Monkeypox* dengan *precision* 95%, *recall* 96%, dan *F1-score* 96%. Rata-rata akurasi dari *5-Fold Cross Validation* mencapai 94.68% dengan standar deviasi 0.0090, menunjukkan stabilitas dan kemampuan generalisasi model yang baik. Hasil ini kompetitif

jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu MonkeyNet yang berbasis DenseNet-201, yang memperoleh akurasi 93.19% pada *dataset* yang sama.

3. Model CNN VGG19 yang dikembangkan telah berhasil diimplementasikan ke dalam sistem berbasis web bernama NeuroDerma, yang dapat dilakukan untuk mendeteksi dini penyakit kulit secara *online* dengan antarmuka yang responsif dan mudah digunakan. Sistem NeuroDerma yang dibangun berbasis web menunjukkan performa yang stabil dan responsif dalam pengujian *black-box*, serta memperoleh tingkat kepuasan pengguna yang tinggi dengan rata-rata skor EUCS sebesar 93.8%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya akurat dari sisi model, tetapi juga efektif dan mudah digunakan dalam praktik nyata.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan keterbatasan penelitian ini, beberapa saran untuk pengembangan di masa mendatang adalah sebagai berikut:

1. Ekspansi *dataset*: Menambah variasi dan jumlah gambar untuk setiap kelas, terutama untuk *chickenpox* dan *measles* yang memiliki jumlah data lebih sedikit, serta mempertimbangkan penambahan kelas penyakit kulit lain yang memiliki ruam serupa misalnya eksim, alergi, atau infeksi jamur untuk meningkatkan cakupan dan robustnya model.
2. Integrasi data non-visual: Mengintegrasikan faktor non-visual seperti gejala klinis, riwayat perjalanan pasien, atau hasil tes laboratorium untuk membantu model membuat diagnosis yang lebih komprehensif dan akurat, mengurangi ambiguitas visual pada ruam yang mirip.
3. Validasi klinis: Melakukan uji coba dan validasi model dalam lingkungan klinis nyata dengan supervisi dokter spesialis dermatologi untuk memastikan efektivitas dan keandalan sistem dalam praktik medis.
4. Sistem web dapat diperluas menjadi aplikasi *mobile* untuk meningkatkan aksesibilitas.