

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem klasifikasi melanoma menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan pipeline praproses citra dermoskopi yang terstruktur, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan kombinasi praproses Gamma Correction, algoritma Shades of Gray (SoG), dan tahap segmentasi lesi secara konsisten menghasilkan performa klasifikasi CNN terbaik di antara ketiga skenario yang diuji, baik pada skema split data 90:10 maupun skema ensemble K-Fold Cross Validation ($k=5$). Pada skema split 90:10, skenario Gamma-SoG dengan Segmentasi mencatatkan akurasi 97,00%, sensitivitas 96,00%, spesifisitas 98,00%, presisi 97,96%, dan F1-Score 96,97%, sedangkan pada skema ensemble K-Fold, skenario yang sama menghasilkan performa yang lebih tinggi dengan akurasi 99,00%, sensitivitas 100%, spesifisitas 98,00%, presisi 98,04%, dan F1-Score 99,01%. Peningkatan performa pada skema K-Fold menunjukkan bahwa pendekatan ensemble melalui pemanfaatan lima model terbaik secara soft voting mampu meningkatkan kestabilan dan kemampuan generalisasi model dibandingkan dengan satu model tunggal hasil split data 90:10.
2. Dibandingkan dengan dua skenario lainnya, skenario Gamma-SoG dengan Segmentasi secara konsisten unggul pada kedua skema pelatihan, sementara skenario Tanpa Gamma-SoG dengan Segmentasi dan skenario tanpa Gamma-SoG dan Segmentasi menghasilkan performa yang relatif lebih rendah dan cenderung setara satu sama lain. Pada skema K-Fold misalnya, kedua skenario tersebut sama-sama mencatatkan akurasi 96,50%, dengan skenario tanpa Gamma-SoG dan Segmentasi justru menghasilkan presisi dan spesifisitas yang sedikit lebih tinggi (98,95% dan 99,00%) namun sensitivitas yang lebih rendah (94,00%). Hal ini mengindikasikan bahwa normalisasi warna melalui Gamma-SoG memberikan kontribusi utama terhadap kestabilan performa model, sedangkan tahap segmentasi memberikan penguatan performa yang optimal apabila diterapkan bersamaan dengan normalisasi warna tersebut, bukan sebagai faktor yang berdiri sendiri.
3. Secara kuantitatif, penerapan Gamma Correction terbukti meningkatkan nilai entropy dan edge content pada citra hasil koreksi dibandingkan dengan citra asli sebelum diterapkan gamma correction, tanpa merusak struktur citra asli. Hal ini ditunjukkan oleh nilai PSNR pada kisaran 31–35 dB dan nilai SSIM di atas 0,99 untuk kedua kelas citra, yang mengindikasikan bahwa peningkatan kualitas visual tersebut tetap mempertahankan

kemiripan struktural terhadap citra aslinya. Demikian pula, penerapan algoritma Shades of Gray terbukti mampu menyeimbangkan distribusi kanal warna RGB secara signifikan dibandingkan dengan citra sebelum normalisasi warna, dengan nilai PSNR berkisar 42–45 dB dan SSIM di atas 0,997, yang mengindikasikan bahwa normalisasi warna dilakukan dengan tetap menjaga kualitas dan struktur citra secara keseluruhan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemukan selama proses penelitian, berikut adalah beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya:

1. Penelitian selanjutnya dapat memperluas cakupan klasifikasi dari dua kelas (binary classification) menjadi klasifikasi multi-kelas yang mencakup berbagai subtype lesi kulit lainnya, tidak terbatas pada melanoma dan benign.
2. Penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi arsitektur CNN lain di luar ResNet50, seperti EfficientNet atau DenseNet, sebagai pembanding performa guna memperoleh model yang lebih optimal.
3. Analisis kesalahan klasifikasi (misclassification) yang teridentifikasi pada penelitian ini, khususnya pada citra dengan nilai probabilitas prediksi mendekati ambang batas (threshold) 0,5, dapat ditindaklanjuti dengan menambahkan mekanisme perhatian (attention mechanism) atau fitur eksplisit berbasis kriteria ABCD untuk meningkatkan akurasi model pada kasus-kasus atipikal.
4. Penelitian ini masih bersifat eksperimental pada tahap preprocessing dan evaluasi performa model klasifikasi, serta belum diuji pada lingkungan klinis nyata (*clinical deployment*). Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan hasil penelitian ini menjadi sebuah sistem *Computer-Aided Diagnosis* (CAD) yang dapat diimplementasikan dan digunakan oleh tenaga medis dalam praktik klinis sehari-hari.