

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan seluruh rangkaian penelitian mengenai klasifikasi subtipe anemia menggunakan metode *Extremely Randomized Trees* dengan optimalisasi hyperparameter *Accelerated Particle Swarm Optimization*, kesimpulan yang dapat diambil antara lain sebagai berikut.

1. *Accelerated Particle Swarm Optimization* berhasil menemukan kombinasi hyperparameter *Extremely Randomized Trees* yang paling optimal, yaitu *n_estimators* sebesar 179, *max_depth* sebesar 35, *min_samples_split* sebesar 26, *min_samples_leaf* sebesar 5, dan *max_features* sebesar 0,34. Dalam proses optimasi tersebut, kombinasi elemen *alpha* dan *beta* yang memberikan hasil terbaik adalah $\alpha=0,2$ dengan $\beta=0,8$ serta $\alpha=0,1$ dengan $\beta=0,9$. Adapun skema pembagian data yang menghasilkan kinerja terbaik dalam penelitian ini adalah skema hold-out 90:10.
2. Optimasi hyperparameter menggunakan *Accelerated Particle Swarm Optimization* terbukti meningkatkan performa model *Extremely Randomized Trees* dalam klasifikasi subtipe anemia. Sebelum dioptimasi, model mencatatkan akurasi 0,8919, presisi 0,9059, *recall* 0,8919, dan *F1-score* 0,8958. Setelah optimasi, seluruh metrik mengalami peningkatan signifikan dengan akurasi mencapai 0,9730, presisi 0,9630, *recall* 0,9744, dan *F1-score* 0,9673.
3. Model klasifikasi subtipe anemia berhasil diimplementasikan ke dalam sistem berbasis website menggunakan framework Streamlit. Sistem yang dikembangkan mampu menerima input data pasien, memproses prediksi menggunakan model hasil pelatihan, dan menampilkan hasil klasifikasi secara informatif serta mudah dipahami.

5.2 Saran Pengembangan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah data yang lebih besar dan lebih beragam, baik dari segi jumlah sampel, maupun jenis subtype anemia yang digunakan. Selain itu, sumber data juga dapat diperluas dengan melibatkan lebih dari satu fasilitas kesehatan atau institusi agar data yang diperoleh lebih representatif dan mampu meningkatkan generalisasi model.

Penelitian selanjutnya juga dapat melakukan perbandingan dengan metode optimasi parameter lainnya, seperti *Genetic Algorithm*, *Bayesian Optimization*, atau metode optimasi lainnya, guna mengetahui metode yang paling efektif dalam meningkatkan performa model klasifikasi.