

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai peningkatan performa algoritma Decision Tree dalam mendeteksi URL *phishing* menggunakan metode boosting, yaitu Adaptive Boosting dan Gradient Boosting, penerapan metode boosting terbukti mampu meningkatkan performa dibandingkan model Decision Tree tunggal. Model Decision Tree tanpa boosting memperoleh akurasi 0,9446, presisi 0,9451, recall 0,9440, dan F1-Score 0,9445. Setelah diterapkan Adaptive Boosting, performa meningkat menjadi akurasi 0,9697, presisi 0,9653, recall 0,9743, dan F1-Score 0,9698, sedangkan Gradient Boosting memberikan hasil tertinggi dengan akurasi 0,9656, presisi 0,9607, recall 0,9708, dan F1-Score 0,9658.

Hasil evaluasi memperlihatkan bahwa model *ensemble* secara konsisten mengungguli model tunggal pada seluruh metrik. Pada tahap pengujian, Decision Tree memperoleh akurasi 94%, AdaBoost 97%, dan Gradient Boosting 97%, yang menegaskan bahwa metode boosting mampu meningkatkan kemampuan model dalam mengenali pola URL *phishing* secara lebih akurat dan stabil.

Analisis variasi parameter *learning rate* menunjukkan bahwa nilai parameter memengaruhi performa algoritma boosting. Pada *learning rate* 0.1, Gradient Boosting mencapai akurasi 0,97 dan menjadi model terbaik, sedangkan pada *learning rate* 1, AdaBoost memperoleh akurasi tertinggi sebesar 0,97 dan mengungguli Gradient Boosting yang mencapai 0,96. Temuan ini menegaskan bahwa setiap algoritma memiliki sensitivitas parameter yang berbeda sehingga tidak terdapat satu nilai *learning rate* yang optimal untuk semua metode. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi metode boosting dan pengaturan parameter yang tepat mampu menghasilkan model deteksi *phishing* yang lebih optimal dibandingkan penggunaan model tunggal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang terdapat dalam penelitian ini, beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan dataset dengan jumlah data yang lebih besar dan lebih beragam agar model memiliki kemampuan generalisasi yang lebih baik dalam mendeteksi berbagai variasi URL *phishing*.
2. Penggunaan algoritma boosting lain serta algoritma *ensemble* berbasis *bagging* dapat dipertimbangkan sebagai pembanding untuk mengetahui metode yang paling optimal dalam meningkatkan performa klasifikasi URL *phishing*.
3. Penelitian selanjutnya juga dapat mengembangkan proses ekstraksi fitur atau melakukan seleksi fitur yang lebih mendalam untuk meningkatkan efisiensi komputasi serta kinerja model secara keseluruhan.
4. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji performa algoritma boosting menggunakan dataset yang tidak seimbang (*imbalanced data*) guna mengevaluasi sejauh mana model dapat mempertahankan tingkat presisi dan recall tanpa terpengaruh oleh dominasi kelas mayoritas.