

BAB 5 PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari skenario yang diujikan menggunakan algoritma *random forest*, *lightGBM*, *naïve bayes*, *k-nearest neighbors* untuk mengklasifikasi jenis serangan DDoS pada IoMT dengan menggunakan *dataset* CIC IoMT 2024. Dapat disimpulkan bahwa,

- a. Pada pengujian model menggunakan data latih, *random forest* menunjukkan performa terbaik secara keseluruhan dengan rata-rata akurasi sangat tinggi, yaitu 0,999635, di seluruh *dataset*. KNN menempati posisi kedua dengan akurasi rata-rata 0.998020, menunjukkan kestabilan yang baik. Sementara itu, *naïve bayes* mencatat rata-rata akurasi 0.988775, sedikit lebih rendah namun masih memberikan hasil yang cukup baik. Di sisi lain, *lightGBM* menunjukkan performa terendah dengan rata-rata akurasi 0.885434, serta kurang konsisten dalam menangani *dataset* latih yang berbeda. Hasil pengujian menggunakan data uji menunjukkan pola serupa. *Random forest* kembali unggul dengan akurasi rata-rata 0.999429, serta performa *precision*, *recall*, dan *F1-score* yang lebih baik dibanding algoritma lainnya. KNN mempertahankan posisi kedua dengan akurasi 0.996415, disusul oleh *naïve bayes* yang tetap memberikan hasil baik dengan akurasi 0.991951, meskipun berada di bawah KNN dan *random forest*. *LightGBM* kembali berada di posisi terakhir dengan akurasi rata-rata 0.883684, lebih rendah dibanding algoritma lain termasuk *naïve bayes*. Dari segi efisiensi waktu, *naïve bayes* memiliki waktu komputasi tercepat, yaitu 0.84 detik untuk pelatihan model, 2.56 detik untuk pengujian dengan data latih, dan hanya 0.01 detik untuk pengujian dengan data uji. *Random forest* dan KNN juga memiliki waktu pelatihan yang cepat, namun KNN membutuhkan waktu komputasi pengujian yang sangat lama dibandingkan algoritma lainnya, yaitu 3046.5 detik untuk data latih dan 700.52 detik untuk data uji, meskipun telah diproses secara paralel menggunakan GPU.

- b. Berdasarkan hasil perhitungan skor akhir dengan pendekatan *Weighted Sum Method*, dapat disimpulkan bahwa *random forest* merupakan algoritma dengan performa terbaik secara keseluruhan, menggabungkan *test accuracy* dan waktu komputasi dengan skor tertinggi sebesar 0.971578. *Naïve bayes* menempati posisi kedua dengan skor 0.961235, menunjukkan kinerja yang sangat baik meskipun sedikit di bawah *random forest*. Di sisi lain, *k-nearest neighbors* dan *lightGBM* memperoleh skor yang jauh lebih rendah, masing-masing secara berurutan 0.584376 dan 0.393285, yang mencerminkan ketidakseimbangan antara akurasi dan efisiensi waktu komputasi, sehingga kurang optimal untuk diterapkan dalam sistem yang menuntut respons cepat seperti pada skenario *real-time*.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya agar menghasilkan model klasifikasi yang lebih baik yaitu,

- a. Pengolahan pra-poses untuk *dataset* dengan teknik – teknik lain diperlukan untuk meningkatkan performa model, seperti teknik *resampling* lain untuk meningkatkan presisi dalam mengklasifikasi data kelas minoritas.
- b. Teknik *hyperparameter tuning* dapat digunakan untuk meningkatkan performa model, baik dari segi nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, *F1-score* maupun waktu komputasi.
- c. Penggunaan pendekatan algoritma *machine learning* berbeda untuk mencari model yang memiliki performa terbaik dalam melakukan klasifikasi jenis serangan DDoS pada lingkungan IoMT.