

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan rangkuman hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai penerapan model Catboost-SMOTENC-Optuna untuk klasifikasi tingkat keparahan kecelakaan lalu lintas berdasarkan data historis, serta saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan mengenai penerapan algoritma Catboost dan proses optimasi hyperparameter menggunakan Optuna dalam klasifikasi tingkat keparahan kecelakaan lalu lintas di Kota Surabaya, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penerapan Catboost dalam klasifikasi keparahan kecelakaan lalu lintas terbukti mampu memberikan performa prediktif yang stabil, khususnya pada dataset dengan kombinasi fitur kategorikal dan numerik.
2. Metode SMOTENC berhasil mengatasi ketidakseimbangan kelas (ringan – sedang – berat) yang terdapat pada dataset kecelakaan. Dengan menghasilkan sampel sintetis berbasis interpolasi fitur numerik dan pemilihan mayoritas pada fitur kategorikal, SMOTENC membantu meningkatkan kemampuan model dalam mengenali kelas minoritas. Peningkatan ini tercermin dari perbaikan nilai presisi, *recall*, dan *F1-score* pada kelas “Sedang” dan “Berat” dibandingkan model tanpa penyeimbangan data.
3. Proses optimasi hyperparameter menggunakan Optuna menghasilkan konfigurasi parameter terbaik yang meningkatkan performa model Catboost. Optuna, melalui pendekatan Tree-structured Parzen Estimator (TPE), berhasil menemukan kombinasi optimal untuk parameter seperti *learning_rate*, *depth*, dan *iterations*. Kombinasi hasil tuning ini berpengaruh langsung terhadap kemampuan model dalam melakukan klasifikasi.

Secara keseluruhan, penerapan Catboost yang dikombinasikan dengan SMOTENC dan Optuna terbukti menghasilkan peningkatan performa pada tugas klasifikasi keparahan kecelakaan lalu lintas. Hal ini menegaskan bahwa pendekatan berbasis

model boosting, penyeimbangan data, dan optimasi hyperparameter memiliki potensi dalam mendukung sistem analitik kecelakaan berbasis data historis.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kombinasi Catboost, SMOTENC, dan Optuna merupakan pendekatan yang efektif dalam meningkatkan akurasi, stabilitas, dan efisiensi sistem klasifikasi tingkat keparahan kecelakaan lalu lintas, serta berpotensi menjadi dasar sistem pendukung keputusan keselamatan transportasi di wilayah perkotaan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan analisis dengan menambahkan faktor-faktor lain yang berpengaruh, seperti kondisi cuaca dan faktor lingkungan lainnya yang relevan. Penambahan faktor-faktor ini dapat membantu model mengklasifikasikan tingkat keparahan kecelakaan dengan variasi kondisi yang lebih lengkap.
2. Pengembangan penelitian dapat diarahkan untuk menguji konsistensi model dengan penelitian lanjutan menggunakan data kecelakaan dari wilayah lain atau memperluas rentan waktu analisis. Hal ini akan memberikan gambaran yang lebih luas mengenai pola kecelakaan dan tingkat keparahan.

Dengan adanya saran-saran tersebut, diharapkan penelitian lanjutan dapat menghasilkan model klasifikasi yang lebih adaptif dan mudah diimplementasikan sehingga dapat memberikan kontribusi yang lebih nyata terhadap peningkatan keselamatan lalu lintas.