

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai optimasi peramalan jumlah penumpang kereta api di PT KAI Daerah Operasional 8 (DAOP 8) menggunakan model *SARIMAX*, *Prophet*, dan Hibrida *SARIMAX-Prophet*, beberapa kesimpulan utama dapat diambil sebagai berikut:

5.1.1. Kinerja Model Individual

1. *SARIMAX*:

- a. Model *SARIMAX* (0,1,2)(0,1,1)₁₂ menunjukkan performa yang cukup baik dengan nilai MAPE 7.72%, MAE 98,680.37, dan RMSE 113,323.83.
- b. Model Hibrida lebih unggul dalam menangani kondisi:
 - i. *Peak Season* (Juni-Juli, Desember): MAPE sebesar 6.66%.
 - ii. *Low Season* (Januari-Februari): MAPE sebesar 10.89%.
 - iii. *Holiday Periods* (Libur Nasional dan Cuti Bersama): MAPE sebesar 6.67%.
- c. Model ini efektif dalam menangkap pola musiman dan tren linear, serta memiliki efisiensi komputasi yang tinggi dengan waktu pemrosesan sekitar 45.6 detik.
- d. Namun, *SARIMAX* memiliki keterbatasan dalam menangani efek hari libur dan pola non-linear yang kompleks, serta sensitif terhadap *outliers*.

2. *Prophet*:

- a. Model *Prophet* dengan konfigurasi optimal (*seasonality_prior_scale* = 5.0, *holidays_prior_scale* = 10.0, *changepoint_prior_scale* = 0.5) menghasilkan nilai MAPE 6.06%, MAE 79,182, dan RMSE 91,862.
- b. Model Hibrida lebih unggul dalam menangani kondisi:
 - i. *Peak Season* (Juni-Juli, Desember): MAPE sebesar 8.32%.
 - ii. *Low Season* (Januari-Februari): MAPE sebesar 6.41%.
 - iii. *Holiday Periods* (Libur Nasional dan Cuti Bersama): MAPE sebesar 4.76%.
- c. *Prophet* unggul dalam menangkap pola musiman yang kompleks, efek libur nasional, dan fleksibilitas dalam mendeteksi perubahan tren (*changepoint*).

- d. Namun, *Prophet* memiliki performa akurasi yang lebih rendah dibandingkan *SARIMAX* pada pola linear, serta membutuhkan waktu komputasi lebih tinggi sekitar 78.3 detik.

5.1.2. Kinerja Model Hibrida *SARIMAX-Prophet*

1. Model Hibrida dengan kombinasi bobot optimal (*SARIMAX*: 0.5, *Prophet*: 0.5) menghasilkan peningkatan performa signifikan dibandingkan model individual:
 - a. MAPE 4.34%, MAE 56,920, RMSE 70,161.84.
 - b. Peningkatan akurasi sebesar 43.8% dibandingkan *SARIMAX* dan 28.4% dibandingkan *Prophet*.
2. Model Hibrida lebih unggul dalam menangani kondisi:
 - a. *Peak Season* (Juni-Juli, Desember): MAPE sebesar 4.23%.
 - b. *Low Season* (Januari-Februari): MAPE sebesar 3.45%.
 - c. *Holiday Periods* (Libur Nasional dan Cuti Bersama): MAPE sebesar 3.35%.
3. Kelebihan model Hibrida terletak pada:
 - a. Kemampuan menggabungkan kekuatan *SARIMAX* untuk pola linear dan musiman, serta *Prophet* untuk efek libur nasional dan perubahan tren.
 - b. *Robust* terhadap volatilitas, outliers, dan missing values.

5.2. Saran

5.2.1. Rekomendasi Penelitian Lanjutan

1. Pengembangan Metodologi:
 - a. Menggunakan pendekatan *machine learning*, seperti *Long Short-Term Memory* (LSTM) atau XGBoost, untuk menangkap pola yang lebih kompleks.
 - b. Pengembangan optimasi bobot dinamis berbasis *Bayesian Optimization* untuk meningkatkan akurasi model hibrida.
2. Peluang Pengembangan:
 - a. Pengembangan model prediksi berbasis *granularitas* lebih kecil (misalnya, harian atau mingguan) untuk perencanaan operasional yang lebih presisi.
 - b. Integrasi model hibrida dengan sistem *real-time monitoring*, sehingga prediksi dapat diperbarui secara dinamis berdasarkan data terbaru.
 - c. Pemanfaatan metode ensambel berbasis *deep learning* untuk menangkap pola yang lebih kompleks.