



SKRIPSI

**OPTIMASI PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG
DENGAN MODEL HIBRIDA *SARIMAX-PROPHET*:
STUDI KASUS DI PT KERETA API INDONESIA
DAERAH OPERASIONAL 8**

MUHAMAD RAIHAN RAMADHANI ISWORO
NPM 21081010106

DOSEN PEMBIMBING

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.
Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

OPTIMASI PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG DENGAN MODEL HIBRIDA *SARIMAX-PROPHET*: STUDI KASUS DI PT KERETA API INDONESIA DAERAH OPERASIONAL 8

MUHAMAD RAIHAN RAMADHANI ISWORO
NPM 21081010106

DOSEN PEMBIMBING

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.
Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG DENGAN MODEL HIBRIDA SARIMAX-PROPHET: STUDI KASUS DI PT KERETA API INDONESIA DAERAH OPERASIONAL 8

Oleh :
MUHAMAD RAIHAN RAMADHANI ISWORO
NPM. 21081010106

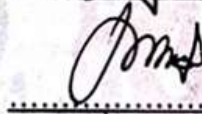
Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada
tanggal 16 Mei 2025

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19820211 2021212 005



(Pembimbing I)

Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom.
NPT. 3 7811 04 0199 1



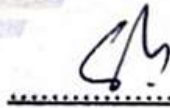
(Pembimbing II)

Budi Nugroho, S.Kom. M.Kom.
NIP. 19800907 202121 1 005



(Ketua Penguji)

Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom. M.Ko
NIP. 19890705 202121 2 002



(Penguji I)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer


Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 199403 2 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PERSETUJUAN

**OPTIMASI PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG DENGAN MODEL
HIBRIDA SARIMAX-PROPHET: STUDI KASUS DI PT KERETA API
INDONESIA DAERAH OPERASIONAL 8**

Oleh :
MUHAMAD RAIHAN RAMADHANI ISWORO
NPM. 21081010106



**Menyetujui,
Koordinator Program Studi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer**



Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19820211 2021212 005

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : MUHAMAD RAIHAN RAMADHANI ISWORO
NPM : 21081010106
Program Studi : Sarjana (S1)
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dn saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Surabaya, 19 Mei 2025
Yang Membuat Pernyataan,



MUHAMAD RAIHAN RAMADHANI ISWORO
NPM. 21081010106

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Muhamad Raihan Ramadhani Isworo / 21081010106
Judul Skripsi : Optimasi Peramalan Jumlah Penumpang dengan Model Hibrida *SARIMAX-Prophet*: Studi Kasus di PT Kereta Api Indonesia Daerah Operasional 8
Dosen Pembimbing : 1. Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.
2. Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom.

Peramalan jumlah penumpang kereta api menjadi elemen penting dalam perencanaan operasional PT Kereta Api Indonesia (PT KAI), khususnya di Daerah Operasional 8 (DAOP 8). Penelitian ini mengembangkan model hibrida yang menggabungkan *SARIMAX* (*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables*) dan *Prophet* untuk meningkatkan akurasi peramalan. Model *SARIMAX* digunakan untuk menangkap pola musiman dan tren linear, sementara *Prophet* unggul dalam menangani efek hari libur dan perubahan tren. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model hibrida dengan kombinasi bobot optimal (*SARIMAX*: 0.5, *Prophet*: 0.5) memberikan peningkatan signifikan dalam performa dengan nilai MAPE 4.34%, lebih baik dibandingkan model individu *SARIMAX* (7.72%) dan *Prophet* (6.06%). Model ini menunjukkan keunggulan dalam skenario khusus seperti musim puncak (Lebaran dan Natal) serta libur nasional. Selain itu, penelitian ini memberikan kerangka evaluasi performa *multi-horizon* dan analisis sensitivitas parameter. Implementasi model hibrida ini dapat meningkatkan efisiensi operasional dan perencanaan kapasitas PT KAI, serta berpotensi diterapkan pada wilayah operasional lain.

Kata kunci : Peramalan Penumpang, *SARIMAX*, *Prophet*, Model Hibrida, PT KAI, Perencanaan Operasional

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Muhamad Raihan Ramadhani Isworo / 21081010106
Thesis Title : *Forecasting Optimization of the Number of Passengers with the SARIMAX-Prophet Hibrida Model: Case Study at PT Kereta Api PT Operational Area 8*
Advisor : 1. Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.
2. Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom.

Forecasting the number of train passengers is an important element in the operational planning of PT Kereta Api PT (PT KAI), especially in Operational Area 8 (DAOP 8). This study developed a hybrid model that combines SARIMAX (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables) and Prophet to improve forecasting accuracy. The SARIMAX model captures seasonal patterns and linear trends, while Prophet excels at handling holiday effects and trend changes. The results showed that the hybrid model with the optimal weight combination (SARIMAX: 0.5, Prophet: 0.5) provided a significant improvement in performance with a MAPE value of 4.34%, better than the individual models of SARIMAX (7.72%) and Prophet (6.06%). This model shows advantages in unique scenarios such as peak season (Eid and Christmas) and national holidays. In addition, this study provides a framework for evaluating multi-horizon performance and parameter sensitivity analysis. The implementation of this hybrid model can improve PT KAI's operational efficiency and capacity planning and has the potential to be applied to other operational areas.

Keywords: *Passenger Forecasting, SARIMAX, Prophet, Hybrid Model, PT KAI, Operational Planning.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Di balik setiap perjalanan akademis yang berhasil ditempuh, tersimpan ribuan cerita perjuangan yang tak terlihat mata. Skripsi ini bukan sekadar tumpukan kertas berisi formula, kode, dan analisis data—namun merupakan bukti nyata bahwa mimpi dan keteguhan hati dapat mengalahkan segala rintangan. Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat luar biasa yang dilimpahkan, akhirnya saya berhasil menyelesaikan karya ilmiah berjudul **"Optimasi Peramalan Jumlah Penumpang dengan Model Hibrida SARIMAX-PROPHET: Studi Kasus di PT Kereta Api Indonesia Daerah Operasional 8."**

Seperti rel kereta yang berjalan beriringan, begitu pula perjalanan akademis ini tidak akan sampai pada stasiun akhir tanpa bantuan berbagai pihak yang telah menjadi mesin penggerak, sinyal penunjuk arah, dan penjaga wesel kehidupan. Dengan segala kerendahan hati dan penghargaan setinggi-tingginya, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU., ASEAN.Eng — Rektor Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, sosok visioner yang telah memimpin almamater tercinta menjadi benteng ilmu pengetahuan dan teknologi yang berdaya saing.
2. Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT — Dekan Fakultas Ilmu Komputer UPN "Veteran" Jawa Timur, yang dengan kebijaksanaannya telah menciptakan lingkungan akademis yang kondusif bagi tumbuh kembangnya mahasiswa.
3. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom. — Ketua Program Studi Informatika sekaligus Dosen Pembimbing I, yang dengan kesabaran luar biasa telah membimbing, mengarahkan, dan menginspirasi saya menemukan jalan di tengah kompleksitas ilmu peramalan data. Ibarat mercusuar di tengah lautan algoritma, beliau telah menjadi cahaya penunjuk arah ketika saya tersesat dalam kebingungan.
4. Bapak Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom. — Dosen Pembimbing II, yang dengan ketelitiannya telah membantu menyempurnakan setiap detail penelitian ini. Bak tukang kebun yang piawai, beliau telah memangkas ide-ide liar dan menyirami bibit-bibit pemikiran hingga tumbuh menjadi konsep yang kokoh.

5. Bapak Budi Nugroho, S.Kom., M.Kom. — Penguji I, yang dengan pandangan kritisnya telah memberikan perspektif baru dan mendorong saya untuk terus menggali lebih dalam. Tantangan yang beliau berikan menjadi batu asah yang menajamkan pisau pemikiran saya.
6. Ibu Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom. — Penguji II, yang dengan kejeliannya telah membantu memperbaiki berbagai kelemahan dalam penelitian ini. Koreksi yang beliau berikan ibarat pena emas yang menyempurnakan sebuah manuskrip.
7. Seluruh jajaran dosen Program Studi Informatika — para arsitek pengetahuan yang telah mendedikasikan hidupnya untuk membangun fondasi keilmuan yang kokoh dalam diri setiap mahasiswa. Dari tangan merekalah, jutaan baris kode dan algoritma ditanamkan, hingga tumbuh menjadi solusi-solusi teknologi yang bermanfaat.
8. Pimpinan dan staf PT Kereta Api Indonesia Daerah Operasional 8 — yang telah memberikan kesempatan emas untuk mengaplikasikan ilmu dalam dunia nyata. Keterbukaan mereka dalam berbagi data dan pengalaman telah menjadi rel penghubung antara teori akademis dan praktik industri.
9. Kedua orang tua tercinta dan keluarga besar Nasih — para pendekar tangguh yang tak kenal lelah mendoakan, mendukung, dan memotivasi dari garis terdepan maupun belakang. Tanpa mereka, perjalanan akademis ini hanyalah lokomotif tanpa bahan bakar. Pengorbanan mereka tak akan pernah terbalaskan oleh deretan kata apa pun.
10. Teman-teman seperjuangan Kelas C Program Studi Informatika angkatan 2021, khususnya "Lalapan Informatika" dan "Sobat PKL" — sekumpulan jiwa-jiwa hebat yang telah berbagi tawa, air mata, dan inspirasi. Di tengah keputusan koding hingga dini hari, merekalah yang menjadi penghibur sekaligus pendorong untuk tidak menyerah.
11. Keluarga besar BEM REMA UPN "Veteran" Jawa Timur — tempat saya menempa *leadership* dan *soft skill* yang tak ternilai harganya. Dari merekalah saya belajar bahwa kesuksesan akademis tanpa kepedulian sosial bagaikan komputer canggih tanpa koneksi internet.
12. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Ilmu Komputer — para pahlawan tak terlihat yang memastikan roda administrasi dan operasional berjalan lancar. Tanpa dedikasi mereka, perjalanan akademis ini akan dipenuhi dengan rintangan birokrasi yang melelahkan.

13. Semua pihak yang telah berkontribusi dalam perjalanan akademis ini — yang namanya tak mungkin dituliskan satu persatu, namun jejak bantuannya terukir abadi dalam ingatan.

Seperti sebuah algoritma yang selalu bisa di optimasi, saya menyadari bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang membangun akan saya terima dengan tangan terbuka untuk perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, seperti sebuah data set yang dibagikan untuk kepentingan riset, semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang peramalan data deret waktu.

Surabaya, 19 Mei 2025

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	x
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR GAMBAR.....	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. Landasan Teori.....	7
2.2.1. Transportasi Kereta Api.....	7
2.2.2. Daerah Operasional 8 PT KAI.....	8
2.2.3. Faktor - Faktor yang Memengaruhi Jumlah Penumpang	8
2.2.4. Analisis Deret Waktu.....	9
2.2.5. Model <i>SARIMAX</i>	13
2.2.6. Model <i>Prophet</i>	16
2.2.7. Model Hibrida dengan <i>Weight Optimization</i>	19
2.2.8. Evaluasi Model	21

2.2.9.	Alat dan Teknologi	23
2.2.10.	<i>Software</i>	23
2.2.11.	Hardware	24
BAB III METODE PENELITIAN		25
3.1.	Jenis Penelitian.....	25
3.1.1.	Pendekatan Penelitian.....	25
3.1.2.	Kerangka Penelitian.....	25
3.2.	Data dan Sumber Data	26
3.2.1.	Data Primer.....	26
3.2.2.	Data Sekunder.....	26
3.3.	Variabel Penelitian.....	26
3.3.1.	Variabel Dependen	26
3.3.2.	Variabel Independen.....	27
3.4.	Tahap Penelitian.....	27
3.4.1.	Pengumpulan Data.....	27
3.4.2.	Pra-pemrosesan Data	29
3.4.3.	Analisis Eksplorator Data	30
3.4.4.	Pembagian Data	31
3.4.5.	Pengembangan Model <i>SARIMAX</i>	31
3.4.6.	Pengembangan Model <i>Prophet</i>	33
3.4.7.	Pengembangan Model Hibrida	34
3.5.	Evaluasi dan Validasi Model	35
3.5.1.	Metrik Evaluasi.....	35
3.5.2.	<i>Cross Validation</i>	36
3.5.3.	Pengujian Signifikansi Model	36
3.6.	Skenario Pengujian	37
3.6.1.	Skenario Pengujian Model <i>SARIMAX</i>	37

3.6.2.	Skenario Pengujian Model <i>Prophet</i>	37
3.6.3.	Skenario Pengujian Model Hibrida	38
3.6.4.	Multi-horizon.....	39
3.6.5.	Metrik Evaluasi untuk Setiap Skenario	39
BAB IV HASIL DAN KESIMPULAN.....		40
4.1.	Analisis Data Awal	40
4.1.1.	Karakteristik Data Set.....	40
4.1.2.	Analisis Nilai Tidak Wajar dan Nilai Hilang	41
4.1.3.	Distribusi Hari Libur	42
4.2.	Pengembangan dan Analisis Model SARIMAX	42
4.2.1.	Uji Stasioneritas Data	43
4.2.2.	Identifikasi Model SARIMAX	45
4.2.3.	Evaluasi Model SARIMAX.....	46
4.3.	Pengembangan dan Analisis Model <i>Prophet</i>	50
4.3.1.	Konfigurasi Model <i>Prophet</i>	51
4.3.2.	Analisis Komponen Model	53
4.3.3.	Evaluasi <i>Cross-Validation</i>	55
4.3.4.	Evaluasi Model <i>Prophet</i>	56
4.4.	Pengembangan Model Hibrida <i>SARIMAX-Prophet</i>	58
4.4.1.	Metodologi Penggabungan Model.....	58
4.4.2.	Optimasi Bobot Model	59
4.4.3.	Evaluasi Performa Model Hibrida	59
4.5.	Analisis Komparatif	61
4.5.1.	Perbandingan Komprehensif Model	62
4.5.2.	Analisis Kekuatan dan Keterbatasan	63
4.5.3.	Analisis <i>Trade-Offs</i>	64
4.5.4.	Analisis Performa Multi-Horizon	64

4.5.5.	Analisis Performa pada Kondisi Khusus	65
BAB V KESIMPULAN		67
5.1.	Kesimpulan	67
5.1.1.	Kinerja Model Individual	67
5.1.2.	Kinerja Model Hibrida <i>SARIMAX-Prophet</i>	68
5.2.	Saran	68
5.2.1.	Rekomendasi Penelitian Lanjutan	68
DAFTAR PUSTAKA.....		69
LAMPIRAN.....		76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Nilai MAPE	23
Tabel 3.1 Data set Awal Jumlah Penumpang.....	28
Tabel 3.2 Data set Hari Libur & Cuti Bersama.....	28
Tabel 3.3 Data set Jumlah Penumpang Setelah Pra-pemrosesan	30
Tabel 3.4 Data set hari Libur dan Cuti Bersama setelah Pra-pemrosesan	30
Tabel 4.1 Karakteristik Data	41
Tabel 4.2 Distribusi Hari Libur & Cuti Bersama	42
Tabel 4.3 Hasil Uji Stasioneritas.....	43
Tabel 4.4 Hasil Uji Stasioneritas Order 1	44
Tabel 4.5 Hasil <i>Grid Search</i> Parameter SARIMAX	45
Tabel 4.6 Parameter Final SARIMAX.....	46
Tabel 4.7 Data Aktual dibanding Hasil Peramalan SARIMAX.....	46
Tabel 4.8 Hasil Evaluasi Model SARIMAX.....	48
Tabel 4.9 Kombinasi Parameter	51
Tabel 4.10 Hasil Awal Konfigurasi Model Prophet.....	51
Tabel 4.11 Perbandingan Hasil Tuning Manual dan Grid Search.....	52
Tabel 4.12 Hasil Deteksi Otomatis Parameter <i>Changepoint</i>	52
Tabel 4.13 Perbandingan Hasil Mode aditif dan Multiplikatif	53
Tabel 4.14 Hasil <i>Cross-Validation</i>	55
Tabel 4.15 Data Aktual Dibanding Hasil Peramalan Prophet.....	56
Tabel 4.16 Hasil Evaluasi Performa Prophet	57
Tabel 4.17 Hasil <i>Grid Search</i> Optimasi Bobot	59
Tabel 4.18 Hasil Evaluasi Performa Model Perbulan	59
Tabel 4.19 Hasil Evaluasi Performa Hibrida	61
Tabel 4.20 Hasil Perbandingan Evaluasi Performa Ketiga Model.....	62
Tabel 4.21 Perbandingan Komprehensif Model	62
Tabel 4.22 Analisis Kekuatan dan Keterbatasan Ketiga Model.....	63
Tabel 4.23 Performa Model pada Horizon Waktu Berbeda.....	65
Tabel 4.24 Performa Model pada Kondisi Khusus	65

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh empat pola deret waktu.....	10
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Penelitian.....	27
Gambar 3.3 Diagram Alir Pemodelan SARIMAX	32
Gambar 3.4 Diagram Alir Pemodelan Prophet	34
Gambar 3.5 Diagram Alir Pemodelan Hibrida.....	35
Gambar 4.1 Jumlah Penumpang Kereta Api 2016-2023.....	40
Gambar 4.2 Grafik Data Awal (atas) dan Data Setelah <i>Differencing</i> Order 1 (bawah)...	44
Gambar 4.4 Hasil Peramalan SARIMAX dibanding Data Uji.....	48
Gambar 4.5 Diagnostik Residual.....	50
Gambar 4.6 Changepoint yang Terdeteksi	52
Gambar 4.7 Analisis Komponen Model.....	54
Gambar 4.8 Hasil Peramalan Prophet dibanding Data Uji.....	57
Gambar 4.9 Grafik Hasil Peramalan dengan Data Aktual	60