

**ANALISIS OPERASIONAL KERETA API ANGKUTAN BATUBARA  
BERDASARKAN KINERJA WAKTU TEMPUH KETEPATAN WAKTU,  
DAN PRODUKTIVITAS ANGKUTAN**

**Tesis**

**Oleh**

**EKO ANGGORO JATI  
NPM 2525011024**



**MAGISTER TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

**ANALISIS OPERASIONAL KERETA API ANGKUTAN BATUBARA  
BERDASARKAN KINERJA WAKTU TEMPUH KETEPATAN WAKTU  
DAN PRODUKTIVITAS ANGKUTAN**

**Oleh**

**EKO ANGGORO JATI**

**TESIS**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
MAGISTER TEKNIK SIPIL**

**Pada**

**Program Studi Teknik Sipil  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

## ABSTRAK

### ANALISIS OPERASIONAL KERETA API ANGKUTAN BATUBARA BERDASARKAN KINERJA WAKTU TEMPUH, KETEPATAN WAKTU DAN PRODUKTIVITAS ANGKUTAN

Oleh

**Eko Anggoro Jati**

Kereta api angkutan batu bara merupakan moda transportasi utama dalam mendukung distribusi energi nasional, khususnya pada koridor Tanjung Enim Baru–Stasiun Tarahan yang berperan sebagai jalur penghubung antara wilayah tambang dan pelabuhan. Meskipun memiliki keunggulan dalam kapasitas angkut dan biaya operasional, kinerja operasional kereta api angkutan batu bara masih menghadapi berbagai kendala, terutama terkait waktu tempuh, keterlambatan, tingkat ketepatan waktu, dan produktivitas angkutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi operasional kereta api angkutan batu bara berdasarkan kinerja waktu tempuh, tingkat ketepatan waktu (*On Time Performance/OTP*), dan produktivitas angkutan pada relasi Tanjung Enim Baru–Tarahan. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif deskriptif dengan memanfaatkan data sekunder operasional harian sepanjang tahun 2024, yang mencakup jadwal dan realisasi perjalanan, waktu tempuh aktual, keterlambatan keberangkatan dan kedatangan, serta tonase angkutan. Analisis OTP dilakukan dengan menggunakan ambang keterlambatan  $\leq 15$  menit. Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu tempuh aktual relatif stabil, namun masih diwarnai oleh keterlambatan yang signifikan pada sebagian perjalanan. Nilai OTP sebesar 2,54% mengindikasikan bahwa kinerja ketepatan waktu berada pada kategori sangat kurang, meskipun tingkat realisasi perjalanan tergolong sangat baik. Di sisi lain, produktivitas angkutan menunjukkan kinerja tinggi dengan tonase tahun 2024 mencapai 7.966.608 ton dan produktivitas sebesar 468,13 ton per perjalanan. Temuan ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara tingginya produktivitas angkutan dan rendahnya tingkat ketepatan waktu, sehingga peningkatan efisiensi operasional memerlukan upaya perbaikan terpadu pada pengelolaan waktu tempuh, penjadwalan operasional, serta mitigasi faktor teknis dan eksternal yang memicu keterlambatan.

**Kata kunci:** Kereta Api Angkutan Batu Bara, Waktu Tempuh, *On Time Performance* (OTP), Produktivitas Angkutan, Efisiensi Operasional.

## **ABSTRACT**

### **THE OPERATIONAL ANALYSIS OF COAL TRANSPORT TRAINS BASED ON TRAVEL TIME PERFORMANCE, PUNCTUALITY, AND TRANSPORTATION PRODUCTIVITY**

**By**

**Eko Anggoro Jati**

*Coal freight railways play a strategic role in supporting national energy distribution, particularly along the Tanjung Enim Baru–Tarahan corridor, which serves as a key link between mining areas and port facilities. Despite their advantages in hauling capacity and operational cost efficiency, coal freight railway operations continue to face performance challenges, especially in terms of travel time, delays, on-time performance, and transport productivity. This study aims to analyze the operational efficiency of coal freight railway services based on travel time performance, On-Time Performance (OTP), and transport productivity along the Tanjung Enim Baru–Tarahan route. A descriptive quantitative approach was employed using secondary operational data collected throughout 2024, including scheduled and actual departure and arrival times, actual travel time, departure and arrival delays, and transported tonnage. OTP was evaluated using a delay threshold of  $\leq 15$  minutes. The results indicate that actual travel time performance is relatively stable; however, significant delays were observed in a portion of train operations. The OTP value of 2,54% reflects poor punctuality performance, despite the realization of train operations being classified as very good. Conversely, freight productivity demonstrates strong performance, with total transported tonnage in 2024 reaching 7.966.608 tons and an average productivity of 468,13 tons per trip. These findings reveal an imbalance between high transport productivity and low punctuality performance, suggesting that improvements in operational efficiency require integrated measures focusing on travel time management, operational scheduling, and mitigation of technical and external factors contributing to delays.*

**Keywords:** *Coal Freight Railway, Travel Time, On-Time Performance (OTP), Freight Productivity, Operational Efficiency*

Judul Tesis

: **ANALISIS OPERASIONAL KERETA API  
ANGKUTAN BATUBARA BERDASARKAN  
KINERJA WAKTU TEMPUH KETEPATAN  
WAKTU, DAN PRODUKTIVITAS  
ANGKUTAN**

Nama Mahasiswa

: **Eko Anggoro Jati**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2525011024

Program Studi

: Magister Teknik Sipil

Fakultas

: Teknik



**1. Komisi Pembimbing**

Pembimbing I

Pembimbing II

  
**Dr. Ir. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T.**  
NIP 19741004 200003 2 002

  
**Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T.**  
NIP 19691030 200003 1 001

**2. Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil**

  
**Dr. Ir. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T.**  
NIP 19741004 200003 2 002

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T.** .....

Sekretaris : **Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T.** .....

Penguji  
Bukan Pembimbing : **Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.** .....

**Dr. Yuda Romdania, S.T., M.T.** .....

### 2. Dekan Fakultas Teknik

**Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T.**  
NIP. 19691030 200003 1 001

### 3. Direktur Program Pascasarjana

**Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.**  
NIP 19640326 198902 1 001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : **5 Juni 2026**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eko Anggoro Jati  
NPM : 2525011024  
Program Studi : Magister Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Judul Penelitian : Analisis Operasional Kereta Api Angkutan Batubara Berdasarkan Kinerja Waktu Tempuh Ketepatan Waktu dan Produktivitas Angkutan

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian yang saya lakukan dan laporan yang saya tulis adalah murni hasil karya saya sendiri, bukan hasil penjiplakan atau karya pihak lain, baik sebagian maupun seluruhnya. Segala sumber data, informasi, dan kutipan yang digunakan dalam penelitian ini telah dicantumkan secara jelas sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap pernyataan ini, baik sebagian maupun seluruhnya, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Lampung.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan penuh tanggung jawab untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 8 Juni 2026

Yang membuat pernyataan



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Eko".

Eko Anggoro Jati

## RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Kota Grobogan, Provinsi Jawa Tengah, pada tanggal 11 Oktober 1988 sebagai anak dari putra dari Bapak Jarwanto dan Ibu Siti Umiyatun. Pendidikan dasar ditempuh di SD sampai Dengan SMA dan lulus pada tahun 2007. Kemudian melanjutkan pendidikan jenjang sarjana pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Tahun 2007 dan lulus pada tahun 2012.

Pada tahun 2025, penulis melanjutkan pendidikan dan diterima sebagai mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Rekognisi Pembelajaran Lampau (RPL). Selain itu penulis juga mengambil profesi Insinyur pada Universitas Gadjah Mada tahun 2025 dan lulus pada bulan Januari 2026. Penulis menyelesaikan pendidikan Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung Pada Tahun 2026.

## **PERSEMBAHAN**

Kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Jarwanto dan Ibu Siti Umiyatun, sosok luar biasa yang dengan penuh kasih telah membesarkan dan mendidik penulis hingga menjadi pribadi yang tegar dan berpendirian. Doa dan pengorbanan kalian adalah fondasi terkuat dalam setiap keberhasilan yang penulis raih.

Kepada saudara-saudaraku tercinta, terima kasih atas doa, semangat, dan nasihat yang tiada henti menguatkan langkah ini. Kemudian teman-teman seperjuangan, terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan luar biasa ini. Setiap canda, lelah, dan perjuangan bersama akan selalu menjadi kenangan yang tak tergantikan.

Dengan penuh cinta dan rasa syukur kepada istri tercinta Istri tercinta Dri Astuti dan anak-anakku, yang telah menjadi sumber semangat, inspirasi, serta ketenangan hati di setiap langkah perjuangan. Terima kasih atas doa, dukungan, dan kesabaran yang tak ternilai. Semoga Allah meridhai perjalanan cinta dan kehidupan kita ke depan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis berjudul “Analisis Operasional Kereta Api Angkutan Batubara Berdasarkan Kinerja Waktu Tempuh Ketepatan Waktu, dan Produktivitas Angkutan.”

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Dalam proses penyusunan dan penulisan, penulis memperoleh dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan tulus, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung, sekaligus dosen pembimbing II yang selalu memberikan dukungan, semangat, masukan, koreksi, dan bantuan hingga terselesaikannya tesis ini.
2. Ibu Dr. Rahayu Sulistiyorini, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, sekaligus dosen pembimbing I yang selalu memberikan dukungan dan bimbingan, arahan, serta motivasi dalam penyusunan penelitian ini.
3. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D. selaku dosen penguji I yang telah memberikan masukan, kritik dan saran yang membangun dalam penelitian ini.
4. Ibu Dr. Yuda Romdania, S.T.,M.T. selaku dosen penguji II yang tak henti-hentinya mengingatkan, memberi saran, dan koreksi dalam penulisan penelitian ini.

Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyusunan tesis

ini. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa karya ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan karya di masa mendatang. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya bagi masyarakat, mahasiswa, dan pihak akademisi Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 8 Juni 2026.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Eko', with a horizontal flourish underneath.

Eko Anggoro Jati

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>JUDUL</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN THESIS</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN THESIS</b> .....	vi
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN</b> .....	viii
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	ix
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	ix
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Masalah .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 <i>State of the Art</i> .....	7
2.2 Transportasi Kereta Api dalam Angkutan Barang .....	9
2.3 Kinerja Waktu Tempuh pada Kereta Api Angkutan Batubara .....	10
2.4 Konsep Efisiensi Operasional Transportasi .....	12
2.5 Kinerja Operasional Kereta Api .....	15
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	18
3.1 Lokasi Penelitian .....	18
3.2 Waktu Penelitian .....	20
3.3 Pengumpulan Data Sekunder .....	20
3.4 Metode Pengumpulan Data dan Analisis Data .....	21
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	26
4.1 Kinerja Waktu Tempuh Kereta Api Angkutan Batubara Pada Relasi Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan .....	28

4.2	Tingkat Ketepatan Waktu Kedatangan Kereta Api Angkutan Batubara Pada Relasi Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan .....	62
4.3	Produktivitas dan efisiensi Operasional Angkutan Kereta Api Batu Bara relasi Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan .....	96
4.4	Pengaruh Kinerja Waktu Tempuh, Ketepatan Waktu, dan Produktivitas Angkutan Terhadap Efisiensi Operasional Kereta Api Angkutan Batubara .....	101
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>108</b>
5.1	Kesimpulan .....	108
5.2	Saran .....	109
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>111</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Kriteria Indeks Efisiensi dan Kategorinya .....	12
2. Kriteria On Time Performace (OTP) .....	15
3. Formulasi yang terkait dengan Analisis Studi Kasus Kinerja Operasional KA Batubara .....	18
4. Perencanaan Penelitian .....	22
5. KA pada Kondisi Isi dan Kondisi Kosong .....	27
6. Waktu tempuh KA babaranjang Bulan Januari–Desember 2024 pada Kondisi Isi (Jam) .....	29
7. Waktu tempuh KA babaranjang Bulan Januari–Desember 2024 pada Kondisi Kosong .....	31
8. Waktu Tempuh KA Babaranjang Bulan Januari–Desember 2024 pada Kondisi Isi Berdasarkan Jenis KA .....	40
9. Waktu Tempuh KA Babaranjang Bulan Januari–Desember 2024 pada Kondisi Kosong Berdasarkan Jenis KA .....	41
10. Ringkasan Waktu Tempuh Kereta Bermuatan dan Tidak Bermuatan ...	56
11. Rerata Waktu Tempuh KA dan GAPEKA KA Babaranjang pada Kondisi Isi dan Kondisi Kosong .....	57
12. Ringkasan Waktu Tempuh terhadap GAPEKA .....	61
13. Keterlambatan Keberangkatan KA Babaranjang di Stasiun Tanjung Enim Baru pada Kondisi Isi .....	63
14. Keterlambatan Waktu Tiba KA Babaranjang di Stasiun Tarahan pada Kondisi Isi .....	64
15. Keterlambatan Waktu Keberangkatan KA Babaranjang di Stasiun Tarahan pada Kondisi Kosong .....	65
16. Keterlambatan Waktu Tiba KA Babaranjang di Stasiun Tanjung Enim Baru pada Kondisi Kosong .....	66
17. Keterlambatan Keberangkatan KA babaranjang Bulan Januari–Desember 2024 pada Kondisi Isi berdasarkan Jenis KA pada Stasiun Tanjung Enim Baru .....	75

18. Keterlambatan Waktu Tiba KA Babaranjang Bulan Januari– Desember 2024 pada Kondisi Isi Berdasarkan Jenis KA pada Stasiun Tarahan .....	76
19. Keterlambatan Keberangkatan KA Babaranjang Bulan Januari– Desember 2024 pada Kondisi Kosong Berdasarkan Jenis KA pada Stasiun Tarahan .....	77
20. Keterlambatan Waktu Tiba KA babaranjang Bulan Januari– Desember 2024 pada Kondisi Isi berdasarkan Jenis KA pada Stasiun Tanjung Enim Baru .....	78
21. Ringkasan Keterlambatan dan Ketepatan Waktu KA Babaranjang Tahun 2024 .....	95
22. Tonase KA Babaranjang tahun 2023–2024 .....	96
23. Klasifikasi Tingkat Tonase Berdasarkan Persentase terhadap Tonase Maksimum .....	97
24. Ketepatan Waktu, Jumlah Perjalanan dan Jumlah KA Batal Jalan .....	98
25. Hasil Analisis OTP dan Produktivitas KA Babaranjang Relasi Stasiun Tanjung Enim Baru-Stasiun tarahan .....	99
26. Kriteria Perjalanan .....	99
27. Kriteria Produktifitas Perjalanan KA Babaranjang .....	100
28. Hubungan Kriteria Perjalanan, OTP dan Produktivitas KA Babaranjang Relasi Stasiun Tajung Enim Baru-Stasiun Tarahan .....	102
29. Faktor Eksternal dan Internal yang menjadi Hambatan dalam Produktivitas dan OTP KA Babaranjang Relasi Stasiun Tanjung Enim Baru- Stasiun tarahan .....	104

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Peta lokasi penelitian. ....	19
2. Diagram alir penelitian. ....	25
3. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Januari 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	33
4. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Februari 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	33
5. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Maret 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	34
6. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan April 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	34
7. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Mei 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	35
8. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Juni 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	35
9. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Juli 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	36
10. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Agustus 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	36
11. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan September 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	37
12. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Oktober 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	37
13. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan November 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	38
14. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Desember 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	38
15. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Januari 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	43
16. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Februari 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	44

17. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Maret 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	45
18. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan April 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	46
19. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Mei 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	47
20. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Juni 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	48
21. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Juli 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	49
22. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Agustus 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	50
23. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan September 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	51
24. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Oktober 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	52
25. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan November 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	53
26. Rerata waktu tempuh KA babaranjang bulan Desember 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	54
27. Rerata waktu tempuh KA babaranjang pada kondisi isi dan kondisi kosong. ....	58
28. Selisih waktu tempuh terhadap GAPEKA pada kondisi isi dan kondisi kosong. ....	59
29. Rerata Keterlambatan KA babaranjang berdasarkan keberangkatan dan waktu tiba bulan Januari 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	68
30. Rerata Keterlambatan KA babaranjang berdasarkan keberangkatan dan waktu tiba bulan Februari 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	68
31. Rerata Keterlambatan KA babaranjang berdasarkan keberangkatan dan waktu tiba bulan Maret 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	69
32. Rerata Keterlambatan KA babaranjang berdasarkan keberangkatan dan waktu tiba bulan April 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	69
33. Rerata Keterlambatan KA babaranjang berdasarkan keberangkatan dan waktu tiba bulan Mei 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	70
34. Rerata Keterlambatan KA babaranjang berdasarkan keberangkatan dan waktu tiba bulan Juni 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	70
35. Rerata Keterlambatan KA babaranjang berdasarkan keberangkatan dan waktu tiba bulan Juli 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	71
36. Rerata Keterlambatan KA babaranjang berdasarkan keberangkatan dan waktu tiba bulan Agustus 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	71

37. Rerata Keterlambatan KA babaranjang berdasarkan keberangkatan dan waktu tiba bulan September 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	72
38. Rerata Keterlambatan KA babaranjang berdasarkan keberangkatan dan waktu tiba bulan Oktober 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	72
39. Rerata Keterlambatan KA babaranjang berdasarkan keberangkatan dan waktu tiba bulan November 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	73
40. Rerata Keterlambatan KA babaranjang berdasarkan keberangkatan dan waktu tiba bulan Desember 2024 kondisi isi dan kondisi kosong. ....	73
41. Rerata keterlambatan KA babaranjang pada kondisi isi dan kondisi kosong berdasarkan No KA pada bulan Januari 2024. ....	81
42. Rerata keterlambatan KA babaranjang pada kondisi isi dan kondisi kosong berdasarkan No KA pada bulan Februari 2024. ....	82
43. Rerata keterlambatan KA babaranjang pada kondisi isi dan kondisi kosong berdasarkan No KA pada bulan Maret 2024. ....	83
44. Rerata keterlambatan KA babaranjang pada kondisi isi dan kondisi kosong berdasarkan No KA pada bulan April 2024. ....	84
45. Rerata keterlambatan KA babaranjang pada kondisi isi dan kondisi kosong berdasarkan No KA pada bulan Mei 2024. ....	85
46. Rerata keterlambatan KA babaranjang pada kondisi isi dan kondisi kosong berdasarkan No KA pada bulan Juni 2024. ....	86
47. Rerata keterlambatan KA babaranjang pada kondisi isi dan kondisi kosong berdasarkan No KA pada bulan Juli 2024. ....	87
48. Rerata keterlambatan KA babaranjang pada kondisi isi dan kondisi kosong berdasarkan No KA pada bulan Agustus 2024. ....	88
49. Rerata keterlambatan KA babaranjang pada kondisi isi dan kondisi kosong berdasarkan No KA pada bulan September 2024. ....	89
50. Rerata keterlambatan KA babaranjang pada kondisi isi dan kondisi kosong berdasarkan No KA pada bulan Oktober 2024. ....	90
51. Rerata keterlambatan KA babaranjang pada kondisi isi dan kondisi kosong berdasarkan No KA pada bulan November 2024. ....	91
52. Rerata keterlambatan KA babaranjang pada kondisi isi dan kondisi kosong berdasarkan No KA pada bulan Desember 2024. ....	92
53. Rerata keterlambatan KA babaranjang pada kondisi isi dan kondisi kosong berdasarkan No KA pada tahun 2024. ....	93
54. Faktor Internal yang mempengaruhi oTP dan keterlambatan. ....	107
55. Faktor eksternal yang mempengaruhi keterlambatan dan OTP. ....	107

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Transportasi merupakan salah satu sektor yang mendukung jalannya perekonomian sebuah negara, terutama dalam menghubungkan pusat-pusat produksi dengan pasar. Salah satu sektor yang sangat bergantung pada transportasi adalah industri batu bara, yang memiliki peranan besar dalam perekonomian Indonesia (Kurniawan, 2025; PTKA, 2014). Batu bara tidak hanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi domestik, tetapi juga diekspor ke berbagai negara, yang menjadikannya komoditas unggulan Indonesia. Proses distribusi batu bara ini memerlukan sistem transportasi yang efisien untuk memastikan pasokan yang tepat waktu dan dengan biaya yang optimal. Dalam hal ini, kereta api menjadi salah satu moda transportasi yang paling efektif untuk angkutan barang, khususnya batu bara, karena kemampuannya mengangkut barang dalam jumlah besar dengan biaya yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan moda transportasi lainnya (Emunds & Nießen, 2025; Koroleva et al., 2021; Transport and ICT Global Practice, 2017).

Kereta api angkutan batu bara di Indonesia, khususnya di Pulau Sumatera, memainkan peran yang sangat penting dalam mengangkut batu bara dari lokasi tambang menuju pelabuhan untuk diekspor atau ke pusat distribusi domestik (Gambar 1.1). Salah satu jalur yang digunakan adalah relasi Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan, yang memiliki panjang sekitar 402,51 km. Meskipun kereta api memiliki banyak keunggulan, seperti biaya operasional yang lebih rendah dan kemampuan mengangkut batu bara dalam jumlah besar, namun seringkali sistem operasional yang ada tidak

berjalan dengan efisien. Hal ini terlihat dari beberapa masalah yang sering terjadi, seperti waktu tempuh yang tidak optimal, ketepatan waktu yang sering terlambat, dan rendahnya produktivitas angkutan (Meesit & Suwannasri, 2026; Prasidi & Rifni, 2020a; Wang et al., 2021). Salah satu faktor yang dalam menilai efisiensi operasional kereta api adalah waktu tempuh. Waktu tempuh merujuk pada durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan perjalanan dari titik asal hingga tujuan. Waktu tempuh yang optimal sangat penting karena akan mempengaruhi biaya operasional, yang terdiri dari biaya bahan bakar, tenaga kerja, dan pemeliharaan armada. Waktu tempuh yang cepat juga berarti pengurangan waktu tunggu, yang meningkatkan produktivitas dan efisiensi angkutan. Namun, waktu tempuh sering kali tidak sesuai dengan yang diharapkan. Faktor penyebabnya adalah kondisi infrastruktur rel serta faktor eksternal seperti cuaca buruk atau gangguan operasional.



Gambar 1. Kondisi eksisting kereta batubara menuju Stasiun Tarahan.

Kereta api angkutan batu bara pada jalur Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan berpotensi mengalami penundaan karena berbagai kendala ini. Keterlambatan pengiriman ini berdampak pada ketepatan waktu, yang menjadi indikator penting dalam kinerja angkutan batu bara (Suprayogi & Ramdhani, 2015). Jalur Tanjung Enim–Tarahan, menghadapi lonjakan permintaan, keterbatasan jalur tunggal, dan bottleneck pelabuhan. Efisiensi operasional kereta api melalui indikator waktu tempuh, ketepatan waktu, dan produktivitas dapat digunakan dalam merumuskan strategi peningkatan kapasitas, penjadwalan, dan integrasi antarmoda agar pasokan energi tetap andal dan berkelanjutan bagi industri (Andry Yuliyanto et al., 2024a; Syahminan et al., 2011). Selanjutnya analisis dan evaluasi kinerja perjalanan Kereta api angkutan batubara menjadi faktor penting untuk memastikan bahwa sistem yang ada dapat memenuhi kebutuhan pasokan batu bara melalui industri terkait. Selain itu, produktivitas angkutan juga menjadi faktor utama yang mempengaruhi efisiensi operasional kereta api angkutan batu bara. Hal ini berkontribusi pada pengurangan biaya per unit angkutan dan peningkatan daya saing perusahaan dalam industri batu bara. Namun, rendahnya produktivitas angkutan sering kali terjadi akibat berbagai faktor yang dapat menghambat efisiensi sistem. Salah satunya adalah ketidakefektifan penggunaan armada kereta, baik dalam hal kapasitas yang tidak dimanfaatkan sepenuhnya, maupun waktu tunggu yang lama antara satu perjalanan dengan perjalanan lainnya. Penurunan produktivitas juga dapat disebabkan oleh perawatan armada yang tidak memadai, sehingga kereta tidak dapat beroperasi dengan maksimal. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis terhadap produktivitas angkutan untuk mengidentifikasi kendala-kendala yang menghambat kinerja sistem dan mencari solusi yang dapat meningkatkan efisiensi (Burton et al., 2018; Tiong & Palmqvist, 2023).

Pada jalur relasi Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan, kereta api angkutan batu bara mengalami masalah terkait dengan ketepatan waktu, waktu tempuh yang tidak efisien, dan rendahnya produktivitas angkutan. Kondisi infrastruktur rel, yang sering kali tidak dalam kondisi prima, serta masalah teknis pada armada kereta seringkali menyebabkan keterlambatan dan menurunnya produktivitas (Ihlas et al., 2017; Lai &

Barkan, 2011; Meesit & Suwannasri, 2026; Zhang, 2024). Selain itu, pengelolaan jadwal keberangkatan dan kedatangan yang tidak terkoordinasi dengan baik juga dapat mempengaruhi ketepatan waktu pengiriman batu bara. Dalam konteks ini, sangat penting untuk melakukan analisis kinerja operasional pada relasi Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan dengan fokus pada tiga faktor utama yaitu waktu tempuh, ketepatan waktu, dan produktivitas angkutan.

Kajian-kajian sebelumnya telah banyak membahas kinerja angkutan barang kereta api dari aspek kapasitas lintas, peningkatan frekuensi perjalanan, waktu tempuh, serta pengaruh gangguan operasional terhadap keterlambatan perjalanan (Andry Yuliyanto et al., 2024b; Burton et al., 2018; Prasidi & Rifni, 2020b; Tiong & Palmqvist, 2023). Kajian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan volume angkutan dapat meningkatkan produktivitas transportasi, tetapi belum sepenuhnya menjelaskan produktivitas yang tinggi selalu sejalan dengan ketepatan waktu perjalanan. Oleh karena itu, kinerja angkutan batu bara perlu dianalisis tidak hanya berdasarkan besarnya tonase atau jumlah perjalanan, tetapi juga melalui hubungan antara waktu tempuh, ketepatan waktu, keterlambatan, dan produktivitas angkutan.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, analisis kinerja operasional KA Babaranjang pada relasi Tanjung Enim Baru–Tarahan perlu dilakukan secara lebih terintegrasi. Perbedaan kajian terletak pada penggunaan beberapa indikator secara bersamaan, yaitu waktu tempuh aktual, waktu tempuh rencana berdasarkan GAPEKA, ketepatan waktu perjalanan, tingkat keterlambatan, jumlah perjalanan, tonase, dan produktivitas angkutan. Dengan pendekatan tersebut, kajian ini tidak hanya menunjukkan capaian kuantitas angkutan, tetapi juga menilai kesesuaian antara produktivitas dan keandalan jadwal, sehingga dapat diperoleh gambaran umum mengenai kinerja waktu tempuh, tingkat ketepatan waktu kedatangan, produktivitas angkutan, serta pengaruh ketiga indikator tersebut terhadap efisiensi operasional kereta api angkutan batubara pada relasi Tanjung Enim Baru–Tarahan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini diilustrasikan sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja waktu tempuh kereta api angkutan batubara pada relasi Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan?
2. Bagaimana ketepatan waktu kedatangan kereta api angkutan batubara pada relasi Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan?
3. Bagaimana produktivitas angkutan kereta api batubara dalam relasi Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan tersebut?
4. Bagaimana pengaruh kinerja waktu tempuh, ketepatan waktu, dan produktivitas angkutan terhadap efisiensi operasional kereta api angkutan batubara.?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja waktu tempuh kereta api angkutan batubara pada relasi Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan.
2. Mengevaluasi tingkat ketepatan waktu kedatangan kereta api angkutan batubara pada relasi Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan.
3. Menganalisis produktivitas angkutan kereta api batubara dalam relasi Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan tersebut.
4. Menganalisis pengaruh kinerja waktu tempuh, ketepatan waktu, dan produktivitas angkutan terhadap efisiensi operasional kereta api angkutan batubara.

### **1.4 Batasan Masalah**

Dengan mempertimbangkan luasnya permasalahan yang timbul dalam penelitian, serta keterbatasan waktu, tenaga dan biaya, untuk itu penulis memberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya fokus pada analisis terbatas pada data perjalanan harian KA angkutan batubara relasi Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan selama tahun 2024.
2. Penelitian ini berdasarkan pada total 17.846 perjalanan KA Babaranjang pada Stasiun Tanjung Enim Baru relasi Stasiun Tarahan dengan pola perjalanan yaitu sekitar 25 perjalanan KA bermuatan dan 25 perjalanan KA kosong per hari dan jumlah gerbong sekitar 60.
3. Penelitian hanya fokus pada analisis waktu tempuh kereta api antara Tanjung Enim Baru dan Stasiun Tarahan tanpa memperhitungkan faktor eksternal (cuaca, gangguan operasional).
4. Penelitian ini fokus pada Analisis produktivitas angkutan berdasarkan volume batubara yang diangkut dan kapasitas maksimal kereta api.
5. Analisis ini berdasarkan kinerja waktu tempuh, ketepatan waktu, dan produktivitas angkutan terhadap efisiensi operasional kereta api angkutan batubara.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berikut adalah manfaat yang diharapkan dari penelitian efisiensi operasional Kereta Api Batu Bara adalah sebagai berikut:

1. Dapat memberikan gambaran tentang efisiensi operasional kereta api angkutan batubara, yang dapat digunakan sebagai dasar untuk perbaikan dan optimalisasi operasional.

2. Dapat memberikan rekomendasi untuk meningkatkan produktivitas angkutan, sehingga lebih banyak batubara dapat diangkut dalam waktu yang lebih efisien, mendukung pencapaian target pengangkutan.
3. sebagai dasar yang kuat bagi manajemen PT KAI untuk mengambil keputusan strategis dalam perencanaan dan peningkatan sistem transportasi kereta api angkutan batubara.
4. Dapat menjadi referensi untuk studi lanjutan terkait efisiensi operasional angkutan batubara atau transportasi kereta api di relasi lain.
5. Penelitian ini dapat memberikan data yang bermanfaat bagi pihak berwenang dalam merumuskan kebijakan transportasi yang lebih efisien dan berkelanjutan, khususnya dalam sektor angkutan batubara.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *State of the Art*

1. Setyaji, Pamursari, dan Sari (2024).

Studi berjudul *Traffic Capacity Analysis of Existing Conditions with the Effect of Additional Coal Transportation Targets on the Tanjung Enim–Tarahan Railway Line* menganalisis kapasitas lalu lintas jalur kereta api Tanjung Enim–Tarahan terhadap peningkatan target angkutan batubara. Penelitian ini menjelaskan bahwa jaringan kereta api Sumatra memiliki peran strategis dalam distribusi batubara karena terhubung langsung dari area produksi menuju akses pelabuhan. Hasil kajian menunjukkan bahwa untuk mencapai target angkutan batubara yang lebih besar, diperlukan peningkatan jumlah perjalanan kereta, kesiapan jalur, lokomotif, gerbong, serta pengaturan lalu lintas yang memadai. Penelitian ini penting karena memberikan gambaran mengenai tekanan kapasitas lintas, tetapi belum secara khusus mengevaluasi kinerja operasional berdasarkan realisasi waktu tempuh, ketepatan waktu perjalanan, keterlambatan, dan produktivitas aktual angkutan (Setyaji et al., 2024).

2. Abdurrohman, Abdurrachman, dan Pribadi (2024).

Penelitian berjudul *Tinjauan Operasional Kereta Api Barang yang Melalui Wilayah Perawatan UPT Resor Jalan Rel IV.2 Rejosari* membahas operasional kereta api barang, termasuk angkutan batubara, semen, dan pulp yang melintasi wilayah perawatan jalan rel Rejosari. Penelitian ini relevan karena menjelaskan bahwa perjalanan kereta api barang angkutan batubara diberangkatkan dari Stasiun Tanjung

Enim Baru menuju Stasiun Tarahan. Kajian ini memberikan gambaran mengenai karakteristik operasional kereta api barang, tonase, serta pentingnya dukungan prasarana jalan rel dalam menjaga kelancaran operasi. Namun, penelitian tersebut masih bersifat tinjauan operasional umum dan belum secara khusus mengukur hubungan antara waktu tempuh, ketepatan waktu, keterlambatan, dan produktivitas angkutan KA batubara Baratarahan pada relasi Tanjung Enim Baru–Tarahan (Abdurrohman et al., 2024).

### 3. Mukunzi dan Palmqvist (2024).

Penelitian berjudul *The Impact of Railway Incidents on Train Delays: A Case of the Swedish Railway Network* menganalisis pengaruh insiden perkeretaapian terhadap keterlambatan kereta. Studi ini mengembangkan kerangka kuantitatif untuk mengukur dampak keterlambatan melalui tingkat insiden, tingkat paparan, tingkat keterlambatan, dan rata-rata menit keterlambatan historis. Penelitian ini juga mengembangkan model logistik untuk memperkirakan peluang keterlambatan kereta ketika terjadi gangguan. Kajian ini relevan sebagai landasan metodologis dalam menganalisis keterlambatan KA batubara, karena keterlambatan dapat dipahami bukan hanya sebagai selisih jadwal dan realisasi, tetapi juga sebagai akibat dari gangguan operasional. Namun, penelitian ini belum mengaitkan keterlambatan dengan produktivitas angkutan barang berat seperti batubara (Mukunzi & Palmqvist, 2024).

### 4. Grechi dan Maggi (2018).

Penelitian mengenai *The Importance of Punctuality in Rail Transport Service: An Empirical Investigation on the Delay Determinants* membahas pentingnya ketepatan waktu sebagai indikator utama dalam menilai kualitas layanan transportasi kereta api. Penelitian ini mengkaji keterlambatan berdasarkan faktor-faktor penyebabnya, seperti gangguan operasional, kondisi teknis, pengaturan jadwal, dan faktor eksternal yang memengaruhi perjalanan kereta. Kajian ini penting karena memberikan dasar konseptual bahwa keterlambatan tidak hanya dilihat sebagai selisih waktu antara jadwal dan realisasi, tetapi juga sebagai indikator keandalan sistem operasi. Dalam

konteks tesis ini, pendekatan tersebut dapat digunakan untuk menganalisis ketepatan waktu KA batubara Baratarahan. Namun, penelitian Grechi dan Maggi masih bersifat umum pada layanan kereta api dan belum mengkaji angkutan batubara dengan karakteristik muatan berat, perjalanan jarak jauh, serta target produktivitas angkutan (Grechi & Maggi, 2018).

5. Sulistyorini, R. (2015).

Studi mengenai *Potensi Kereta Api sebagai Angkutan Barang di Provinsi Lampung* membahas peran strategis kereta api sebagai moda angkutan barang, khususnya untuk distribusi batubara dari Tanjung Enim menuju Pelabuhan Tarahan. Penelitian ini menjelaskan bahwa batubara dari lokasi tambang Tanjung Enim diangkut ke Pelabuhan Tarahan menggunakan kereta api dengan rangkaian berkapasitas besar. Kajian ini juga menekankan bahwa kereta api memiliki keunggulan untuk angkutan barang jarak jauh dan volume besar dibandingkan moda jalan raya karena lebih efisien serta dapat mengurangi beban jalan. Penelitian ini sangat relevan sebagai dasar konteks wilayah dan moda, tetapi belum membahas kinerja operasional secara rinci berdasarkan waktu tempuh, ketepatan waktu, keterlambatan, dan produktivitas angkutan (Sulistyorini, 2015).

## **2.2 Transportasi Kereta Api dalam Angkutan Barang**

Dalam konteks distribusi logistik nasional, kereta api menjadi alternatif strategis untuk mengurangi beban jalan raya, menekan biaya logistik, dan meningkatkan efisiensi rantai pasok. Namun, pemanfaatannya masih bergantung pada ketersediaan infrastruktur rel, terminal barang, serta integrasi dengan moda transportasi lain (Larsen et al., 2009; *Rencana Induk Perkeretaapian Nasional*, 2017). Oleh karena itu, pemahaman mengenai karakteristik, peran, serta kelebihan dan keterbatasan kereta api dalam angkutan barang sangat penting untuk mendukung analisis efisiensi operasional moda ini (Bintang et al., 2020; Sulistyorini, 2015).

Kereta api memiliki peran penting dalam distribusi batubara di Indonesia karena efisiensi biaya, kapasitas angkut yang besar, serta kecepatan distribusi. Meski demikian, kereta api menghadapi sejumlah kendala. Hambatan regulasi, perizinan, dan tarik-menarik kepentingan sering memperlambat pembangunan jalur baru. Proyek-proyek kereta api batubara sering tertunda akibat faktor politik dan perbedaan kepentingan antara pemerintah pusat, daerah, dan investor. Hal ini berdampak pada keterbatasan kapasitas angkutan batubara secara nasional (Morishita, 2016; Ryandini & Kholidin, 2024).

Angkutan barang menggunakan kereta api di Indonesia memiliki karakteristik khas yang ditentukan oleh infrastruktur fisik dan pelayanan operasional. Penelitian Kapasitas Infrastruktur dan Fasilitas pada Kereta Api Angkutan Barang dan Logistik (Prasidi & Rifni, 2020) menyebut bahwa infrastruktur rel, fasilitas bongkar-muat, dan peralatan pendukung seperti gudang serta alat pemindah barang menjadi faktor kunci yang sering belum optimal. Jaringan rel belum seluruhnya mendukung kapasitas besar dan juga belum semua stasiun memiliki fasilitas bongkar muat memadai. Biaya operasional dan kecepatan pelayanan sangat dipengaruhi oleh kualitas fasilitas ini. Karakteristik utama angkutan barang lewat kereta api di Indonesia meliputi kapasitas besar, efisiensi dalam volume besar dan jarak jauh, namun ketergantungan tinggi pada kondisi infrastruktur dan fasilitas logistik pendukung, serta kebutuhan integrasi operasional untuk meningkatkan keandalan pelayanan.

### **2.3 Kinerja Waktu Tempuh pada Kereta Api Angkutan Batubara**

Waktu tempuh adalah salah satu faktor utama yang mempengaruhi efisiensi operasional kereta api angkutan batubara. Waktu tempuh merujuk pada durasi perjalanan yang dibutuhkan kereta api untuk mengangkut batubara dari titik keberangkatan hingga tujuan akhir (International Union of Railways & International Energy Agency, 2015; Wibowo et al., 2015a). Pengelolaan waktu tempuh yang efektif dapat meningkatkan

produktivitas, mengurangi biaya operasional, dan memaksimalkan penggunaan sumber daya. Beberapa faktor yang mempengaruhi waktu tempuh dalam pengangkutan batubara menggunakan kereta api antara lain (Bo et al., 2024; Liu et al., 2019):

1. Kecepatan Kereta merupakan faktor utama dalam menentukan waktu tempuh. Semakin tinggi kecepatan kereta, semakin cepat waktu tempuh yang diperlukan. Namun, kecepatan yang terlalu tinggi pada rel yang tidak sesuai dapat berisiko merusak infrastruktur dan mengurangi efisiensi. Oleh karena itu, perlu ada penyesuaian antara kecepatan yang optimal dan kondisi.
2. Kondisi Rel dan Infrastruktur rel yang terawat dengan baik memungkinkan perjalanan yang lebih cepat dan lebih aman. Kerusakan pada rel dapat memperlambat kereta, meningkatkan waktu tempuh dan biaya perawatan.
3. Pengaturan Jadwal dan Sinyal terkait dengan pengaturan jadwal yang tidak efisien atau kesalahan dalam pengaturan sinyal dapat menyebabkan keterlambatan dan memperpanjang waktu perjalanan. Oleh karena itu, manajemen lalu lintas dan sinyal yang tepat sangat penting untuk meminimalkan waktu tempuh.
4. Faktor Eksternal mencakup kondisi cuaca dan keadaan alam yang mempengaruhi waktu tempuh. Hujan, kabut, atau badai dapat mengurangi jarak pandang, yang menyebabkan pengurangan kecepatan dan meningkatkan waktu tempuh kereta.

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung waktu tempuh kereta api pada persamaan 1. (Liu et al., 2019):

$$T_t = \frac{L}{V} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

$T_t$  = Waktu tempuh (jam)

$L$  = Jarak yang ditempuh (km)

$V$  = Kecepatan rata – rata kereta (km/jam)

Sedangkan ketepatan waktu menggunakan terdapat pada persamaan 2.

$$K_t = \frac{N_{on-time}}{N_{total}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Dimana  $K_t$  merupakan ketepatan waktu,  $N_{on-time}$  merupakan jumlah perjalanan tepat waktu dan  $N_{total}$  merupakan jumlah total perjalanan. Selanjutnya waktu tempuh aktual ( $T_a$ ) dihitung menggunakan persamaan 3. (Kuipers et al., 2024). Dengan kriteria terdapat pada tabel 1 .

$$T_a = T_{kedatangan} - T_{keberangkatan} \dots\dots\dots (2)$$

Tabel 1. Kriteria Indeks Efisiensi dan Kategorinya

Nilai IE	Kategori Efisiensi
$\geq 95\%$	Sangat efisien
90%-94%	Efisien
80%-89%	Cukup Efisien
$\leq 80\%$	Tidak Efisien

Sumber : Dimodifikasi dari Coelli et al. (2005), Mahmudi (2019), FHWA (2006), dan Texas A&M Transportation Institute (2012).

## 2.4 Konsep Efisiensi Operasional Transportasi

Efisiensi operasional transportasi merupakan ukuran kinerja yang menunjukkan seberapa baik suatu sistem transportasi dalam memanfaatkan sumber daya (biaya, waktu, energi, sarana prasarana) untuk menghasilkan output berupa pelayanan angkutan yang andal, cepat, aman, dan berdaya saing. Konsep efisiensi tidak hanya

berfokus pada aspek finansial, tetapi juga mencakup produktivitas, ketepatan waktu, dan optimalisasi kapasitas (Evans, 2010). Efisiensi operasional dapat dilihat dari hubungan antara input (misalnya biaya operasional, tenaga kerja, bahan bakar) dengan output (jumlah barang/penumpang yang diangkut dalam satuan waktu). Semakin besar rasio output dibandingkan input, maka semakin efisien suatu sistem transportasi (Prasidi & Rifni, 2020). Secara umum, efisiensi operasional transportasi dapat dirumuskan pada persamaan 4. (Prasidi & Rifni, 2020).

$$E = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots (4)$$

dengan:

E = efisiensi operasional transportasi

Q = output (jumlah ton barang atau jumlah penumpang yang diangkut)

C = input (biaya operasional total atau resources yang digunakan)

Dalam konteks angkutan barang kereta api, parameter lain yang sering digunakan adalah efisiensi waktu tempuh dan ketepatan jadwal. Rumus ketepatan waktu (On-Time Performance/OTP) dapat dituliskan pada persamaan 5. (Prasidi & Rifni, 2020).

$$OTP = \frac{N_{ontime}}{N_{total}} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

dengan:

$N_{ontime}$  = jumlah perjalanan yang tepat waktu

$N_{total}$  = total perjalanan

Selain itu, produktivitas transportasi dapat dihitung pada persamaan 6. (Prasidi & Rifni, 2020).

$$P = \frac{\text{Tonase} \times \text{Jarak}}{\text{Waktu}} \dots\dots\dots (6)$$

Rumus ini menunjukkan bahwa produktivitas angkutan dipengaruhi oleh tiga komponen utama, yaitu besarnya tonase yang diangkut, jarak tempuh perjalanan, dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan perjalanan tersebut. Semakin besar muatan yang dapat diangkut dalam jarak tertentu dengan waktu tempuh yang relatif singkat, maka semakin tinggi nilai produktivitas yang dihasilkan. Sebaliknya, apabila waktu tempuh semakin panjang akibat keterlambatan, hambatan operasional, atau ketidakefisienan perjalanan, maka produktivitas angkutan akan menurun meskipun tonase yang diangkut relatif besar. Dengan demikian, produktivitas tidak hanya menggambarkan besarnya volume angkutan, tetapi juga menunjukkan kemampuan sistem operasional kereta api dalam memanfaatkan waktu, kapasitas angkut, dan jarak perjalanan secara efisien.

Selanjutnya, ketepatan waktu atau On-Time Performance (OTP) merupakan salah satu indikator utama dalam menilai kinerja operasional sistem perkeretaapian. OTP digunakan untuk menggambarkan tingkat kepatuhan perjalanan kereta api terhadap jadwal yang telah ditetapkan dalam Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA), baik pada aspek keberangkatan maupun kedatangan. Dalam praktik operasional perkeretaapian, nilai OTP umumnya diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori kinerja untuk memudahkan evaluasi dan perbandingan antarperiode maupun antarjenis layanan. Klasifikasi tersebut diperlukan agar hasil perhitungan OTP tidak hanya ditampilkan dalam bentuk persentase, tetapi juga dapat diinterpretasikan sebagai tingkat kinerja operasional. Dengan adanya kategori OTP, pengelola operasi dapat mengetahui apakah ketepatan waktu perjalanan berada pada kondisi baik, cukup, rendah, atau perlu mendapat perhatian khusus. Penetapan rentang nilai OTP beserta kategorinya menjadi penting sebagai dasar penilaian kinerja operasional, sekaligus sebagai acuan dalam merumuskan strategi peningkatan ketepatan waktu perjalanan kereta api. Adapun kriteria OTP disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. Kriteria On Time Performace (OTP)

OTP (%)	Kategori Kinerja	Interpretasi
$\geq 95\%$	<b>Sangat Baik</b>	Operasi sangat andal, keterlambatan sangat jarang
$90 - < 95\%$	<b>Baik</b>	Operasi andal, keterlambatan masih dapat ditoleransi
$80 - < 90\%$	<b>Cukup</b>	Kinerja sedang, perlu peningkatan manajemen operasi
$70 - < 80\%$	<b>Kurang</b>	Kinerja rendah, keterlambatan sering terjadi
$< 70\%$	<b>Sangat Kurang</b>	Operasi tidak andal, perlu perbaikan sistemik

Sumber : Andry Yuliyanto et al., (2024); Fajar et al., (2023); Wibowo et al., (2015)

konsep efisiensi operasional transportasi adalah kemampuan sistem untuk menghasilkan layanan maksimum dengan penggunaan sumber daya minimum. Evaluasi efisiensi dapat dilakukan dengan mengukur rasio output-input, produktivitas, serta ketepatan waktu operasional. Peningkatan efisiensi dapat dicapai melalui perbaikan fasilitas bongkar muat, optimalisasi jadwal keberangkatan, dan integrasi multimoda untuk mengurangi biaya serta waktu distribusi.

## 2.5 Kinerja Operasional Kereta Api

Kinerja operasional kereta api merupakan ukuran efektivitas dan efisiensi penyelenggaraan layanan transportasi baik penumpang maupun barang. Kinerja operasional sangat dipengaruhi oleh kondisi infrastruktur (jalur rel, kapasitas stasiun, jalur ganda) dan sarana (lokomotif, gerbong, serta fasilitas bongkar muat)(Andersson et al., 2015; Mukunzi & Palmqvist, 2025; Solinen & Palmqvist, 2023). Apabila kapasitas prasarana tidak sebanding dengan volume angkutan, maka akan timbul

penumpukan, waktu tunggu yang tinggi, dan penurunan produktivitas (Prasidi & Rifni, 2020).

Studi Abdurrohman (2024) menegaskan bahwa operasional kereta api barang di Lampung Selatan masih menghadapi tantangan berupa keterbatasan terminal bongkar muat dan kurangnya optimalisasi jadwal perjalanan. Hal ini berdampak pada rendahnya ketepatan waktu dan efisiensi angkutan batubara. Oleh karena itu, pengukuran kinerja operasional dilakukan dengan berbagai indikator kuantitatif yang dirumuskan dalam bentuk matematis. Indikator tersebut digunakan untuk memberikan gambaran objektif mengenai kondisi operasional berdasarkan data perjalanan, waktu tempuh, keterlambatan, dan volume angkutan. Melalui pendekatan kuantitatif, kinerja kereta api barang dapat dievaluasi secara lebih terukur sehingga faktor penyebab ketidakefisienan dapat diidentifikasi dengan lebih jelas. Hasil pengukuran ini selanjutnya menjadi dasar dalam menyusun rekomendasi perbaikan jadwal, peningkatan kapasitas layanan, dan optimalisasi distribusi batubara (Abdurrohman et al., 2024; Wibowo et al., 2015).

Adapun keterkaitan kinerja operasional dengan studi kasus KA Batubara Tanjung Enim–Tarahan (PT Bukit Asam – KAI Divre III Palembang) adalah sebagai berikut (Abdurrohman et al., 2024; Prasidi & Rifni, 2020).

1. Ketepatan Waktu (OTP) terkait dengan rute Tanjung Enim–Tarahan, OTP sangat penting karena keterlambatan memengaruhi jadwal bongkar muat di Pelabuhan Tarahan. Tingkat OTP yang rendah akan menambah biaya tunggu kapal (demurrage cost). Dengan demikian, OTP menjadi indikator keandalan distribusi batubara. Semakin tinggi OTP, semakin baik kepastian layanan angkutan batubara.
2. Load Factor (LF) terkait dengan gerbong batubara biasanya dioperasikan dalam satu rangkaian panjang ( $\pm 60$ – $61$  gerbong). LF yang tinggi menunjukkan kapasitas gerbong terisi optimal. Jika LF rendah, maka ada potensi kapasitas yang terbuang sehingga biaya per ton naik. Nilai LF yang optimal menunjukkan pemanfaatan kapasitas rangkaian secara efisien.

3. Produktivitas Angkutan (P) terkait dengan produktivitas diukur dari tonase batubara yang diangkut per jarak (402,51 km) per waktu tempuh. Semakin besar P, semakin efisien distribusi batubara. Misalnya, peningkatan rangkaian kereta ganda meningkatkan produktivitas. Produktivitas yang tinggi mencerminkan kemampuan sistem menghasilkan output angkutan besar.
4. Rasio Operasional (OR) terkait dengan KA Batubara Rangkaian Panjang (Babaranjang), OR dapat dihitung dari perbandingan biaya operasional (bahan bakar, tenaga kerja, perawatan rel dan lokomotif) dengan pendapatan pengangkutan batubara.  $OR < 100\%$  menunjukkan operasi sehat. Semakin rendah OR, semakin efisien biaya operasional terhadap pendapatan.
5. Turnaround Time (TAT) relevan untuk menilai siklus perjalanan KA Babaranjang: perjalanan Tanjung Enim–Tarahan, bongkar muat di pelabuhan, dan perjalanan kembali. Semakin singkat TAT, semakin cepat kereta siap untuk siklus berikutnya, sehingga throughput meningkat. TAT yang rendah menunjukkan perputaran rangkaian berjalan lebih cepat dan produktif.
6. Wagon Utilization (WU) penting karena Babaranjang menggunakan gerbong khusus (GBGS). Pemanfaatan optimal gerbong per jarak angkut menunjukkan efisiensi sarana. WU yang tinggi menandakan bahwa gerbong digunakan secara maksimal dalam mendukung angkutan batubara.
7. Kecepatan Rata-Rata ( $V_{avg}$ ) terkait dengan kecepatan rata-rata di jalur 402,5 km memengaruhi efisiensi distribusi. Peningkatan kecepatan dapat dicapai dengan jalur ganda (double track) yang sudah diterapkan sebagian. Kecepatan rata-rata yang baik dapat membantu menekan waktu tempuh dan keterlambatan.
8. Throughput (TP) digunakan untuk menilai volume batubara yang diangkut ke Pelabuhan Tarahan per hari. Jika throughput tinggi, maka target ekspor/PLTU dapat terpenuhi. Throughput yang tinggi menunjukkan kelancaran aliran batubara dari tambang menuju pelabuhan.

Sedangkan formulasi secara keseluruhan terkait produktivitas disajikan pada tabel 2.1. (Abdurrohman et al., 2024; Mira Lestira Hariani & Azmi, 2023).

Tabel 3. Formulasi yang terkait dengan Analisis Studi Kasus Kinerja Operasional KA Batubara

No	Indikator /Konsep	Rumus	Keterangan
1	Rasio Operasional (Operating Ratio, OR)	$OR = \frac{BOO}{Pendapatan}$	Menilai efisiensi finansial; OR < 100% = operasional sehat, OR > 100% = defisit.
2	Turnaround Time (TAT)	$TAAT = T_{jalan} + T_{lingkar} + T_{muat} + T_{tunggu}$	Mengukur total waktu satu siklus perjalanan; semakin singkat, semakin efisien.
3	Wagon Utilization (WU)	$WU = \frac{Tonase \times jarak}{Jumlah\ gerbang}$	Menunjukkan tingkat pemanfaatan gerbong dalam angkutan barang.
4	Kecepatan Rata-Rata ( $V_{avg}$ )	$V_{average} = \frac{Jarak}{Waktu_{tempuh}}$	Menggambarkan efisiensi operasional perjalanan, termasuk waktu berhenti di stasiun.
5	Throughput (TP)	$TP = \frac{Q}{Waktu_{operasi}}$	Mengukur volume barang yang diangkut per satuan waktu operasi.

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian ini disusun secara sistematis untuk menjelaskan tahapan pelaksanaan penelitian. Pendekatan kuantitatif deskriptif guna mengevaluasi efisiensi operasional secara objektif dan terukur (Hafni Sahir, 2021; Sugiyono, 2020).

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Adapun lokasi penelitian ini dilakukan pada lintas operasi Kereta Api Baratarahan dengan rute dari Stasiun Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan. Lintas ini secara administratif melintasi wilayah Provinsi Sumatera Selatan hingga Provinsi Lampung, sehingga menjadi jalur penting yang menghubungkan kawasan produksi batubara dengan simpul distribusi di wilayah pelabuhan. Jalur ini dipilih karena merupakan salah satu lintas utama pengangkutan batubara dari daerah tambang di Tanjung Enim menuju Pelabuhan Tarahan, Lampung, yang selanjutnya digunakan untuk mendukung kegiatan distribusi batubara PT Bukit Asam Tbk. Selain memiliki peran strategis dalam mendukung distribusi energi nasional, lintas ini juga memiliki karakteristik operasional yang kompleks karena dilalui oleh rangkaian kereta api batubara dengan frekuensi perjalanan tinggi dan beban angkut besar. Oleh karena itu, pemilihan lokasi ini dianggap relevan untuk menganalisis kinerja operasional kereta api angkutan batubara, khususnya dari aspek waktu tempuh, ketepatan waktu, dan produktivitas angkutan. Adapun lokasi penelitian diilustrasikan pada Gambar 3.2.

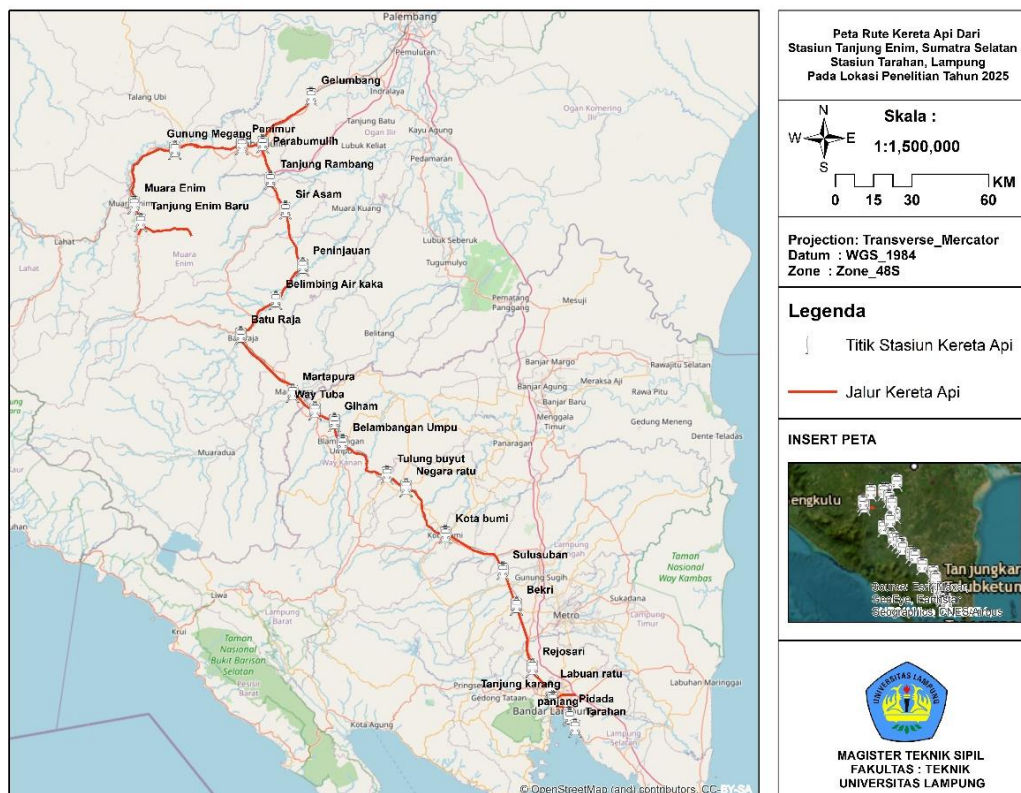
Secara umum, batas-batas wilayah lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

Batas Utara : Wilayah Kabupaten Muara Enim, Kabupaten Ogan Ilir, dan Kota Palembang di Provinsi Sumatera Selatan.

Batas Selatan : Wilayah Kota Bandar Lampung, Kecamatan Panjang, Stasiun Tarahan, serta kawasan Teluk Lampung.

Batas Barat : Wilayah Kabupaten Lahat, Kabupaten Muara Enim bagian barat, Kabupaten Way Kanan, dan kawasan Bukit Barisan.

Batas Timur : Wilayah Kabupaten Ogan Komering Ilir, Kabupaten Mesuji, Kabupaten Tulang Bawang, Kabupaten Lampung Tengah, dan Kabupaten Lampung Timur.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

### **3.2 Waktu Penelitian**

Waktu penelitian ini didasarkan pada data operasional kereta api angkutan batubara selama satu tahun, yaitu mulai tanggal 1 Januari sampai dengan 31 Desember 2024. Data tersebut digunakan untuk menganalisis kinerja operasional kereta api batubara pada lintas Muara Enim–Tarahan, khususnya yang berkaitan dengan waktu tempuh, ketepatan waktu, tingkat keterlambatan, serta produktivitas angkutan. Pemilihan periode Januari sampai dengan Desember 2024 dilakukan agar penelitian dapat menggambarkan kondisi operasional secara menyeluruh dalam satu tahun berjalan. Dengan menggunakan data selama dua belas bulan, analisis yang dilakukan diharapkan mampu menunjukkan pola perjalanan, variasi waktu tempuh, capaian ketepatan waktu, serta produktivitas angkutan batubara pada berbagai kondisi operasional. Periode ini juga memungkinkan peneliti untuk melihat kecenderungan kinerja bulanan, termasuk potensi gangguan, fluktuasi perjalanan, dan perubahan volume angkutan yang terjadi sepanjang tahun 2024 pada lintas Muara Enim–Tarahan.

Adapun proses analisis data penelitian dilaksanakan selama enam bulan, yaitu pada periode Juli sampai dengan Desember 2025. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan, pengolahan, pengelompokan, dan analisis data operasional yang telah diperoleh, meliputi data perjalanan kereta api, waktu tempuh rencana dan aktual, keterlambatan, jumlah perjalanan, serta tonase angkutan. Melalui tahapan tersebut, diharapkan diperoleh gambaran yang jelas mengenai efisiensi, keandalan, dan produktivitas operasional kereta api angkutan batubara pada lintas Muara Enim–Tarahan.

### **3.3 Pengumpulan Data Sekunder**

Pengumpulan data untuk penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari PT KAI Divre III, yang mencakup informasi operasional harian

sepanjang tahun 2024. Data ini akan memberikan wawasan mengenai kinerja operasional kereta api angkutan batubara, yang meliputi berbagai aspek penting seperti ketepatan waktu, waktu tempuh, dan tonase angkutan. Data yang diperoleh terdiri dari empat masukan utama yang akan dianalisis secara terperinci. Adapun penjelasan data sekunder yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Jadwal perjalanan kereta api yang mencatat waktu berangkat dan tiba yang direncanakan. Data ini akan digunakan sebagai acuan untuk membandingkan dengan realisasi perjalanan yang sebenarnya.
2. Realisasi perjalanan kereta api, yang mencakup waktu berangkat dan tiba aktual, akan memberikan gambaran mengenai ketepatan waktu dalam operasional kereta api.
3. Waktu tempuh kereta api, yang dihitung berdasarkan selisih antara waktu berangkat dan tiba aktual, atau dicatat langsung oleh operator pada saat perjalanan. Waktu tempuh ini menjadi indikator utama dalam menilai efisiensi operasional perjalanan kereta api.
4. Tonase angkutan per perjalanan yang mencatat jumlah beban yang diangkut pada setiap perjalanan kereta api. Data ini sangat penting untuk mengevaluasi produktivitas dan kapasitas angkutan batubara yang tersedia.

Penyusunan jadwal yang realistis sangat penting agar seluruh kegiatan penelitian dapat dilakukan sesuai dengan alokasi waktu dan sumber daya yang tersedia. Hal ini sejalan dengan prinsip manajemen penelitian yang efektif, yakni efisiensi waktu, tenaga, dan biaya (Uma Sekaran & Bougie, 2016).

### **3.4 Metode Pengumpulan Data dan Analisis Data**

Penyusunan penelitian ini dilakukan melalui tahapan perencanaan yang sistematis agar seluruh proses penelitian dapat berjalan secara terarah dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Perencanaan penelitian disusun mulai dari tahap persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, hingga penyusunan laporan akhir.

Tahap persiapan meliputi penentuan fokus penelitian, identifikasi kebutuhan data, serta penyusunan metode analisis yang digunakan. Selanjutnya, data yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui kinerja operasional kereta api angkutan batubara pada lintas Muara Enim–Tarahan. Adapun gambaran umum perencanaan penelitian disajikan untuk memberikan penjelasan mengenai alur pelaksanaan penelitian secara menyeluruh, sehingga setiap tahapan dapat dipahami secara runtut dan mendukung pencapaian hasil penelitian. Adapun gambaran umum perencanaan penelitian dijelaskan pada tabel 4.

Tabel 4. Perencanaan Penelitian

<b>Tahapan</b>	<b>Uraian Kegiatan</b>
<b>Persiapan</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Persiapan penelitian (penyusunan instrumen dan perizinan)</li> <li>2. Studi literatur dan penyusunan kerangka teori</li> <li>3. Pengumpulan data sekunder terkait perjalanan KA Baratarahan</li> </ol>
<b>Pengumpulan dan Pengujian Data</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Observasi lapangan dan koordinasi dengan pihak terkait</li> <li>2. Dokumentasi data perjalanan harian</li> <li>3. Pengolahan dan tabulasi data</li> <li>4. Analisis efisiensi operasional berdasarkan indikator penelitian yaitu waktu tempuh, keterlambatan, OTP</li> <li>5. Uji validitas dan konsistensi data</li> </ol>
<b>Analisis dan Finalisasi</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penyusunan hasil dan pembahasan penelitian</li> <li>2. Penarikan kesimpulan dan perumusan rekomendasi</li> <li>3. Finalisasi laporan penelitian</li> </ol>

Tahapan pengumpulan data dan analisis data dalam penelitian ini disusun berdasarkan alur penelitian yang ditampilkan pada flowchart. Alur tersebut menggambarkan proses penelitian mulai dari tahap persiapan, pengumpulan data sekunder, pengolahan dan pengujian data, hingga analisis kinerja operasional KA Baratarahan. Setiap tahapan memiliki fungsi yang saling berkaitan, di mana data jadwal perjalanan, realisasi

perjalanan, waktu tempuh, dan tonase angkutan menjadi dasar utama dalam menganalisis OTP, keterlambatan, produktivitas, serta efisiensi operasional kereta api.

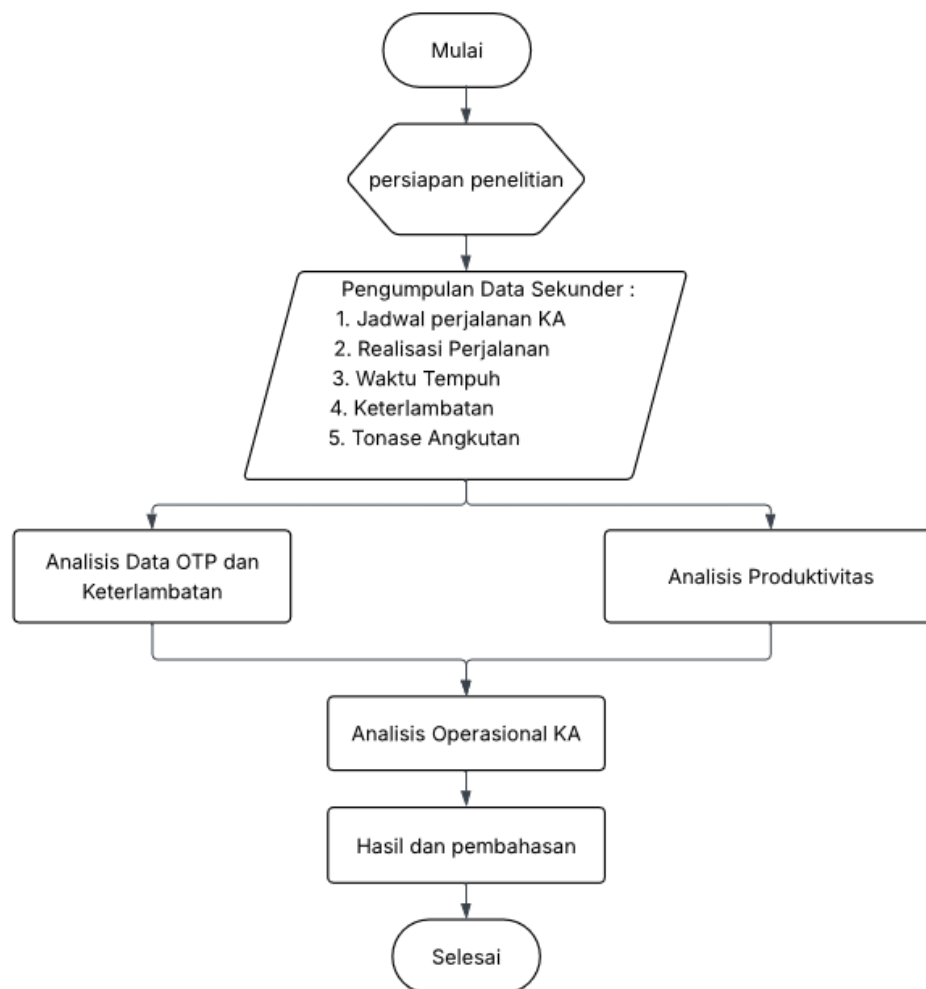
1. Tahap persiapan merupakan tahap awal dalam pelaksanaan penelitian. Pada tahap ini dilakukan penyusunan rencana penelitian, penyusunan instrumen, pengurusan perizinan, studi literatur, serta penyusunan kerangka teori yang berkaitan dengan kinerja operasional kereta api angkutan batubara. Selain itu, pada tahap ini juga ditentukan indikator penelitian yang akan dianalisis, yaitu waktu tempuh, ketepatan waktu, keterlambatan, produktivitas angkutan, dan efisiensi operasional KA Baratarahan pada lintas Muara Enim–Tarahan.
2. Tahap pengumpulan data sekunder dilakukan setelah tahap persiapan selesai. Data yang dikumpulkan meliputi jadwal perjalanan KA, realisasi perjalanan KA, waktu tempuh KA, dan tonase angkutan batubara. Data jadwal perjalanan dan realisasi perjalanan digunakan untuk menganalisis OTP atau *On Time Performance* dan keterlambatan, sedangkan data waktu tempuh dan tonase angkutan digunakan untuk menganalisis produktivitas angkutan. Seluruh data tersebut menjadi dasar utama dalam menilai kinerja operasional KA Baratarahan.
3. Data yang telah diperoleh kemudian diolah melalui proses tabulasi, pengelompokan, dan penyesuaian format data agar dapat dianalisis secara sistematis. Adapun analisis data mencakup analisis kinerja waktu tempuh, keterlambatan, OTP, produktivitas dan operasional KA Babaranjang Stasiun Tanjung Enim Baru relasi Stasiun Tarahan, sebagai berikut:
  - a. Analisis kinerja waktu tempuh dan keterlambatan dilakukan untuk mengetahui keandalan operasional KA Baratarahan pada lintas Muara Enim–Tarahan. Analisis ini menggunakan data jadwal dan realisasi perjalanan, baik waktu keberangkatan maupun kedatangan. Waktu tempuh dianalisis dengan membandingkan waktu tempuh terjadwal dan waktu tempuh aktual, sedangkan keterlambatan dihitung dari selisih antara waktu kedatangan aktual dengan waktu kedatangan terjadwal. Dalam penelitian ini, standar ketepatan waktu mengacu pada ketentuan *Federal Railroad Administration (FRA)*, yaitu

kereta dikategorikan tepat waktu apabila keterlambatan kedatangan tidak lebih dari 15 menit. Dengan demikian, perjalanan KA Baratarahan dinilai *on time* apabila keterlambatan  $\leq 15$  menit (Federal Railroad Administration (FRA), 2020). Hasil dari analisis ini berupa tingkat ketepatan waktu, jumlah perjalanan tepat waktu, jumlah perjalanan terlambat, rata-rata keterlambatan, serta sebaran keterlambatan perjalanan KA. Hasil analisis digunakan untuk mengetahui rata-rata waktu tempuh, jumlah perjalanan tepat waktu, jumlah perjalanan terlambat, serta pola keterlambatan KA Baratarahan selama periode penelitian.

- b. Analisis OTP dilakukan dengan menggunakan pasangan data jadwal–realisasi. Pada tahap ini dihitung selisih waktu keberangkatan dan kedatangan untuk mengetahui apakah perjalanan KA mengalami keterlambatan, tepat waktu, atau lebih cepat dari jadwal.
  - c. Analisis produktivitas dilakukan dengan menggunakan data waktu tempuh KA dan tonase angkutan. Dari waktu tempuh aktual dapat dihitung kecepatan rata-rata perjalanan, sedangkan produktivitas angkutan dapat dianalisis berdasarkan tonase per perjalanan dan ton-km apabila dikaitkan dengan jarak lintas. Nilai produktivitas tersebut kemudian dapat dikelompokkan secara harian maupun bulanan untuk melihat kecenderungan produktivitas, variasi capaian angkutan, serta kemampuan KA Baratarahan dalam mendukung distribusi batubara sepanjang periode penelitian.
4. Analisis operasional dilakukan dengan menggabungkan hasil analisis OTP, keterlambatan, waktu tempuh, kecepatan rata-rata, dan produktivitas angkutan. Pada tahap ini, indikator-indikator tersebut dibaca secara terpadu untuk mengetahui apakah operasional KA Baratarahan telah berjalan secara efisien atau masih terdapat penyimpangan.
  5. Hasil analisis kemudian diinterpretasikan dalam bentuk tabel, grafik, dan narasi pembahasan. Pada tahap ini dapat ditampilkan grafik OTP bulanan, distribusi keterlambatan, tren waktu tempuh, kecepatan rata-rata, produktivitas angkutan,

serta hasil efisiensi operasional KA. Temuan tersebut kemudian dikaitkan dengan kondisi operasional di lapangan untuk menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi kinerja KA Baratarahan. Tahap akhir penelitian dilakukan dengan menyusun pembahasan, menarik kesimpulan, merumuskan rekomendasi, dan menyelesaikan laporan akhir penelitian.

Langkah pengerjaan penelitian ini dapat diilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Diagram alir penelitian..

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan terhadap operasional Kereta Api (KA) Babaranjang pada relasi Stasiun Tanjung Enim Baru–Stasiun Tarahan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Kinerja waktu tempuh KA angkutan batubara menunjukkan kondisi yang relatif stabil secara rata-rata, dengan waktu tempuh berada pada kisaran  $\pm 14,98$ – $16,92$  jam. Meskipun demikian, terdapat variasi waktu tempuh yang cukup signifikan pada kondisi tertentu, terutama pada kejadian ekstrem yang menyebabkan waktu perjalanan melebihi 20 jam. Variasi ini mengindikasikan bahwa kelancaran perjalanan belum sepenuhnya konsisten dan masih dipengaruhi oleh gangguan operasional di lintas, baik yang bersifat terencana maupun tidak terencana.
2. Hasil evaluasi tingkat ketepatan waktu kedatangan menunjukkan bahwa kinerja On Time Performance (OTP) KA Babaranjang masih tergolong rendah. Dengan nilai OTP sebesar 2,54%, hanya sebagian kecil perjalanan yang memenuhi kriteria tepat waktu, yaitu keterlambatan  $\leq 15$  menit. Dari total perjalanan yang terealisasi, tercatat 442 perjalanan tepat waktu, termasuk sejumlah kejadian pada kondisi bermuatan maupun kosong yang masih berada dalam batas toleransi ketepatan waktu. Rendahnya capaian OTP ini mencerminkan belum optimalnya keandalan jadwal operasional, meskipun secara kuantitas perjalanan dapat direalisasikan dengan baik.
3. Produktivitas angkutan kereta api batubara menunjukkan kinerja yang tinggi. Pada tahun 2024, dengan total tonase angkutan sebesar 7.966.608 ton dan jumlah

perjalanan sebanyak 17.918 perjalanan, diperoleh produktivitas rata-rata sebesar 468,13 ton per perjalanan. Capaian ini menempatkan produktivitas KA Babaranjang dalam kategori tinggi, yang menunjukkan bahwa sistem angkutan mampu memaksimalkan kapasitas angkut dan menghasilkan output muatan yang besar per perjalanan.

4. Hasil analisis menunjukkan bahwa kinerja waktu tempuh, ketepatan waktu, dan produktivitas angkutan memiliki keterkaitan yang signifikan terhadap efisiensi operasional. Tingginya produktivitas dan realisasi perjalanan yang sangat baik belum sepenuhnya diikuti oleh efisiensi operasional yang optimal akibat rendahnya tingkat ketepatan waktu dan fluktuasi waktu tempuh. Kondisi ini mengindikasikan bahwa efisiensi operasional KA Babaranjang saat ini lebih didorong oleh pencapaian volume angkutan, sementara aspek keandalan waktu masih menjadi kendala utama. Oleh karena itu, peningkatan efisiensi operasional di masa mendatang tidak hanya bergantung pada peningkatan produktivitas, tetapi juga memerlukan perbaikan konsistensi waktu tempuh, peningkatan ketepatan waktu, serta pengendalian faktor internal dan eksternal yang memengaruhi operasional perjalanan kereta api angkutan batubara.

## **V.1 Saran**

1. Rendahnya nilai On Time Performance (OTP) sebesar 2,54% menunjukkan bahwa aspek ketepatan waktu KA Babaranjang masih menjadi perhatian utama dalam peningkatan kinerja operasional. Meskipun jumlah perjalanan dan produktivitas angkutan tergolong tinggi, capaian tersebut belum sepenuhnya diikuti oleh konsistensi waktu keberangkatan dan kedatangan sesuai jadwal. Oleh karena itu, pengelola operasi perlu melakukan evaluasi secara menyeluruh terhadap kesesuaian antara jadwal GAPEKA dan realisasi perjalanan, terutama pada titik-titik operasi yang berpotensi menimbulkan deviasi waktu. Upaya pengendalian terhadap waktu tunggu muat, waktu tunggu bongkar, perbaikan sarana, serta penanganan gangguan lokomotif dan gerbong perlu menjadi

prioritas agar keterlambatan dapat diminimalkan. Dengan demikian, peningkatan OTP tidak hanya berorientasi pada peningkatan jumlah perjalanan, tetapi juga pada perbaikan keandalan jadwal dan konsistensi waktu perjalanan.

2. Pengaturan persilangan dan penyusunan KA pada lintas Tanjung Enim Baru–Tarahan juga perlu dioptimalkan karena dapat berpengaruh terhadap waktu tempuh dan fluktuasi keterlambatan. Pada lintas dengan frekuensi perjalanan KA Babaranjang yang tinggi, pola persilangan perlu disusun dengan mempertimbangkan keseimbangan antara KA kondisi isi, KA kondisi kosong, dan perjalanan KA lainnya. Hal ini penting untuk mencegah terjadinya antrean perjalanan di stasiun-stasiun persilangan serta menjaga kelancaran arus operasi di lintas. Pengelola operasi dapat menetapkan prioritas perjalanan berdasarkan kondisi muatan, tingkat kepadatan lintas, serta pengaruhnya terhadap rotasi rangkaian.
3. Pada penelitian selanjutnya diharapkan melakukan analisis yang lebih mendalam terhadap waktu tempuh, OTP, dan keterlambatan KA Babaranjang dengan menggunakan data operasional yang lebih rinci, seperti titik lokasi terjadinya hambatan, durasi keterlambatan, waktu tunggu persilangan, waktu tunggu muat dan bongkar, serta perbedaan karakteristik perjalanan pada kondisi isi dan kondisi kosong. Analisis tersebut diperlukan agar faktor penyebab rendahnya OTP dapat diidentifikasi secara lebih spesifik, baik yang berasal dari gangguan sarana dan prasarana, kepadatan lintas, pola persilangan, maupun proses operasional di stasiun. Selain itu, penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk mengembangkan model prediksi keterlambatan atau simulasi skenario operasional guna memperoleh strategi yang paling efektif dalam mengurangi keterlambatan, meningkatkan ketepatan waktu, dan mendukung efisiensi operasional KA Babaranjang secara berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohman, H., Abdurrachman, E., & Pribadi, O. S. (2024). Tinjauan Operasional Kereta Api Barang yang Melalui Wilayah Perawatan UPT Resor Jalan Rel IV.2 Rejosari. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 6(2), 161–170. <https://doi.org/10.26740/proteksi.v6n2.p161-170>.
- Andersson, E. V., Peterson, A., & Törnquist Krasemann, J. (2015). Reduced Railway Traffic Delays Using A Milp Approach to Increase Robustness in Critical Points. *Journal of Rail Transport Planning and Management*, 5(3), 110–127. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2015.09.004>.
- Andry Yuliyanto, Galih Rio Prayogi, Michael, Frans Dermanto Hutabarat, & Muhammad Abi Berkah Nadi. (2024). Evaluasi Rel dan Bantalan Berdasarkan Beban Angkut Lintas dan Kinerja Operasi Kereta Api (Studi Kasus: Jalan Rel Tanjung Karang-Rejosari). *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 13(1), 26–35. <https://doi.org/10.22225/pd.13.1.9159.26-35>
- Bintang, G., Linggasari, D., & Angkat, H. (2020). Analisis Tingkat Ketepatan Waktu KRL Commuter Line Lintas Tanah Abang-Rangkasbitung (Studi Kasus: Stasiun Cisauk). *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 3(3), 625–638.
- Bo, X., Terabe, S., Yaginuma, H., Tanaka, K., & Uno, H. (2024). Analysis of Relationship Between Railway Satisfaction and Delay Tolerance. *Case Studies on Transport Policy*, 18. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2024.101306>.
- Burton, M. L., Clarke, D. B., West Virginia University, & The University of Tennessee. (2018). *An Economic Analysis of the Appalachian Coal Industry Ecosystem Transportation Implications of Coal*.
- Emunds, T., & Nießen, N. (2025). Utilizing Phase-Type Distributions for Queueing-Based Railway Junction Performance Determination. *Journal of Rail Transport Planning and Management*, 35. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2025.100523>.
- Evans, A. (2010). *Safety and Regulatory Reform of Railways*.
- Fajar, R., Febrianto, A., Ratnaningsih, D., Kurniawan, A. M., Manajemen, M., Konstruksi, R., Malang, P. N., Teknik, D., Politeknik, S., & Malang, N. (2023). Evaluasi Kinerja Angkutan Kereta Api Jayabaya Kelas Eksekutif

- Relasi Stasiun Malang-Stasiun Gubeng Surabaya. *Journal Homepage*, 4(3), 166–171. <http://jurnal.polinema.ac.id/index.php/jos-mrk>.
- Federal Railroad Administration (FRA), D. of T. (DOT). (2020). *Rules and Regulation*.
- Grechi, D., & Maggi, E. (2018). The Importance of Punctuality in Rail Transport Service: an Empirical Investigation on The Delay Determinants. *European Transport*, 2(70), 1–23. [https://ec.europa.eu/transport/modes/rail/market/market\\_monitoring\\_en](https://ec.europa.eu/transport/modes/rail/market/market_monitoring_en).
- Hafni Sahir, S. (2021). *Metodologi Penelitian* (1st ed., Vol. 1). KBM Indonesia. [www.penerbitbukumurah.com](http://www.penerbitbukumurah.com).
- Ihlas, A., Besar Bahan, B., Teknik, B., Sangkuriang, J., & 14 Bandung, N. (2017). Analisis Kerusakan Rel Kereta Api Angkutan Batubara. *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, 7(1), 7–16.
- International Union of Railways, & International Energy Agency. (2015). *Railway Handbook 2015*.
- Koroleva, T., Tretyakova, I., Dorozhkina, N., Zakamskaya, L., & Sovenko, I. (2021). Problems and Development Trends of Coal Transportation Infrastructure in Russia. *E3S Web of Conferences*, 315. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131504024>.
- Kuipers, R. A., Tortainchai, N., Tony, N. C., & Fujiyama, T. (2024). Dwell-time Station-Service Analysis Using a Rasch Analysis Technique. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101119>.
- Kurniawan, B. (2025). Optimizing Inactive Railways for Equitable Development Policy. *Ransportasi Dan Konektivitas*, 115–147.
- Lai, Y. C., & Barkan, C. P. L. (2011). Comprehensive Decision Support Framework for Strategic Railway Capacity Planning. *Journal of Transportation Engineering*, 137(10), 738–749. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000248](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000248).
- Larsen, J., Lusby, R., Ehrgott, M., & Ryan, D. (2009). *Railway Track Allocation: Models and Methods DTU Management Engineering Railway Track Allocation: Models and Methods*.
- Liu, M., Xu, L., Shen, L., & Jin, S. (2019). Modeling Capacity at Signalized Intersections with a Left-Turn Storage Bay Considering Signal Timing Plan. *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*, 145(2). <https://doi.org/10.1061/JTEPBS.0000210>.
- Meesit, R., & Suwannasri, R. (2026). Real-Time Delay Prediction for Single-Track Intercity Railways. *Multimodal Transportation*, 5(2). <https://doi.org/10.1016/j.multra.2025.100288>.

- Mira Lestira Hariani, & Azmi, M. F. (2023). Evaluasi Kinerja Operasional dan Pelayanan Angkutan Kereta Api (Studi Kasus : KA Argo Cheribon). *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), 105–118. <https://doi.org/10.31849/siklus.v9i2.14348>.
- Morishita, A. (2016). Political Dynamics of Foreign-Invested Development Projects in Decentralized Indonesia: The Case Of Coal Railway Projects in Kalimantan. *Southeast Asian Studies*, 5(3), 413–442. [https://doi.org/10.20495/seas.5.3\\_413](https://doi.org/10.20495/seas.5.3_413).
- Mukunzi, G., & Palmqvist, C. W. (2024). The Impact of Railway Incidents on Train Delays: A Case of The Swedish Railway Network. *Journal of Rail Transport Planning and Management*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2024.100445>.
- Prasidi, A., & Rifni, M. (2020a). Kapasitas Infrastruktur dan Fasilitas pada Kereta Api Angkutan Barang dan Logistik. In *Jurnal Logistik Indonesia* (Vol. 4, Number 1). <http://ojs.stiami.ac.id>
- PTKA. (2014). *Laporan Tahunan PT Kereta Api Indonesia (Persero) 2014*.
- Rencana Induk Perkeretaapian Nasional*. (2017). Kementerian Perhubungan, Ditjen Perkeretaapian.
- Ryandini, S. P., & Kholidin, K. (2024). Produktivitas Bongkar Muat Angkutan Retail di PT Kereta Api Indonesia Loading and Unloading Productivity of PT Kereta Api Indonesia DAOP IV Semarang. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTRANSLOG)*, 11(02). <https://journal.itltrisakti.ac.id/index.php/jmtranslog>.
- Setyaji, A., Pamursari, N., & Sari, N. (2024). Traffic Capacity Analysis of Existing Conditions with The Effect of Additional Coal Transportation Targets on The Tanjung Enim - Tarahan Railway Line. *Journal of Science and Applicative Technology*, 8(1), 15. <https://doi.org/10.35472/jsat.v8i1.1753>.
- Solinen, E., & Palmqvist, C. W. (2023). Development of New Railway Timetabling Rules for Increased Robustness. *Transport Policy*, 133, 198–208. <https://doi.org/10.1016/J.TRANPOL.2023.02.003>
- Sugiyono. (2020). *Metode penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Sutopo, Ed.; 2nd ed.). Alfabeta.
- Sulistyorini, R. (2015). Potensi Kereta Api Sebagai Angkutan Barang di PROVinsi Lampung. *Jurnal Kelitbangan Provinsi*, 3(2), 1–15.
- Suprayogi, S., & Ramdhani, H. (2015). Model Optimisasi untuk Penjadwalan Ulang Perjalanan Kereta Api. *Jurnal Teknik Industri*, 17(2). <https://doi.org/10.9744/jti.17.2.97-104>

- Syahminan, M., Sumi, T., Oeda, Y., & Ramli, M. I. (2011). Prospect Of Railway System Development to Support Coal Transportation in Sumatra Island-Indonesia. *Roceedings of the 13th International Summer Symposium of JSCE*.
- Tiong, K. Y., & Palmqvist, C. W. (2023). Quantitative Methods for Train Delay Propagation Research. *Transportation Research Procedia*, 72, 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.326>
- Transport and ICT Global Practice. (2017). *Railway Reform: Toolkit for Improving Rail Sector Performance*. <http://www.worldbank.org/transport>
- Wang, H., Berkers, J., van den Hurk, N., & Layegh, N. F. (2021). Study of Loaded Versus Unloaded Measurements in Railway Track Inspection. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 169. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108556>
- Wibowo, A., Wicaksono, A., & Djakfar, L. (2015a). Evaluasi Kinerja Waktu Tempuh Kereta Api Segmen Bojonegoro-Kandangan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 9(1), 74–80.
- Zhang, J. (2024). Exploring The Intra-Platoon Planning Problem for Heterogeneous Train Traffic Under Virtual Coupling in The Railway Network Via Simulation. *Journal of Rail Transport Planning and Management*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2024.100442>