

TESIS

**ANALISIS BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN DAN
HUBUNGAN ANTARA KONDISI DAN GEOMETRI JALAN
HAULING TERHADAP KECEPATAN OPERASIONAL
TRAILER PADA PENGANGKUTAN BATUBARA PT. ADARO
INDONESIA**

YOKA RIO PRATAMA



**MANAJEMEN REKAYASA TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2026**

TESIS
ANALISIS BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN DAN
HUBUNGAN ANTARA KONDISI DAN GEOMETRI JALAN
***HAULING* TERHADAP KECEPATAN OPERASIONAL**
TRAILER PADA PENGANGKUTAN BATUBARA PT. ADARO
INDONESIA

Karya tulis sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Magister dari
Universitas Lambung Mangkurat

Oleh :
YOKA RIO PRATAMA
2420828310008



MANAJEMEN REKAYASA TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2026

LEMBAR PENGESAHAN
TESIS PROGRAM STUDI S-2 TEKNIK SIPIL

**ANALISIS BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN DAN
HUBUNGAN ANTARA KONDISI DAN GEOMETRI JALAN
HAULING TERHADAP KECEPATAN OPERASIONAL
TRAILER PADA PENGANGKUTAN BATUBARA PT. ADARO
INDONESIA**

Oleh :

Yoka Rio Pratama

2420828310008

Telah di pertahankan didepan Tim Penguji pada Dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji :

Ketua : Dr. Utami Sylvia Lestari S.T., M.T
NIP. 19811209 201404 2 001

Sekretaris : Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng
NIP. 19790723 200501 2 005

Anggota 1 : Prof. Dr. Iphan Fitrian Radam., S.T., M.T
NIP. 19730903 199702 1 001

Anggota 2 : Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T
NIP. 19720826 199802 1 001

Pembimbing : Utama : Dr. -Ing. Puguh B. Prakoso., M.Sc.
NIP. 19810707 200501 1 003

Banjarmasin, Juli 2026
Diketahui dan disahkan oleh

**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**

Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001

**Koordinator Program Studi S-2
Teknik Sipil,**

Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng
NIP. 19790723 200501 2 005

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan penelitian yang telah saya lakukan. Segala kutipan dari berbagai sumber telah diungkapkan sebagaimana mestinya. Tesis ini belum pernah dipublikasikan untuk keperluan lain oleh siapapun juga.

Jika kemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima hukuman dari ketidakbenaran pernyataan tersebut.

Banjarmasin, Juli 2026
Yang membuat pernyataan,

YOKA RIO PRATAMA
2420828310008

ABSTRAK

ANALISIS BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN DAN HUBUNGAN ANTARA KONDISI DAN GEOMETRI JALAN *HAULING* TERHADAP KECEPATAN OPERASIONAL TRAILER PADA PENGANGKUTAN BATUBARA PT. ADARO INDONESIA

Yoka Rio Pratama
Program Studi Magister Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Email: 2420828310008@mhs.ulm.ac.id

Kondisi jalan *hauling* merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelancaran operasional pengangkutan batubara. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh *Road Condition Index* (RCI), *grade* jalan, tikungan, status muatan kendaraan, dan batas kecepatan operasional terhadap kecepatan operasional trailer pada jalan *hauling* PT Adaro Indonesia, mengidentifikasi variabel dominan yang mempengaruhi kecepatan operasional, serta menghitung Biaya Operasional Kendaraan (BOK) sebagai analisis pendukung.

Analisis penelitian dilakukan menggunakan regresi linier berganda dengan bantuan perangkat lunak SPSS. Hasil penelitian menghasilkan persamaan Kecepatan = $26,147 + 3,844(RCI) - 0,928(Grade) - 5,906(Tikungan) - 7,802(Muatan) + 19,783(Batas\ Kecepatan)$. Model *regresi* memiliki nilai koefisien *korelasi* (R) kuat sebesar 0,635 dan koefisien *determinasi* (R^2) sebesar 0,403 dengan tingkat signifikansi 0,000 ($<0,05$), yang menunjukkan bahwa 40,3% variasi kecepatan operasional dapat dijelaskan oleh variabel dalam model.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa RCI berpengaruh positif terhadap kecepatan operasional, sedangkan *grade*, tikungan, dan kondisi kendaraan bermuatan berpengaruh negatif. Variabel yang paling dominan mempengaruhi kecepatan operasional adalah batas kecepatan operasional ($\beta = 0,519$). Nilai BOK trailer diperoleh sebesar Rp45.361,86/trailer-km. Penelitian ini menunjukkan bahwa RCI, *grade* jalan, tikungan, status muatan kendaraan, dan batas kecepatan operasional mempengaruhi kecepatan operasional trailer, dengan batas kecepatan operasional sebagai variabel yang paling dominan.

Kata Kunci: *Road Condition Index* (RCI), Jalan *Hauling*, Biaya Operasional Kendaraan, Kecepatan Operasi, PT Adaro Indonesia, *Trailer Double Vessel*.

ABSTRACT

ANALYSIS OF VEHICLE OPERATING COSTS AND THE RELATIONSHIP BETWEEN HAUL ROAD CONDITIONS AND GEOMETRY AND TRAILER OPERATING SPEEDS IN COAL HAULING OPERATIONS AT PT ADARO INDONESIA

Yoka Rio Pratama
Program Studi Magister Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Email: 2420828310008@mhs.ulm.ac.id

Hauling road conditions are among the factors that influence the efficiency and continuity of coal transportation operations. This study aims to analyze the effects of the Road Condition Index (RCI), road grade, road curvature, vehicle load status, and operational speed limits on the operational speed of trailers along the hauling road at PT Adaro Indonesia, identify the dominant variable affecting operational speed, and calculate Vehicle Operating Costs (VOC) as a supporting analysis.

The study employed multiple linear regression analysis using SPSS software. The resulting regression model is: $Speed = 26.147 + 3.844(RCI) - 0.928(Grade) - 5.906(Curvature) - 7.802(Load\ Status) + 19.783(Speed\ Limit)$. The regression model yielded a strong correlation coefficient (R) of 0.635 and a coefficient of determination (R^2) of 0.403, with a significance level of 0.000 (< 0.05), indicating that 40.3% of the variation in operational speed can be explained by the variables included in the model.

The results indicate that RCI has a positive effect on operational speed, whereas road grade, road curvature, and loaded vehicle conditions have negative effects. The most dominant variable influencing operational speed is the operational speed limit ($\beta = 0.519$). The Vehicle Operating Cost (VOC) of the trailer was calculated at IDR 45,361.86 per trailer-km. The study demonstrates that RCI, road grade, road curvature, vehicle load status, and operational speed limits significantly affect trailer operational speed, with operational speed limits being the most influential variable.

Keywords: *Road Condition Index (RCI), Hauling Road, Vehicle Operating Cost (VOC), Operational Speed, PT Adaro Indonesia, Double Vessel Trailer.*

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, sholawat dan salam semoga tercurah atas Nabi Muhammad SAW, dimana atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini dengan baik. Dukungan dari istri dan anak-anak tercinta yang memberikan motivasi agar penulisan tesis ini bisa diselesaikan sesuai dengan yang diharapkan.

Penulisan Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Magister pada Bidang Keahlian Manajemen Rekayasa Transportasi, Program Studi Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr.-Ing. Puguh Budi Prakoso, S.T., M.Sc yang telah memberikan waktu untuk membimbing, motivasi dan serta mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penulisan tesis ini. Ucapan terimakasih juga diberikan kepada istri, sahabat serta kerabat yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa disetiap langkah penulis. Dan juga dosen pengajar bidang keahlian Manajemen Rekayasa Transportasi, yang memberikan pengajaran selama masa perkuliahan, dan seluruh staf Administrasi Program Studi Magister Teknik Sipil, yang telah memberikan pelayanan administrasi dengan sebaik-baiknya dan Seluruh rekan-rekan kuliah satu angkatan pada bidang keahlian Manajemen Rekayasa Transportasi.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini masih terdapat banyak kekurangan. Dengan segala keterbatasan kemampuan yang dirasakan penulis dalam penyusunan tesis, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca. Penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Banjarmasin, Juli 2026

YOKA RIO PRATAMA

DAFTAR ISI

DRAFT TESIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR PERSAMAAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Umum.....	5
2.2. Karakteristik Jalan <i>Hauling</i> pada Kegiatan Pertambangan	6
2.3. Kondisi Permukaan Jalan.....	7
2.3.1 <i>Road Condition Index</i> (RCI).....	9
2.4 Geometri Jalan	11
2.4.1 <i>Grade</i>	12
2.4.2 Tikungan	12
2.5 Kecepatan Trailer	13
2.6 Hubungan Kondisi dan Geometri Jalan terhadap Kecepatan <i>Trailer</i>	16
2.7 Analisis Statistik	17
2.7.1 Statistik <i>Deskriptif</i>	18

2.7.2 Analisis Korelasi.....	18
2.7.2.1 Koefisien Korelasi <i>Pearson</i>	19
2.7.2.2 Interpretasi Koefisien Korelasi.....	20
2.7.2.3 Uji Signifikan Korelasi	20
2.7.2.4 Penerapan Analisis Korelasi pada Penelitian	21
2.7.3 Uji Asumsi Klasik	21
2.7.3.1 Uji <i>Normalitas</i>	22
2.7.3.2 Uji <i>Multikolinearitas</i>	23
2.7.3.3 Uji <i>Heteroskedastisitas</i>	24
2.7.3.4 Uji <i>Autokorelasi</i>	26
2.7.4 Analisis Regresi Linear Berganda	26
2.7.4.1 Model Persamaan Regresi <i>Linear</i> Berganda.....	27
2.7.4.2 Metode Pembentukan Model Regresi	28
2.7.4.3 Uji <i>Homogenitas</i> Varian (ANOVA TEST).....	30
2.7.5 Pengujian Hipotesis	30
2.7.5.1 Uji t (Uji <i>Parsial</i>)	30
2.7.5.2 Uji F (Uji Signifikan Simultan).....	31
2.7.5.3 Koefisien <i>Determinasi</i> (R^2).....	33
2.8. Biaya Operasional Kendaraan (BOK).....	33
2.9. Hubungan Kondisi Jalan, Kecepatan Operasional, dan Biaya Operasional Kendaraan	34
2.10. Penelitian Terdahulu	34
2.10.1. Penelitian terdahulu hubungan antara kerusakan dan geometri jalan dengan kecepatan operasional:	34
2.11.2. Penelitian terdahulu hubungan antara kerusakan jalan dengan biaya operasional kendaraan (BOK) :	35
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1. Materi Penelitian	37
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	37
3.3. Objek dan Subjek Penelitian	38
3.4. Metode Pengumpulan Data	38
3.5. Teknik Pengolahan Data	39

3.6. Metode Analisis Data	39
3.6.1. Tahapan Awal Analisis	39
3.6.2 Penyusunan Basis Data Penelitian	41
3.7. Analisis Statistik Deskriptif	41
3.7.1 Analisis Korelasi	41
3.7.2 Identifikasi Outlier	41
3.7.3 Uji Asumsi Klasik	42
3.7.4 Analisis Regresi Linear Berganda	42
3.7.5 Pengujian Hipotesis	42
3.7.5. Analisa Biaya Operasional Kendaraan (BOK)	43
3.8. Bagan Alir Penelitian	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1. Pengumpulan Data Primer	45
4.1.1. Nilai <i>Road Condition Index</i> (RCI)	45
4.1.2. <i>Global Positioning System</i> (GPS)	52
4.2. Pengumpulan Data Sekunder	56
4.2.1. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)	56
4.2.2. Pengukuran <i>Grade Hauling</i> PT Adaro Indonesia	58
4.3. Analisa Hubungan RCI terhadap Kecepatan Operasional	60
4.3.1. <i>Statistik Deskriptif</i>	66
4.3.2. Frekuensi Variabel Kategori	67
4.3.3. Uji Asumsi Klasik	68
4.3.4. Analisis <i>Regresi Linear</i> Berganda	71
4.3.5. Uji F (Kelayakan Model)	72
4.3.6. Uji T (Pengaruh Parsial)	73
4.3.7. Koefisien <i>Korelasi</i> (R) dan <i>Determinasi</i> (R^2)	74
4.4. Biaya Operasional Kendaraan <i>Trailer</i>	75
4.5. Hasil Dan Pembahasan	84
4.6. Pengembangan Model	86
4.6.1 Dasar Pengembangan Model	86
4.6.2 Pengembangan Model	87
4.6.3 Hasil Pengembangan Model	88

4.6.4 Pembahasan Pengembangan Model	89
BAB V PENUTUP	90
5.1. Kesimpulan	90
5.2. Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN	97

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Perbandingan Karakteristik Jalan Umum dan Jalan <i>Hauling</i>	8
Tabel II.2 Penilaian RCI <i>Hauling Road</i> PT. Adaro Indonesia.	10
Tabel II.3 Batas Kecepatan <i>Haul Road</i> PT Adaro Indonesia.	14
Tabel II.4 Pedoman Interpretasi Koefisien Korelasi.....	20
Tabel II.5 Metode Pembentukan Model Regresi.	29
Tabel III.1 Pengkodean Variabel <i>Dummy</i>	24
Tabel IV.1 Hasil RCI KM 0 – 65 <i>Hauling</i> PT Adaro Indonesia tanggal 06 Juni 2026	46
Tabel IV.2 RCI tanggal 6 Juni 2026	47
Tabel IV.3 GPS Trailer H345 tanggal 6 Juni 2026 Kosongan.....	52
Tabel IV.4 GPS Trailer H345 tanggal 6 Juni 2026 Muatan.....	54
Tabel IV.5 Rekap Hasil Kuisisioner Biaya <i>Trailer</i> dan Operator <i>Trailer</i>	56
Tabel IV.6 <i>Grade Hauling</i> PT Adaro Indonesia KM 0-65	58
Tabel IV.7 Data <i>Resume</i> Unit H345 <i>Export Analisis</i> SPSS Kosongan.....	60
Tabel IV.8 Data <i>Resume</i> Unit H345 <i>Export Analisis</i> SPSS Muatan.....	64
Tabel IV.9 <i>Descriptive Statistics</i>	67
Tabel IV.10 Tikungan	67
Tabel IV.11 Muatan & Kosongan	68
Tabel IV.12 Batas Kecepatan.....	68
Tabel IV.13 <i>Tests of Normality</i>	68
Tabel IV.14 Uji <i>Multikolinearitas</i>	70
Tabel IV.15 Uji <i>Autokorelasi</i>	71
Tabel IV.16 Analisis Regresi	72
Tabel IV.17 ANOVA <i>Test</i>	72
Tabel IV.18 Uji T (Pengaruh Parsial)	73
Tabel IV.19 Koefisien Korelasi (R) dan Koefisien Determinasi (R ²) Model 1 ...	74
Tabel IV.20 Koefisien Korelasi (R) dan Koefisien Determinasi (R ²) Model 2 ...	88
Tabel IV.21 Hasil Model 1 dan Model 2	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 <i>Hauling</i> Road PT Adaro Indonesia	6
Gambar II.2 Peta Haul Road PT Adaro Indonesia	15
Gambar III.1 Bagan Alir Penelitian.	26
Gambar IV.1 Pengamatan RCI <i>Hauling</i> PT Adaro Indonesia KM 0 – 65	46
Gambar IV.2 <i>Histogram</i> Uji Normalitas	69
Gambar IV.3 Normal Q-Q Plot Uji Normalitas	69
Gambar IV.4 <i>Scatterplot</i>	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. GPS Trailer H345 tanggal 6 Juni 2026 Kosongan STA 14+000 – 65+000.....	75
Lampiran B. GPS Trailer H345 tanggal 6 Juni 2026 Muatan STA 50+000 – 0+000	81
Lampiran C. Grade Hauling PT Adaro Indonesia KM 8 – 65.....	87
Lampiran D. GPS Trailer H294 tanggal 6 Juni 2026 Kosongan STA 0+000 – 65+000.....	102
Lampiran E. GPS Trailer H294 tanggal 6 Juni 2026 Muatan STA 0+000 – 65+000.....	112
Lampiran F. GPS Trailer H324 tanggal 6 Juni 2026 Kosongan STA 0+000 – 65+000.....	123
Lampiran G. GPS Trailer H324 tanggal 6 Juni 2026 Muatan STA 0+000 – 65+000.....	132
Lampiran H. GPS Trailer H342 tanggal 6 Juni 2026 Kosongan STA 0+000 – 65+000.....	140
Lampiran I. GPS Trailer H342 tanggal 6 Juni 2026 Muatan STA 0+000 – 65+000.....	148
Lampiran J. GPS Trailer H359 tanggal 6 Juni 2026 Kosongan STA 0+000 – 65+000	156
Lampiran K. GPS Trailer H359 tanggal 6 Juni 2026 Muatan STA 0+000 – 65+000.....	163
Lampiran L. GPS Trailer H363 tanggal 6 Juni 2026 Kosongan STA 0+000 – 65+000.....	172
Lampiran M. GPS Trailer H363 tanggal 6 Juni 2026 Muatan STA 0+000 – 65+000.....	179
Lampiran N. GPS Trailer H369 tanggal 6 Juni 2026 Kosongan STA 0+000 – 65+000.....	188
Lampiran O. GPS Trailer H369 tanggal 6 Juni 2026 Muatan STA 0+000 – 65+000.....	195

Lampiran P. GPS Trailer H376 tanggal 6 Juni 2026 Kosongan STA 0+000 – 65+000.....	203
Lampiran Q. GPS Trailer H376 tanggal 6 Juni 2026 Muatan STA 0+000 – 65+000.....	215
Lampiran R. GPS Trailer H384 tanggal 6 Juni 2026 Kosongan STA 0+000 – 65+000.....	225
Lampiran S. GPS Trailer H384 tanggal 6 Juni 2026 Muatan STA 0+000 – 65+000.....	234
Lampiran T. GPS Trailer H402 tanggal 6 Juni 2026 Kosongan STA 0+000 – 65+000.....	244
Lampiran U. GPS Trailer H402 tanggal 6 Juni 2026 Muatan STA 0+000 – 65+000.....	251
Lampiran V. GPS Trailer H409 tanggal 6 Juni 2026 Kosongan STA 0+000 – 65+000.....	259
Lampiran W. GPS Trailer H409 tanggal 6 Juni 2026 Muatan STA 0+000 – 65+000.....	266

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 <i>Grade</i>	12
Persamaan 2.2 Koefisien Korelasi <i>Pearson</i>	19
Persamaan 2.3 <i>Tolerance</i>	24
Persamaan 2.4 VIF	24
Persamaan 2.5 Durbin Watson	26
Persamaan 2.6 Variabel Dependen.....	27
Persamaan 2.7 Uji T (Uji Parsial)	30
Persamaan 2.8 Uji F	32
Persamaan 2.9 Koefisien Determinasi (R^2).....	33
Persamaan 3.1 Biaya Operasional Kendaraan	43