



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

**ANALISIS PENCARIAN JALUR TERBAIK PADA TRANSPORTASI  
LAUT PENGIRIMAN BATUBARA DENGAN MENERAPKAN  
*ANT COLONY OPTIMIZATION* BERBASIS *WEBSITE***

**TESIS**

**ASTRID DIANDRA MAULIDINA**

**55317120029**

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**2022**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

**ANALISIS PENCARIAN JALUR TERBAIK PADA TRANSPORTASI  
LAUT PENGIRIMAN BATUBARA DENGAN MENERAPKAN  
*ANT COLONY OPTIMIZATION* BERBASIS *WEBSITE***

**TESIS**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program  
Pascasarjana pada Program Studi Magister Teknik Industri**

**OLEH**

**ASTRID DIANDRA MAULIDINA**

**55317120029**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**2022**

## PENGESAHAN TESIS

Judul : Analisis Pencarian Jalur Terbaik Pada Transportasi Laut  
Pengiriman Batubara Dengan Menerapkan *Ant Colony  
Optimization* Berbasis *Website*

Nama : Astrid Diandra Maulidina

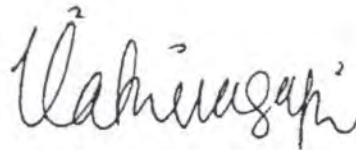
NIM : 55317120029

Program Studi : Magister Teknik Industri

Tanggal : 25 Februari 2022

Mengesahkan

Pembimbing



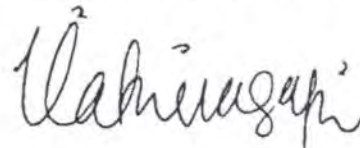
(Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi  
Magister Teknik Industri



(Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T.)



(Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Analisis Pencarian Jalur Terbaik Pada Transportasi Laut  
Pengiriman Batubara Dengan Menerapkan *Ant Colony Optimization* Berbasis *Website*  
Nama : Astrid Diandra Maulidina  
NIM : 55317120029  
Program : Pascasarjana - Program Studi Magister Teknik Industri  
Tanggal : 25 Februari 2022

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian, dan karya saya sendiri dengan arahan pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister (S2) pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, seta hasil pengolahannya yang dituliskan pada tesis ini, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 25 Februari 2022



(Astrid Diandra Maulidina)

## PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama : Astrid Diandra Maulidina  
NIM : 55317120029  
Program Studi : Magister Teknik Industri

dengan judul

*“Analisis Pencarian Jalur Terbaik Pada Transportasi Laut Pengiriman Batubara Dengan Menerapkan Ant Colony Optimization Berbasis Website”*,  
telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 18/03/2022,  
didapatkan nilai persentase sebesar 26 %.

Jakarta, 18 Maret 2022  
Administrator Turnitin



**Arie Pangudi, A.Md**

U N I V E R S I T A S

MERCU BUANA

## **PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS**

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan Universitas Mercu Buana, Kampus Menteng, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HAKI yang berlaku di Universitas Mercu Buana. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Direktur Program Pascasarjana UMB.

U N I V E R S I T A S

MERCU BUANA

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur kehadiran Allah Subhanahu wata'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya, peneliti sudah dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka penyusunan Tesis. Penelitian ini berjudul "Analisis Pencarian Jalur Terbaik Pada Transportasi Laut Pengiriman Batubara Dengan Menerapkan *Ant Colony Optimization* Berbasis *Website*". Tesis ini akan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Industri Universitas Mercu Buana.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan laporan penelitian telah mendapat bimbingan, pengarahan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini peneliti menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Prof. Dr. Ngadino Surip, M.S selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dorongan dan fasilitas pada Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Kepala Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dorongan, arahan, dan membagi ilmu yang bermanfaat dalam penyelesaian penelitian ini.
4. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T sebagai Pembimbing dan Dr. Lien Herliani Kusumah, M.T sebagai pembimbing sebelumnya yang juga telah memberikan bimbingan, arahan, dan memberi motivasi dalam penyusunan Tesis ini.
5. Para Guru Besar Universitas Mercu Buana selaku dosen yang telah memberikan kuliah dan tugas lain guna pendalaman materi kuliah, dan rekan-rekan mahasiswa sebagai pendamping diskusi dalam belajar.
6. Kepada Orang tua Anton Endro, S.H dan RR. Malia Dewiana, S.H yang telah membesarkan, dan sabar mendidik peneliti, dan anggota keluarga lainnya yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

7. Kepada Suami Ely Asmara, S.T, M.T dan Anak Alifa Shaquena Putri Elyandra yang telah memberi semangat, inspirasi dan motivasi sehingga penelitian Tesis ini dapat tersusun dengan baik.
8. Kepada Seluruh Rekan Kerja PT. Global Trans Energy Internasional, yang telah banyak membantu dalam masa pengumpulan data dan informasi terkait dengan bahan penelitian Tesis ini.
9. Kepada Seluruh Rekan Magister Teknik Industri angkatan 22 yang telah menjadi teman, sahabat, kakak, saudara, pembimbing, pembina dan orang tua selama di Universitas Mercubuana.

Penelitian ini sudah dibuat dengan sungguh-sungguh untuk mengikuti kaidah-kaidah penelitian ilmiah sebagaimana telah diatur dalam buku pedoman yang merupakan kebijakan Kepala Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana. Di sisi lain adanya keterbatasan kemampuan teknis maupun metodologis, tentu di dalam proposal penelitian ini masih terdapat kekurangan. Semoga semua pihak dapat membantu penyempurnaannya.

Jakarta, 25 Februari 2022

Astrid Diandra Maulidina

U N I V E R S I T A S

MERCU BUANA



## ABSTRAK

Tingginya tingkat produksi batubara nasional tentunya berbanding lurus dengan permintaan pengiriman batubara melalui transportasi laut. Meminimalisir keterlambatan pengiriman batubara menjadi fokus utama yang harus diselesaikan untuk memenuhi kepuasan pelanggan, terutama untuk pengiriman batubara dari Kalimantan utara yang mencapai 29% waktu keterlambatan. Tujuan dari penelitian ini adalah dapat mengetahui nilai optimasi dalam memilih jalur terbaik dalam pengiriman Batubara melalui transportasi laut dan membuat desain aplikasi berbasis *website* agar mengurangi tingkat keterlambatan. Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dimana perhitungan menggunakan Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) berdasarkan data sekunder dengan alat bantu GUI Matlab dan mendesain aplikasi berbasis *website*. Dalam analisis yang dilakukan dengan mencari jalur terbaik diperoleh hasil yaitu jarak tempuh sebesar 15.769 dari jarak tempuh awal 15.832. Dengan perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa metode pencarian jalur terbaik menggunakan ACO dengan alat bantu GUI Matlab juga dapat diterapkan pada Transportasi Laut. Aplikasi berbasis *website* yang telah dirancang sesuai dengan kebutuhan pencarian jalur terbaik dimana hal ini dapat membantu untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini, yaitu mendapatkan hasil jalur terbaik yang dapat digunakan. Sehingga mengurangi persentase keterlambatan pengiriman batubara. Perlunya mengembangkan kembali terkait dengan sinkronisasi data cuaca yang *real time* dengan perhitungan ACO, sehingga bisa didapatkan hasil yang lebih optimal dan terlihat dengan sangat jelas perbedaan antara sebelum menggunakan aplikasi dengan setelah menggunakan aplikasi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi bagi transportasi laut khususnya industri perkapalan berdasarkan tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini.

Kata kunci: Optimasi, Pemilihan Rute Terbaik, *Ant Colony Optimization*, GUI Matlab, *Website*, Transportasi Laut.

U N I V E R S I T A S

MERCU BUANA

## **ABSTRACT**

*The high level of national coal production is certainly directly proportional to the demand for coal shipments through sea transportation. Minimizing delays in coal shipments is the main focus that must be resolved to meet the satisfaction of pelanggan, especially for coal shipments from north Kalimantan which reached 29% of delay time. The purpose of this study is to be able to find out the value of optimization in choosing the best path in coal delivery through sea transportation and create a website-based application design to reduce the level of delay. The study used a quantitative research method in which calculations using Ant Colony Optimization (ACO) Algorithms are based on secondary data with matlab GUI tools and their site-based application forms. In the analysis conducted by looking for the best path obtained the results, namely mileage of 15,769 from the initial mileage of 15,832. With these calculations, it can be concluded that the best route search method using ACO with Matlab GUI tools can also be applied to Marine Transportation. Website-based applications that have been designed according to the needs of the best path search where this can help to solve the problems in this research, namely getting the best path results that can be used. Thus reducing the percentage of delays in coal shipments. The need to redevelop is related to synchronizing real-time weather data with ACO calculations, so that more optimal results can be obtained and look very clearly different between before using the application and after using the application. Thus, this research is expected to provide recommendations for marine transportation, especially the shipping industry based on the goals to be achieved in this study.*

*Keywords: Optimization, Best Route Selection, Ant Colony Optimization, Matlab GUI, Website, Shipping Transportation.*

U N I V E R S I T A S

MERCU BUANA

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
PENGESAHAN THESIS.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i> .....	iv
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	8
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	8
1.4 Asumsi dan Pembatasan Masalah .....	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	10
2.1 Kajian Teori.....	10
2.1.1 Revolusi Industri 4.0.....	10
2.1.2 <i>Internet of Things (IoT)</i> .....	16
2.1.3 Optimasi dan Optimasi Berkendala.....	20
2.1.4 Algoritma dan Algoritma <i>Ant Colony Optimization</i> .....	25
2.1.5 <i>Website</i> .....	34
2.1.6 Sistem Monitoring.....	38
2.1.7 Tugboat dan Barge.....	41
2.2 Penelitian Terdahulu.....	51
2.2.1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	51
2.2.2 <i>State of The Art</i> .....	58
2.3 Kerangka Pemikiran .....	60

BAB III METODE PENELITIAN.....	61
3.1 Jenis dan Desain Penelitian.....	62
3.2 Data dan Informasi .....	62
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	63
3.4 Teknik Analisis Data .....	64
3.5 Langkah-langkah penelitian.....	64
3.6.1 Proses Perhitungan GUI Matlab.....	67
3.6.2 Proses Sistem Aplikasi Berbasis <i>Website</i> .....	67
BAB IV HASIL PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS .....	69
4.1 Pengumpulan Data – Tahap Informasi .....	69
4.2 Pengolahan Data dan Hasil – Tahap Analisis .....	86
4.3 Tahap Implementasi.....	90
4.3.1 <i>Use Case Diagram</i> .....	91
4.3.2 <i>Activity Diagram</i> .....	91
4.3.3 <i>Interface</i> Aplikasi Simulasi Pencarian Jalur .....	92
BAB V PEMBAHASAN.....	95
5.1. Temuan Utama .....	95
5.2. Kajian dengan Penelitian Sebelumnya .....	97
5.3. Implikasi Industri.....	98
5.4. Keterbatasan Penelitian.....	101
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	102
6.1. Kesimpulan .....	102
6.2. Saran .....	102
DAFTAR PUSTAKA.....	104
LAMPIRAN.....	111

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Persentase keterlambatan Pengiriman Batubara, Data Diolah.....	4
Tabel 2.1 Perkembangan Teknologi Otomasi.....	12
Tabel 2.2 Ciri Peran Keilmuan Teknik Industri terhadap Perkembangan Industri	14
Tabel 2.4 Metode Penelitian Operasional.....	23
Tabel 2.5 Penetapan Parameter Terbaik ACO .....	31
Tabel 2.6 Perbedaan Cara Kerja Pada ACO .....	33
Tabel 2.7 Penelitian Sebelumnya .....	51
Tabel 2.8 <i>State of The Art</i> .....	59
Tabel 3.1 Data Variabel dan Dimensi.....	63
Tabel 4.1 Koordinat Loading Port.....	71
Tabel 4.2 Koordinat Discharging Port.....	71
Tabel 4.3 Tabulist Jarak Berdasarkan Tempat Pendistribusian .....	72
Tabel 4.4 Matrik Jarak Dalam Satuan Meter .....	72
Tabel 5.1 Daftar Tabulist .....	95

U N I V E R S I T A S

MERCU BUANA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tren Data Volume Produksi Batubara di Indonesia, 2000 - 2021 .....	2
Gambar 2.1 Revolusi Industri .....	10
Gambar 2.2 Level Industri 4.0.....	11
Gambar 2.3 Perkembangan Keilmuan Teknik Industri pada Revolusi Industri....	13
Gambar 2.4 <i>Graph</i> ABCDEFG .....	24
Gambar 2.5 Perjalanan Semut Menemukan Sumber Makanan.....	27
Gambar 2. 6 Ilustrasi model <i>waterfall</i> .....	36
Gambar 2.7 <i>Seagoing Tugboat</i> .....	42
Gambar 2.8 <i>Harbor Tugboat</i> .....	42
Gambar 2.9 <i>River Tugboat</i> .....	43
Gambar 2.10 <i>Pushing Tugboat</i> .....	43
Gambar 2.11 <i>Towing Tugboat</i> .....	43
Gambar 2.12 <i>Side Tugboat</i> .....	44
Gambar 2.13 Detail Kapal Tugboat.....	46
Gambar 2.14 Detail Kapal Tugboat dan Barge .....	47
Gambar 2.15 Kerangka Berpikir .....	60
Gambar 3.1 Langkah-langkah Penelitian.....	65
Gambar 3.2 Langkah-langkah <i>Ant Colony Optimization</i> .....	66
Gambar 3.3 Alur Proses Sistem Aplikasi Berbasis <i>Website</i> .....	68
Gambar 4.1 Simbol-Simbol pada Use Case Diagram.....	37
Gambar 4.2 Komponen atau simbol pada <i>activity diagram</i> .....	38
Gambar 4.3 <i>Mining Flow Chart</i> .....	69
Gambar 4.4 Peta Indonesia.....	70
Gambar 4.5 Tampilan Perhitungan Matrik Jarak Matlab .....	73
Gambar 4.6 Nilai Visibilitas Perhitungan Matlab .....	73
Gambar 4.7 Nilai Thoinit Perhitungan Matlab.....	74
Gambar 4.8 Nilai Peluang Perhitungan Matlab.....	74
Gambar 4.9 Nilai Peluang Perhitungan Matlab.....	75
Gambar 4.10 Nilai Peluang Perhitungan Matlab.....	76

Gambar 4.11 Nilai Kumulatif Perhitungan Matlab .....	77
Gambar 4.12 Nilai Peluang Berikutnya Perhitungan Matlab.....	77
Gambar 4.13 Nilai Peluang Perhitungan Matlab.....	78
Gambar 4.14 Nilai Peluang Perhitungan Matlab.....	79
Gambar 4.15 Nilai Kumulatif perhitungan Matlab .....	79
Gambar 4.16 Nilai Random Perhitungan Matlab .....	80
Gambar 4.17 Perhitungan Matlab.....	81
Gambar 4.18 Perhitungan Matlab.....	82
Gambar 4.19 Perhitungan Matlab.....	82
Gambar 4.20 Perhitungan Matlab.....	83
Gambar 4.21 Perhitungan Matlab.....	83
Gambar 4.22 Perhitungan Matlab.....	84
Gambar 4.23 Perhitungan Matlab.....	84
Gambar 4.24 Perubahan Ruas Matriks Pheromone Perhitungan Matlab .....	85
Gambar 4.25 Perubahan Ruas Matriks Pheromone Perhitungan Matlab .....	85
Gambar 4.26 Perubahan Ruas Matriks Pheromone Perhitungan Matlab .....	86
Gambar 4.27 Tampilan Awal Pembuatan Desain GUI Matlab.....	87
Gambar 4.28 Tampilan Desain GUI Matlab .....	88
Gambar 4.29 Tampilan Hasil Jalur Awal Pendistribusian.....	89
Gambar 4.30 Tampilan Hasil Analisis Pencarian Jalur Terbaik .....	90
Gambar 4.31 <i>Use Case Diagram</i> .....	91
Gambar 4.32 <i>Activity Diagram</i> .....	92
Gambar 4.33 Tampilan <i>Login Interface website</i> .....	92
Gambar 4.34 <i>Interface website</i> .....	93
Gambar 4.35 Contoh Panel Jarak dan ETA .....	93
Gambar 4.36 Contoh Panel ETA dengan Rute.....	94

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Coding <i>Ant Colony Optimization</i> .....	112
Lampiran 2 Coding Desain Gui Matlab.....	114
Lampiran 3 <i>Manual Guide</i> Aplikasi .....	119



U N I V E R S I T A S

MERCU BUANA