



SKRIPSI

ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PRODUKSI BIJIH NIKEL DI INDONESIA MENGGUNAKAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIK

MAFDA KHOIROTUL FATHA

NPM 22082010145

DOSEN PEMBIMBING

Agung Brastama Putra, S.Kom, M.Kom.

Prasasti Karunia Farista Ananto, S.Kom, M.Kom. M.IM.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI

SURABAYA

2026

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PRODUKSI BIJIH NIKEL DI INDONESIA MENGGUNAKAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIK

Oleh :
MAFDA KHOIROTUL FATHA
NPM. 22082010145

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 26 Juni 2026.

Agung Brastama Putra S.Kom., M.Kom.
NIP. 198511242021211003

(Pembimbing I)

Prasasti Karunia Farista Ananto, S.Kom,
M.Kom, M.IM.
NIP. 199707042024062001

(Pembimbing II)

Rizka Hadiwiyanti, S.Kom, M.Kom, MBA.
NIP. 198607272018032001

(Ketua Penguji)

Seftin Fitri Ana Wati, S.Kom., M.Kom.
NPT. 21219910320267

(Anggota Penguji II)

Amalia Anjani Arifiyanti, S.Kom., M.Kom.
NIP. 199208122018032001

(Anggota Penguji III)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer

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

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PRODUKSI BIJIH NIKEL DI INDONESIA MENGGUNAKAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIK

Oleh:

MAFDA KHOIROTUL FATHA

NPM. 22082010145

Menyetujui,

Koordinator Program Studi Sistem Informasi

Fakultas Ilmu Komputer

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Siti Mukaromah', is written over a horizontal line.

Siti Mukaromah, S.Kom, M.Kom

NIP. 198107042021212011

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mafda Khoirotul Fatha
NPM : 22082010145
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Sistem Informasi
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer

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

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

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



Surabaya, 20 Juli 2026
Yang Membuat Pernyataan,



MAFDA KHOIROTUL FATHA
NPM. 22082010145

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Mafda Khoirotul Fatha / 22082010145
Judul Skripsi : Analisis Dampak Lingkungan Produksi Bijih Nikel Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamik
Dosen Pembimbing : 1. Agung Brastama Putra, S.Kom., M.Kom.
2. Prasasti Karunia Farista Ananto S.Kom, M.Kom, M.IM.

Meningkatnya permintaan nikel sebagai bahan baku utama baterai kendaraan listrik telah mendorong peningkatan aktivitas pertambangan bijih nikel di Indonesia. Di sisi lain, ekspansi kegiatan pertambangan berpotensi meningkatkan deforestasi dan emisi karbon akibat perubahan tutupan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara proses produksi bijih nikel terhadap dampak lingkungan yang dihasilkan serta mengevaluasi alternatif kebijakan dalam menekan laju deforestasi dan emisi karbon tanpa mengurangi tingkat produksi bijih nikel. Metode yang digunakan adalah pendekatan sistem dinamik dengan menggunakan perangkat lunak Vensim PLE sebagai alat. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan produksi bijih nikel berpengaruh terhadap meningkatnya laju deforestasi yang selanjutnya menyebabkan peningkatan emisi karbon. Dari ketiga skenario yang diuji, skenario bauran memberikan hasil paling optimal dengan mampu menurunkan laju deforestasi dan menurunkan emisi pada tahun 2040 dibandingkan kondisi *baseline*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi peningkatan efisiensi penggunaan lahan dan penguatan perlindungan kawasan hutan merupakan alternatif kebijakan yang paling efektif untuk mengurangi dampak lingkungan akibat produksi bijih nikel tanpa menghambat pertumbuhan produksi.

Kata Kunci: *System Dynamics, bijih nikel, deforestasi, emisi karbon, Vensim*

ABSTRACT

Student Name / NPM : Mafda Khoirotul Fatha / 22082010145
Thesis Title : Environmental Impact Analysis of Nickel Ore
Production Using a Dynamic Systems Approach
Advisor : Agung Brastama Putra, S.Kom., M.Kom.
Prasasti Karunia Farista Ananto S.Kom, M.Kom,
M.IM

Abstract: The increasing demand for nickel as a primary raw material for electric vehicle batteries has significantly accelerated nickel ore mining activities in Indonesia. However, the expansion of mining operations also contributes to environmental degradation, particularly through deforestation and carbon emissions resulting from land-use change. This study aims to analyze the relationship between nickel ore production and its environmental impacts, as well as to evaluate policy alternatives for reducing deforestation and carbon emissions without limiting nickel ore production. The study employs a System Dynamics approach using Vensim PLE software. The simulation results indicate that increasing nickel ore production leads to higher deforestation rates, which subsequently increase carbon emissions from land-use change. Among the proposed scenarios, the combined scenario demonstrates the best performance by reducing the deforestation and decreasing deforestation-related carbon emissions in 2040 compared with the baseline condition. Meanwhile, the land-use efficiency scenario reduces environmental impacts whereas the forest protection scenario. These findings suggest that integrating land-use efficiency with strengthened forest protection policies is the most effective strategy for mitigating the environmental impacts of nickel ore production while maintaining future production growth.

Keywords: *System Dynamics, nickel ore, deforestation, carbon emissions, Vensim*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul *"Analisis Dampak Lingkungan Produksi Bijih Nikel di Indonesia Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamik"*. Penulisan skripsi ini merupakan tahapan akhir yang harus ditempuh untuk memperoleh gelar Sarjana Ilmu Komputer pada Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

Penyusunan skripsi ini memerlukan waktu, tenaga, dan komitmen, serta mendapat dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, kesehatan, kekuatan, serta kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak dan Ibu, serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, motivasi, serta semangat kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Bapak Agung Brastama Putra, S. Kom., M.Kom. dan Ibu Prasasti Karunia Farista Ananto, S.Kom., M. Kom., M. IM. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan, kritik, serta saran yang sangat bermanfaat selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh dosen Program Studi Sistem Informasi Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan wawasan selama masa perkuliahan.
5. Teman-teman seperjuangan Program Studi Sistem Informasi angkatan 2022 yang telah memberikan dukungan, semangat, serta berbagi pengalaman selama proses penyusunan skripsi.
6. Rekan-rekan magang, sahabat, dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, dukungan, motivasi, maupun doa hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

7. Diri sendiri, yang telah berjuang melewati proses perkuliahan, termasuk melalui berbagai tantangan akademik di awal studi, hingga akhirnya mampu untuk sampai di titik ini. Terima kasih karena sudah selalu bangkit dan selalu yakin bahwa apa yang diusahakan tidak akan sia-sia.

Penulis menyadari skripsi ini masih memiliki kekurangan, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, peneliti berikutnya, dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Surabaya, 01 Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	v
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
DAFTAR SINGKATAN, ISTILAH DAN SIMBOL	xxv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Relevansi Sistem Informasi	5
1.7. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Dasar Teori.....	9
2.1.1. Pertambangan Nikel.....	9
2.1.2. Produksi Bijih Nikel	10
2.1.3. Deforestasi Lahan Hutan.....	13
2.1.4. Emisi Karbon.....	14

2.1.5. Kerangka Kebijakan Pertambangan dan Lingkungan.....	15
2.1.6. Sistem Dinamik.....	17
2.2. Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1. Perumusan Masalah	31
3.2. Studi Literatur	32
3.3. Pengumpulan Data	33
3.4. Pembuatan Model	34
3.5. Pengolahan Data	38
3.6. Verifikasi dan Validasi Model	38
3.7. Pembuatan Skenario.....	39
3.8. Analisa Hasil	41
3.9. Penarikan Kesimpulan	41
3.10. Penyusunan Laporan Akhir.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1. Pengumpulan Data	45
4.2. Pembuatan Model Diagram Kausatik	46
4.3. Pengolahan Data (<i>Stock Flow Diagram</i>)	49
4.4. Verifikasi dan Validasi.....	64
4.5. Simulasi Baseline (<i>Business as Usual</i>)	69
4.5.1. Simulasi Baseline Produksi Bijih Nikel Total	70
4.5.2. Simulasi Baseline Produksi Bijih Nikel Total	72
4.5.3. Simulasi Baseline Emisi Karbon yang Dihasilkan Akibat Deforestasi ..	74
4.6. Pembuatan Skenario Simulasi Model	75
4.6.1. Skenario Efisiensi Penggunaan Lahan (Variabel <i>Land Clearing Factor</i>)	76

4.6.2. Skenario Penguatan Perlindungan Lahan Hutan (Variabel <i>Forest Opening Pressure</i>)	78
4.6.2. Skenario Bauran	81
4.7. Hasil Evaluasi dan Skenario Kebijakan	85
4.7.1. Perbandingan Efektivitas Antar Skenario	85
4.7.2. Analisis Per Skenario	86
4.7.3. Impikasi Kebijakan Berdasarkan Hasil Simulasi	89
BAB V PENUTUP	91
5.1. Kesimpulan	91
5.2. Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Indonesia sebagai Negara dengan Cadangan Nikel Terbesar	1
Gambar 1.2. Laju Deforestasi Lahan Hutan dari Produksi Bijih Nikel	2
Gambar 2.1. Tahapan Pengembangan Model Sistem Dinamik	18
Gambar 2.2. Contoh Causal Loop Diagram	20
Gambar 2.3. Simbol Stock Flow Diagram.....	21
Gambar 3.1. Alur Metodologi Penelitian	31
Gambar 3.2. Diagram Kausalitas Penelitian Wasesa	36
Gambar 3.3. Diagram Kausalitas Penelitian Produksi dan Rantai Pasok	37
Gambar 4.1. Causal Loop Diagram Dampak Lingkungan Produksi Bijih Nikel di Indonesia.....	46
Gambar 4.2. Stock and Flow Diagram Subsistem Produksi.....	50
Gambar 4.3. Stock and Flow Diagram Subsistem Deforestasi dan Emisi Karbon	59
Gambar 4.4. Model Check di Vensim	65
Gambar 4.5. Grafik Perbandingan Total Produksi Bijih Nikel	67
Gambar 4.6. Grafik Perbandingan Luas Deforestasi Lahan Hutan	69
Gambar 4.7. Grafik Perbandingan Emisi Karbon yang Dihasilkan per Hektar Luas Deforestasi	70
Gambar 4.8. Grafik Dinamika Produksi Bijih Nikel Total	72
Gambar 4.9. Grafik Dinamika Laju Deforestasi Lahan Hutan	74
Gambar 4.10. Grafik Dinamika Emisi Karbon yang Dihasilkan	77
Gambar 4.11. Grafik Perbandingan Luas Lahan Deforestasi setelah Diterapkan Skenario 1	78
Gambar 4.12. Grafik Perbandingan Emisi Karbon Deforestasi setelah Diterapkan Skenario 1	79
Gambar 4.13. Grafik Perbandingan Luas Lahan Deforestasi setelah Diterapkan Skenario 2	80

Gambar 4.14. Grafik Perbandingan Emisi Karbon Deforestasi setelah Diterapkan Skenario 2	82
Gambar 4.15. Grafik Perbandingan Luas Lahan Deforestasi setelah Diterapkan Skenario Bauran	83
Gambar 4.16. Grafik Perbandingan Emisi Karbon Deforestasi setelah Diterapkan Skenario Bauran	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	24
Tabel 4.1. Data Aktual Penelitian.....	45
Tabel 4.2. Variabel Spesifik Subsistem Produksi.....	52
Tabel 4.3. Rumus Matematis Tiap Variabel Subsistem Produksi.....	55
Tabel 4.4. Variabel Spesifik Subsistem Deforestasi dan Emisi Karbon.....	61
Tabel 4.4. Rumus Matematis Tiap Variabel Subsistem Deforestasi dan Emisi Karbon.....	63
Tabel 4.5 Validasi Produksi Bijih Nikel Total.....	66
Tabel 4.6. Validasi Luas Deforestasi Lahan Hutan.....	67
Tabel 4.7. Validasi Emisi Karbon per Hektar Luas	68
Tabel 4.8. Perbandingan Hasil Keseluruhan Skenario.....	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Skenario Simulasi Laju Deforestasi (Satuan Hektar/Tahun).....	79
Lampiran 2. Hasil Skenario Simulasi Emisi Karbon Deforestasi (Satuan juta tCO ₂ /Tahun).....	80

DAFTAR SINGKATAN, ISTILAH DAN SIMBOL

SINGKATAN/ISTILAH/ SIMBOL	ARTI DAN KETERANGAN
CLD	: <i>Causal Loop Diagram</i> , diagram yang digunakan untuk menggambarkan hubungan sebab-akibat dari suatu sistem yang kompleks.
SFD	: <i>Stock Flow Diagram</i> , diagram yang digunakan untuk memetakan kuantitas (stok) yang berubah dari satu waktu ke waktu akibat adanya laju penambahan atau pengurangan.
NPI	: <i>Nickel Pig Iron</i> , salah satu produk setengah jadi dari bijih nikel yang berupa sejenis besi kasar (feronikel) dengan nikel berkadar rendah.
MHP	: <i>Mixed Hydroxide Precipitate</i> , salah satu produk setengah jadi dari bijih nikel yang berupa konsentrat dengan nikel berkadar tinggi.
BAU	: <i>Business As Usual</i> , merupakan salah satu hasil simulasi model yang merepresentasikan kondisi asli dari dinamika sistem yang terjadi tanpa adanya intervensi pada sistem.
FOP	: <i>Forest Opening Pressure</i> , parameter tingkat tekanan pembukaan atau alih fungsi hutan menjadi wilayah pertambangan.
LCF	: <i>Land Clearing Factors</i> , parameter kebutuhan luas pembukaan lahan hutan yang diperlukan untuk setiap satuan produksi bijih nikel.