

**ANALISIS PERANCANGAN MODEL KEBIJAKAN DALAM
MENGURANGI EMISI KARBON SEKTOR ENERGI
DI INDONESIA DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIS**

SKRIPSI



Oleh:

RAHSYA AKBAR MUHAMMAD AMIN

NPM. 18032010107

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

SURABAYA

2023

**ANALISIS PERANCANGAN MODEL KEBIJAKAN DALAM
MENGURANGI EMISI KARBON SEKTOR ENERGI
DI INDONESIA DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIS**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Industri



Oleh:

RAHSYA AKBAR MUHAMMAD AMIN

NPM. 18032010107

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

SURABAYA

2023

SKRIPSI

ANALISIS PERANCANGAN MODEL KEBIJAKAN DALAM MENGURANGI EMISI KARBON SEKTOR ENERGI DI INDONESIA DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIS

Disusun Oleh:

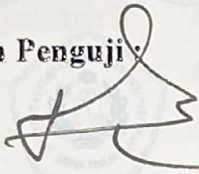
RAHSYA AKBAR MUHAMMAD AMIN

18032010107

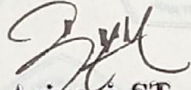
Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi dan diterima oleh
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal: 17 Juli 2023

Tim Penguji:

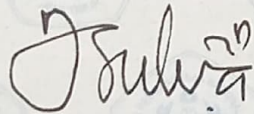
1.


Ir. Rusindiyanto, MT.
NIP. 19650225 199203 1 001

2.

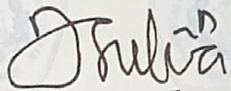

Enny Ariyani, ST., MT.
NIP. 19700928 202121 2 002

3.

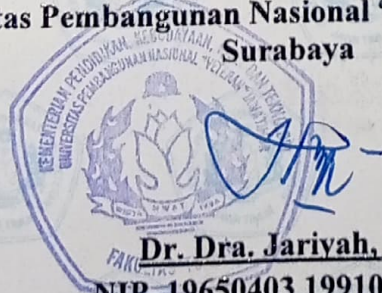

Dwi Sukma Donoriyanto, ST., MT.
NIP. 19810726 200501 1 002

Pembimbing

1.


Dwi Sukma Donoriyanto, ST., MT.
NIP. 19700928 202121 2 002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Surabaya


Dr. Dra. Jariyah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya. Telp (031) 8706369. Fax (031) 8706372 Surabaya 60294



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Rahsyia Akbar Muhammad Amin
NPM : 18032010107
Program Studi * : ~~Teknik Kimia~~ / Teknik Industri / ~~Teknologi Pangan~~ /
Teknik Sipil / Teknik Lingkungan / Teknik Mesin

Telah mengerjakan (revisi / ~~tidak revisi~~*) ~~PRA RENCANA (DESAIN)~~ / SKRIPSI
/ ~~TUGAS AKHIR~~*, Ujian Lisan periode Juli, TA. 2023

Dengan Judul: **ANALISIS PERANCANGAN MODEL KEBIJAKAN
DALAM MENGURANGI EMISI KARBON SEKTOR
ENERGI DI INDONESIA DENGAN PENDEKATAN
SISTEM DINAMIS**

Dosen yang memerintahkan revisi:

1. Dwi Sukma Donoriyanto, ST. MT.
2. Ir. Rusindiyanto, MT.
3. Enny Ariyani, ST., MT.

()
()
()

Surabaya, 20 Juli 2023
Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Dwi Sukma Donoriyanto, ST. MT.
NIP. 19810726 200501 1 002

Catatan: *) coret yang tidak perlu



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya. Telp (031) 8706369. Fax (031) 8706372 Surabaya 60294



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahsy Akbar Muhammad Amin
Program Studi : Teknik Industri
NPM : 180320107
Alamat e-mail : 18032010107@student.upnjatim.ac.id

Dengan ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan skripsi saya dengan judul:

**ANALISIS PERANCANGAN MODEL KEBIJAKAN DALAM
MENGURANGI EMISI KARBON SEKTOR ENERGI DI INDONESIA
DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIS**

Adalah benar penelitian saya sendiri atau bukan plagiat hasil penelitian orang lain, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan saya ajukan sebagai persyaratan kelulusan program sarjana Teknik Industri Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jawa Timur. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,
Koorprogdi Teknik Industri

Ir. Rusindiyanto, M.T
NIP. 196502255 199203 1 001

Surabaya, 20 Juli 2023
Yang Membuat Pernyataan

Rahsy Akbar Muhammad Amin
NPM. 18032010107

KATA PENGANTAR

Puji Tuhan, puji syukur kami hantarkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat-Nya sehingga penulisan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Perancangan Model Kebijakan Dalam Mengurangi Emisi Karbon Sektor Energi Di Indonesia dengan Pendekatan Sistem Dinamis”.

Skripsi ini disusun untuk mengikuti persyaratan kurikulum tingkat sarjana (S1) bagi setiap mahasiswa program studi Teknik Industri, Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur. Skripsi ini dapat terselesaikan karena tidak lepas dari bimbingan pengarahan, petunjuk, dan bantuan dari pembimbing lapangan dan dosen pembimbing, serta yang ada serta berbagai pihak yang membantu dalam penyusunan.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak sekali bimbingan dan juga bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP, selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Rusindiyanto, MT, selaku Koordinator Program Studi Teknik Industri UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Dwi Sukma Donoriyanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing saya dengan baik.
5. Bapak dan Ibu dosen penguji yang membantu dalam pembenahan laporan Tugas Akhir saya.

6. Kepada keluarga saya yang selalu mendoakan dan selalu memberikan dukungan untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
7. Kepada teman-teman saya yang berjuang bersama, yang selalu senantiasa menemani dan membantu saya dalam proses pengerjaan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan dapat membantu penulis dimasa mendatang.

Surabaya, 20 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	I
DAFTAR ISI.....	III
DAFTAR GAMBAR.....	VI
DAFTAR TABEL	VIII
ABSTRAK	IX
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Permasalahan	4
1.3 Batasan Penelitian	4
1.4 Asumsi Penelitian	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Pencemaran	9
2.1.1 Pencemaran Tanah	9
2.1.2 Pencemaran Air	9
2.1.3 Pencemaran Udara	9
2.2 Gas Rumah Kaca	10
2.3 Pemanasan Global	11
2.4 Emisi Karbon	12
2.5 Karbon Netral	13

2.6	Sistem Dinamis.....	13
2.6.1	CLD (<i>Causal Loop Diagram</i>)	17
2.6.2	SFD (<i>Stock Flow Diagram</i>)	20
2.6.3	Simulasi.....	23
2.6.4	Verifikasi dan Validasi Model	27
2.7	Software Vensim	29
2.7.1	Menu	31
2.7.2	Main Toolbar.....	33
2.7.3	<i>Build Window</i> (Lembar Kerja).....	34
2.7.4	Status Bar	35
2.7.5	Output Window	36
2.7.6	Analysis Tool	36
2.7.7	Control Panel.....	37
2.8	Penelitian Terdahulu	38
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	43
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	43
3.2	Identifikasi dan Definisi Operasional Variabel	43
3.2.1	Identifikasi Variabel.....	43
3.2.2	Definisi Operasional Variabel.....	44
3.3	Langkah-langkah Pemecahan Masalah.....	45
BAB IV	PEMBAHASAN.....	50
4.1	Pengumpulan Data	50
4.2	Pengolahan Data	52

4.2.1	Model Diagram Kausatik (<i>Causal Loop Diagram</i>)	52
4.2.2	Model Diagram Alir (<i>Stock Flow Diagram</i>).....	55
4.3	Simulasi Model.....	56
4.4	Verifikasi dan Validasi Model	57
4.4.1	Verifikasi Model	57
4.4.2	Validasi Model	59
4.5	Analisa Skenario Kebijakan	60
4.6	Hasil dan Pembahasan	66
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran	69

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan Positif antara 2 Variabel	18
Gambar 2.2 <i>Cause and effect relationships</i>	19
Gambar 2.3 <i>Positive feedback loop</i>	20
Gambar 2.4 <i>Positive and negative feedback loops</i>	20
Gambar 2.5 <i>Stock Flow Diagram</i> Perkiraan Volume Penumpang Kereta Api.....	23
Gambar 2.6 Tampilan Utama Vensim	31
Gambar 2.7 <i>Title bar</i> Vensim	31
Gambar 2.8 <i>Menu bar</i> Vensim.....	31
Gambar 2.9 <i>Main Toolbar</i>	33
Gambar 2.10 <i>Sketch Tools</i>	34
Gambar 2.11 <i>Status Bar</i>	35
Gambar 2.12 <i>Output Tool Analysis</i>	37
Gambar 2.13 <i>Control Panel</i>	38
Gambar 3.1 Langkah-langkah Pemecahan Masalah	46
Gambar 4.1 Data Konsumsi Batu Bara untuk Pembangkit Listrik	51
Gambar 4.2 Data Konsumsi Gas untuk Pembangkit Listrik	51
Gambar 4.3 <i>Causal Loop Diagram</i> Utama	53
Gambar 4.4 <i>Causal Loop Diagram</i> Transportasi	53
Gambar 4.5 <i>Causal Loop Diagram</i> Industri Energi	54
Gambar 4.6 <i>Causal Loop Diagram</i> Populasi	54
Gambar 4.7 <i>Stock Flow Diagram</i> Utama	56
Gambar 4.8 Simulasi <i>software</i> Vensim.....	57
Gambar 4.9 Hasil Verifikasi Model	58

Gambar 4.10 Hasil Validasi Model.....	60
Gambar 4.11 Hasil Simulasi Total Emisi Karbon Skenario 1	61
Gambar 4.12 Hasil Simulasi Total Emisi Karbon Skenario 2	63
Gambar 4.13 Hasil Simulasi Total Emisi Karbon Skenario 3	64
Gambar 4.14 Potensi Reforestasi di Indonesia	65
Gambar 4.15 Hasil Simulasi Total Emisi Karbon Skenario 4	66

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Konsumsi Bahan Bakar pada Pembangkit Listrik	50
Tabel 4.2 Faktor Emisi Zat Penyebab Emisi Karbon.....	52

ABSTRAK

Emisi Karbon di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah penggunaan bahan bakar fosil yang terus meningkat. Emisi karbon yang berlebihan menyebabkan suhu permukaan bumi menjadi lebih panas. Suhu bumi yang panas menyebabkan beberapa efek negatif, seperti naiknya permukaan laut, dll. Tahun 2022, Indonesia menjadi tuan rumah Konferensi Tingkat Tinggi G20 dengan salah satu tujuan yang disetujui oleh anggota G20 adalah menurunkan emisi karbon yang dihasilkan tiap negara G20. Diperlukan kebijakan yang efektif untuk menurunkan jumlah emisi karbon di tiap negara. Maka dari itu, dibuatlah perancangan model untuk mempertimbangkan kebijakan yang paling optimum untuk mengatasi hal tersebut. Penelitian menggunakan model sistem dinamis, dengan proses identifikasi dan definisi masalah, konseptualisasi sistem, formulasi model, simulasi model, verifikasi dan validasi model analisis kebijakan, dan implementasi kebijakan. Skenario yang diusulkan adalah penambahan kapasitas pembangkit listrik terbarukan, subsidi kendaraan listrik dan reforestasi.

Kata Kunci: Analisis kebijakan, Emisi Karbon, Vensim, Sistem Dinamis

ABSTRACT

Carbon emissions in Indonesia continue to increase every year. This is caused by several factors, one of which is the ever-increasing use of fossil fuels. Excessive carbon emissions cause the earth's surface temperature to warm up. The earth's hot temperature causes several negative effects, such as rising sea levels, etc. In 2022, Indonesia will host the G20 Summit with one of the goals agreed upon by G20 members is to reduce carbon emissions produced by each G20 country. Effective policies are needed to reduce the amount of carbon emissions in each country. Therefore, a model design is made to consider the most optimal policy to overcome this. The research uses a dynamic system model, with the process of identifying and defining problems, system conceptualization, model formulation, model simulation, verification and validation of policy analysis models, and policy implementation. The proposed scenarios are adding renewable power generation capacity, subsidizing electric vehicles and reforestation.

Keywords: Carbon Emissions, Dynamic Systems, Policy analysis, Vensim