

**PENERAPAN MODEL SISTEM DINAMIK PADA  
SIKLUS KARBON DI PROVINSI BALI**



**OLEH  
RIZKIA RAHMA  
NIM 1813101001**

**PROGRAM STUDI S1 MATEMATIKA  
JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA  
SINGARAJA  
2024**

**PENERAPAN MODEL SISTEM DINAMIK PADA  
SIKLUS KARBON DI PROVINSI BALI**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada  
Universitas Pendidikan Ganesha  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Menyelesaikan  
Program Sarjana Matematika**



**Oleh  
Rizkia Rahma  
NIM 1813101001**

**PROGRAM STUDI S1 MATEMATIKA**

**JURUSAN MATEMATIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**

**SINGARAJA**


**2024**

**SKRIPSI**  
**DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN**  
**MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK MENCAPAI**  
**GELAR SARJANA MATEMATIKA**



Pembimbing I,

Pembimbing II,

  
Dr. Gede Suweken, M.Sc.  
NIP. 19611111 198702 1 001

  
Prof. Dr. Dra. Gusti Ayu Mahayukti, M.Si.  
NIP. 19600823 198601 2 001

## LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PENGUJI

Skripsi oleh Rizkia Rahma  
telah dipertahankan di depan dewan penguji  
pada tanggal, 10 Juli 2024.

Dewan Penguji,



Dr. Gede Suweken, M.Sc.  
NIP. 19611111 198702 1 001

(Ketua)




Prof. Dr. Dra. Gusti Ayu Mahayukti, M.Si.  
NIP. 19600823 198601 2 001

(Anggota)



Prof. Drs. Sariyasa, M. Sc., Ph.D.  
NIP. 19640615 198902 1 001

(Anggota)



Raphira Yanisari Silalahi, M.Sc.  
NIP. 19930101 202203 2 020

(Anggota)





## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul "**Penerapan Model Sistem Dinamik Pada Siklus Karbon Di Provinsi Bali**" beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan dan mengutip dengan cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya ini, atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini.



Singaraja, 10 Juli 2024.

Yang membuat pernyataan,



Rizkia Rahma  
NIM. 1813101001



## PRAKATA

Puja dan puji syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Penerapan Model Sistem Dinamik Pada Siklus Karbon Di Provinsi Bali”**. Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan mencapai gelar sarjana Matematika pada Universitas Pendidikan Ganesha.

Dalam penyusunan skripsi ini, tentunya penulis, tidak dapat menyelesaikan sepenuhnya sendiri. Penulis mendapatkan bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Gede Suweken, M.Sc. selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Gusti Ayu Mahayukti, M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Drs. Sariyasa, M.Sc., Ph.D. selaku Penguji I yang telah memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Raphita Yanisari Silalahi, M.Sc. selaku Penguji II yang telah memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh staf, dosen dan karyawan di lingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah bersedia memberikan fasilitas selama penyelesaian skripsi ini.
6. Keluarga Penulis, Dwi Safarida selaku ibu penulis, Ahmad Jaelani selaku ayah penulis, dan Nuri Maharani Tauhidah selaku adik penulis yang sudah memberikan sepenuhnya cinta kasih sayang dan doa dalam setiap perjalanan penulis selama menempuh pendidikan sampai saat ini penulis mampu menulis nama ayah, ibu dan adik dalam skripsi ini.
7. Teman seperjuangan gomblo'18 yang telah memberikan semangat dan membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

8. Terkhusus Nurul Fatimah, S.Si. selaku teman penulis yang selalu memberikan semangat, dukungan dan selalu membantu dalam memberikan informasi terkait penyusunan skripsi ini.
9. Semua pihak yang peneliti tidak bisa sebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan dukungan selama penyelesaian skripsi ini.

Peneliti sadar bahwa tidak ada hasil karya manusia yang sempurna, termasuk skripsi yang peneliti susun ini. Untuk itu, demi menyempurnakan skripsi ini, peneliti mohon bagi pembaca agar dapat memberikan masukan serta saran yang dapat membangun skripsi ini menjadi lebih baik. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi dunia pendidikan di masa mendatang.



Singaraja,  
Penulis



## DAFTAR ISI

PRAKATA.....	ii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	8
2.1 Landasan Teori.....	8
2.1.1 Perubahan Iklim ( <i>Climate Change</i> ).....	8
2.1.2 Emisi Karbon.....	9
2.1.3 Sistem Dinamik.....	15
2.1.4 Ventana Simulation (Vensim).....	17
2.1.5 Verifikasi dan Validasi.....	18
2.2 Kajian Penelitian Terdahulu.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Rancangan Penelitian.....	23
3.2 Uraian Rancangan Penelitian.....	24
3.2.1 Identifikasi Masalah.....	24
3.2.2 Tujuan Penelitian.....	24
3.2.3 Tinjauan Pustaka.....	25
3.2.4 Pengumpulan Data.....	25
3.2.5 Identifikasi Variabel.....	25
3.2.6 Penyusunan Model.....	26
3.2.7 Formulasi Model.....	26

3.2.8 Pengujian Model .....	27
3.2.9 Penyusunan Skenario .....	27
3.2.10 Analisis Hasil .....	27
3.2.11 Kesimpulan dan Saran.....	28
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
4.1 Gambaran Umum Provinsi Bali .....	29
4.2 Pengumpulan Data .....	30
4.2.1 Data Jumlah Penduduk Provinsi Bali.....	30
4.2.2 Data Jumlah Kendaraan .....	31
4.2.3 Data Luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) .....	32
4.2.4 Data Luas Tutupan Lahan Provinsi Bali .....	32
4.3 <i>System Thinking</i> .....	33
4.4 Identifikasi Variabel.....	34
4.5 <i>Causal Loop Diagram</i> .....	34
4.6 <i>Stock and Flow Diagram</i> .....	38
4.6.1 <i>Stock and Flow Diagram</i> pada Sub-model Penduduk .....	38
4.6.2 <i>Stock and Flow Diagram</i> pada Sub-model Banyak Kendaraan Menurut Jenisnya.....	40
4.6.3 <i>Stock and Flow Diagram</i> pada Sub-Model Penyerapan CO <sub>2</sub> Berdasarkan Tutupan Lahan .....	41
4.6.4 <i>Stock and Flow Diagram</i> pada Sub-model Emisi Karbon.....	43
4.7 Verifikasi Model .....	45
4.8 Validasi Model.....	48
4.8.1 Validasi Variabel Jumlah Penduduk Provinsi Bali .....	48
4.8.2 Validasi Variabel Jumlah Kendaraan Roda Dua.....	50
4.8.3 Validasi Variabel Jumlah Kendaraan Roda Empat.....	52
4.8.4 Validasi Variabel Jumlah Emisi Karbon.....	53
4.9 Pengembangan Skenario .....	55
4.9.1 Skenario Program KB .....	56
4.9.2 Skenario Rumah Susun .....	58
4.9.3 Skenario Program KB dan Rumah Susun .....	61
4.10 Analisis Hasil.....	62

4.10.1 Analisis Hasil Skenario Program KB.....	62
4.10.2 Analisis Hasil Skenario Rumah Susun.....	66
4.10.3 Analisis Hasil Skenario Program KB dan Rumah Susun .....	69
BAB V PENUTUP.....	71
5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA .....	73
LAMPIRAN.....	76



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor Emisi CO <sub>2</sub> Jenis Kendaraan .....	12
Tabel 2. 2 Jenis Penutupan Lahan .....	14
Tabel 2. 3 Daya Serap CO <sub>2</sub> Berdasarkan Tutupan Lahan .....	15
Tabel 2. 4 Variabel dalam Sistem Dinamik .....	17
Tabel 4. 1 Jumlah Penduduk Provinsi Bali .....	30
Tabel 4. 2 Jumlah Kendaraan Provinsi Bali .....	31
Tabel 4. 3 Luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) .....	32
Tabel 4. 4 Luas Penggunaan Lahan Provinsi Bali .....	33
Tabel 4. 5 Variabel dalam Causal Loop Diagram .....	35
Tabel 4. 6 Persamaan pada Sub-model Jumlah Penduduk .....	40
Tabel 4. 7 Persamaan pada Sub-model Banyak Kendaraan Menurut Jenisnya ....	41
Tabel 4. 8 Persamaan pada Sub-model Penyerapan CO <sub>2</sub> Berdasarkan Tutupan Lahan .....	43
Tabel 4. 9 Persamaan pada Sub-model Emisi Karbon .....	44
Tabel 4. 10 Perbandingan Hasil Jumlah Penduduk .....	48
Tabel 4. 11 Validasi Variabel Jumlah Penduduk .....	49
Tabel 4. 12 Perbandingan Hasil Jumlah Kendaraan Roda Dua .....	50
Tabel 4. 13 Validasi Variabel Jumlah Kendaraan Roda Dua .....	51
Tabel 4. 14 Perbandingan Hasil Jumlah Kendaraan Roda Empat .....	52
Tabel 4. 15 Validasi Variabel Jumlah Kendaraan Roda Empat .....	53
Tabel 4. 16 Perbandingan Hasil Jumlah Emisi Karbon .....	53
Tabel 4. 17 Validasi Variabel Jumlah Emisi Karbon .....	54
Tabel 4. 18 Persamaan pada Penambahan Variabel Sub-model Penduduk .....	57

Tabel 4. 19 Persamaan pada Penambahan Variabel Sub-model Penyerapan CO <sub>2</sub> Berdasarkan Tutupan Lahan .....	59
Tabel 4. 20 Perbandingan Jumlah Emisi Karbon Skenario Program KB .....	63
Tabel 4. 21 Perbandingan Sisa CO <sub>2</sub> yang Tidak Terserap Skenario Program KB .....	65
Tabel 4. 22 Perbandingan Sisa CO <sub>2</sub> yang Tidak Terserap Skenario Rumah Susun .....	68
Tabel 4. 23 Perbandingan Sisa CO <sub>2</sub> yang Tidak Terserap Skenario Ke-3.....	70



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pemanasan Global .....	9
Gambar 3. 1 Diagram Rancangan Penelitian .....	23
Gambar 4. 1 Peta Provinsi Bali .....	29
Gambar 4. 2 <i>Causal Loop Diagram</i> pada Siklus Karbon .....	35
Gambar 4. 3 Sub-model Jumlah Penduduk Provinsi Bali.....	39
Gambar 4. 4 Sub-model Banyak Kendaraan Menurut Jenisnya .....	40
Gambar 4. 5 Sub-model Penyerapan CO <sub>2</sub> Berdasarkan Tutupan Lahan.....	42
Gambar 4. 6 Sub-model Emisi Karbon.....	44
Gambar 4. 7 Pengaturan Batasan Waktu yang Dilakukan.....	46
Gambar 4. 8 <i>Toolbar</i> untuk Melakukan <i>Running Model</i> .....	46
Gambar 4. 9 Tampilan ketika <i>Running Model</i> Berhasil Dilakukan .....	47
Gambar 4. 10 Tampilan <i>Model is OK</i> .....	47
Gambar 4. 11 Tampilan <i>Units is OK</i> .....	47
Gambar 4. 12 Grafik Perbandingan Hasil Jumlah Penduduk .....	49
Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan Hasil Jumlah Kendaraan Roda Dua .....	51
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Hasil Jumlah Kendaraan Roda Empat .....	52
Gambar 4. 15 Grafik Perbandingan Hasil Jumlah Emisi Karbon .....	54
Gambar 4. 16 Struktur Model Skenario Program KB pada Sub-model Penduduk.....	56
Gambar 4. 17 Grafik Skenario Program KB pada Variabel Jumlah Penduduk ....	57
Gambar 4. 18 Struktur Model Skenario Rumah Susun pada Sub-model Luas Tutupan Lahan.....	59



Gambar 4. 19 Grafik Skenario Rumah Susun pada Variabel Total Kebutuhan Lahan yang Dibutuhkan .....	60
Gambar 4. 20 Grafik Total Kebutuhan Lahan yang Dibutuhkan ketika Skenario ke-3 .....	61
Gambar 4. 21 Grafik Jumlah Emisi Karbon Skenario Program KB .....	62
Gambar 4. 22 Grafik Sisa $CO_2$ yang Tidak Terserap Skenario Program KB .....	64
Gambar 4. 23 Grafik Sisa $CO_2$ yang Tidak Terserap Skenario Rumah Susun .....	67
Gambar 4. 24 Grafik Sisa $CO_2$ yang Tidak Terserap Skenario Program KB dan Rumah Susun .....	69



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Jumlah Penduduk, Jumlah Kendaraan, dan Luas lahan Per Kabupaten Menurut Penggunaanny .....	76
Lampiran 2. Luas RTH Per Kabupaten.....	77
Lampiran 3. Hasil Simulasi Skenario Program KB .....	78
Lampiran 4. Hasil Simulasi Skenario Rumah Susun .....	80
Lampiran 5. Hasil Simulasi Skenario Program KB dan Rumah Susun .....	82

