



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PENGEMBANGAN MODEL OPTIMASI IRIGASI UNTUK MITIGASI *GLOBAL WARMING POTENTIAL*

AZIZ HIDAYATULLOH



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN BOGOR
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ Pengembangan Model Optimasi untuk Mitigasi *Global Warming Potential*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, 24 Juli 2025

Aziz Hidayatulloh
F4401211051

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

AZIZ HIDAYATULLOH. Pengembangan Model Optimasi untuk Mitigasi *Global Warming Potential*. Dibimbing oleh CHUSNUL ARIF.

Peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) dari sektor pertanian, khususnya budidaya padi, menjadi tantangan utama dalam mitigasi perubahan iklim. Penelitian bertujuan mengembangkan model optimasi pengelolaan irigasi berbasis algoritma genetika untuk meminimalkan Global Warming Potential (GWP) pada sistem budidaya padi dengan pendekatan System of Rice Intensification (SRI). Penelitian dilakukan di greenhouse dengan empat skema irigasi: tergenang, basah, kering, dan mid-season drainage. GWP diukur berdasarkan emisi CH_4 dan N_2O , dengan hasil tertinggi pada rezim tergenang sebesar 2.285,53 kg $\text{CO}_2\text{-eq/ha/musim}$ dan terendah pada rezim kering sebesar -1.541,38 kg $\text{CO}_2\text{-eq/ha/musim}$. Model prediksi GWP dikembangkan menggunakan Artificial Neural Network dengan algoritma Backpropagation, sedangkan optimasi pengelolaan air dengan Algoritma Genetika. Hasil model mampu mengidentifikasi skenario tinggi muka air yang optimal pada tiap fase pertumbuhan padi, yaitu awal 1,962 cm, vegetatif -1,363 cm, tengah 0,824 cm, dan akhir -8,788 cm. Kemudian dihasilkan nilai GWP 426,64 kg/ha/musim dan produktivitas 507,28 g/m². Temuan ini menunjukkan bahwa pengelolaan air berbasis optimasi dapat menurunkan emisi GRK secara signifikan.

Kata kunci: algoritma genetika, gas rumah kaca, irigasi, optimasi, padi

ABSTRACT

AZIZ HIDAYATULLOH. Development of Optimization Models for Mitigating Global Warming Potential. Supervised by CHUSNUL ARIF.

Increased greenhouse gas (GHG) emissions from the agricultural sector, particularly rice cultivation, pose a major challenge in climate change mitigation. This study aims to develop a genetic algorithm-based irrigation management optimization model to minimize Global Warming Potential (GWP) in rice cultivation systems using the System of Rice Intensification (SRI) approach. The study was conducted in a greenhouse with four irrigation schemes: flooded, wet, dry, and mid-season drainage. GWP was measured based on CH_4 and N_2O emissions, with the highest results in the flooded regime at 2,285.53 kg $\text{CO}_2\text{-eq/ha/season}$ and the lowest in the dry regime at -1,541.38 kg $\text{CO}_2\text{-eq/ha/season}$. A GWP prediction model was developed using an Artificial Neural Network with a Backpropagation algorithm, while water management optimization was performed using a Genetic Algorithm. The model results were able to identify the optimal water level scenarios for each rice growth phase: initial 1.962 cm, vegetative -1.363 cm, mid-season 0.824 cm, and final -8.788 cm. The resulting GWP value was 426.64 kg/ha/season, and productivity was 507.28 g/m². These findings indicate that water management based on optimization can significantly reduce GHG emissions.

Keywords: genetic algorithm, greenhouse gas, irrigation, optimization, rice



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENGEMBANGAN MODEL OPTIMASI IRIGASI UNTUK MITIGASI *GLOBAL WARMING POTENTIAL*

AZIZ HIDAYATULLOH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN BOGOR
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Prof. Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.T.P., M.Si.
- 2 Sutoyo, S.T.P., M.Si.



Judul Skripsi : Pengembangan Model Optimasi Irigasi untuk Mitigasi *Global Warming Potential*

Nama : Aziz Hidayatulloh

NIM : F4401211051

Disetujui oleh

Pembimbing :

Prof. Dr. Ir. Chusnul Arif, S.TP., M.Si. IPM.

NIP. 19801206 200501 1 004



Diketahui oleh

Plt. Ketua Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan :

Prof. Dr. Ir. Chusnul Arif, S.TP., M.Si. IPM.

NIP. 19801206 200501 1 004



Tanggal Ujian:
17 Juli 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis kirimkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan karuunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah dengan judul “Pengembangan Model Optimasi Irigasi untuk Mitigasi *Global Warming Potential*” tepat pada waktu yang telah ditentukan. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan Februari hingga bulan Juni 2025 yang berlokasi di Kinjoro arm.

Proses penelitian ini tidak akan berjalan dengan lancar tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih khusus kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Chusnul Arif, S.TP., M.Si. IPM. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran, kritik, dan masukan positif dalam proses pembuatan tugas akhir ini hingga selesai.
2. Bapak Dr. Ir. Erizal, M.Agr., IPU. selaku Ketua Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan yang telah memberikan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.T.P., M.Si. dan Bapak Sutoyo, S.T.P., M.Si. selaku dosen penguji ujian sarjana yang telah memberikan saran, kritik, dan masukan positif.
4. Ibu Mursah dan Bapak Ading Kuswandi selaku orang tua tercinta yang selalu memberikan bantuan, semangat, dan doa-doa baik kepada penulis dan menjadi motivasi terbesar penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Rekan-rekan satu tim penelitian, yaitu Elema Astri dan Ikhsan Al-Husaeni
6. Rekan-rekan satu bimbingan, yaitu Ivan Triadi Sahputra, Kayla Azzahra Poernomo, Fathiah Izzaturahmi, dan Andrehan Wibowo.
7. Chandra Saputra Wutabisu, Nadhif Shidqi Firjatullah, dan Vincent selaku sahabat satu kos yang selalu menemani dan membantu.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan..

Bogor, 24 Juli 2025

Aziz Hidayatulloh

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Ketersediaan Tanaman Padi	3
2.2 <i>System of Rice Intensification</i> (SRI)	3
2.3 Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Pada Lahan Pertanian	3
2.4 <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (IPCC)	4
2.5 <i>Global Warming Potential</i>	4
2.6 Perhitungan <i>Global Warming Potential</i> (GWP) Pada Lahan Pertanian	5
2.7 Penggunaan Sistem Irigasi Evapotranspiratif Terhadap GWP	5
2.8 Algoritma Genetika	6
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Penelitian	8
3.3.1 Persiapan Sistem Fertigator Otomatis Nirdaya (FONi)	10
3.3.2 Skema Irigasi Padi	11
3.3.3 Budidaya Tanaman Padi	13
3.3.4 Pengukuran Sampel Gas	14
3.3.5 Analisis dan Pengolahan Data	16
3.3.6 Pengembangan Kerangka Model Prediksi	18
3.3.7 Pengembangan Model Algoritma Genetika	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Analisis <i>Global Warming Potential</i>	20
4.2 Identifikasi Lingkungan Mikro dengan <i>Global Warming Potential</i>	21
4.3 Analisis Produktivitas dengan <i>Global Warming Potential</i>	24
4.4 Prediksi <i>Global Warming Potential</i> dengan Jaringan Saraf Tiruan	26
4.5 Optimasi <i>Global Warming Potential</i> dengan Model Algoritma Genetika	30
V SIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Simpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

1	Skema irigasi	11
2	Potensi pemanasan Global Gas Rumah Kaca	17
3	Total emisi GWP selama satu musim tanam	21
4	Nilai TMA tiap fase pertumbuhan	22
5	Nilai kelembapan tiap fase pertumbuhan	22
6	Nilai suhu tanah tiap fase pertumbuhan	23
7	Nilai DHL tiap fase pertumbuhan	23
8	Nilai pH tiap fase pertumbuhan	24
9	Data Biomassa, Akar, Produktivitas, dan GWP	24
10	Data Irigasi, ETa, WUE, Produktivitas, dan GWP	25
11	Hasil prediksi produktivitas dan GWP menggunakan JST	28
12	Hasil optimasi TMA dengan algoritma genetika	32
13	Persentase GWP dan Produktivitas terhadap TMA optimum	33

DAFTAR GAMBAR

14	Peta lokasi penelitian	7
15	Diagram alir penelitian	9
16	Tampak atas FONi	10
17	Sistem FONi dalam <i>Greenhouse</i>	10
18	Skema irigasi Rezim Tergenang (RT)	12
19	Skema irigasi Rezim Basah (RB)	12
20	Skema irigasi Rezim Kering (RK)	13
21	Skema irigasi Rezim <i>Mid-Season Drainage</i>	13
22	Penyemaian benih padi	14
23	Sketsa <i>chamber</i> dan <i>base chamber</i>	15
24	Gambar 3D <i>chamber</i> dan <i>base chamber</i>	15
25	Pengembangan kerangka model JST yang dikembangkan	18
26	Pengembangan model algoritma genetika	20
27	Hasil proses <i>data training</i>	27
28	Perbandingan nilai produktivitas <i>observed</i> dan <i>model</i>	28
29	Perbandingan nilai GWP <i>observed</i> dan <i>model</i>	28
30	<i>Fitness value</i> hasil algoritma genetika	30
31	Hasil optimasi tinggi muka air menggunakan algoritma genetika	31

DAFTAR LAMPIRAN

32	Lampiran 1 Program Jaringan Saraf Tiruan	39
33	Lampiran 2 Program Algoritma Genetika	50
34	Lampiran 3 Desain 3D Sistem FONi	61
35	Lampiran 4 Dokumentasi Kegiatan	62

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.