

**PENERAPAN KONTROL OPTIMAL PADA MODEL *PREDATOR-PREY*
ANTARA POPULASI PADI, TIKUS DAN BURUNG HANTU**

SKRIPSI



**Oleh:
CICI RAMADANI
2117010009**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN IMAM BONJOL PADANG
2025**

**PENERAPAN KONTROL OPTIMAL PADA MODEL *PREDATOR-PREY*
ANTARA POPULASI PADI, TIKUS, DAN BURUNG HANTU**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana (S1)



**Oleh:
CICI RAMADANI
2117010009**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN IMAM BONJOL PADANG
2025**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Padang, 25 Juni 2025

Yang Membuat Pernyataan,


CICI RAMADANI

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul **Penerapan Kontrol Optimal pada Model *Predator-Prey* antara Populasi Padi, Tikus, dan Burung Hantu** yang disusun oleh **Cici Ramadani NIM 2117010009**, telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan sidang skripsi pada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Imam Bonjol Padang.

Padang, 25 Juni 2025

Menyetujui,

Pembimbing I



La Ode Sabran, M.Si.
NIP 198804252020121006

Pembimbing II

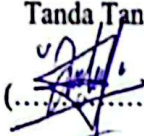


Ezhari Asfa'ani, M.Sc.
NIP 199001062019032012

HALAMAN PENGUJIAN

Skripsi dengan judul **Penerapan Kontrol Optimal pada Model Predator-Prey antara Populasi Padi, Tikus, dan Burung Hantu** yang disusun oleh **Cici Ramadani NIM 2117010009**, telah diuji di depan Tim Penguji pada hari Jumat tanggal 01 Agustus 2025.

Tim Penguji:

	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1	Ilham Dangu Rianjaya, M.Si. NIP 199207022020121009	(Ketua)	 (.....)
2	Syarto Musthofa, M.Sc. NIP 199309152020121012	(Sekretaris)	 (.....)
3	Ezhari Asfa'ani, M.Sc. NIP 199001062019032012	(Anggota)	 (.....)
4	La Ode Sabran, M.Si. NIP 198804252020121006	(Anggota)	 (.....)

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Lilis Harianti Hasibuan, M.Si.
NIP 198804142019032008

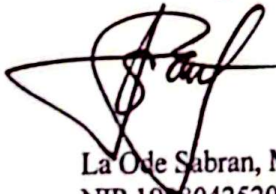
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Penerapan Kontrol pada Model *Predator-Prey* antara Populasi Padi, Tikus, dan Burung Hantu** yang disusun oleh **Cici Ramadani** NIM 2117010009 Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Imam Bonjol Padang telah dipertahankan di depan Tim Penguji Sidang Skripsi pada tanggal 01 Agustus 2025 dan dinyatakan memenuhi syarat.

Disahkan di : Padang
Tanggal : 08 September 2025

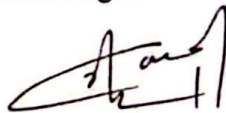
Menyetujui,

Pembimbing I



La Ode Sabran, M.Si.
NIP 198804252020121006

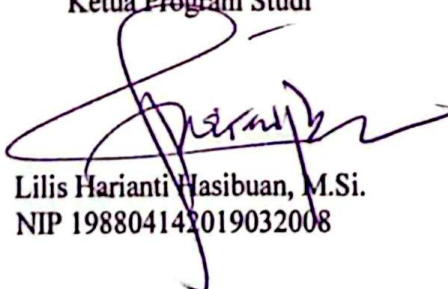
Pembimbing II



Ezhari Asfa'ani, M.Sc.
NIP 199001062019032012

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Lilis Harianti Hasibuan, M.Si.
NIP 198804142019032008

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Yulia, M.Pd.
NIP 198105052009012008

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Penerapan Kontrol Optimal pada Model *Predator-Prey* antara Populasi Padi, Tikus, dan Burung Hantu**”. Penyusunan skripsi ini untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada program studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang. Dalam penulisan skripsi ini tentunya masih jauh dari kata sempurna, hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu dalam melengkapi kesempurnaan dalam penulisan skripsi ini diharapkan adanya saran dan kritik yang diberikan bersifat membangun. Pada kesempatan yang baik ini tak lupa pula penulis menghaturkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat, dan pemikiran dalam penulisan skripsi ini, terutama kepada:

1. Dekan dan Civitas Akademika Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ketua dan Sekretaris Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.
3. La Ode Sabran, M.Si. dan Ezhari Asfa'ani, M.Sc., selaku Pembimbing dan penguji skripsi atas segala bimbingan, dukungan, dan saran yang diberikan sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan baik.
4. Ilham Dangu Rianjaya, M.Si. dan Syarto Musthofa, M.Sc., selaku dosen penguji skripsi yang telah menguji penulis pada sidang skripsi.
5. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Matematika yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang tak ternilai selama penulis menjalankan perkuliahan di Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Imam Bonjol.
6. Kedua orang tua tercinta, Ibu Destri Neli dan Bapak Dasrizal atas cinta, doa, dukungan, pengorbanan, dan semangat yang tak pernah padam. Kalian adalah alasan utama penulis mampu sampai pada titik ini.
7. Adik kesayangan penulis Muhammad Rehan, Azzura, Ghafi, Alwi, dan Isan yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat.

8. Seluruh keluarga besar yang selalu memberikan doa, nasihat, dukungan, serta semangat kepada penulis khususnya selama proses penulisan skripsi ini.
9. Teman-teman tersayang penulis, Lathifa, Atiqah, dan Intan yang selalu baik, banyak membantu Penulis dalam mengerjakan skripsi dan tak pernah henti memberikan semangat.
10. Adik sepupu penulis Nur Alisa terimakasih atas kelucuan-kelucuan yang membuat Penulis semangat untuk mengerjakan skripsi ini sampai selesai dan terimakasih selalu kebersamai selama penulis menyelesaikan skripsi.
11. Teman penulis Weli yang selalu baik dan kebersamai selama masa-masa akhir Semester.
12. Teman-teman angkatan 2021 yang telah kebersamai selama masa-masa perkuliahan.

Padang, 25 Juni 2025



Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Cici Ramadani
NIM : 2117010009
Program Studi : Matematika
Judul Penelitian : Penerapan Kontrol Optimal *Predator-Prey* antara
Populasi Padi, Tikus, dan Burung Hantu

Dengan ini menyatakan persetujuan untuk dipublikasikannya karya ilmiah (skripsi)
saya oleh pihak UIN Imam Bonjol Padang untuk kepentingan akademis.

Padang, 25 Juni 2025

Yang Membuat Pernyataan,



METERAI
TEMBEL
33BE8ANX005628506

Cici Ramadani

ABSTRAK

Padi merupakan bahan dasar makanan pokok yang produksinya menurun disebabkan oleh hama tikus. Solusi alami yang dapat digunakan untuk mengurangi populasi tikus adalah dengan memanfaatkan burung hantu sebagai *predator* alami. Penelitian ini membahas tentang analisis model matematika *predator-prey* tiga populasi, yaitu padi sebagai *prey*, tikus sebagai *predator* bagi padi (*Predator* Tingkat I) sekaligus *prey* bagi burung hantu, dan burung hantu sebagai *predator* tikus (*Predator* Tingkat II). Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk memperoleh model interaksi antara populasi padi, tikus, dan burung hantu dalam meningkatkan produksi padi. Model yang dikonstruksi menghasilkan lima buah titik ekuilibrium, yang analisis kestabilannya menggunakan nilai eigen dari matriks Jacobian yang dievaluasi pada setiap titik ekuilibrium. Hasil analisis kestabilan menunjukkan bahwa terdapat dua titik ekuilibrium yang dapat stabil dengan syarat tertentu, yang ditentukan menggunakan Teorema Vieta. Penelitian ini juga menerapkan kontrol optimal yaitu perangkap tikus untuk mengendalikan serangan tikus pada padi. Hasil interpretasi dari penerapan kontrol perangkap tikus menunjukkan bahwa penerapan kontrol perangkap tikus dapat memberikan pengaruh pada populasi tikus, populasi padi, dan populasi burung hantu.

Kata Kunci: Burung Hantu, Kontrol Optimal, Model *Predator-Prey*, Padi, Tikus.

ABSTRACT

Rice is a staple food whose production has been declining due to rat infestations. A natural solution to reduce the rat population is to utilize owls as natural predators. This study discusses the analysis of a three-population predator-prey mathematical model, in which rice serves as the prey, rats act as predators of rice (First-Level Predator) and simultaneously as prey for owls, and owls function as predators of rats (Second-Level Predator). The objective of this study is to develop a model that describes the interaction between rice, rat, and owl populations to support increased rice production. The constructed model yields five equilibrium points, the stability of which is analyzed using the eigenvalues of the Jacobian matrix evaluated at each equilibrium point. The stability analysis results indicate that two of the equilibrium points can be stable under certain conditions, determined using Vieta's Theorem. This study also incorporates an optimal control in the form of rat traps to manage rat attacks on rice crops. The interpretation of the results shows that the application of rat trap control can influence the populations of rats, rice, and owls.

Keywords: *Optimal Control, Owls, Predator-Prey Model, Rats, Rice.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGUJIAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Kerangka Teori.....	6
1. Interaksi Padi, Tikus, dan Burung Hantu	6
2. Sistem Persamaan Diferensial	8
3. Titik Ekuilibrium dan Kestabilan Titik Ekuilibrium	10
4. Model Pertumbuhan Logistik	13
5. Pertumbuhan dengan <i>Allee Effect</i>	14
6. Model Predator-Prey	14
7. Formula Vieta	15
8. Kontrol Optimal	16

9. Metode Runge-Kutta Orde 4.....	18
B. Literatur Review	18
BAB III METODE PENELITIAN	20
A. Jenis Penelitian.....	20
B. Setting Penelitian.....	20
C. Langkah-Langkah Penelitian	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
A. Asumsi, Variabel dan Parameter Pada Model.....	22
B. Konstruksi Model <i>Predator-Prey</i>	23
C. Titik Ekuilibrium Model	24
1. Titik Ekuilibrium Pertama.....	25
2. Titik Ekuilibrium Kedua	26
3. Titik Ekuilibrium Ketiga	26
4. Titik Ekuilibrium Keempat	27
5. Titik Ekuilibrium Kelima	28
D. Kestabilan Titik Ekuilibrium	28
1. Analisis Kestabilan Titik Ekuilibrium Pertama.....	29
2. Analisis Kestabilan Titik Ekuilibrium Kedua	30
3. Analisis Kestabilan Titik Ekuilibrium Ketiga	30
4. Analisis Kestabilan Titik Ekuilibrium Keempat	31
5. Analisis Kestabilan Titik Ekuilibrium Kelima.....	32
E. Simulasi Numerik Sistem Tanpa Kontrol	33
F. Kontrol Optimal Pada Model <i>Predator-Prey</i>	37
G. Simulasi dengan Menerapkan Kontrol Optimal.....	39
BAB V PENUTUP.....	43
A. Kesimpulan	43
B. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	48