

ANALISIS KESTABILAN MODEL MANGSA-PEMANGSA
DENGAN FUNGSI RESPON HOLLING TIPE III DAN
STRUKTUR UMUR PADA PEMANGSA

Skripsi

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Matematika



Hani Pratiwi

3125160135

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2021

ABSTRAK

HANI PRATIWI, 3125160135. Analisis Kestabilan Model Mangsa-Pemangsa dengan Fungsi Respon Holling Tipe III dan Struktur Umur pada Pemangsa. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. 2020.

Persaingan untuk memperoleh makanan pada peristiwa makan dan dimakan merupakan salah satu kejadian alam yang menjadi topik pembahasan dalam model matematika, yaitu pada model mangsa pemangsa. Dalam tulisan ini dipelajari model mangsa-pemangsa dengan fungsi respon Holling tipe III yang melibatkan satu mangsa dan satu pemangsa dengan struktur umur pada pemangsa, sehingga pemangsa akan dibagi menjadi dua kelompok yaitu pemangsa muda dan pemangsa dewasa.

Analisis dilakukan dengan mencari titik tetap dan memeriksa kestabilannya. Titik tetap beserta kestabilannya dianalisis dengan metode linearisasi matriks Jacobi dan analisis kestabilan ditentukan berdasarkan nilai eigen dari persamaan karakteristik sesuai kriteria Routh-Hurwitz. Secara analitik, diperoleh tiga titik tetap yang bermakna, titik tetap T_1 selalu bersifat pelana, sedangkan titik tetap T_2 dan T_3 dapat bersifat pelana dan stabil tergantung pada besarnya nilai koefisien konversi pemangsa. Koefisien konversi pemangsa menyatakan tingkat interaksi mangsa dan pemangsa dewasa yang mengakibatkan penambahan pemangsa remaja.

Dari hasil simulasi numerik dengan nilai parameter $r = 0.01342$, $K = 1000$, $\alpha = 0.0001787$, $\beta = 0.0003$, $\gamma = 0.09$, $\delta_1 = \delta_2 = 0.0556$, $\rho = 0.15$ dan nilai awal $x(0) = 40$, $y(0) = 25$, $z(0) = 10$ menunjukkan bahwa kestabilan titik tetap T_1 selalu bersifat pelana, kestabilan titik tetap T_2 bersifat stabil jika $\rho < 0.1515$ dan bersifat pelana jika $\rho > 0.1515$, dan kestabilan titik tetap T_3 bersifat stabil jika dan hanya jika $a_1 > 0$, $a_3 > 0$, dan $a_1 a_2 - a_3 > 0$.

Kata kunci : model mangsa-pemangsa, Holling tipe III, struktur umur, titik tetap, Routh-Hurwitz.

ABSTRACT

HANI PRATIWI, 3125160135. Stability Analysis of Predator-Prey Model with Holling Type III Response Function and Age Structure in Predators. Thesis. Faculty of Mathematics and Natural Science Jakarta State University. 2020.

Competition to obtain food in eat and eaten is one of nature occurrence which becoming central topic of mathematical modeling, called predator-prey model. In this paper studied predator-prey model with Holling type III function respon which involves one prey and one predator with age structure of predator, so that predator will be divided into two groups, young predator and adult predator.

Analysis is performed by finding a fixed point and checking its stability. Fixed points and their stability were analyzed using the Jacobi matrix linearization method and the stability analysis was determined based on the eigenvalues of the characteristic equations according to the Routh-Hurwitz criteria. Analytically, there are three meaningful fixed points, the fixed point T_1 is always saddle, while the fixed point T_2 and T_3 can be saddle and stable depending on the value of the predatory conversion coefficient. The predator conversion coefficient states the level of interaction between prey and adult predators which results in the addition of juvenile predators.

From the numerical simulation results with the parameter value $r = 0.01342$, $K = 1000$, $\alpha = 0.0001787$, $\beta = 0.0003$, $\gamma = 0.09$, $\delta_1 = \delta_2 = 0.0556$, $\rho = 0.15$ and the initial value $x(0) = 40$, $y(0) = 25$, $z(0) = 10$ indicates that the stability of the fixed point T_1 is always saddle, fixed point stability T_2 is stable if $\rho < 0.1515$ and saddle if $\rho > 0.1515$, and the fixed point stability T_3 is stable if and only if $a_1 > 0$, $a_3 > 0$, and $a_1 a_2 - a_3 > 0$.






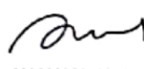



Keywords : *predator-prey model, Holling type III, age structure, fixed point, Routh-Hurwitz.*

LEMBAR PERSETUJUAN HASIL SIDANG SKRIPSI

ANALISIS KESTABILAN MODEL MANGSA-PEMANGSA DENGAN FUNGSI RESPON HOLLING TIPE III DAN STRUKTUR UMUR PADA PEMANGSA

Nama : Hani Pratiwi

No. Registrasi : 3125160135

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: Dr. Adisya Putra, M.S. NIP. 19601111 198703 1 003		22-02-2021
Wakil Penanggung Jawab			
Pembantu Dekan I	: Dr. Muktiningsih N, M.Si. NIP. 19640511 198903 2 001		22-02-2021
Ketua	: Dr. Lukita Ambarwati, S.Pd., M.Si. NIP. 19721026 200112 2 001		18-02-2021
Sekretaris	: Dr. Yudi Mahatma, M.Si. NIP. 19761020 200812 1 001		15-02-2021
Penguji	: Dr. Eti Dwi Wiraningsih, S.Pd., M.Si. NIP. 19810203 200604 2 001		16-02-2021
Pembimbing I	: Ibnu Hadi, M.Si. NIP. 19810718 200801 1 017		18-02-2021
Pembimbing II	: Siti Rohmah Rohimah, S.Pd., M.Si. NIP. 19840809 201404 2 001		18-02-2021

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal: 08 Februari 2021

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta:

Nama : Hami Pratiwi
No. Registrasi : 3125160135
Program Studi : Matematika

Menyatakan bahwa skripsi ini yang saya buat dengan judul "Analisis Kestabilan Model Mangsa-Pemangsa dengan Fungsi Respon Holling Tipe III dan Struktur Umur pada Pemangsa" adalah :

1. Dibuat dan diselesaikan oleh saya sendiri.
2. Bukan merupakan duplikat skripsi yang pernah dibuat oleh orang lain atau jiplakan karya tulis orang lain.

Pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan saya tidak benar.

Jakarta, Februari 2021

Yang membuat pernyataan



Hami Pratiwi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

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

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Hani Pratiwi
NIM : 3125160135
Fakultas/Prodi : FMIPA/Matematika
Alamat email : hnrtiwi@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Analisis Kestabilan Model Mangsa-Pemangsa dengan Fungsi Respon Holling tipe III dan
Struktur Umur pada Pemangsa
.....
.....

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 01 Maret 2021

Penulis

(Hani Pratiwi)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas pengetahuan dan kemampuan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul " Analisis Kestabilan Model Mangsa-Pemangsa dengan Fungsi Respon Holling Tipe III dan Struktur Umur pada Pemangsa" yang merupakan salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Matematika di Universitas Negeri Jakarta.

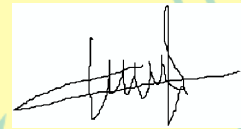
Skripsi ini berhasil diselesaikan tidak terlepas dari adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih terutama kepada:

1. Bapak Ibnu Hadi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Siti Rohmah Rohimah, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan, saran, nasehat serta arahan sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih baik dan terarah
2. Ibu Dr. Lukita Ambarwati, S.Pd., M.Si., selaku Koordinator Program Studi Matematika FMIPA UNJ yang telah banyak membantu penulis
3. Ibu Dr. Eti Dwi Wiraningsih, S.Pd., M.Si., selaku Pembimbing Akademik atas segala bimbingan selama perkuliahan, dan seluruh Bapak/Ibu dosen atas pengajarannya yang telah diberikan, serta karyawan/karyawati FMIPA UNJ yang telah memberikan informasi yang penulis butuhkan dalam menyelesaikan skripsi
4. Seluruh teman-teman Prodi Matematika 2016 yang sudah menemani penulis selama 4 tahun terakhir, bertukar cerita dan informasi yang penulis perlukan untuk menyelesaikan skripsi

5. Orang tua dan adik tersayang yang telah memberikan dorongan, doa dan bantuan serta pengertian yang besar kepada penulis.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat-Nya dan membalas semua amal kebaikan mereka. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, karena terbatasnya kemampuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan senang hati. Semoga skripsi ini dapat berguna dan memberikan sumbangan yang bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Jakarta, Februari 2021



Hani Pratiwi



DAFTAR ISI

ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penulisan	4
1.5 Manfaat Penulisan	4
1.6 Metode Penelitian	5
II LANDASAN TEORI	6
2.1 Sistem Persamaan Diferensial	6
2.2 Titik Tetap	8
2.3 Pelinieran	9
2.4 Nilai Eigen	11
2.5 Analisis Kestabilan Titik Tetap	12
2.6 Model Pertumbuhan Logistik	15
2.7 Model Mangsa-Pemangsa	18

2.8	Fungsi Respon Holling	20
2.9	Model dengan Struktur Umur	24
III DESAIN MODEL		27
3.1	Tahap Penelitian	27
3.2	Diagram Alir	29
IV PEMBAHASAN		30
4.1	Pembentukan Model Mangsa-Pemangsa	30
4.2	Titik Tetap (Titik Ekulibrium)	34
4.3	Analisis Kestabilan Titik Tetap Model	41
4.3.1	Kestabilan Titik Tetap T_1	43
4.3.2	Kestabilan Titik Tetap T_2	44
4.3.3	Kestabilan Titik Tetap T_3	45
4.4	Simulasi Numerik	48
V PENUTUP		66
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN-LAMPIRAN		70

DAFTAR TABEL

2.1	Karakteristik fungsi respon Holling	23
2.2	Definisi peristiwa dari fungsi respon Holling	24
4.1	Daftar variabel dan parameter	31
4.2	Kondisi kestabilan titik tetap T_2	45
4.3	Nilai parameter	48
4.4	Titik tetap T_1, T_2, T_3 untuk simulasi 1	50
4.5	Titik tetap T_1, T_2, T_3 untuk simulasi 2	53
4.6	Titik tetap T_1, T_2, T_3 untuk simulasi 3	57
4.7	Titik tetap T_1, T_2, T_3 untuk simulasi 4	59
4.8	Titik tetap T_1, T_2, T_3 untuk simulasi 5	61
4.9	Titik tetap T_1, T_2, T_3 untuk simulasi 6	63



DAFTAR GAMBAR

2.1	Grafik model pertumbuhan eksponensial	16
2.2	Grafik model pertumbuhan logistik	18
2.3	Grafik fungsi respon Holling tipe I	21
2.4	Grafik fungsi respon Holling tipe II	22
2.5	Grafik fungsi respon Holling tipe III	23
3.1	Diagram alir penelitian	29
4.1	Diagram kompartemen model mangsa-pemangsa	33
4.2	Plot bidang solusi (a) dan bidang fase (b) untuk $\rho = 0.15$	51
4.3	Dinamika sistem pada simulasi 1 sampai $t = 200$	52
4.4	Plot bidang solusi (a) dan bidang fase (b) untuk $\rho = 0.2$	54
4.5	Dinamika sistem pada simulasi 2 sampai $t = 2000$	55
4.6	Plot bidang solusi (a) dan bidang fase (b) untuk $\rho = 0.3$	58
4.7	Plot bidang solusi (a) dan bidang fase (b) untuk $\rho = 0.5$	60
4.8	Plot bidang solusi (a) dan bidang fase (b) untuk $\rho = 1.5$	62
4.9	Plot bidang solusi (a) dan bidang fase (b) untuk $\rho = 3$	64