



ANALISIS KESTABILAN SISTEM MANGSA-PEMANGSA DENGAN MANGSA IMIGRAN

AYU RISQIANA



**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

BOGOR

2021

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 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 “Analisis Kestabilan Sistem Mangsa-Pemangsa dengan Mangsa Imigran” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi 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 dibagian akhir skripsi ini.

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

Bogor, September 2021

Ayu Risqiana

NIM G54170016

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

AYU RISQIANA. Analisis Kestabilan Sistem Mangsa-Pemangsa dengan Mangsa Imigran. Dibimbing oleh ALI KUSNANTO dan PAIAN SIANTURI.

Model yang dibahas merupakan model mangsa-pemangsa dengan dua kelompok mangsa: lokal dan imigran, serta satu kelompok pemangsa. Model ini dirancang untuk mengontrol kepunahan mangsa lokal karena tingkat pemangsaan yang tinggi. Langkah yang dilakukan adalah merekonstruksi model mangsa-pemangsa dengan mangsa imigran, menganalisis kestabilan titik tetap model, menunjukkan keberadaan bifurkasi pada model, dan melakukan simulasi numerik untuk mengkaji pengaruh perubahan parameter tertentu pada sistem. Model ini memiliki enam titik tetap dengan sifat kestabilannya bergantung pada nilai parameter. Dalam penelitian ini dibahas lima kasus berdasarkan perubahan nilai beberapa parameter, yakni: laju penangkapan mangsa dan laju kematian alami pemangsa. Peningkatan nilai parameter laju penangkapan mangsa imigran (γ_2) mengakibatkan populasi mangsa lokal yang mendekati kepunahan akan mengalami keeksistensian kembali. Pada salah satu titik tetap terjadi fenomena perubahan kestabilan dari spiral stabil ke spiral tak stabil yang akan memunculkan keberadaan *limit cycle*.

Kata kunci: bifurkasi Hopf, kestabilan, *limit cycle*, mangsa imigran, mangsa-pemangsa

ABSTRACT

AYU RISQIANA. Stability Analysis of Prey-Predator System with Immigrant Prey. Supervised by ALI KUSNANTO and PAIAN SIANTURI.

The model being discussed in this work, is a prey-predator model with two groups of prey: local and immigrant, and a single group of predator. This model is designed to control local prey extinction due to the high level of prey predation caused by predators. Firstly, the prey-predator system was reconstructed. Secondly, the stability of the fixed points were analysed. Furthermore, the existence of a bifurcation was showed in the system. Finally, numerical simulations were conducted to analyse the effect of changing parameter values. The model has six fixed points in which the stability properties dependent on the parameters values assigned. In this study, five cases were discussed based on changes particular parameter values i.e., predation rate of prey by predators; and natural death rate of predators. The increase of rate of immigrant prey captured by predator (γ_2) has a gradual effect that the local prey population that initially facing close to extinct, may experience of re-existence. At one of the fixed points it was found that the stability property was changed from stable spiral into unstable spiral, which was leading towards a limit cycle type.

Keyword: Hopf bifurcation, immigrant prey, limit cycle, prey-predator, stability



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 2021

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.



@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.

ANALISIS KESTABILAN SISTEM MANGSA-PEMANGSA DENGAN MANGSA IMIGRAN

AYU RISQIANA

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Matematika

pada

Program Studi Matematika

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2021



@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.

Penguji pada Ujian Skripsi:

Dr. Ir. Hadi Sumarno, M.S.



Judul Skripsi : Analisis Kestabilan Sistem Mangsa-Pemangsa dengan Mangsa
Imigran

Nama : Ayu Risqiana

NIM : G54170016

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Drs. Ali Kusnanto, M.Si.



Pembimbing 2:

Dr. Paian Sianturi



Diketahui oleh

Ketua Departemen:

Dr. Ir. Endar Hasafah Nugrahani, M.S.

NIP. 19631228 198903 2 001



Tanggal Ujian: 19 Agustus 2021

Tanggal Lulus:

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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala nikmat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan karya ilmiah ini yang berjudul Analisis Kestabilan Sistem Mangsa Pemangsa dengan Mangsa Imigran. Penyusunan karya ilmiah ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, serta doa berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan karunia-Nya,
2. Keluarga tercinta: Bapak Mohamad Yasin, Ibu Ismiati, adik Zahra Aqila Putri, serta Mbah Sulastri yang selalu memberikan doa, dukungan materil maupun non materil, dan kasih sayang tiada henti,
3. Bapak Drs. Ali Kusnanto, M.Si. selaku dosen pembimbing I, Bapak Dr. Paian Sianturi selaku dosen pembimbing II, dan Bapak Dr. Ir. Hadi Sumarno, M.S. selaku dosen penguji atas segala waktu, ilmu, bimbingan, motivasi, saran, dan kesabarannya sehingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik,
4. Seluruh dosen Departemen Matematika FMIPA IPB atas semua ilmu bermanfaat yang telah diberikan,,
5. Seluruh staf Departemen Matematika FMIPA IPB atas segala bantuan selama perkuliahan dan proses penyelesaian karya ilmiah ini,
6. Keluarga besar Bapak Wahid Sugiani yang selalu menjadi tempat pulang ketika jenuh dengan perkuliahan dan Bogor,
7. Keluarga IMP Bogor, khususnya teman-teman IMP 54, yang selalu memotivasi dan mengajarkan banyak hal sejak awal masa kuliah,
8. Teman-teman SD Negeri 04 Beji, SMP Negeri 4 Pemalang, dan MIPA 5 SMA Negeri 1 Pemalang atas dukungan dan doanya, serta yang selalu menjadi teman ngopi, bercerita, dan bertukar pikiran mengenai berbagai hal,
9. Zulfa Rifdah yang selalu menjadi teman bercerita, berdiskusi, dan berbagi segala hal suka atau duka, secara tatap muka maupun daring,
10. Nisrina Q, Novi Salasa, Karina TS, Vikanata KS, Mutia Annisa, Niswatul Khoiriyah, Diah N Wulan untuk pertemanan perkuliahan yang sangat berwarna,
11. Mbak Puspa KAT dan Mbak Dini DL yang selalu menjadi kakak, teman, sekaligus mentor yang sangat menginspirasi dan memotivasi,
12. Winda Lestari, Riza Rusdiani, Yomi Kharisma, dan Riyanto selaku teman seperbimbingan keren yang selalu membantu dan memotivasi,
13. Semua teman Matematika angkatan 54 yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, atas semua pembelajaran, dan pengalaman yang sangat mengesankan,
14. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan karya ilmiah ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis berharap kritik maupun saran dari pembaca. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat untuk dapat dikembangkan melalui penelitian-penelitian selanjutnya.

Bogor, September 2021

Ayu Risqiana

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Titik Tetap dan Pelinearan	3
2.2 Nilai Eigen dan Vektor Eigen	3
2.3 Analisis Kestabilan Titik Tetap	4
2.4 Siklus Limit (<i>Limit Cycle</i>)	5
2.5 Bifurkasi	5
2.6 Bifurkasi Hopf	5
III HASIL DAN PEMBAHASAN	6
3.1 Model Matematika	6
3.2 Titik Tetap Sistem	7
3.3 Analisis Kestabilan Titik Tetap	8
3.4 Simulasi Numerik	12
IV SIMPULAN DAN SARAN	28
4.1 Simpulan	28
4.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	42

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.



DAFTAR TABEL

1	Kasus simulasi dan nilai parameter tidak tetap model	12
2	Kondisi kestabilan sistem kasus 1	13
3	Kondisi kestabilan sistem kasus 2	16
4	Kondisi kestabilan sistem kasus 3	18
5	Kondisi kestabilan sistem kasus 4	21
6	Kondisi kestabilan sistem kasus 5	24
7	Kondisi kestabilan titik tetap model	26

DAFTAR GAMBAR

	Diagram kompartemen sistem mangsa pemangsa dengan mangsa imigran (dikonstruksi oleh penulis)	6
2	Bidang fase (a) dan bidang solusi (b) kasus 1a	13
3	Bidang fase (a) dan bidang solusi (b) kasus 1b	14
4	Perbandingan bidang solusi kasus 1a dan kasus 1b	15
5	Bidang fase (a) dan bidang solusi (b) kasus 2a	16
6	Bidang fase (a) dan bidang solusi (b) kasus 2b	17
7	Perbandingan bidang solusi kasus 2a dan kasus 2b	18
8	Bidang fase (a) dan bidang solusi (b) kasus 3a	19
9	Bidang fase (a) dan bidang solusi (b) kasus 3b	20
10	Perbandingan bidang solusi kasus 3a dan kasus 3b	20
11	Bidang fase (a) dan bidang solusi (b) kasus 4a	22
12	Bidang fase (a) dan bidang solusi (b) kasus 4b	22
13	Perbandingan bidang solusi kasus 4a dan kasus 4b	23
14	Bidang fase (a) dan bidang solusi (b) kasus 5a	24
15	Bidang fase (a) dan bidang solusi (b) kasus 5b	25
16	Perbandingan bidang solusi kasus 5a dan kasus 5b	26

DAFTAR LAMPIRAN

1	Penentuan titik tetap sistem	31
2	Penentuan nilai eigen sistem	31
3	Nilai titik tetap, nilai eigen, dan sifat kestabilan sistem	40
4	Simulasi numerik	41

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.