

**IMPLEMENTASI MODEL *LOTKA-VOLTERRA* TERHADAP
DINAMIKA PERSAINGAN PERUSAHAAN PERBANKAN
KONVENSIONAL DI INDONESIA**

SKRIPSI



AUFA WIRA ANDHIKA

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022



**IMPLEMENTASI MODEL *LOTKA-VOLTERRA* TERHADAP
DINAMIKA PERSAINGAN PERUSAHAAN PERBANKAN
KONVENSIONAL DI INDONESIA**

SKRIPSI



AUFA WIRA ANDHIKA

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

**IMPLEMENTASI MODEL *LOTKA-VOLTERRA* TERHADAP
DINAMIKA PERSAINGAN PERUSAHAAN PERBANKAN
KONVENSIONAL DI INDONESIA**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang
Matematika pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga**

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Dr. Fatmawati, M.Si.

NIP. 197307041998022001

Pembimbing II,



Dr. Miswanto, M.Si.

NIP.196802041993031002

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Implementasi Model *Lotka-Volterra* Terhadap
Dinamika Persaingan Perusahaan Perbankan
Konvensional di Indonesia

Penyusun : Aufa Wira Andhika

NIM : 081811233096

Tanggal Seminar : 23 Mei 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Fatmawati, M.Si.

NIP. 197307041998022001



Dr. Miswanto, M.Si.

NIP. 196802041993031002

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Dr. Herry Suprajitno, M.Si.

NIP. 196804041994031020

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, tetapi tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun, dan harus menyebutkan sumbernya sesuai dengan kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah memberikan ridho dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun proposal skripsi yang berjudul “Implementasi Model *Lotka-Volterra* Terhadap Dinamika Persaingan Perusahaan Perbankan Konvensional di Indonesia” dan dapat diselesaikan dengan baik

Keberhasilan penulis dalam menyusun proposal skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak yang telah memberikan semangat, doa, serta kritik dan saran. Oleh karena itu, tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan dalam menyelesaikan proposal skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Mohammad Nasih SE., M.T., Ak., CMA. selaku Rektor Universitas Airlangga atas segala fasilitas yang telah disediakan bagi kelancaran pembelajaran dan penelitian dalam proposal skripsi ini.
2. Prof. Dr. Mohammad Yasin, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga atas segala fasilitas yang telah disediakan bagi kelancaran pembelajaran dan penelitian dalam proposal skripsi ini.
3. Dr. Herry Suprajitno, M.Si. selaku Ketua Departemen Matematika, Koordinator Program Studi S-1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga atas segala fasilitas yang telah disediakan bagi kelancaran pembelajaran dan penelitian dalam proposal skripsi ini.
4. Abdullah Jaelani, S.Si., M.Si. selaku dosen wali yang selalu membimbing tiap semester dalam urusan perwalian dan mengarahkan untuk mengambil mata kuliah, serta selalu memberi dukungan guna kelancaran proposal skripsi.
5. Dr. Fatmawati, M.Si selaku dosen pembimbing I dan Dr. Miswanto, M.Si selaku dosen pembimbing II yang senantiasa sabar dan teliti dalam memberikan bimbingan berupa ilmu, saran, waktu dan motivasi.

6. Kedua orang tua penulis yaitu Iman Cahyono dan Yuli Renthasari yang selalu mendoakan, mendukung dan memberikan motivasi dalam penyusunan proposal skripsi ini.
7. HIMATIKA UNAIR 2020 dan GENBI UNAIR 2020 yang telah memberi kesempatan bagi penulis untuk berproses dan mendapat pengalaman organisasi.
8. Sahabat seperjuangan penulis di Matematika 2018, Tahara, Novi, Fasya, Ramos, Akbar, Elda, Ricky, Yasmin, Fadil, Pasya, Bagus, dan teman teman Matematika 2018 lainnya yang telah saling memberi dukungan, semangat, dan kenangan di perkuliahan.
9. Sahabat penulis di Kota Malang Novia, Salsa, Syifa, Rafi'i, Pramodya, Evan, Rafi, dan Wahana yang telah memberikan kegembiraan, doa, dukungan dan semangat.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih memiliki kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan penulisan ini selanjutnya. Akhir kata, penulis berharap proposal ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak.

Surabaya, 10 April 2022

Penulis

Aufa Wira Andhika

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Aufa Wira Andhika

NIM : 081811233096

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul:

“Implementasi Model *Lotka-Volterra* Terhadap Dinamika Persaingan Perusahaan Perbankan Konvensional di Indonesia”

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindak plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 28 Juli 2022

Hormat saya



Aufa Wira Andhika

NIM. 081811233096

Aufa Wira Andhika, 2022, **Implementasi Model Lotka-Volterra Terhadap Dinamika Persaingan Perusahaan Perbankan Konvensional di Indonesia**. Penelitian ini di bawah bimbingan Dr. Fatmawati, M.Si. dan Dr. Miswanto, M.Si. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Kebutuhan masyarakat akan produk simpanan dan pinjaman bank konvensional mendorong persaingan antar bank-bank konvensional di Indonesia. Dengan demikian, implementasi model matematika diperlukan untuk mengetahui kondisi persaingan perusahaan perbankan konvensional di masa yang akan datang. Pada skripsi ini, model matematika yang digunakan untuk menggambarkan dinamika persaingan antar perusahaan perbankan konvensional di Indonesia adalah model persaingan *Lotka-Volterra*. Tujuan dari skripsi ini adalah untuk mengestimasi parameter model matematika persaingan perusahaan perbankan konvensional, menganalisis model, dan menginterpretasikan hasil simulasi numerik model matematika tersebut. Nilai parameter pada model diestimasi berdasarkan data laba bersih tahunan masing-masing perusahaan perbankan konvensional menggunakan algoritma genetika. Selanjutnya, dilakukan analisis kestabilan dari setiap titik setimbang model dengan mensubstitusikan nilai parameter yang diperoleh. Dari analisis model diperoleh delapan titik setimbang, dimana satu titik setimbang bersifat stabil asimtotis sedangkan tujuh titik setimbang lainnya bersifat tidak stabil. Titik setimbang yang stabil asimtotis tersebut menunjukkan kondisi bahwa persaingan antar ketiga perusahaan perbankan konvensional di Indonesia akan selalu terjadi. Berdasarkan hasil simulasi numerik nampak bahwa laba bersih dari ketiga perusahaan perbankan akan mengalami kenaikan menuju nilai kesetimbangan sehingga ketiga perusahaan perbankan konvensional akan selalu eksis dan persaingan akan selalu terjadi.

Kata Kunci: *Perusahaan Perbankan Konvensional, Lotka-Volterra, Estimasi Parameter, Model Matematika, Kestabilan.*

Aufa Wira Andhika, 2022, **Implementation of the Lotka-Volterra Model on the Dynamics of Competition in Conventional Banking Companies in Indonesia**

This research is supervised by Dr. Fatmawati, M.Si. dan Dr. Miswanto, M.Si. Department of Mathematic, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

People's need for deposit products and conventional bank loans encourages competition between conventional banks in Indonesia. Thus, the implementation of mathematical models is needed to know the competitive conditions of conventional banking companies in the future. In this thesis, the mathematical model used to describe the dynamics of competition between conventional banking companies in Indonesia is *the Lotka-Volterra* competition model. The purpose of this thesis is to estimate the parameters of the mathematical model of conventional banking companies' competition, analyze the model, and interpret the results of the numerical simulation of the mathematical model. The parameter values on the model are estimated based on the annual net profit data of each conventional banking company using genetic algorithms. Furthermore, an analysis of the stability of each point of the model is carried out by substituting the value of the parameters obtained. From the analysis of the model obtained eight equilibrium points, where one equilibrium point is asymptotic stable while the other seven point weighs are unstable. The asymptotic stable point indicates the condition that competition between the three conventional banking companies in Indonesia will always occur. Based on the results of numerical simulations, it appears that the net profit of the three banking companies will increase towards the equilibrium value so that the three conventional banking companies will always exist and competition will always occur.

Keyword: *Conventional Banking Company, Lotka-Volterra, Parameter Estimation, Mathematical Model, Stability.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Bank.....	5
2.2 Sistem Persamaan Diferensial	6
2.3 Kestabilan Sistem Linear.....	7
2.4 Model Persaingan Kompetisi <i>Lotka-Volterra</i>	9
2.5 Algoritma Genetika	11
2.6 Metode <i>Runge-Kutta</i>	13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	14
BAB IV PEMBAHASAN.....	18
4.1 Estimasi Nilai Parameter Model Matematika Persaingan Perusahaan Perbankan Konvensional di Indonesia	18
4.2 Analisis Model Matematika Persaingan Perusahaan Perbankan Konvensional dengan Pendekatan Model <i>Lotka-Volterra</i>	29
4.2.1 Titik Setimbang Model	29
4.2.2 Analisis Kestabilan Titik Setimbang Model	31
4.2.2.1 Analisis Kestabilan pada Titik Setimbang T_1	32
4.2.2.2 Analisis Kestabilan pada Titik Setimbang T_2	32
4.2.2.3 Analisis Kestabilan pada Titik Setimbang T_3	33
4.2.2.4 Analisis Kestabilan pada Titik Setimbang T_4	34
4.2.2.5 Analisis Kestabilan pada Titik Setimbang T_5	35
4.2.2.7 Analisis Kestabilan pada Titik Setimbang T_7	36
4.2.2.8 Analisis Kestabilan pada Titik Setimbang T_8	37
4.3 Simulasi Numerik Pendekatan Model Matematika Terhadap Dinamika Persaingan Perusahaan Perbankan Konvensional di Indonesia	39
4.4 Analisis Penambahan Faktor Produk Bank Digital pada Perusahaan Perbankan Konvensional	40
4.4.1 Penambahan Faktor Produk Bank Digital Untuk Skenario Pertama	41
4.4.2 Penambahan Faktor Produk Bank Digital Untuk Skenario Kedua	45
4.4.3 Penambahan Faktor Produk Bank Digital Untuk Skenario Ketiga	49
BAB V PENUTUP.....	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran	55

DAFTAR PUSTAKA	56
----------------------	----

LAMPIRAN	
----------	--



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Pendefinisian Variabel pada Model Persaingan <i>Lotka-Volterra</i> Perusahaan Perbankan Konvensional di Indonesia	19
4.2	Pendefinisian Parameter Pada Model Persaingan <i>Lotka-Volterra</i> Perusahaan Perbankan Konvensional di Indonesia	19
4.3	Data Laba Bersih Tahunan Perusahaan Perbankan Konvensional pada Tahun 2011 sampai dengan 2019	22
4.4	Hasil Estimasi Nilai Parameter Model Persaingan Perusahaan Perbankan Konvensional di Indonesia dengan Tujuh Kali Percobaan untuk Error Minimal	24
4.5	Nilai Parameter Hasil Estimasi Model Persaingan Perusahaan Perbankan Konvensional di Indonesia	25
4.6	Daftar Nilai d yang Digunakan dan Titik Setimbang dari Model Persaingan Perusahaan Perbankan Konvensional di Indonesia dengan Penambahan Produk Bank Digital Skenario Pertama	42
4.7	Daftar Nilai d yang Digunakan dan Titik Setimbang dari Model Persaingan Perusahaan Perbankan Konvensional di Indonesia dengan Penambahan Produk Bank Digital Skenario Kedua	46
4.8	Daftar Nilai d yang Digunakan dan Titik Setimbang dari Model Persaingan Perusahaan Perbankan Konvensional di Indonesia dengan Penambahan Produk Bank Digital Skenario Ketiga	51

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
4.1	Perbandingan Data Riil Laba Bersih PT. Bank Mandiri Tbk. dengan Hasil Perhitungan	26
4.2	Perbandingan Data Riil Laba Bersih PT. Bank Central Asia Tbk. dengan Hasil Perhitungan	27
4.3	Perbandingan Data Riil Laba Bersih PT. Bank Rakyat Indonesia Tbk. dengan Hasil Perhitungan	29
4.4	Simulasi Numerik Dinamika dari Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional Menggunakan Pendekatan Model Persaingan <i>Lotka-Volterra</i>	39
4.5	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital (nilai $d = 0$) Skenario Pertama dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	43
4.6	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital (nilai $d = 2 \times 10^{-4}$) Skenario Pertama dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	43
4.7	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital (nilai $d = 5 \times 10^{-4}$) Skenario Pertama dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	43
4.8	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital (nilai $d = 10 \times 10^{-4}$) Skenario Pertama dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	44
4.9	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital (nilai $d = 10 \times 10^{-4}$) Skenario Pertama dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	44
4.10	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital (nilai $d = 0$) Skenario Kedua dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	47

	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital	
4.11	(nilai $d = 2 \times 10^{-4}$) Skenario Kedua dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	47
	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital	
4.12	(nilai $d = 5 \times 10^{-4}$) Skenario Kedua dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	48
	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital	
4.13	(nilai $d = 10 \times 10^{-4}$) Skenario Kedua dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	48
	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital	
4.14	(nilai $d = 20 \times 10^{-4}$) Skenario Kedua dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	49
	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital	
4.15	(nilai $d = 0$) Skenario Ketiga dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	51
	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital	
4.16	(nilai $d = 2 \times 10^{-4}$) Skenario Ketiga dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	52
	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital	
4.17	(nilai $d = 5 \times 10^{-4}$) Skenario Ketiga dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	52
	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital	
4.18	(nilai $d = 10 \times 10^{-4}$) Skenario Ketiga dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	53
	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Produk Bank Digital	
4.19	(nilai $d = 20 \times 10^{-4}$) Skenario Ketiga dengan Nilai Awal Laba Bersih Perusahaan Perbankan Konvensional tahun 2011	53

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1	<i>Financial Highlights</i> pada Laporan Tahunan Bank Mandiri
2	<i>Financial Highlights</i> pada Laporan Tahunan Bank Central Asia
3	<i>Financial Highlights</i> pada Laporan Tahunan Bank Rakyat Indonesia
4	Kode Program Penyelesaian Estimasi Parameter Pada Model Persaingan Perusahaan Perbankan Konvensional Menggunakan Algoritma Genetika
5	Hasil Estimasi Parameter dengan Tujuh Kali Percobaan Pada Setiap Probabilitas Mutasi
6	Kode Program Simulasi Perbandingan Data Riil Laba Bersih dari Ketiga Perusahaan Perbankan Konvensional dengan Hasil Perhitungan
7	Kode Program Simulasi Numerik Model
8	Kode Program Simulasi Numerik Model dengan Penambahan Faktor Penambahan Produk Bank Digital pada Skenario Pertama
9	Kode Program Simulasi Numerik Model dengan Penambahan Faktor Penambahan Produk Bank Digital pada Skenario Kedua
10	Kode Program Simulasi Numerik Model dengan Penambahan Faktor Penambahan Produk Bank Digital pada Skenario Ketiga