

IR - PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**PENDEKATAN MODEL MATEMATIKA TERHADAP DINAMIKA
PERSAINGAN PERUSAHAAN PLASTIK DAN KEMASAN DI
INDONESIA**

SKRIPSI



MUTHIA SALMA DWI RAHMAWATI

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

2023

**PENDEKATAN MODEL MATEMATIKA TERHADAP DINAMIKA
PERSAINGAN PERUSAHAAN PLASTIK DAN KEMASAN DI
INDONESIA**

SKRIPSI



MUTHIA SALMA DWI RAHMAWATI

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

2023

**PENDEKATAN MODEL MATEMATIKA TERHADAP DINAMIKA
PERSAINGAN PERUSAHAAN PLASTIK DAN KEMASAN 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,



Cicik Alfiniyah, S. Si., M. Si., Ph.D.
NIP. 198604122008122003

Pembimbing II,



Dr. Windarto, S. Si., M. Si.
NIP. 197711042003121001

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Pendekatan Model Matematika Terhadap Dinamika
Persaingan Perusahaan Plastik Dan Kemasan Di Indonesia

Penyusun : Muthia Salma Dwi Rahmawati

NIM : 081911233058

Pembimbing I : Cicik Alfiniyah, S.Si., MSi., Ph.D.

Pembimbing II : Dr. Windarto, S.Si., M.Si.

Tanggal Ujian : 24 Juli 2023

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Cicik Alfiniyah, S. Si., M. Si., Ph.D.
NIP. 198604122008122003

Pembimbing II,



Dr. Windarto, S. Si., M. Si.
NIP. 197711042003121001

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Dr. Herry Suprajitno, S.Si., 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 harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya dengan kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muthia Salma Dwi Rahmawati

NIM : 081911233058

Program Studi : S-I Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jenjang : Sarjana (S1)

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

**“Pendekatan Model Matematika Terhadap Dinamika Persaingan
Perusahaan Plastik Dan Kemasan di Indonesia”**

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 07 Juli 2023



Muthia Salma Dwi Rahmawati

NIM. 081911233058

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alam, puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "*Pendekatan Model Matematika Terhadap Dinamika Persaingan Perusahaan Plastik dan Kemasan di Indonesia*". Keberhasilan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari do'a, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terimakasih, penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Moh. Nasih SE., MT., Ak. selaku Rektor Universitas Airlangga atas segala fasilitas yang telah disediakan bagi kelancaran selama melakukan pembelajaran dan penelitian dalam skripsi ini.
2. Prof. Dr. Moh. Yasin, Drs., M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga atas segala fasilitas yang telah disediakan bagi kelancaran selama melakukan pembelajaran dan penelitian dalam skripsi ini.
3. Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si. selaku ketua Departemen Matematika dan Koordinator program studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga atas segala fasilitas yang telah disediakan bagi kelancaran selama melakukan pembelajaran dan penelitian dalam skripsi ini.
4. Bustomi, S.Si., M.Si. selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama berkuliah.
5. Cicik Alfiniyah, S.Si., MSi., Ph.D. selaku dosen pembimbing I dan Dr. Windarto, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis selama penyusunan skripsi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
6. Bapak dan Ibu dosen di Universitas Airlangga, khususnya dosen program studi S-1 Matematika Universitas Airlangga atas segala ilmu dan bimbingan yang diberi kepada penulis.

7. Yang tercinta kedua orangtua penulis, Alm. Bapak Hendrianto dan Ibu Sulastri selaku ayah dan ibu penulis yang selalu memberikan do'a serta dukungan terbaik kepada penulis.
8. Kakak dan adik tercinta, Mas Arief, Ima, Dinda, dan Rania yang selalu menghibur dan memberikan dukungan terbaik kepada penulis. Juga kepada seluruh anggota keluarga yang namanya tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.
9. Teman-teman seperjuangan matematika Universitas Airlangga angkatan 2019, khususnya kepada Ais, Alya, Arruum, Tannisa, Zahrani, dan Ziah yang selalu membantu dan saling mendukung satu sama lain, serta memberikan pengalaman berharga selama masa perkuliahan.
10. Teman-teman KKN BBM 66 di Desa Wringinrejo, khususnya Gogik yang baik hati membolehkan penulis untuk sesekali bermalam di kosnya dan Michelle yang selalu memberikan energi positif kepada penulis untuk giat dalam beribadah.
11. Sahabat penulis, Nadiyah, Nailun, dan Syabibah yang senantiasa memberikan semangat kepada penulis.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu-persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan penulisan ini selanjutnya. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapapun pembacanya.

Surabaya, 10 Maret 2023

Penulis,

Muthia Salma Dwi Rahmawati

Muthia Salma Dwi Rahmawati, 2023, **Pendekatan Model Matematika Terhadap Dinamika Persaingan Perusahaan Plastik dan Kemasan di Indonesia**. Penelitian ini di bawah bimbingan Cicik Alfiniyah, S.Si., MSi., Ph.D. dan Dr. Windarto, S.Si., M.Si. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Kebutuhan masyarakat akan plastik *packaging* yang terus meningkat mendorong persaingan antar perusahaan plastik dan kemasan di Indonesia. Oleh karena itu, pendekatan model matematika diperlukan untuk mengetahui bagaimana kondisi persaingan antar perusahaan plastik dan kemasan di masa yang akan datang. Skripsi ini menggunakan dua pendekatan model matematika untuk menganalisis persaingan antara tiga perusahaan plastik dan kemasan di Indonesia, yaitu model persaingan *Lotka-Volterra* dan model *Lotka-Volterra* yang dimodifikasi dengan adanya penambahan faktor promosi. Tujuan dari skripsi ini adalah untuk mendapatkan hasil estimasi parameter, menganalisis model, dan menginterpretasikan hasil simulasi numerik. Nilai parameter pada model diestimasi berdasarkan data penjualan bersih masing-masing perusahaan plastik dan kemasan di Indonesia menggunakan algoritma genetika. Selanjutnya, dilakukan analisis kestabilan dari setiap titik setimbang model dengan mensubstitusikan nilai parameter yang diperoleh dari estimasi parameter. Dari analisis model, diperoleh delapan titik setimbang yang satu titik diantaranya bersifat stabil asimtotis dan tujuh titik setimbang lainnya bersifat tidak stabil. Berdasarkan hasil simulasi numerik dari titik setimbang yang bersifat stabil asimtotis, nampak bahwa penjualan bersih dari ketiga perusahaan plastik dan kemasan akan selalu eksis dan persaingan akan selalu terjadi.

Kata Kunci: *Perusahaan Plastik dan Kemasan, Model Matematika, Lotka-Volterra, Estimasi Parameter, Kestabilan.*

Muthia Salma Dwi Rahmawati, 2023, **Mathematical Model Approach to the Competition Dynamics of Plastic and Packaging Companies in Indonesia**. This thesis is supervised by Cicik Alfiniyah, S.Si., MSi., Ph.D. dan Dr. Windarto, S.Si., M.Si. Departement of Mathematic, Fakulity of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

The public's need for plastic packaging continues to increase, driving competition between plastic and packaging companies in Indonesia. Therefore, a mathematical model approach is needed to find out how the competition conditions between plastic and packaging companies will be in the future. This thesis uses two mathematical model approaches to analyze competition between three plastic and packaging companies in Indonesia, namely the *Lotka-Volterra* competition model and the modified *Lotka-Volterra* model with the addition of a promotion faktor. The purpose of this thesis is to obtain parameter estimation results, analyze models, and interpret numerical simulation results. Parameter values in the model are estimated based on net sales data for each plastic and packaging company in Indonesia using a genetic algorithm. Next, a stability analysis is performed for each model equilibrium point by substituting the parameter values obtained from the parameter estimates. From the model analysis, eight equilibrium points are obtained, one of which is asymptotically stable and the other seven points are unstable. Based on the numerical simulation results from the asymptotically stable equilibrium point, it appears that the net sales of the three plastic and packaging companies will always exist and competition will always occur.

Kata Kunci: *Plastics and Packaging Companies, Mathematical Models, Lotka-Volterra, Parameter Estimation, Stability.*

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
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 Perusahaan Plastik Dan Kemasan	5
2.2 Sistem Persamaan Diferensial	5
2.3 Kestabilan Sistem Linear.....	7
2.4 Model Persaingan <i>Lotka-Volterra</i>	9

2.5 Optimasi dengan Metode Algoritma Genetika.....	11
2.6 Metode <i>Runge-Kutta</i>	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
BAB IV PEMBAHASAN.....	19
4.1 Estimasi Nilai Parameter	19
4.2 Analisis Model Matematika Persaingan Perusahaan Plastik dan Kemasan dengan Pendekatan Model <i>Lotka-Volterra</i>	30
4.2.1 Titik Setimbang Model	31
4.2.2 Analisis Kestabilan Titik Setimbang Model.....	33
A. Analisis Kestabilan Titik Setimbang T_1	34
B. Analisis Kestabilan Titik Setimbang T_2	35
C. Analisis Kestabilan Titik Setimbang T_3	36
D. Analisis Kestabilan Titik Setimbang T_4	37
E. Analisis Kestabilan Titik Setimbang T_5	38
F. Analisis Kestabilan Titik Setimbang T_6	39
G. Analisis Kestabilan Titik Setimbang T_7	40
H. Analisis Kestabilan Titik Setimbang T_8	41
4.3 Simulasi Numerik Pendekatan Model Matematika Terhadap Dinamika Persaingan Perusahaan Plastik dan Kemasan di Indonesia	42
4.4 Analisis Penambahan Faktor Promosi pada Perusahaan Plastik dan Kemasan di Indonesia.....	44
4.4.1 Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Kkarya Prima Industri Tbk yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk	45
4.4.2 Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Kkarya Prima Industri Tbk yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Trias Sentosa Tbk	52

4.4.3 Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Kkarya Prima Industri Tbk yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk dan PT. Trias Sentosa Tbk.....	58
BAB IV PENUTUP	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	69

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Pendefinisian variabel pada model persaingan <i>Lotka-Volterra</i> perusahaan plastik dan kemasan di Indonesia.	20
4.2	Pendefinisian parameter pada model persaingan <i>Lotka-Volterra</i> perusahaan plastik dan kemasan di Indonesia.	20
4.3	Data penjualan bersih perusahaan plastik dan kemasan pada tahun 2012 sampai dengan 2021	23
4.4	Hasil estimasi nilai parameter model persaingan perusahaan plastik dan kemasan di Indonesia dengan tujuh kali percobaan untuk error minimal	25
4.5	Hasil estimasi parameter model persaingan perusahaan plastik dan kemasan di Indonesia	26
4.6	Daftar nilai q yang diasumsikan untuk mengurangi penjualan bersih PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk.	46
4.7	Daftar nilai q yang diasumsikan untuk mengurangi Penjualan Bersih PT. Trias Sentosa Tbk.	52
4.8	Daftar nilai q yang diasumsikan untuk mengurangi Penjualan Bersih PT. Trias Sentosa Tbk.	58

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
4.1	Perbandingan data real penjualan bersih PT. Argha Karya Prima Industri Tbk dengan hasil perhitungan	28
4.2	Perbandingan data real penjualan bersih PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk dengan hasil perhitungan.	29
4.3	Perbandingan data real penjualan bersih PT. Trias Sentosa Tbk dengan hasil perhitungan.	30
4.4	Simulasi Numerik Dinamika dari Penjualan Bersih Ketiga Perusahaan Plastik dan Kemasan Menggunakan Model Persaingan <i>Lotka-Volterra</i> .	43
4.5	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Industri Tbk yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk. (nilai $q = 10 \times 10^{-6}$)	47
4.6	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Industri Tbk yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk. (nilai $q = 25 \times 10^{-6}$)	47
4.7	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Industri Tbk yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk. (nilai $q = 30 \times 10^{-6}$)	48
4.8	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Industri Tbk yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk. (nilai $q = 33 \times 10^{-6}$)	48
4.9	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Industri Tbk yang Diasumsikan Mengurangi	49

	Penjualan Bersih PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk. (nilai $q = 35 \times 10^{-6}$)	
4.10	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Industri Tbk yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk. (nilai $q = 42 \times 10^{-6}$)	50
4.11	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Industri Tbk yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk. (nilai $q = 50 \times 10^{-6}$)	51
4.12	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Prima Industri Tbk. yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Trias Sentosa Tbk. (nilai $q = 10 \times 10^{-6}$)	53
4.13	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Prima Industri Tbk. yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Trias Sentosa Tbk. (nilai $q = 20 \times 10^{-6}$)	54
4.14	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Prima Industri Tbk. yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Trias Sentosa Tbk. (nilai $q = 25 \times 10^{-6}$)	55
4.15	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Prima Industri Tbk. yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Trias Sentosa Tbk. (nilai $q = 30 \times 10^{-6}$)	55
4.16	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Prima Industri Tbk. yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Trias Sentosa Tbk. (nilai $q = 50 \times 10^{-6}$)	55

4.17	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Prima Industri Tbk. yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Trias Sentosa Tbk. (nilai $q = 150 \times 10^{-6}$)	56
4.18	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Prima Industri Tbk. yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoply Swakarsa Industry Tbk dan PT. Trias Sentosa Tbk. (nilai $q = 2 \times 10^{-6}$)	59
4.19	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Prima Industri Tbk. yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoply Swakarsa Industry Tbk dan PT. Trias Sentosa Tbk. (nilai $q = 10 \times 10^{-6}$)	59
4.20	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Prima Industri Tbk. yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoply Swakarsa Industry Tbk dan PT. Trias Sentosa Tbk. (nilai $q = 15 \times 10^{-6}$)	60
4.21	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Prima Industri Tbk. yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoply Swakarsa Industry Tbk dan PT. Trias Sentosa Tbk. (nilai $q = 20 \times 10^{-6}$)	60
4.22	Simulasi Numerik Penambahan Faktor Promosi pada PT. Argha Karya Prima Industri Tbk. yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoply Swakarsa Industry Tbk dan PT. Trias Sentosa Tbk. (nilai $q = 25 \times 10^{-6}$)	61

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judu Lampiran
1	<i>Financial Highlights</i> Pada PT. Argha Karya Prima Industri Tbk <i>Annual Report</i>
2	<i>Financial Highlights</i> Pada PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk <i>Annual Report</i>
3	<i>Financial Highlights</i> Pada PT. Trias Sentosa Tbk <i>Annual Report</i>
4	Kode Program Penyelesaian Estimasi Parameter Pada Model Persaingan Perusahaan Plastik dan Kemasan Menggunakan Algoritma Genetika dan Simulasi Perbandingan Data Real dengan Hasil Perhitungan
5	Kode Program Simulasi Numerik pada PT. Argha Karya Industri Tbk., PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk., dan PT. Trias Sentosa Tbk.
6	Kode Program Simulasi Numerik dengan Penambahan Promosi pada PT. Argha Karya Industri Tbk yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk
7	Kode Program Simulasi Numerik dengan Penambahan Promosi pada PT. Argha Karya Industri Tbk yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Trias Sentosa Tbk.
8	Kode Program Simulasi Numerik dengan Penambahan Promosi pada PT. Argha Karya Industri Tbk yang Diasumsikan Mengurangi Penjualan Bersih PT. Indopoly Swakarsa Industry Tbk. dan PT. Trias Sentosa Tbk.
9	Hasil Estimasi Parameter dengan Tujuh Kali Percobaan pada Setiap Probabilitas Mutasi.