

**SKRIPSI**

**ANALISIS KONTROL OPTIMAL MODEL MATEMATIKA  
PEMASARAN VIRAL PLATFORM SHOPEE DENGAN VARIABEL  
KONTROL BERUPA DISKON DAN KOIN**

**ANALYSIS OF EQUILIBRIUM POINTS AND OPTIMAL CONTROL IN  
THE MATHEMATICAL MODEL OF SHOPEE'S VIRAL MARKETING  
PLATFORM WITH CONTROL VARIABLES IN THE FORM OF  
DISCOUNTS AND COINS**



**HARNUM INDAH NURVIANASARI**

**24010120120031**

**DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2024**

**SKRIPSI**

**ANALISIS KONTROL OPTIMAL MODEL MATEMATIKA  
PEMASARAN VIRAL PLATFORM SHOPEE DENGAN VARIABEL  
KONTROL BERUPA DISKON DAN KOIN**

**ANALYSIS OF EQUILIBRIUM POINTS AND OPTIMAL CONTROL IN  
THE MATHEMATICAL MODEL OF SHOPEE'S VIRAL MARKETING  
PLATFORM WITH CONTROL VARIABLES IN THE FORM OF  
DISCOUNTS AND COINS**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat  
Sarjana Matematika (S.Mat.)



**HARNUM INDAH NURVIANASARI**

24010120120031

**DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**ANALISIS KONTROL OPTIMAL MODEL MATEMATIKA PEMASARAN  
VIRAL PLATFORM SHOPEE DENGAN VARIABEL KONTROL BERUPA  
DISKON DAN KOIN**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

**HARNUM INDAH NURVIANASARI**  
24010120120031

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal 22 Maret 2024

**Susunan Tim Penguji**

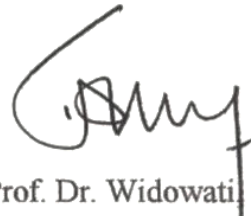
Pembimbing II,



**Solikhin, S.Si., M.Sc**

NIP. 198506302012121001

Penguji,



**Prof. Dr. Widowati, S.Si., M.Si.**

NIP. 196902141994032002

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika,



**Dr. Susilo Hariyanto, S.Si., M.Si.**

NIP. 197410142000121001

Pembimbing I,



**Dr. R. Heru Tjahjana, S.Si., M.Si.**

NIP. 197407172000121001

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi. Dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, 22 Maret 2024



Harnum Indah Nurvianasari

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

**Kupersembahkan karya ini untuk:**

*Ibu Afin Fitriani, Bapak Nur Hakim, dan keluarga tercinta.*

*Sahabat SMA, teman kuliah, teman KKN, dan teman MSIB.*

*Terima kasih banyak atas doa dan dukungan kalian.*

*Semoga diberkahi dan diridhoi oleh Allah SWT.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kontrol Optimal Model Matematika Pemasaran Viral Platform Shopee dengan Variabel Kontrol Berupa Diskon dan Koin” ini dalam waktu yang tepat. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Matematika di Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro.

Dalam proses penyelesaian studi dan penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapat dukungan berupa pengajaran, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Widowati, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Bapak Dr. Susilo Hariyanto, S.Si., M.Si., selaku Ketua Departemen Matematika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
3. Bapak Dr. R. Heru Tjahjana, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan dalam proses pembuatan skripsi ini dari awal sampai selesai.
4. Bapak Solikhin, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan arahan terkait penulisan skripsi ini untuk menjadi lebih benar.
5. Bapak Dr. Drs. Kartono, M.Si., selaku Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan dan bantuan selama penulis menempuh studi di Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
6. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan Skripsi ini. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak.

Semarang, 22 Maret 2024



Harnum Indah Nurvianasari

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xiv
ABSTRAK .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.3.1 Tujuan Penelitian .....	3
1.3.2 Manfaat Penelitian .....	3
1.4 Metodologi Penelitian .....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Pemasaran.....	6
2.2 Pemasaran Viral.....	6
2.3 E-Commerce.....	7
2.4 Platform Shopee .....	8



2.5	Persamaan Diferensial .....	9
2.5.1	Persamaan Diferensial Linear .....	9
2.5.2	Persamaan Diferensial Non-Linear .....	10
2.6	Sistem Persamaan Diferensial .....	10
2.7	Kestabilan Sistem Linear .....	11
2.8	Bilangan Reproduksi Dasar .....	13
2.9	Metode Routh-Hurwitz .....	14
2.10	Implementasi Kontrol Optimal .....	16
2.11	Prinsip Maksimum Pontryagin .....	17
BAB III PEMBAHASAN .....		19
3.1	Model Matematika Pemasaran Viral dalam Platform Shopee Sebelum Diberi Variabel Kontrol .....	19
3.2	Uji Stabilitas Titik Keseimbangan Model Matematika Pemasaran Viral dalam Platform Shopee .....	25
3.2.1	Titik Keseimbangan Model Matematika Pemasaran Viral dalam Platform Shopee .....	25
3.2.2	Uji Kestabilan Lokal .....	28
3.2.3	Analisis Sensitivitas Parameter .....	36
3.2.4	Pengaruh Komentar Positif ( $\beta_P$ ) pada Model .....	39
3.3	Kontrol Optimal untuk Model Matematika Pemasaran Viral Platform Shopee .....	40
3.3.1	Model Matematika Pemasaran Viral dalam Platform Shopee Disertai Kontrol .....	41
3.3.2	Penyelesaian pada Kontrol Optimal Model Matematika Pemasaran Viral Platform Shopee .....	42

3.3.3 Simulasi Numerik Model Matematika Pemasaran Viral dalam Platform Shopee dengan Variabel Kontrol .....	45
BAB IV PENUTUP .....	48
4.1 Kesimpulan.....	48
4.2 Saran .....	48
DAFTAR PUSTAKA .....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Pendefinisian Variabel Model Matematika Pemasaran Viral dalam Platform Shopee.....	21
Tabel 3.2	Parameter Model Matematika Pemasaran Viral dalam Platform Shopee.....	21
Tabel 3.3	Nilai Parameter Model Matematika Pemasaran Viral dalam Platform Shopee.....	34
Tabel 3.4	Nilai Awal.....	34
Tabel 3.5	Nilai Indeks Sensitivitas Parameter.....	36
Tabel 3.6	Hubungan antara Perubahan pada Nilai Parameter terhadap Nilai $R_0$ .....	37
Tabel 3.7	Perbandingan Jumlah Subpopulasi I dengan Nilai $\beta_P$ yang Berbeda.....	40
Tabel 3.8	Keterangan Variabel dan Parameter pada Model Matematika Pemasaran Viral Platform Shopee dengan Kontrol.....	40
Tabel 3.9	Perbandingan Jumlah Subpopulasi.....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Transmisi Model Matematika Pemasaran Viral dalam Platform Shopee .....	23
Gambar 3.2	Grafik Lintasan Subpopulasi $S_I$ dan $S_N$ .....	35
Gambar 3.3	Grafik Lintasan Subpopulasi $S_I$ dan $I$ .....	35
Gambar 3.4	Sensitivitas $\beta_P$ terhadap Nilai $R_0$ dengan Tiga Nilai $\alpha_P$ Berbeda .....	38
Gambar 3.5	Sensitivitas $\alpha_P$ terhadap Nilai $R_0$ dengan Tiga Nilai $\beta_P$ Berbeda .....	39
Gambar 3.6	Grafik Subpopulasi yang Telah Membeli Produk ( $I$ ) dengan Nilai $\beta_P$ Berbeda .....	39
Gambar 3.7	Grafik Perbandingan Hasil Simulasi Tanpa Kontrol dan Tiga Skenario.....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kode Program Matlab pada Simulasi Lintasan Subpopulasi ( $S_I$ ) dan Subpopulasi ( $S_N$ ) .....	53
Lampiran 2	Kode Program Matlab pada Simulasi Lintasan Subpopulasi Individu yang Belum Membeli Produk ( $S_I$ ) dan Subpopulasi Individu yang Telah Membeli Produk ( $I$ ) .....	55
Lampiran 3	Kode Program Matlab pada Simulasi Sensitivitas $\beta_p$ terhadap Nilai $R_0$ dengan Parameter $\alpha_p$ yang Berbeda.....	57
Lampiran 4	Kode Program Matlab pada Simulasi Sensitivitas $\alpha_p$ terhadap Nilai $R_0$ dengan Parameter $\beta_p$ yang Berbeda .....	58
Lampiran 5	Kode Program Matlab pada Simulasi Jumlah Subpopulasi ( $I$ ) dengan Tiga Nilai Parameter $\beta_p$ Berbeda.....	59
Lampiran 6	Kode Program Phyton pada Simulasi Jumlah Subpopulasi $I$ dan $P$ tanpa Adanya Kontrol dan Tiga Skenario Kontrol.....	61

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol-simbol beserta singkatan yang digunakan dalam skripsi ini memiliki makna sebagai berikut:

$S_I(t)$	:	Subpopulasi yang tertarik untuk membeli produk pada saat $t$
$S_N(t)$	:	Subpopulasi yang menjadi tidak tertarik untuk membeli produk karena mendapat pengaruh komentar negatif pada saat $t$
$I(t)$	:	Subpopulasi yang telah membeli produk namun belum memberikan komentar pada saat $t$
$P(t)$	:	Subpopulasi yang telah membeli produk dan memberikan komentar positif pada saat $t$
$V(t)$	:	Subpopulasi yang telah membeli produk dan memberikan komentar negatif pada saat $t$
$\Lambda$	:	Laju target pasar yang masuk ke dalam subpopulasi
$\beta_P$	:	Laju pengaruh komentar positif terhadap individu yang tertarik untuk membeli produk
$\beta_N$	:	Laju pengaruh komentar negatif dengan individu yang tertarik untuk membeli produk
$\delta_S$	:	Laju kehilangan minat subpopulasi $S_I$ untuk membeli produk
$\delta_I$	:	Laju ketidaktertarikan individu subpopulasi $I$ untuk membeli/memberikan komentar mengenai produk
$\delta_P$	:	Laju ketidaktertarikan individu dari subpopulasi $P$ terhadap produk
$\delta_N$	:	Laju ketidaktertarikan individu dari subpopulasi $N$ terhadap produk
$\gamma_I$	:	Laju ketertarikan individu dari subpopulasi $I$ untuk membeli kembali produk
$\gamma_P$	:	Laju ketertarikan individu dari subpopulasi $P$ untuk membeli kembali produk
$\alpha_P$	:	Laju keinginan individu dari subpopulasi $I$ untuk memberikan komentar positif mengenai produk yang telah dibeli
$\alpha_N$	:	Laju keinginan individu dari subpopulasi $I$ untuk memberikan komentar negatif mengenai produk yang telah dibeli
$\beta_A$	:	Laju pengaruh bentuk pemasaran lain terkait produk terhadap ketertarikan individu dalam subpopulasi $S_N$

- $u_1(t)$  : Variabel input kontrol berupa pemberian harga diskon pada saat  $t$
- $u_2(t)$  : Variabel input kontrol berupa pemberian koin kepada pelanggan yang berkomentar pada saat  $t$
- $t_0$  : Waktu awal pengamatan ketika dilakukan kontrol
- $t_f$  : Waktu akhir pengamatan ketika dilakukan kontrol
- $a_1, a_2, a_3$  : Konstanta pembobot subpopulasi
- $b_1, b_2$  : Konstanta pembobot variabel kontrol

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS KONTROL OPTIMAL MODEL MATEMATIKA PEMASARAN VIRAL PLATFORM SHOPEE DENGAN VARIABEL KONTROL BERUPA DISKON DAN KOIN**

oleh  
Harnum Indah Nurvianasari  
24010120120031

Pemasaran viral merupakan bentuk promosi yang bertujuan untuk menyebarkan suatu informasi, sehingga dapat memberikan jangkauan dan dampak dalam skala yang lebih luas. Salah satu bentuk pemasaran viral bisa dilakukan pada platform Shopee yang merupakan aplikasi penjualan online yang banyak diminati saat ini. Skripsi ini bertujuan untuk menganalisis kontrol optimal model matematika pemasaran viral dengan menambahkan variabel kontrol berupa diskon dan koin yang berlaku di platform Shopee. Sebelum menganalisis kontrol optimalnya, model matematika pemasaran viral akan dilakukan uji stabilitas lokal titik kesetimbangan untuk menunjukkan bahwa model matematika tersebut stabil. Selain itu, dalam skripsi ini, juga dilakukan analisis sensitivitas parameter untuk menentukan parameter yang paling berpengaruh pada model matematika pemasaran viral di platform Shopee. Selanjutnya, dilakukan penambahan variabel kontrol berupa diskon dan koin pada model matematika yang kemudian diselesaikan dengan metode Prinsip Maksimum Pontryagin untuk mengoptimalkan indeks perfomansi yang dibuat. Selanjutnya, pemograman Phyton digunakan untuk mendapatkan hasil penggambaran numerik model matematika sebelum dan sesudah diberi kontrol. Hasil pemodelan numerik menunjukkan bahwa memberikan diskon dan koin secara bersamaan cukup optimal dalam memaksimalkan jumlah subpopulasi individu yang membeli produk serta berkomentar positif daripada sebelum adanya kontrol pada model matematika pemasaran viral platform Shopee.

**Kata kunci:** pemasaran viral, model matematika, Shopee, kontrol optimal, stabilitas.



## ABSTRACT

### ANALYSIS OF EQUILIBRIUM POINTS AND OPTIMAL CONTROL IN THE MATHEMATICAL MODEL OF SHOPEE'S VIRAL MARKETING PLATFORM WITH CONTROL VARIABLES IN THE FORM OF DISCOUNTS AND COINS

by  
Harnum Indah Nurvianasari  
24010120120031

Viral marketing is a promotional method aimed at disseminating information, thereby providing broader reach and impact on a larger scale. One form of viral marketing can be conducted on the Shopee platform, which is currently a popular online sales application. The objective of this thesis is to examine the optimal control of the mathematical model for viral marketing, incorporating variables like discounts and coins, as applied to the Shopee platform. Before analyzing its optimal control, the equilibrium points' stability in the mathematical model of viral marketing will be assessed to demonstrate its stability. Furthermore, this thesis also conducts sensitivity analysis of parameters to identify the parameters that have the most significant impact on the mathematical model of viral marketing on the Shopee platform. Subsequently, additional control variables such as discounts and coins are added to the mathematical model and then solved using the Pontryagin Maximum Principle method to optimize the performance index created. Then, Python programming is used to obtain numerical results of the mathematical model before and after the control is applied. The numerical modeling results show that providing discounts and coins simultaneously is quite optimal in maximizing the number of individual populations purchasing products and commenting compared to before the control was applied in the mathematical model of viral marketing on the Shopee platform.

**Keywords:** viral marketing, mathematical model, Shopee, optimal control, stability.