

**ANALISIS KESTABILAN DAN KONTROL OPTIMAL
MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN HOAKS DI MEDIA
SOSIAL DENGAN MEMPERTIMBANGKAN MEKANISME
LUPA**

SKRIPSI



CITRA RIZQIN SULISTYANINGSIH

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**ANALISIS KESTABILAN DAN KONTROL OPTIMAL
MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN HOAKS DI MEDIA
SOSIAL DENGAN MEMPERTIMBANGKAN MEKANISME
LUPA**

SKRIPSI



CITRA RIZQIN SULISTYANINGSIH

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

2022

**ANALISIS KESTABILAN DAN KONTROL OPTIMAL MODEL
MATEMATIKA PENYEBARAN H0AKS DI MEDIA SOSIAL DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN MEKANISME LUPA**

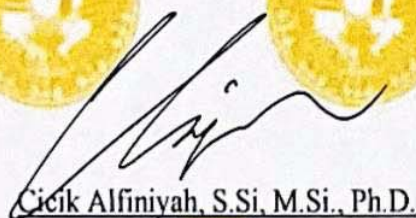
SKRIPSI

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

Citra Rizqin Sulistyaningsih
NIM 081811233104

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



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

NIP. 198604122008122003

Pembimbing II,



Dr. Miswanto, S.Si., M.Si.

NIP. 196802041993031002

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Analisis Kestabilan dan Kontrol Optimal Model
Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial
dengan Mempertimbangkan Mekanisme Lupa

Penyusun : Citra Rizqin Sulistyaningsih

NIM : 081811233104

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

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

Tanggal Ujian : 21 Juli 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



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

NIP. 198604122008122003



Dr. Miswanto, S.Si., M.Si.

NIP. 196802041993031002

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 pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai dengan kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Citra Rizqin Sulistyaningsih
NIM : 081811233104
Program Studi : S-1 Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

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

**“Analisis Kestabilan dan Kontrol Optimal Model Matematika Penyebaran
Hoaks di Media Sosial dengan Mempertimbangkan Mekanisme Lupa”**

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 29 Juli 2022



Citra Rizqin Sulistyaningsih

NIM. 081811233104

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan segenap rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Analisis Kestabilan dan Kontrol Optimal Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mempertimbangkan Mekanisme Lupa” ini dapat selesai dengan baik dan tepat waktu.

Kelancaran penulis dalam menyusun skripsi ini tentunya tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan dalam penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Mohammad Nasih, S.E., M.T., Ak., CMA selaku Rektor Universitas Airlangga dan Bapak Prof. Dr. Moh Yasin, M. Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menuntut ilmu di Universitas Airlangga.
2. Bapak Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si. selaku Ketua Departemen Matematika serta Koordinator Program Studi Matematika Fakultas Sains Teknologi Universitas Airlangga.
3. Bapak Abdulloh Jaelani, S.Si., M.Pd., M.Si. selaku dosen wali yang selalu memberikan arahan dan nasihat selama perkuliahan.
4. Ibu Cicik Alfiniyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Miswanto, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa sabar dan teliti dalam memberikan bimbingan.
5. Seluruh dosen Departemen Matematika Universitas Airlangga yang telah memberikan ilmu bermanfaat kepada penulis selama berkuliah di Universitas Airlangga.
6. Diri sendiri yang masih dapat bertahan hingga sejauh ini.

7. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan, motivasi, serta doa dimana pun dan kapan pun.
8. Teman-teman kuliah, teman SMP, dan teman-teman SD yang selalu ada dan saling menyemangati baik dalam hal akademik maupun non-akademik.
9. Teman-teman se-*fandom* dan se-hobi di Twitter yang selalu menjadi penghilang lelah setelah seharian beraktivitas dan selalu menyemangati penulis meski sebagian besar belum pernah bertemu secara langsung.
10. Seluruh pihak yang namanya tidak tertulis namun telah membantu penulis dalam pengerjaan skripsi ini.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat sebagai bahan pustaka dan penambah ilmu bagi mahasiswa Universitas Airlangga. Akhir kata, penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak luput dari kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penulisan skripsi yang lebih baik.

Surabaya, 4 Juli 2022

Penulis,

Citra Rizqin Sulistyaningsih

Citra Rizqin Sulistyaningsih, 2022, **Analisis Kestabilan dan Kontrol Optimal Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mempertimbangkan Mekanisme Lupa**. Skripsi ini dikerjakan di bawah bimbingan Cicik Alfiniyah, S.Si., M.Si., Ph.D. dan Dr. Miswanto, S.Si., M.Si., Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Hoaks adalah informasi atau penjelasan yang kebenarannya tidak terkonfirmasi. Saat ini, media sosial adalah media yang paling sering digunakan dalam penyebaran hoaks. Jika tidak ditindaklanjuti, penyebaran hoaks di media sosial dapat menimbulkan masalah serius. Pada skripsi ini, model matematika yang merepresentasikan penyebaran hoaks di media sosial dengan mekanisme lupa dianalisis dalam rangka mempelajari dinamika penyebaran hoaks di dunia nyata. Berdasarkan hasil analisis, model matematika penyebaran hoaks di media sosial memiliki dua titik setimbang, yaitu titik setimbang non-endemik dan titik setimbang endemik yang kestabilan lokalnya bergantung pada bilangan reproduksi dasar atau R_0 . Penyebaran hoaks di media sosial terjadi ketika $R_0 > 1$ dan tidak terjadi ketika $R_0 < 1$. Berdasarkan hasil analisis sensitivitas parameter, laju perubahan populasi rentan ke populasi tervaksinasi dan laju perubahan populasi rentan ke populasi terpapar adalah parameter yang paling berpengaruh terhadap dinamika penyebaran hoaks di media sosial. Selanjutnya, dalam rangka meminimalkan jumlah penyebar hoaks dan konten hoaks di media sosial, dilakukan penambahan variabel kontrol berupa kampanye anti hoaks, pemberian hukuman kepada penyebar hoaks, dan penghapusan hoaks pada model matematika yang telah dikonstruksi. Masalah kontrol optimal pada skripsi ini diselesaikan dengan Prinsip Maksimum Pontryagin. Hasil simulasi numerik menunjukkan bahwa pemberian ketiga kontrol secara bersamaan merupakan skenario yang paling efektif dalam meminimalkan jumlah penyebar hoaks dan konten hoaks di media sosial.

Kata Kunci: Hoaks, Kestabilan, Kontrol Optimal, Media Sosial, Mekanisme Lupa, Model Matematika.

Citra Rizqin Sulistyaningsih, 2022, **Stability Analysis and Optimal Control of Social Media Hoax Propagation Mathematical Model with Forgetting Mechanism**. This thesis is supervised by Cicik Alfiniyah, S.Si., M.Si., Ph.D. and Dr. Miswanto, S.Si., M.Si., Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRACT

Hoax is an information or explanation with unconfirmed truth. Nowadays, social media is the most used media in hoax propagation. If no action is taken, hoax propagation can cause serious problems. In this thesis, a mathematical model representing social media hoax propagation with forgetting mechanism is analyzed in order to study the dynamics of social media hoax propagation in real life. Based on the analysis result, two equilibria, non-endemic equilibrium and endemic equilibrium whose local stabilities depend on the basic reproduction number or R_0 , are obtained. Social media hoax propagation occurs when $R_0 > 1$ and does not occur when $R_0 < 1$. Based on the sensitivity analysis result, the transfer rate from susceptible to vaccinated and the transfer rate from susceptible to exposed are the most influential parameters on the dynamics of social media hoax propagation. Next, in order to minimize the number of hoax spreaders and hoax contents on social media, three control variables, namely anti-hoax campaign, punishment for hoax spreaders, and hoax deletion by authorized parties, are imposed to the mathematical model. The optimal control problem in this thesis is solved by using Pontryagin Maximum Principle. The numerical simulation result shows that the bundle implementation of three control strategies is the most effective scenario to minimize the number of hoax spreaders and hoax contents on social media.

Keywords: Forgetting Mechanism, Hoax, Mathematical Model, Optimal Control, Social Media, Stability.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I: PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II: TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Hoaks.....	6
2.2 Internet	6
2.3 Media Sosial.....	7
2.4 Pemodelan Matematika	7
2.5 Sistem Persamaan Diferensial	8
2.6 Kestabilan Sistem Linier	9
2.7 Kriteria Routh-Hurwitz	11
2.8 Bilangan Reproduksi Dasar (R_0)	13
2.9 Masalah Kontrol Optimal.....	14
2.10 Prinsip Maksimum Pontryagin.....	14

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN	17
BAB IV: PEMBAHASAN.....	19
4.1 Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mempertimbangkan Mekanisme Lupa.....	19
4.2 Titik Setimbang Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mempertimbangkan Mekanisme Lupa	26
4.2.1 Titik Setimbang Non-endemik.....	26
4.2.2 Bilangan Reproduksi Dasar (R_0).....	27
4.2.3 Titik Setimbang Endemik	27
4.3 Analisis Kestabilan Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mempertimbangkan Mekanisme Lupa	29
4.3.1 Kestabilan Titik Setimbang Non-endemik (E_0).....	30
4.3.2 Kestabilan Titik Setimbang Endemik (E_1).....	34
4.4 Analisis Sensitivitas Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mempertimbangkan Mekanisme Lupa	37
4.5 Simulasi Numerik Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mempertimbangkan Mekanisme Lupa	42
4.5.1 Simulasi Numerik Kondisi Non-endemik.....	43
4.5.2 Simulasi Numerik Kondisi Endemik	44
4.6 Kontrol Optimal Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mempertimbangkan Mekanisme Lupa	46
4.6.1 Penyelesaian Kontrol Optimal	48
4.6.2 Simulasi Numerik Kontrol Optimal Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mempertimbangkan Mekanisme Lupa.....	52
BAB V: PENUTUP.....	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Variabel dalam Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mekanisme Lupa	21
4.2	Parameter dalam Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mekanisme Lupa	22
4.3	Nilai Parameter Simulasi Bidang Fase Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mekanisme Lupa	35
4.4	Nilai Awal Populasi pada Simulasi Bidang Fase Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mekanisme Lupa	36
4.5	Pengaruh Perubahan Nilai Parameter terhadap Nilai R_0	38
4.6	Pengaruh Perubahan Nilai Parameter terhadap Jumlah Populasi E, S_p , dan F	39
4.7	Nilai Parameter dalam Simulasi Numerik Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mekanisme Lupa	42
4.8	Notasi pada Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mekanisme Lupa dengan Kontrol Optimal	47
4.9	Perbandingan Jumlah Populasi Penyebar Hoaks (S_p) pada Hari ke-75	55
4.10	Perbandingan Jumlah Populasi Penyebar Hoaks (F) pada Hari ke-75	56
4.11	Perbandingan Hasil Simulasi Numerik Lima Skenario Pemberian Kontrol	61

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
4.1	Diagram Transmisi Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mekanisme Lupa	23
4.2	Grafik Bidang Fase Bidang $V - S_p$ pada Model Matematika Penyebaran Hoaks di Media Sosial dengan Mekanisme Lupa	36
4.3	Grafik Sensitivitas h terhadap R_0 dengan Tiga Nilai β Berbeda	40
4.4	Grafik Populasi E, S_p , dan F dengan Tiga Nilai h dan β Berbeda	41
4.5	Grafik Dinamika Penyebaran Hoaks di Media Sosial pada Kondisi Non-endemik	43
4.6	Grafik Dinamika Penyebaran Hoaks di Media Sosial pada Kondisi Endemik	45
4.7	Grafik Hasil Simulasi Numerik Lima Skenario Pemberian Kontrol untuk Populasi Penyebar Hoaks (S_p)	54
4.8	Grafik Hasil Simulasi Numerik Lima Skenario Pemberian Kontrol untuk Konten Hoaks di Media Sosial (F)	55
4.9	Grafik Profil Kontrol Upaya Kampanye Anti Hoaks (u_1) dan Upaya Pemberian Hukuman kepada Penyebar Hoaks (u_2)	57
4.10	Grafik Profil Kontrol Upaya Kampanye Anti Hoaks (u_1) dan Upaya Penghapusan Hoaks oleh Pihak Berwenang (u_3)	58
4.11	Grafik Profil Kontrol Upaya Pemberian Hukuman kepada Penyebar Hoaks (u_2) dan Upaya Penghapusan Hoaks oleh Pihak Berwenang (u_3)	59
4.12	Grafik Profil Kontrol Upaya Kampanye Anti Hoaks (u_1), Upaya Pemberian Hukuman kepada Penyebar Hoaks, (u_2) dan Upaya Penghapusan Hoaks oleh Pihak Berwenang (u_3)	60

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1	Perhitungan Titik Setimbang Non-endemik
2	Perhitungan Bilangan Reproduksi Dasar (R_0)
3	Perhitungan Titik Setimbang Endemik
4	Analisis Kestabilan Titik Setimbang Non-endemik
5	Analisis Kestabilan Titik Setimbang Endemik
6	Kode Program Simulasi Bidang Fase Titik Setimbang Endemik
7	Kode Program Simulasi Sensitivitas h terhadap R_0
8	Kode Program Simulasi Numerik Keadaan Non-endemik
9	Kode Program Simulasi Numerik Keadaan Endemik
10	Kode Program DOTcvp untuk Model dengan Kontrol u_1 dan u_2
11	Kode Program DOTcvp untuk Model dengan Kontrol u_1 dan u_3
12	Kode Program DOTcvp untuk Model dengan Kontrol u_2 dan u_3
13	Kode Program DOTcvp untuk Model dengan Kontrol u_1, u_2 , dan u_3