

**ANALISIS KESTABILAN DAN KONTROL OPTIMAL
MODEL MATEMATIKA PERILAKU KECANDUAN *GAME*
ONLINE DENGAN MEMPERTIMBANGKAN ADANYA DUA
KATEGORI POPULASI YANG KECANDUAN**

SKRIPSI



ARIKA ANISA'ADAH

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 PERILAKU KECANDUAN *GAME*
ONLINE DENGAN MEMPERTIMBANGKAN ADANYA DUA
KATEGORI POPULASI YANG KECANDUAN**

SKRIPSI



ARIKA ANISA'ADAH

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

2022

**ANALISIS KESTABILAN DAN KONTROL OPTIMAL MODEL MATEMATIKA
PERILAKU KECANDUAN *GAME ONLINE* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN
ADANYA DUA KATEGORI POPULASI YANG KECANDUAN**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Sains Bidang Matematika

pada Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Airlangga

Disetujui oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,



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



Prof. Dr. Fatmawati, S.Si., M.Si.
NIP. 197307041998022001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Analisis Kestabilan dan Kontrol Optimal Model
Matematika Perilaku Kecanduan Game Online dengan
Mempertimbangkan Adanya Dua Kategori Populasi
yang Kecanduan
Penyusun : Arika Anisa'adah
NIM : 081811233017
Pembimbing I : Cicik Alfiniyah, S.Si., M.Si., Ph.D.
Pembimbing II : Prof. Dr. Fatmawati, S.Si., M.Si.
Tanggal Sidang : 15 November 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



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

NIP. 198604122008122003



Prof. Dr. Fatmawati, S.Si., M.Si.

NIP. 197307041998022001

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.

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Arika Anisa'adah
NIM : 081811233017
Program Studi : S-1 Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

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

“Analisis Kestabilan dan Kontrol Optimal Model Matematika Perilaku Kecanduan *Game Online* dengan Mempertimbangkan Adanya Dua Kategori Populasi yang Kecanduan”

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, 28 November 2022



Arika Anisa'adah

NIM. 081811233017

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'aalamiin. Segala puji bagi Allah SWT karena berkat rahmat, karunia, serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ***“Analisis Kestabilan dan Kontrol Optimal Model Matematika Perilaku Kecanduan Game Online dengan Mempertimbangkan Adanya Dua Kategori Populasi yang Kecanduan”***. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi besar Muhamad SAW, sebagai pemimpin sekaligus suri tauladan bagi umat manusia.

Keberhasilan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan yang telah diberikan berbagai pihak kepada penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terimakasih disampaikan oleh penulis kepada:

1. Pemerintah Republik Indonesia Direktorat Jenderal Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberikan beasiswa bidikmisi kepada penulis.
2. Prof. Dr. Mohammad Nasih, S.E., M.T., Ak., CMA selaku Rektor Universitas Airlangga.
3. Prof. Dr. Moh Yasin, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
4. Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si. selaku Ketua Departemen Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga sekaligus selaku Koordinator Program Studi S-1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
5. Cicik Alfiniyah, M.Si. Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, nasihat, tenaga, waktu dan pikiran yang sangat berharga kepada penulis.
6. Prof. Dr. Fatmawati, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II sekaligus dosen wali yang telah memberikan bimbingan, motivasi, nasihat, tenaga, waktu, pikiran yang sangat berharga dan memiliki kepedulian

yang tinggi pada setiap kendala yang penulis alami selama proses perkuliahan.

7. Seluruh dosen dan staf Universitas Airlangga, khususnya Departemen Matematika yang telah membagikan ilmunya tanpa pamrih dan membantu penulis dalam menyelesaikan perkuliahan secara tepat waktu.
8. Kedua orang tua tercinta yaitu Bapak Sudarno dan Ibu Sri Wahyuni, sumber motivasi utama bagi penulis yang tidak henti-hentinya mendoakan, memberikan motivasi yang luar biasa, serta kasih sayang dan pengorbanan yang tak ternilai harganya. Adikku tersayang Tsania Nai'matus Sa'adah yang selalu ada disamping penulis. Kakek, Nenek, Paman, Bibi, serta seluruh keluarga sebagai sumber semangat, serta senantiasa mendo'akan kebaikan bagi penulis.
9. Mas Darminto, yang senantiasa mendampingi, mendo'akan, memberikan motivasi, semangat, dan dukungan penuh kepada penulis.
10. Rekan penelitian Pemodelan Sistem yang selalu memberi saran dan dukungan kepada penulis.
11. Sahabat penulis, Tutik Utami, Diar Armitha Putri, Feni Kurnia Sari, Siti Aisyah, Indah Nurun Izzati, Khayun Wulandari, Della Angge Septiyani, dan semua teman-teman matematika angkatan 2018 yang selalu memberikan saran dan motivasi agar selalu maju bersama meraih cita-cita.
12. Widiya Rindu Ningtiyas, Vira Yudi Nandita, Mirza Helgayanti, Fitri Nurjannah, Leylia Mukaromah, dan Muhammad Sabilal Muhajirin, sahabat seperjuangan yang senantiasa berbagi cerita diperkuliahan maupun diluar perkuliahan.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis sangat berharap penelitian ini dapat berguna dalam rangka menambah wawasan dan pengetahuan. Penulis juga menyadari sepenuhnya bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan adanya kritik, saran, dan usulan demi perbaikan penelitian ini di masa yang akan datang, mengingat tidak ada sesuatu yang sempurna tanpa saran yang membangun.

Surabaya, 28 November 2022

Penulis.

Arika Anisa'adah

Arika Anisa'adah, 2022, **Analisis Kestabilan dan Kontrol Optimal Model Matematika Perilaku Kecanduan Game Online dengan Mempertimbangkan Adanya Dua Kategori Populasi yang Kecanduan**. Skripsi ini di bawah bimbingan Cicik Alfiniyah, S.Si., M.Si., Ph.D. dan Prof. Dr. Fatmawati, S.Si., M.Si. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Kecanduan *game online* merupakan suatu masalah kesehatan fisik dan mental yang serius. Kecanduan *game online* menimbulkan beberapa permasalahan diantaranya mengurangi jam tidur pengguna yang mengakibatkan berkurangnya daya konsentrasi seseorang hingga akhirnya berpengaruh terhadap prestasi akademik seseorang. Kecanduan *game online* dapat dikonstruksikan kedalam suatu model matematika. Berdasarkan model matematika tersebut dilakukan analisis kestabilan model dan didapatkan dua titik setimbang, yaitu titik setimbang non endemik dan titik setimbang endemik. Kestabilan lokal titik setimbang dan eksistensi titik setimbang endemik bergantung pada bilangan reproduksi dasar R_0 . Titik setimbang non endemik stabil asimtotis jika memenuhi syarat $R_0 < 1$, sedangkan titik setimbang endemik cenderung stabil asimtotis jika $R_0 > 1$. Pada skripsi ini juga dilakukan analisis sensitivitas parameter untuk mengetahui parameter-parameter yang paling berpengaruh pada model. Adapun parameter yang memiliki pengaruh besar pada model adalah laju kontak individu rentan dengan individu yang kecanduan tetapi mengaku tidak memiliki masalah saat bermain *game* dan individu yang kecanduan tetapi mengaku memiliki masalah saat bermain *game* dan laju berhenti dari individu yang kecanduan tetapi mengaku tidak memiliki masalah saat bermain *game*. Selanjutnya, dilakukan konstruksi model dengan penambahan variabel kontrol berupa upaya pencegahan yakni pemberian edukasi/kampanye pendidikan, dan upaya perawatan seperti menjalani psikoterapi. Penyelesaian permasalahan variabel kontrol pada model ditentukan dengan menggunakan Prinsip Maksimum Pontryagin. Hasil simulasi numerik menunjukkan bahwa pemberian kontrol upaya pencegahan yakni pemberian edukasi/kampanye pendidikan, dan upaya perawatan seperti menjalani psikoterapi secara bersamaan memberikan hasil yang efektif dalam meminimalkan jumlah populasi individu yang beresiko kecanduan *game online*, populasi individu yang kecanduan tetapi mengaku tidak memiliki masalah saat bermain *game*, dan populasi individu yang kecanduan tetapi mengaku memiliki masalah saat bermain *game* dengan biaya pemberian kontrol yang optimal.

Kata Kunci: *Game Online*, Model Matematika, Analisis Kestabilan, Kontrol Optimal.

Arika Anisa'adah, 2022, **Stability Analysis and Optimal Control of the Mathematical Model of Online Game Addiction Behavior by Considering the Existence of two categories of addicted population**. This thesis is under the advisor Cicik Alfiniyah, S.Si., M.Si., Ph.D. and Prof. Dr. Fatmawati, S.Si., M.Si. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRACT

Online game addiction is a serious physical and mental health problem. Addiction to online games causes several problems, including reducing the hours of sleep of users which results in a decrease in one's concentration power and ultimately affects one's academic achievement. Online game addiction can be constructed into a mathematical model. Based on the mathematical model, a stability analysis of the model was carried out and two equilibrium points were obtained, namely the non-endemic equilibrium point and the endemic equilibrium point. The local stability of the equilibrium point and the existence of an endemic equilibrium point depend on the basic reproduction number R_0 . The non-endemic equilibrium point is asymptotically stable if it meets the requirements, namely: $R_0 < 1$, while the endemic equilibrium point tends to be asymptotically stable if $R_0 > 1$. In this thesis, parameter sensitivity analysis is also carried out to determine the most influential parameters on the model. The parameters that have a major influence on the model are the contact rate of vulnerable individuals with addicted individuals but claim to have no problems while playing games and addicted individuals but claim to have problems while playing games and the rate of quitting of addicted individuals but claim to have no problems while playing game games. Next, the model construction is carried out by adding variables in the form of prevention efforts, namely providing education/educational campaigns, and treatment efforts such as undergoing psychotherapy. Solving the control variable problem in the specified model using Pontryagin's Maximum Principle. The simulation results show that providing control of prevention efforts, namely providing education/educational campaigns, and treatment efforts such as undergoing psychotherapy simultaneously provide effective results in the number of population individuals who harm online games, population individuals who are addicted but claim to have no problems while playing games, and population individuals who addicted but admits to having problems playing the game by offering optimal control.

Keywords: Online game, Mathematical Model, Stability Analysis, Optimal Control.

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Game Online</i>	6
2.2 Kecanduan	10
2.3 Sistem Persamaan Diferensial	12
2.4 Kestabilan Sistem Linear.....	14
2.5 Kriteria Routh-Hurwitz	15
2.6 Masalah Kontrol Optimal	17
2.7 Bilangan Reproduksi Dasar (Ro)	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
BAB IV PEMBAHASAN	23
4.1 Analisis Model Matematika Perilaku Kecanduan Game Online dengan Mempertimbangkan Adanya Dua Kategori Populasi yang Kecanduan	23

4.1.1 Model Matematika	23
4.1.2 Titik Setimbang Model Matematika	31
4.1.3 Analisis Kestabilan Lokal Titik Setimbang Model Matematika	34
4.1.4 Analisis Sensitivitas Parameter.....	43
4.2 Analisis Kontrol Optimal Model Matematika Perilaku Kecanduan <i>Game Online</i> dengan Mempertimbangkan Adanya Dua Kategori Populasi yang Kecanduan	47
4.2.1 Model Matematika disertai Variabel Kontrol.....	47
4.2.2 Penyelesaian Kontrol Optimal	49
4.3 Simulasi Numerik Kontrol Optimal dan Interpretasi Model Matematika Perilaku Kecanduan <i>Game Online</i> dengan Mempertimbangkan Adanya Dua Kategori Populasi yang Kecanduan	52
BAB V PENUTUP	61
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	69

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Definisi dan keterangan variabel pada model matematika perilaku kecanduan game online dengan mempertimbangkan adanya dua kategori populasi yang kecanduan	25
4.2	Definisi dan keterangan parameter dari model matematika perilaku kecanduan <i>game online</i> dengan mempertimbangkan adanya dua kategori populasi yang kecanduan	26
4.3	Nilai parameter model matematika perilaku kecanduan <i>game online</i> dengan memperhatikan adanya dua kategori populasi yang kecanduan	41
4.4	Nilai awal untuk bidang fase model matematika perilaku kecanduan <i>game online</i> dengan memperhatikan adanya dua kategori populasi yang kecanduan	42
4.5	Nilai indeks sensitivitas parameter	44
4.6	Hubungan antara Perubahan pada Nilai Parameter terhadap Nilai R_0 .	45
4.7	Notasi dan keterangan variabel pengendali model matematika perilaku kecanduan <i>game online</i> dengan mempertimbangkan adanya dua kategori populasi yang kecanduan.	47
4.8	Perbandingan Populasi Individu beresiko kecanduan <i>game online</i> pada Akhir Pengamatan	55
4.9	Perbandingan Populasi individu yang kecanduan tetapi mengaku tidak memiliki masalah saat bermain <i>game</i> pada Akhir Pengamatan	56

4.10	Perbandingan Populasi individu yang kecanduan tetapi mengaku memiliki masalah saat bermain <i>game</i> pada Akhir Pengamatan	57
4.11	Perbandingan Fungsi Ongkos	60

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Diagram Transmisi Model Matematika Perilaku Kecanduan <i>game online</i> dengan mempertimbangkan adanya dua kategori populasi yang kecanduan.	28
4.2	Grafik Bidang Fase Populasi Populasi $E - I_1$ pada model matematika perilaku kecanduan <i>game online</i> dengan memperhatikan adanya dua kategori populasi yang kecanduan	42
4.3	Sensitivitas γ terhadap Nilai R_0 dengan Tiga Nilai v_3 yang Berbeda	46
4.4	Grafik Populasi populasi individu yang beresiko kecanduan <i>game online</i> sebelum dan sesudah diberi kontrol	54
4.5	Grafik Populasi individu yang kecanduan tetapi mengaku tidak memiliki masalah saat bermain <i>game</i>	56
4.6	Grafik Populasi individu yang kecanduan tetapi mengaku memiliki masalah saat bermain <i>game</i>	57
4.7	Grafik Profil Kontrol Upaya Pencegahan yakni pemberian edukasi/kampanye pendidikan (u_1)	58
4.8	Grafik Profil Kontrol Upaya Perawatan seperti menjalani psikoterapi (u_2)	59
4.9	Grafik Profil Kontrol Upaya Pencegahan yakni pemberian edukasi/kampanye pendidikan (u_1) dan Upaya Perawatan seperti menjalani psikoterapi (u_2)	59

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Tabel
Lampiran 1	Perhitungan Pendekatan Variabel N
Lampiran 2	Perhitungan Titik Setimbang Non Endemik E_0 pada Model Matematika perilaku kecanduan game online dengan mempertimbangkan Adanya dua Kategori Populasi yang Kecanduan
Lampiran 3	Bilangan Reproduksi Dasar dengan metode <i>Next Generation Matrix</i> (NGM)
Lampiran 4	Perhitungan Titik Setimbang Endemik E_1 pada Model Matematika perilaku kecanduan game online dengan mempertimbangkan Adanya dua Kategori Populasi yang Kecanduan
Lampiran 5	Analisa Kestabilan Titik Setimbang Non Endemik pada Model Matematika perilaku kecanduan game online dengan mempertimbangkan Adanya dua Kategori Populasi yang Kecanduan
Lampiran 6	Analisa Kestabilan Titik Setimbang Endemik pada Model Matematika perilaku kecanduan game online dengan mempertimbangkan Adanya dua Kategori Populasi yang Kecanduan
Lampiran 7	Kode Program Simulasi Numerik Grafik Bidang Fase $S(t)$ dan Titik Setimbang Endemik E_1
Lampiran 8	Kode Program untuk Sensitivitas γ terhadap nilai R_0 dengan Tiga Nilai v_3 yang Berbeda
Lampiran 9	Kode Program DOTcyp pada Matlab untuk Model tanpa Variabel Kontrol
Lampiran 10	Kode Program DOTcyp pada Matlab untuk Model dengan Variabel Kontrol u_1

- Lampiran 11** Kode Program DOTcyp pada Matlab untuk Model dengan Variabel Kontrol u_2
- Lampiran 12** Kode Program DOTcyp pada Matlab untuk Model dengan Variabel Kontrol u_1 dan u_2