

SKRIPSI

**ANALISIS MODEL KONTROL OPTIMAL UNTUK
PENYEBARAN VIRUS KOMPUTER PADA SEBUAH
JARINGAN DENGAN MELIBATKAN FAKTOR KONTROL
PADA KOMPUTER TERINFEKSI DAN KOMPUTER
RENTAN**



Geraldly Suryahartanto

NPM: 2016710013

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2020**

FINAL PROJECT

**ANALYSIS OF OPTIMAL CONTROL MODELS FOR THE
SPREAD OF COMPUTER VIRUSES IN A NETWORK
INVOLVING CONTROL FACTORS IN INFECTED AND
SUSCEPTIBLE COMPUTERS**



Geraldny Suryahartanto

NPM: 2016710013

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS MODEL KONTROL OPTIMAL UNTUK PENYEBARAN VIRUS KOMPUTER PADA SEBUAH JARINGAN DENGAN MELIBATKAN FAKTOR KONTROL PADA KOMPUTER TERINFEKSI DAN KOMPUTER RENTAN

Geraldly Suryahartanto

NPM: 2016710013

Bandung, 30 Juli 2020

Menyetujui,

Pembimbing

Dr. Benny Yong

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Dr. Julius Dharma Lesmono

Iwan Sugiarto, M.Si.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**ANALISIS MODEL KONTROL OPTIMAL UNTUK PENYEBARAN VIRUS
KOMPUTER PADA SEBUAH JARINGAN DENGAN MELIBATKAN
FAKTOR KONTROL PADA KOMPUTER TERINFEKSI DAN KOMPUTER
RENTAN**

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 30 Juli 2020

Meterai Rp. 6000

Geraldry Suryahartanto
NPM: 2016710013

ABSTRAK

Virus komputer dapat merusak sebuah sistem komputer dan menjadi ancaman bagi keamanan sistem komputer yang dapat menyebabkan kerugian yang signifikan bagi pengguna komputer. Untuk menangani komputer yang terkena virus, dapat dilakukan dengan cara memasang anti-virus pada komputer dan perbaikan komputer yang telah terkena virus. Dalam skripsi ini, akan dibentuk sebuah model penyebaran virus komputer dengan melakukan kontrol pada komputer yang belum terkena virus dan sudah terkena virus. Terdapat 3 jenis kontrol yang akan dilakukan yaitu, pemasangan anti-virus pada komputer yang sudah terkena virus, perbaikan pada komputer yang sudah terkena virus, dan pemasangan anti-virus pada komputer yang belum terkena virus. Pada model ini, akan ditentukan titik kesetimbangan bebas virus, titik kesetimbangan adanya virus, disertai dengan analisis kestabilan dari titik kesetimbangannya. Ditemukan 3 titik kesetimbangan, yaitu 2 titik kesetimbangan bebas virus dan 1 titik kesetimbangan adanya virus. Dari analisis kestabilan diperoleh 1 titik kesetimbangan bebas virus yang stabil, sedangkan 1 titik kesetimbangan bebas virus lainnya tidak stabil. Demikian pula untuk titik kesetimbangan adanya virus juga tidak stabil. Bilangan reproduksi dasar yang diperoleh dengan menggunakan metode matriks generasi, bergantung pada parameter laju komputer yang belum terkena virus menjadi komputer yang terkena virus, total populasi komputer dalam jaringan, dan proporsi transisi komputer terkena virus yang diperbaiki. Prinsip Pontryagin digunakan untuk menyelesaikan masalah kontrol optimal pada model ini dengan membentuk fungsi Hamilton. Pada simulasi numerik akan dilihat dinamika penyebaran untuk model virus komputer tanpa faktor kontrol dan model dengan faktor kontrol pemasangan anti-virus pada komputer yang sudah terkena virus, perbaikan pada komputer yang sudah terkena virus, serta kontrol pemasangan anti-virus pada komputer yang belum terkena virus. Hasil simulasi numerik model penyebaran virus komputer tanpa faktor kontrol menunjukkan bahwa dengan memperbesar parameter laju komputer yang sudah terkena virus menjadi sembuh dan memperbesar proporsi transisi komputer terkena virus yang diperbaiki, maka banyaknya komputer yang terkena virus akan berkurang dengan sangat cepat. Sedangkan dari hasil simulasi numerik untuk model penyebaran virus komputer dengan faktor kontrol, menunjukkan bahwa pemberian faktor kontrol pada komputer yang sudah terkena virus dan komputer yang belum terkena virus akan mempercepat penurunan jumlah komputer yang terkena virus. Berikutnya, hasil simulasi numerik untuk bobot relatif pada faktor kontrol menunjukkan bahwa peningkatan bobot relatif akan mengakibatkan penerapan faktor kontrol yang lebih sedikit. Begitu pula sebaliknya, penurunan bobot relatif akan mengakibatkan penerapan faktor kontrol yang lebih banyak.

Kata-kata kunci: Virus Komputer, Anti-virus, Titik Kesetimbangan, Analisis Kestabilan, Bilangan Reproduksi Dasar, Prinsip Pontryagin.

ABSTRACT

Computer viruses can damage a computer system and pose a threat to the security of the computer system which can cause significant losses for computer users. To deal with a computer affected by a virus, it can be done by installing an antivirus on a computer and repairing a computer that has been infected with a virus. In this model, the virus-free equilibrium point and the equilibrium point for the virus, will be determined, accompanied by an analysis of the stability of the equilibrium point. There are 3 types of control that will be carried out, namely the installation of anti-virus on computers that have been infected by viruses, repairing computers that have been exposed to viruses, and installation of anti-viruses on computers that have not been exposed to viruses. In this model, the virus-free equilibrium point, the equilibrium point for the virus, will be determined, accompanied by an analysis of the stability of the equilibrium point. Three equilibrium points were found, with 2 virus-free equilibrium points and 1 virus equilibrium point. From the stability analysis, 1 stable virus-free equilibrium point was obtained, while 1 virus free equilibrium point was unstable. Likewise, the stability of the virus was also unstable. Basic reproduction numbers were obtained using the matrix generation method, which depend S on the parameters of the rate of the computer that have not been exposed to the virus to a computer affected by the virus, the total population of computers in the network, and the proportion of computer transitions affected by the virus that was repaired. The Pontryagin principle was used to solve the optimal control problem in this model by forming the Hamilton function. Numerical simulations will determine the dynamics of deployment for computer virus models without control factors and models with control factors for installing anti-virus on computers that have been exposed to viruses, repairs to computers that have been exposed to viruses, and controlling installation of anti-viruses on computers that have not been exposed to viruses. Numerical simulation results of the spread of computer viruses without control factors show that by enlarging the rate parameters of computers that have been affected by the virus to recover and enlarge the proportion of computer transitions affected by the virus that is repaired, then the number of computers affected by the virus will decrease very quickly. While the results of numerical simulations for models of the spread of computer viruses with control factors, showed that the provision of control factors on computers that have been exposed to viruses and computers that have not been exposed to viruses will accelerate the decline in the number of computers affected by viruses. Next, the results of numerical simulations for relative weights on the control factor show that an increase in relative weights will result in the application of fewer control factors. Vice versa, a decrease in relative weight will result in the application of more control factors.

Keywords: Computer Viruses, Anti-viruses, Equilibrium Point, Stability Analysis, Basic Reproduction Number, Pontryagin Principle.

All glory to Jesus my God

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas rahmat, berkat dan kasih karunia yang telah diberikan pada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Model Kontrol Optimal untuk Penyebaran Virus Komputer pada Sebuah Jaringan dengan Melibatkan Faktor Kontrol pada Komputer Terinfeksi dan Komputer Rentan", sebagai salah satu syarat wajib untuk menyelesaikan studi Strata-1 Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Selain itu, besar harapan penulis agar skripsi ini dapat berguna bagi para pembaca.

Selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi, penulis mendapatkan ilmu dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- Papa, Mama, dan Dionardy yang senantiasa memberikan dukungan, doa, semangat, dan nasihat kepada penulis.
- Bapak Dr. Benny Yong selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih juga untuk ilmu yang telah dibagikan selama masa bimbingan dan perkuliahan.
- Bapak Dr. Julius Dharma Lesmono selaku dosen penguji I. Terima kasih telah memberikan kritik, saran, dan masukan pada skripsi ini sehingga menjadi lebih baik.
- Bapak Iwan Sugiarto, M.Si., selaku dosen penguji II. Terima kasih telah memberikan kritik, saran, dan masukan pada skripsi ini sehingga menjadi lebih baik.
- Bapak Liem Chin, M.Si., selaku koordinator skripsi. Terima kasih untuk arahan, saran, dan waktu yang diberikan untuk penulis.
- Bapak Agus Sukmana, M.Sc., selaku dosen wali untuk arahan dan saran serta dukungan selama masa perkuliahan.
- Seluruh dosen yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, terima kasih telah membagikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama masa perkuliahan.
- Seluruh Staff Tata Usaha, terima kasih untuk bantuannya selama masa perkuliahan.
- Seluruh teman-teman Matematika angkatan 2013 - 2016 yang telah memberikan hiburan, canda dan tawa selama masa perkuliahan. *See you on top.*
- Teman-teman sarang penyamun yang selalu mendengarkan ocehan penulis selama masa perkuliahan. *See you when I see you.*
- Komsel *Cheers Up* yang selalu mendukung dan selalu ada disaat penulis sedang ada di masa-masa sulit. Terima kasih juga karena selalu mendoakan penulis untuk selalu menjadi pribadi yang lebih baik.
- Neilshan Loedy dan Gilbert Steven Sanjaya selaku orang terdekat di Bandung yang selalu memberikan dukungan, bantuan, doa, hiburan, canda, tawa, dan kasih kepada penulis selama hidup di Bandung.

Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna. Penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari pembaca. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Bandung, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Virus Komputer	5
2.2 Persamaan Diferensial	6
2.3 Sistem Persamaan Diferensial Linear Orde Satu	6
2.4 Sistem Persamaan Diferensial Tak Linear Orde Satu	7
2.5 Sifat Kestabilan dari Titik Kesetimbangan	9
2.6 Matriks Generasi untuk Menentukan Bilangan Reproduksi Dasar	10
2.7 Prinsip Maksimum Minimum Pontryagin	11
2.8 Fungsi Hamilton	11
3 MODEL PENYEBARAN VIRUS KOMPUTER PADA SUATU JARINGAN TANPA DAN DENGAN FAKTOR KONTROL	13
3.1 Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer tanpa Faktor Kontrol	13
3.1.1 Pembentukan Model Matematika Penyebaran Virus Komputer tanpa Faktor Kontrol	14
3.1.2 Titik Kesetimbangan Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer tanpa Faktor Kontrol	16
3.1.3 Bilangan Reproduksi Dasar untuk Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer tanpa Faktor Kontrol	18
3.1.4 Kestabilan Titik Kesetimbangan Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer tanpa Faktor Kontrol	19
3.2 Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer dengan Faktor Kontrol u_1, u_2	22
3.2.1 Pembentukan Model Matematika Penyebaran Virus Komputer dengan Faktor Kontrol u_1, u_2	24
3.2.2 Titik Kesetimbangan dan Bilangan Reproduksi Dasar Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer dengan Faktor Kontrol u_1, u_2	24
3.2.3 Kestabilan Titik Kesetimbangan Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer dengan Faktor Kontrol u_1, u_2	25

3.2.4	Permasalahan Kontrol Optimal dengan Faktor Kontrol u_1, u_2	26
3.2.5	Penyelesaian Permasalahan Kontrol Optimal dengan Faktor Kontrol u_1, u_2	27
3.3	Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer dengan Kontrol u_1, u_2 , dan u_3	29
3.3.1	Pembentukan Model Matematika Penyebaran Virus Komputer dengan Faktor Kontrol u_1, u_2 , dan u_3	31
3.3.2	Titik Kesetimbangan dan Bilangan Reproduksi Dasar Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer dengan Faktor Kontrol u_1, u_2 , dan u_3	31
3.3.3	Kestabilan Titik Kesetimbangan Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer dengan Faktor Kontrol u_1, u_2 , dan u_3	32
3.3.4	Permasalahan Kontrol Optimal dengan Faktor Kontrol u_1, u_2 , dan u_3	33
3.3.5	Penyelesaian Permasalahan Kontrol Optimal dengan Faktor Kontrol u_1, u_2 , dan u_3	34
4	HASIL SIMULASI NUMERIK	39
4.1	Simulasi Numerik untuk Titik Kesetimbangan	39
4.1.1	Simulasi Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer tanpa Faktor Kontrol	39
4.2	Simulasi Numerik untuk Model dengan Faktor Kontrol	44
4.2.1	Simulasi Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer dengan Faktor Kontrol u_1 dan u_2	45
4.2.2	Simulasi Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer dengan Faktor Kontrol u_1, u_2 , dan u_3	46
4.3	Simulasi Numerik Pengaruh Bobot Relatif pada Penerapan Faktor Kontrol	47
4.3.1	Simulasi Bobot Relatif	48
5	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	58
	DAFTAR REFERENSI	59

DAFTAR GAMBAR

3.1 Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer tanpa Faktor Kontrol	13
3.2 Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer dengan Faktor Kontrol u_1 dan u_2	23
3.3 Model Kompartemen Penyebaran Virus Komputer dengan Faktor Kontrol u_1 , u_2 dan u_3	30
4.1 Eksistensi Titik Kesetimbangan E_0	40
4.2 Eksistensi Titik Kesetimbangan E_1	41
4.3 Eksistensi Titik Kesetimbangan E_2	42
4.4 Perbandingan Empat Kondisi α_{IA} dan δ	43
4.5 Perbandingan Model tanpa dan dengan Kontrol u_1 , u_2	45
4.6 Perbandingan Model tanpa kontrol, dengan Kontrol u_1 , u_2 , dan dengan Kontrol u_1 , u_2 , u_3	46
4.7 Kasus 1 dengan $C_1 = 1$, $C_2 = 1$, $C_3 = 1$	48
4.8 Kasus 2 dengan $C_1 = 1$, $C_2 = 1$, $C_3 = 4$	49
4.9 Kasus 3 dengan $C_1 = 4$, $C_2 = 1$, $C_3 = 1$	50
4.10 Kasus 4 dengan $C_1 = 1$, $C_2 = 4$, $C_3 = 4$	51
4.11 Kasus 5 dengan $C_1 = 4$, $C_2 = 4$, $C_3 = 1$	52
4.12 Kasus 6 dengan $C_1 = 4$, $C_2 = 4$, $C_3 = 4$	53

DAFTAR TABEL

2.1	Jenis-jenis Kestabilan	10
3.1	Variabel dalam Model Kompartemen	14
3.2	Parameter dalam Model Kompartemen tanpa Faktor Kontrol	14
3.3	Parameter dalam Model Kompartemen dengan Kontrol u_1, u_2	23
3.4	Parameter dalam Model Kompartemen dengan Kontrol u_1, u_2, u_3	31
4.1	Nilai Parameter	40
4.2	Penerapan Kontrol Bergantung pada Bobot Relatif Biaya	54

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi komputer mengalami perkembangan yang sangat pesat pada era globalisasi ini. Perkembangan perangkat lunak di dunia modern pun semakin canggih dari waktu ke waktu. Hampir semua bidang mengalami proses komputerisasi. Seiring dengan pesatnya perkembangan komputer dan pemanfaatan teknologi komputer sebagai alat bantu manusia, semakin meningkat pula permasalahan yang dihadapi para pengguna komputer. Salah satu permasalahan tersebut dapat disebabkan oleh virus komputer. Tingginya ketergantungan pada kinerja komputer, menjadikan virus komputer sebagai ancaman yang serius. Virus komputer sebagai salah satu jenis infeksi elektronik, dapat menyebabkan kerusakan pada sistem komputer yang diserangnya. Pada umumnya virus komputer hanya menginfeksi sebuah sistem komputer, namun dalam kasus yang lebih buruk beberapa virus komputer dapat menginfeksi perangkat lunak komputer yang tentunya dapat menyebabkan kerugian bagi pengguna komputer tersebut [1]. Virus komputer dapat menghilangkan, menyembunyikan bahkan merubah data-data pada sistem komputer sehingga kerusakan akibat virus komputer dapat menyebabkan kerugian finansial yang besar.

Istilah virus komputer sebenarnya diambil dari istilah biologi, yaitu suatu mikro-organisme yang dapat memperbanyak dirinya sendiri dengan cara menularkan dirinya sendiri pada organisme lain [2]. Istilah ini diberikan karena adanya kemiripan antara mekanisme penyebaran program virus komputer ke program-program lain dan penyebaran virus biologis ke dalam sel makhluk hidup. Seperti halnya virus biologis, virus komputer memiliki kemampuan untuk menularkan, menggandakan atau menyalin dirinya sendiri dan menyebar dengan menyisipkan salinan dirinya ke satu program lain, melakukan manipulasi, dan virus komputer juga memiliki kemampuan untuk menyembunyikan diri.

Ketika terjadi kontak antara komputer yang terkena virus dengan komputer yang belum terkena virus, salinan virus memasuki perangkat lunak tersebut kemudian infeksi dapat menyebar dari komputer satu ke komputer yang lain melalui *Local Area Network (LAN)*, *Wide Area Network (WAN)*, atau *Universal Serial Bus (USB)*. Dalam hal ini, virus komputer dengan tingkat destruktifitasnya yang tinggi dianggap sebagai faktor risiko yang besar bagi perusahaan maupun individu. Komputer memang rawan terinfeksi virus, terlebih lagi perkembangan virus juga semakin canggih sehingga pengguna tidak bisa mendeteksi keberadaan virus pada komputer mereka. Dengan demikian dibutuhkan anti-virus sebagai salah satu solusi mencegah penyebaran virus komputer. Untuk mendeteksi dan membersihkan virus dari sistem komputer, diciptakanlah yang namanya anti-virus. Anti-virus adalah jenis perangkat lunak yang digunakan untuk mengamankan, mendeteksi dan menghapus virus komputer dari sistem komputer [1]. Anti-virus atau dapat disebut juga *Virus Protection Software* dapat melakukan pemindaian terhadap semua berkas yang diakses dan dapat menunjukkan sebuah komputer telah terinfeksi virus atau tidak.

Dalam hal ini tidak semua virus komputer memiliki dampak yang fatal, tetapi tetap harus dihilangkan. Kebanyakan orang tidak memahami virus komputer dengan benar dan memiliki persepsi yang salah terhadap virus komputer sehingga kebanyakan orang menjadi takut secara berlebihan ketika mendengar ada sebuah virus yang menginfeksi komputer mereka. Ketakutan

terhadap virus komputer dapat dihilangkan dengan mengenal lebih jauh sistem operasi virus sehingga pengetahuan dalam mempertahankan komputer dari serangan virus semakin baik termasuk bagaimana konsep untuk menangani virus komputer.

Pemahaman tentang dinamika penyebaran virus komputer, dapat diamati melalui suatu model matematika. Model matematika juga dapat digunakan untuk memprediksi banyaknya komputer yang terinfeksi. Hal ini dilakukan agar dapat ditentukan strategi yang tepat untuk menekan penyebaran virus komputer.

Pada skripsi ini akan dikonstruksi suatu model matematika untuk melihat penyebaran virus komputer dalam suatu jaringan dengan melibatkan faktor kontrol pada komputer. Model yang akan dibahas merupakan pengembangan dari model yang telah dipelajari oleh Jos Roberto Castilho Piqueira [3] dengan menambahkan faktor kontrol pada komputer yang belum terkena virus. Selanjutnya, akan dilihat pengaruh bobot relatif dari biaya yang diterapkan pada faktor kontrol agar penerapan kontrol lebih efisien dalam mencegah penyebaran virus komputer dalam suatu jaringan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, masalah yang dirumuskan dalam skripsi ini antara lain adalah :

1. Bagaimana model kompartemen untuk penyebaran virus komputer tanpa faktor kontrol dan dengan faktor kontrol?
2. Bagaimana titik kesetimbangan dan kestabilan dari model kompartemen penyebaran virus komputer tanpa faktor kontrol dan dengan faktor kontrol?
3. Bagaimana masalah kontrol optimal dapat diterapkan pada model kompartemen penyebaran virus komputer dengan faktor kontrol?
4. Bagaimana pengaruh faktor kontrol terhadap dinamika penyebaran virus komputer?
5. Bagaimana pengaruh bobot relatif biaya pada tiap faktor kontrol yang diterapkan untuk menekan penyebaran virus komputer?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Menentukan model kompartemen untuk penyebaran virus komputer tanpa faktor kontrol dan dengan faktor kontrol.
2. Menentukan titik kesetimbangan dan kestabilan dari model kompartemen penyebaran virus komputer tanpa faktor kontrol dan dengan faktor kontrol.
3. Menentukan masalah kontrol optimal dapat diterapkan pada model kompartemen penyebaran virus komputer dengan faktor kontrol.
4. Menganalisis pengaruh faktor kontrol terhadap dinamika penyebaran virus komputer.
5. Menganalisis pengaruh bobot relatif biaya pada tiap faktor kontrol yang diterapkan untuk menekan penyebaran virus komputer.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada skripsi ini adalah :

1. Total populasi komputer konstan.
2. Komputer yang telah dipasang anti-virus tidak dapat kembali menjadi komputer yang rentan terhadap virus.
3. Hanya memperhitungkan jenis virus komputer secara umum.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam skripsi ini, digunakan sistematika penulisan, antara lain:

Bab I: Pendahuluan

Bab ini menguraikan penjelasan awal mengenai hal-hal yang akan dibahas di dalam penulisan skripsi ini. Bab ini terdiri dari lima subbab yaitu latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II: Landasan Teori

Bab ini menjelaskan tentang teori pendukung yang akan digunakan dalam menganalisis model penyebaran virus komputer. Hal-hal yang dibahas antara lain persamaan diferensial, sistem persamaan diferensial linear orde satu, sistem persamaan diferensial tak linear orde satu, sifat kestabilan dari titik kesetimbangan, bilangan reproduksi dasar, Fungsi Hamilton, dan Prinsip Maksimum Minimum Pontryagin.

Bab III: Model Penyebaran Virus Komputer Pada Suatu Jaringan Tanpa dan Dengan Faktor Kontrol

Bab ini berisi tentang pembentukan model matematika tanpa dan dengan faktor kontrol, titik kesetimbangan, bilangan reproduksi dasar, kestabilan dari titik kesetimbangan, dan masalah kontrol optimal.

Bab IV: Hasil Simulasi Numerik

Bab ini berisi tentang simulasi numerik mengenai eksistensi titik kesetimbangan, analisis parameter yang paling berpengaruh terhadap penurunan jumlah populasi komputer yang terkena virus, dan simulasi untuk melihat pengaruh faktor kontrol pada model kompartemen penyebaran virus komputer dalam suatu jaringan, serta akan disimulasikan pengaruh bobot relatif biaya pada masing-masing faktor kontrol terhadap penerapan faktor kontrol.

Bab V: Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari pembahasan pada bab sebelumnya dan saran untuk pengembangan.

