



**ANALISIS MODEL EPIDEMIK PADA PENGARUH SISTEM KEKEBALAN  
TUBUH MANUSIA TERHADAP INFEKSI VIRUS HIV**

**SKRIPSI**

Oleh

**Abdul Hamid Zein  
NIM 071810101109**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**ANALISIS MODEL EPIDEMIK PADA PENGARUH SISTEM KEKEBALAN  
TUBUH MANUSIA TERHADAP INFEKSI VIRUS HIV**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

oleh

**Abdul Hamid Zein**  
**NIM 071810101109**

**JURUSAN MATEMATIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**2012**

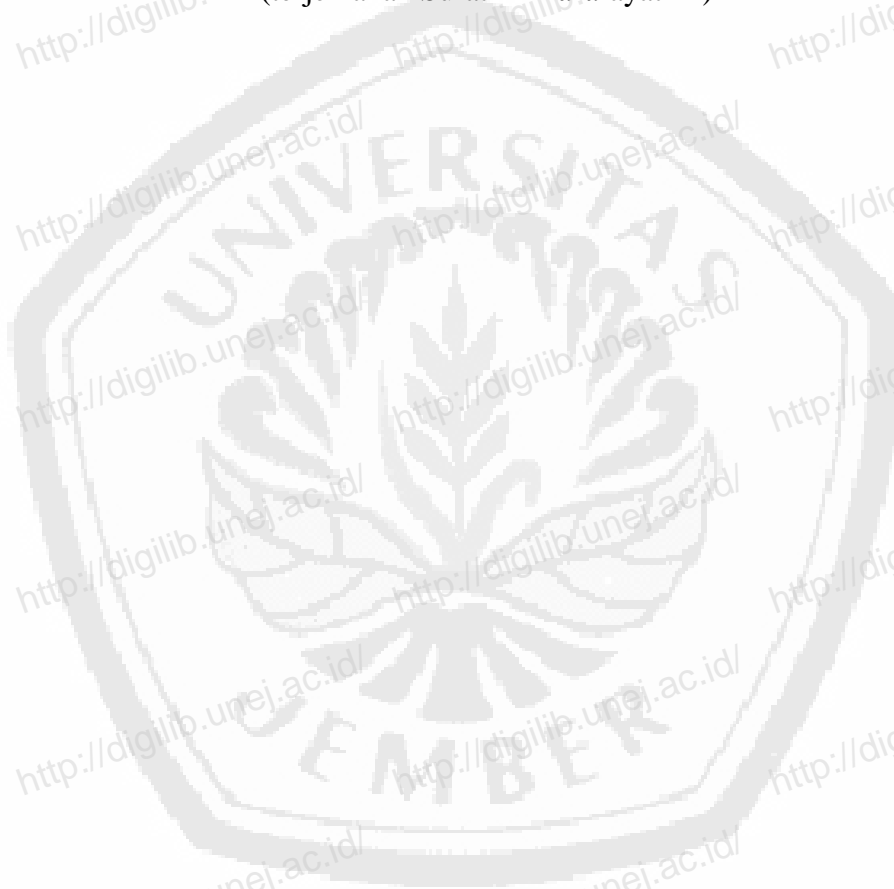
## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Syafi'i dan Ibunda Sofiyah yang tercinta, yang selalu memberikan do'a dan semangat yang tiada terkira hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
2. kakak dan adik yang tersayang, Ahmad Fauzi, dan Syamsul Arifin yang selalu memberikan support, semangat, dan keceriaan dalam hidupku;
3. guru-guru yang telah membimbing sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## MOTO

“Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”).  
(terjemahan Surat *Ar-Ra'd* ayat 11)\*)



---

\*)Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Abdul Hamid Zein

NIM : 071810101109

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Analisis Model Epidemik pada Pengaruh Sistem Kekebalan Tubuh Manusia Terhadap Infeksi Virus HIV” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 24 Oktober 2012

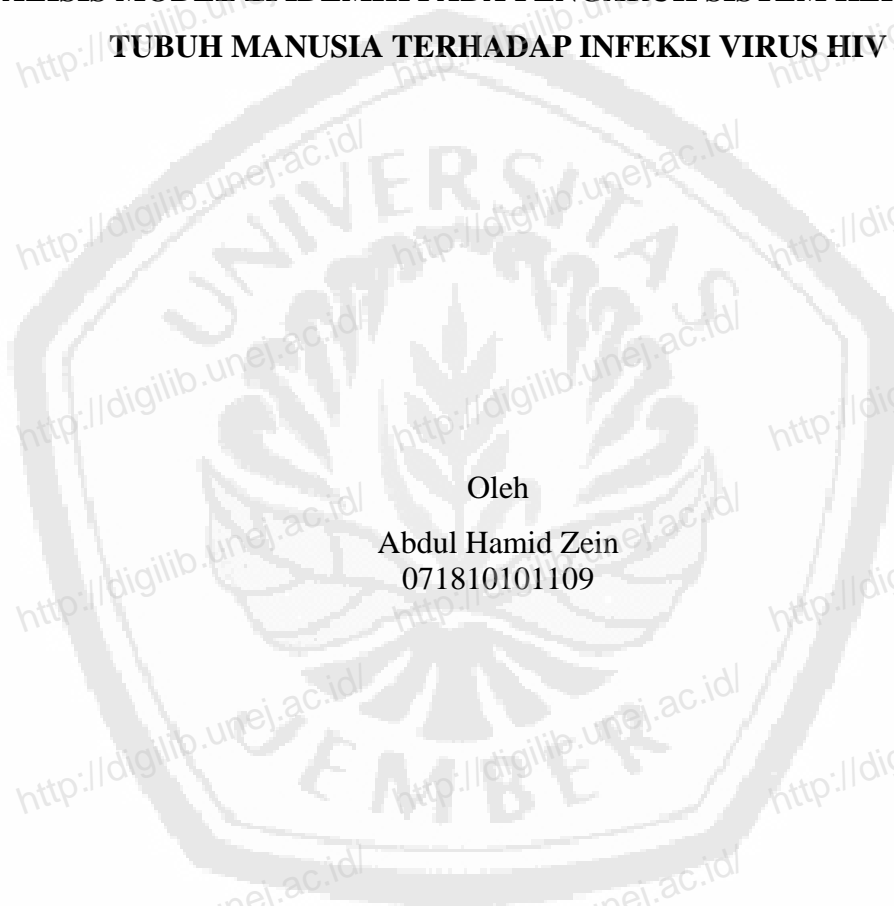
Yang menyatakan,

Abdul Hamid Zein

NIM 071810101109

**SKRIPSI**

**ANALISIS MODEL EPIDEMIK PADA PENGARUH SISTEM KEKEBALAN  
TUBUH MANUSIA TERHADAP INFEKSI VIRUS HIV**



Oleh

Abdul Hamid Zein  
071810101109

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.

Dosen Pembimbing Anggota : Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si.

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Analisis Model Epidemik pada Pengaruh Sistem Kekebalan Tubuh Manusia Terhadap Infeksi Virus HIV” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.  
NIP 196610121993031001

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si.  
NIP. 196908281998021001

Penguji I,

Penguji II,

Kiswara Agung Santoso. M.Kom  
NIP 197209071998031003

Yuliani Setia Dewi, S.Si., M.Si.  
NIP 197407162000032001

Mengesahkan

Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D.  
NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

**Analisis Model Epidemik pada Pengaruh Sistem Kekebalan Tubuh Manusia Terhadap Infeksi Virus HIV;** Abdul Hamid Zein, 071810101109; 2012: 37 halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat Indonesia yang jumlah penderitanya cenderung meningkat dan penyebarannya semakin luas. HIV merupakan virus yang dapat menyebabkan AIDS (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*) dengan cara menyerang sel darah putih yang bernama sel T CD4 sehingga dapat merusak sistem kekebalan tubuh manusia. Orang yang menderita penyakit AIDS mempunyai kemampuan yang sangat rendah untuk mempertahankan diri dari serangan penyakit.

Epidemi HIV dalam sistem kekebalan tubuh manusia dapat dideskripsikan secara dinamik melalui pemodelan matematika dalam sistem biologi, yaitu pada saat sistem kekebalan tubuh manusia diserang oleh virus HIV sehingga sel T CD4 akan terinfeksi dan merubahnya menjadi tempat berkembang biak virus HIV baru. Dalam hal ini sel T CD4 semakin lama akan mengalami perubahan jumlah populasinya, dikarenakan sel T CD4 mengalami kematian dan mengalami lisis (penguraian) oleh *Cytotoxic T-lymphocyte* (CTL). Perubahan jumlah populasi sel T CD4 tergantung pada waktu dan dipengaruhi oleh laju terinfeksi sel T CD4. Tujuan penelitian ini adalah untuk memodelkan pengaruh sistem kekebalan tubuh manusia terhadap infeksi virus HIV serta dapat mengetahui hasil analisisnya yang telah dilakukan dengan menggunakan metode Runge Kutta Fehlberg orde-4 terhadap penyebaran virus HIV pada sistem kekebalan tubuh manusia.

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini yaitu identifikasi parameter dan pembentukan model infeksi virus HIV dari asumsi-



asumsi yang telah diperoleh. Setelah mendapatkan model, langkah berikutnya yaitu mencari titik tetap dan nilai eigen dari model tersebut serta menentukan nilai parameter dan solusi numerik model. Selanjutnya, langkah yang terakhir adalah pembuatan program simulasi dan menganalisis hasil visualisasi yang telah di dapatkan.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa jumlah resting sel T CD4 secara perlahan tetapi pasti akan mengalami penurunan hal ini disebabkan adanya replikasi virus yang menyebabkan terganggunya pembentukan limfosit baru, sedangkan jumlah sel T CD4 yang teraktivasi juga akan mengalami penurunan karena adanya infeksi virus secara terus menerus yang mengubahnya menjadi sel yang terinfeksi, pada sel T CD4 yang terinfeksi jumlah populasi saat awal terinfeksi sempat mengalami penurunan yang dipengaruhi oleh adanya proses lisis oleh CTL namun pada akhirnya akan terus mengalami kematian, sedangkan jumlah populasi pada CD8/CTL akan terus mengalami peningkatan karena adanya proliferasi yang disebabkan replikasi virus.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Model Epidemik pada Pengaruh Sistem Kekebalan Tubuh Manusia Terhadap Infeksi Virus HIV”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

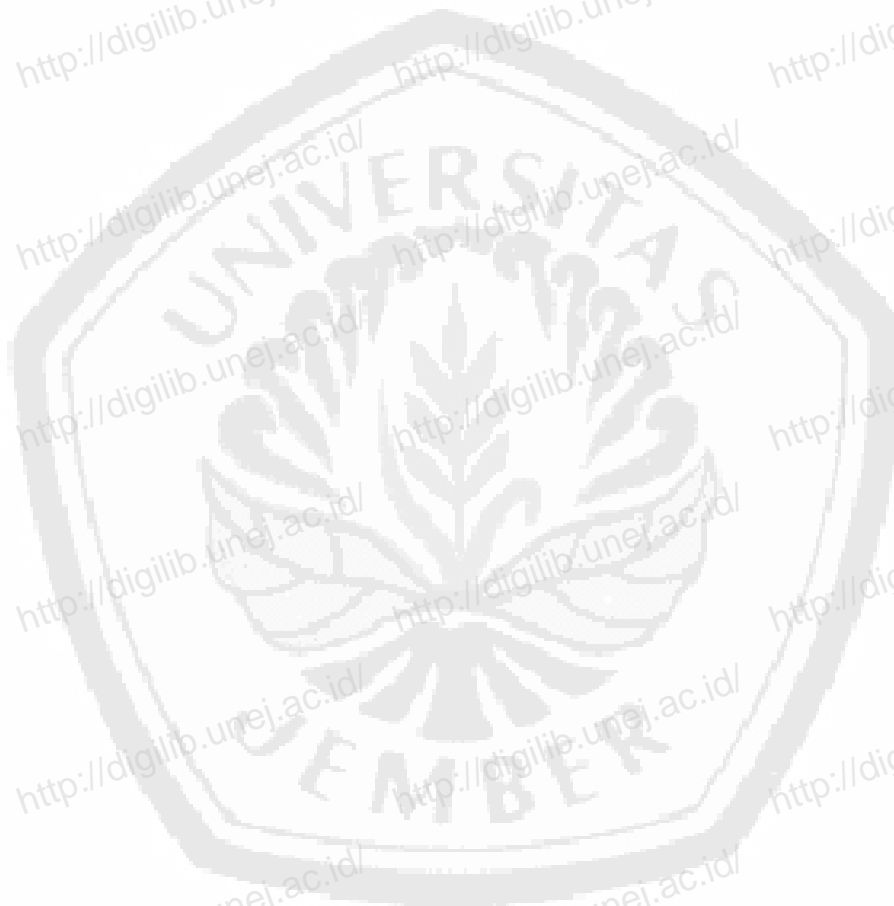
Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Rusli Hidayat, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama, Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Kiswara Agung Santoso. M.Kom., dan Yuliani Setia Dewi, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberi masukan dalam skripsi ini;
3. Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. ayahanda, ibunda, kakak, serta adik tercinta yang selalu memberikan do'a dan semangat demi terselesaikannya skripsi ini;
5. Cinde Puspita Wulandari yang selalu memberikan do'a dan semangat kepada penulis demi terselesainya skripsi ini;
6. teman-teman kost jawa VII, Aan, Yones, Kholit, Rosul, Candra, Edo dan Rudi, yang sudah membantu, mendukung, serta memberikan keceriaan dan kehangatan keluarga selama di Jember;
7. teman-teman angkatan 2007, Silvia, Fitroh, Nurul, Yakin, Hasyim dan Marihot yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung;
8. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 24 Oktober 2012

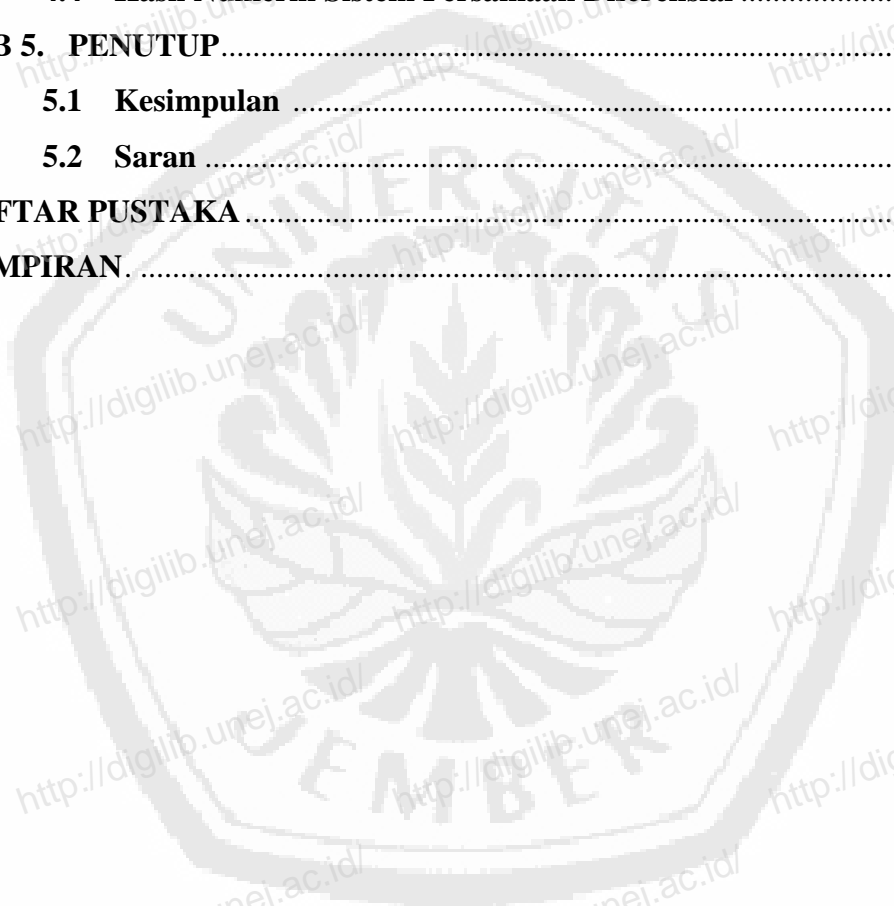
Penulis



## DAFTAR ISI

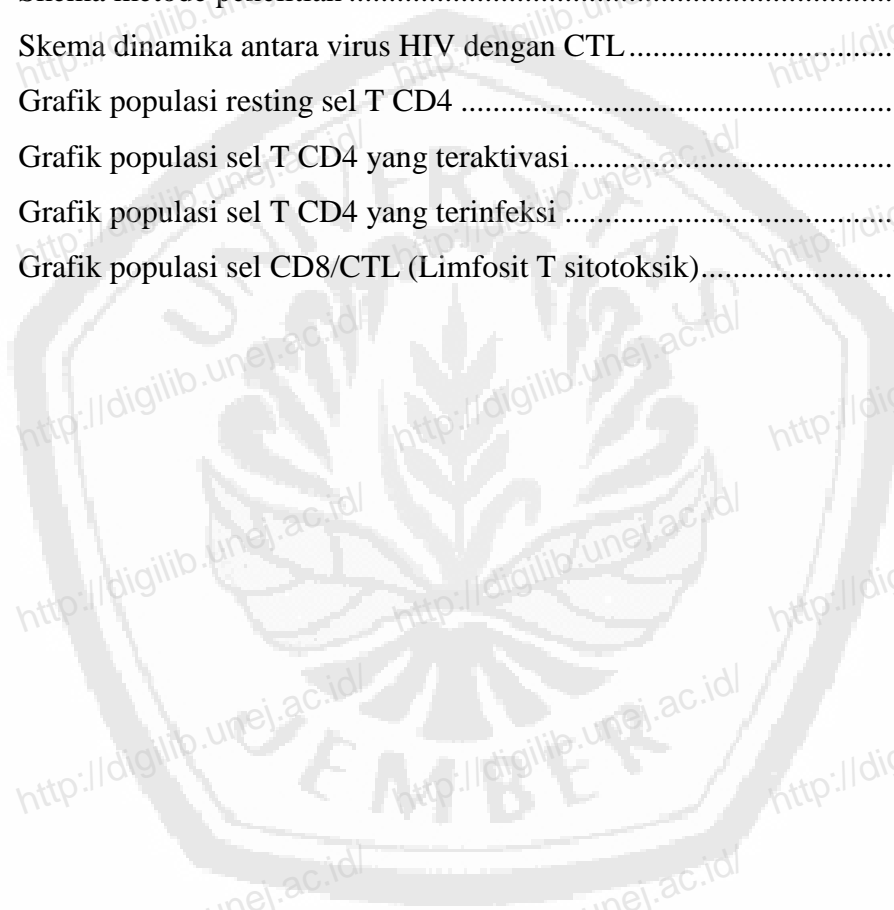
|   |      |
|---|------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....  | ii   |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....  | iii  |
| <b>HALAMAN MOTO</b> .....   | iv   |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....   | v    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....   | vii  |
| <b>RINGKASAN</b> .....  | viii |
| <b>PRAKATA</b> .....  | x    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....   | xii  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....  | xiv  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....  | xv   |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....   | 1    |
| <b>1.1 Latar Belakang</b> .....   | 1    |
| <b>1.2 Perumusan Masalah</b> .....  | 2    |
| <b>1.3 Tujuan</b> .....   | 3    |
| <b>1.4 Manfaat</b> .....  | 3    |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....  | 4    |
| <b>2.1 Persamaan Diferensial</b> .....  | 4    |
| <b>2.2 Sistem <i>Autonomous</i> dan Kesetimbangan</b> .....                                 | 5    |
| <b>2.3 Linierisasi</b> .....  | 6    |
| <b>2.4 Linierisasi untuk Sistem Persamaan Diferensial Nonlinier <i>Autonomous</i></b> ..... | 7    |
| <b>2.5 Analisis Kestabilan</b> .....  | 8    |
| <b>2.6 Titik Tetap</b> .....  | 9    |
| <b>2.7 Penyelesaian Secara Numerik</b> .....  | 10   |
| <b>2.8 Model Dasar Dinamika Virus HIV dalam Tubuh</b> .....                                 | 12   |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>                               | <b>15</b> |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                            | <b>18</b> |
| <b>4.1 Pembentukan Model Epidemik pada Infeksi Virus HIV .....</b> | <b>18</b> |
| <b>4.2 Analisis Model Epidemik pada Infeksi Virus HIV .....</b>    | <b>23</b> |
| <b>4.3 Solusi Numerik Model Epidemik Infeksi Virus HIV .....</b>   | <b>27</b> |
| <b>4.4 Hasil Numerik Sistem Persamaan Diferensial .....</b>        | <b>29</b> |
| <b>BAB 5. PENUTUP.....</b>   | <b>35</b> |
| <b>5.1 Kesimpulan .....</b>  | <b>35</b> |
| <b>5.2 Saran .....</b>   | <b>36</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>  | <b>37</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>   | <b>38</b> |



## DAFTAR GAMBAR

|  | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Diagram transmisi virus HIV dalam tubuh .....            | 13      |
| 3.1 Skema metode penelitian .....                            | 15      |
| 4.1 Skema dinamika antara virus HIV dengan CTL .....         | 18      |
| 4.2 Grafik populasi resting sel T CD4 .....                  | 30      |
| 4.3 Grafik populasi sel T CD4 yang teraktivasi .....         | 31      |
| 4.4 Grafik populasi sel T CD4 yang terinfeksi .....          | 32      |
| 4.5 Grafik populasi sel CD8/CTL (Limfosit T sitotoksik)..... | 33      |



## DAFTAR LAMPIRAN

|  | Halaman |
|--|---------|
| <b>A. Daftar Istilah</b> .....   | 38      |
| <b>B. Daftar Singkatan</b> .....   | 39      |
| <b>C. Program Maple pada Sistem Kekebalan Tubuh Manusia Terhadap HIV</b> | 40      |
| <b>D. Skrip Program Model Epidemik</b> .....                             | 44      |
| <b>E. Gambar Grafik Hasil Analisis</b> .....                             | 49      |

