

**ANALISIS MODEL PENYEBARAN PENYAKIT DEMAM BERDARAH
DENGUE DENGAN PENDEKATAN MODEL HOST-VEKTOR DAN
MODEL SIR**

SKRIPSI



RENITA WULAN SARI

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

2015

**ANALISIS MODEL PENYEBARAN PENYAKIT DEMAM BERDARAH
DENGUE DENGAN PENDEKATAN MODEL HOST-VEKTOR DAN
MODEL SIR**

SKRIPSI

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

Disetujui oleh

Pembimbing I,



Dr. Fatmawati, M.Si.

NIP. 197307041 99802 2 001

Pembimbing II,



Dr. Windarto, M.Si.

NIP. 19771104 200312 1 001

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : **Analisis Model Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue dengan Pendekatan Model Host-Vektor dan Model SIR**

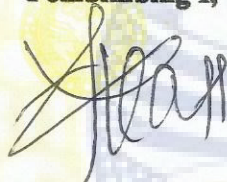
Penyusun : **Renita Wulan Sari**

NIM : **081112024**

Tanggal Ujian : **10 Februari 2015**

Disetujui oleh :

Pembimbing I,



Dr. Fatmawati, M.Si.
NIP. 197307041 99802 2 001

Pembimbing II,



Dr. Windarto, M.Si.
NIP. 19771104 200312 1 001

Mengetahui,
Ketua Departemen Program Studi S-1 Matematika
Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Dr. Miswanto, M.Si
NIP. 19680204 199303 1 002

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seijin penulis dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbal'aalamin. Segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis, sehingga skripsi yang berjudul "**Analisis Model Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue Dengan Pendekatan Model SIR dan Model Host-Vektor**" ini dapat terselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan suri tauladan kepada umat manusia.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, doa dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan penulis untuk menempuh pendidikan tinggi.
2. Direktorat Jendral dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan beasiswa bidikmisi.
3. Dr. Miswanto, M.Si. selaku Ketua Departemen Matematika sekaligus dosen wali yang telah banyak memberikan arahan, nasihat serta motivasi kepada penulis.
4. Dr. Fatmawati, M.Si. dan Dr. Windarto, M.Si. sebagai dosen pembimbing I dan pembimbing II yang telah banyak memberikan masukan, tenaga dan fikiran.
5. Bapak Ahmadin, M.Si. dan Dr. Herry Suprajitno, M.Si. sebagai dosen penguji I dan penguji II yang telah memberikan banyak masukan kepada penulis demi semakin baiknya skripsi ini.

6. Seluruh dosen Universitas Airlangga yang telah menyampaikan banyak ilmu kepada penulis.
7. Bapak dan Ibu tercinta, yakni Khoir dan Riapik serta adik tersayang Anggi Puspasari Pramudita yang menjadi sumber motivasi dan yang telah memberikan kasih sayang, doa, tenaga, dan perhatian kepada penulis.
8. Mbak Nur Siti Muninggar teman satu angkatan yang telah berbaik hati membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Ratna, Ria, Mbak.Lina, Mbak.Kun, Mimin, Patria dan teman-teman matematika angkatan 2011 lainnya yang telah memberikan banyak pengalaman berdiskusi.
10. Teman-teman bidikmisi sepejuangan yang tergabung dalam kos Azzahra, Ina, Ni'mah, Silvi, Nurul, Ilma, Ulva.
11. Mas Agus hari mukti yang telah banyak memberikan semangat dan dukungan kepada penulis agar cepat lulus, serta memberikan perhatian, nasihat, kasih sayang dan kesabarannya selama ini.
12. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran sangat diharapkan untuk penulisan selanjutnya. Besar harapan penulis, bahwa skripsi ini akan memberikan manfaat bagi pembaca. Amin.

Surabaya, Februari 2015

Penulis

Renita wulan Sari

Renita Wulan Sari, 2015, **Analisis Model Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue dengan Pendekatan Model Host-Vektor dan Model SIR**. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Fatmawati, M.Si dan Dr. Windarto, M.Si, Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah salah satu penyakit menular yang banyak terjadi di daerah tropis dan subtropis. Penyakit ini disebabkan oleh virus dengue yang ditransmisikan ke manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* betina. Dibandingkan dengan penyakit lain dan dampak yang ditimbulkan, DBD memberikan beban yang sangat besar pada populasi manusia, sistem kesehatan dan ekonomi pada kebanyakan negara tropis di dunia. Penelitian mengenai penyakit DBD telah banyak dilakukan dalam berbagai bidang keilmuan, termasuk bidang matematika yaitu dengan menggunakan model matematika. Dengan model matematika dinamika penyebaran penyakit DBD dapat diketahui dan dapat digunakan untuk memprediksi penyebarannya.

Skripsi ini membahas model matematika penyebaran penyakit DBD dengan dua pendekatan, yaitu dengan pendekatan model SIR dan pendekatan model host-vektor. Melalui pendekatan model SIR dilakukan estimasi parameter model. Estimasi parameter dilakukan berdasarkan data kumulatif kasus DBD perbulan di Jawa Timur dengan menggunakan algoritma genetika. Hasil estimasi parameter menunjukkan bahwa terjadi endemik penyakit DBD di Jawa Timur. Hal ini terlihat dari semakin meningkatnya populasi manusia yang terinfeksi DBD seiring bertambahnya waktu. Dari model host-vektor dilakukan analisis titik setimbang model penyebaran penyakit DBD, dan diperoleh dua titik setimbang yaitu titik setimbang non endemik dan titik setimbang endemik. Selain itu diperoleh besaran reproduksi dasar penyebaran DBD R_0 yang mempengaruhi eksistensi dan kestabilan titik setimbang model. Dari hasil simulasi numerik pada model host-vektor dengan menggunakan nilai parameter hasil estimasi parameter pada model SIR, diketahui bahwa terjadi endemik DBD. Hal ini diketahui dari hasil simulasi yang menunjukkan bahwa populasi manusia terinfeksi semakin meningkat, kemudian konstan pada nilai tertentu dalam waktu tak terbatas.

Kata Kunci : Model matematika, Demam Berdarah Dengue, kestabilan, algoritma genetika.

Renita Wulan Sari, 2015, **Analysis of the spread of dengue disease models with vektor-host models and SIR models approaces** . This final project is under advised by Dr.Fatmawati, M.Si and Dr.Windarto, M.Si, Mathematics Departement, Science and Technology Faculty, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is one of the infectious diseases which are prevalent in tropical and subtropical regions. The disease is caused by dengue virus that transmitted to humans by the bite of female *Aedes aegypti* mosquito. Compared with other diseases and impacts, dengue gift enormous burden on the human population, health, and economic systems in most tropical countries in the world. Research on dengue disease has been widely applied in many scientific fields, including mathematics by using a mathematical model. With a mathematical model, the dynamics of the spread of dengue disease is known and can be used to predict the spread.

This final project discusses mathematical model of the spread of dengue disease with two approaches, that are the SIR model and host - vector models approach. Through the SIR model approach were estimated the unknown parameters of the model. Parameter estimation is done based on the cumulative data of dengue cases per month in East Java by using a genetic algorithm. Parameter estimation results indicate that there is endemic dengue disease in East Java. This is evident from the increasing human population infected with dengue exponentiall. Base on the host - vector model we find two equilibrium, ie non-endemic equilibrium and the endemic equilibrium. Moreover, we obtaine the basic reproduction number R_0 that determine the the existence and the stability of equilibrium of the model. From the results of numerical simulation on the host - vector models using parameter estimation in the SIR models, we know that there is endemic dengue. It is known from the simulation results show that the human population infected is increasing, then constant at a certain value indefinitely.

Key Word : Mathematical Models, Dengue Hemorrhagic Fever, stability, genetic algorithm.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| LEMBAR JUDUL | i |
| LEMBAR PERNYATAAN | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iii |
| LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| 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 Demam Berdarah Dengue (DBD) | 6 |
| 2.1.1 Penyebab Penyakit DBD | 6 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.1.2 | Vektor Perantara Penularan DBD | 7 |
| 2.1.3 | Cara Penularan DBD | 8 |
| 2.1.4 | Gejala DBD | 8 |
| 2.2 | Sistem Autonomus | 9 |
| 2.3 | Kestabilan Sistem Linier | 10 |
| 2.4 | Kriteria Routh-Hurwitz | 13 |
| 2.5 | Optimasi | 16 |
| 2.6 | Algoritma Genetika | 16 |
| 2.7 | Metode Runge-Kutta | 20 |
| BAB III | METODE PENELITIAN | 22 |
| BAB IV | PEMBAHASAN..... | 27 |
| 4.1 | Estimasi parameter model penyebaran penyakit DBD dengan pendekatan model SIR | 27 |
| 4.1.1 | Model penyebaran DBD tipe SIR | 28 |
| 4.1.2 | Data..... | 29 |
| 4.1.3 | Hasil | 29 |
| 4.2 | Analisis model penyebaran penyakit DBD dengan pendekatan model host-vektor | 33 |
| 4.2.1 | Titik Setimbang model | 39 |
| 4.2.2 | Analisis Kestabilan Asimtotis Lokal Titik Setimbang..... | 42 |
| 4.2.3 | Simulasi numerik | 50 |

| | | |
|----------------|------------------|----|
| BAB V | PENUTUP | 53 |
| 5.1 | Kesimpulan | 53 |
| 5.2 | Saran | 54 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 55 |
| LAMPIRAN | | |



DAFTAR TABEL

| Tabel. | Judul | Halaman |
|--------|---|---------|
| 4.1 | Hasil simulasi tiga kali percobaan dengan n_{pop} dan P_c berbeda | 30 |
| 4.2 | Hasil simulasi tiga kali percobaan dengan n_{pop} dan P_m berbeda | 31 |
| 4.3 | Notasi dan diskripsi parameter model | 36 |
| 4.4 | Nilai Parameter Model Penyebaran Penyakit DBD | 48 |
| 4.5 | Nilai awal variabel N, I, R, V, V_I | 48 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar. | Judul | Halaman |
|---------|---|---------|
| 4.1 | Perbandingan populasi kumulatif manusia <i>Infectious</i> dan <i>Recovery</i> data riil dengan data perhitungan Runge Kutta | 31 |
| 4.2 | Prediksi kasus DBD 50 bulan yang akan datang | 32 |
| 4.3 | Diagram transmisi penyebaran penyakit DBD | 37 |
| 4.4 | Grafik bidang fase pada titik setimbang endemik E^* | 49 |
| 4.5 | Grafik dinamika populasi manusia terinfeksi DBD dan manusia sembuh | 51 |

DAFTAR LAMPIRAN

| No. | Judul Lampiran |
|-----|---|
| 1. | Diagram Alir Estimasi Parameter Menggunakan Algoritma Genetika |
| 2. | Data Kumulatif Kasus DBD bulan Maret 2012 – Februari 2013 |
| 3. | Prosedur Estimasi Parameter Menggunakan Algoritma Genetika |
| 4. | Penyelesaian Manual Estimasi Parameter Menggunakan Algoritma Genetika. |
| 5. | Kode Program Penyelesaian Estimasi Parameter Menggunakan Algoritma Genetika |
| 6. | Kode Program Untuk Simulasi Prediksi Penyebaran DBD |
| 7. | Perhitungan Titik Setimbang Endemik E^* |
| 8. | Perhitungan Analisis Kestabilan Titik Setimbang Non Endemik E_0 |
| 9. | Perhitungan Analisis Kestabilan Titik Setimbang Endemik E^* |
| 10. | Kode Program Simulasi Numerik model Host-Vektor |