

**Efektifitas Metode Runge-Kutta Fehlberg
Order Lima Dalam Menganalisis Dosis
Kemoterapi Kanker**

Skripsi

Oleh:

DWI NILA INDRIANI

NIM: 070210101114

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2012



**Efektifitas Metode Runge-Kutta Fehlberg
Order Lima Dalam Menganalisis Dosis
Kemoterapi Kanker**

Skripsi

Diajukan sebagai tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat untuk
menyelesaikan Program Sarjana

Oleh:

DWI NILA INDRIANI

NIM: 070210101114

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2012

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tiada kata yang sanggup ku-ungkap, tiada pula kalimat yang ditulis dengan tinta seluas lautan sekalipun untuk bersyukur atas limpahan anugerah dan karunia-Mu. Engkaulah Sang Maha Pencipta segala apa yang ada, dari-Mu lah diri ini berasal dan kepada-Mu lah diri ini akan kembali. Semoga Ridho-Mu selalu terlimpah agar tetap berpegang teguh pada jalan-Mu. Dan semoga hati ini tetap selalu terbuka untuk menerima cahaya kebenaran-Mu. Maka tak lupa diri ini selalu mengungkap rasa syukur atas karunia orang-orang yang selalu berada disisi ku untuk menuju kepada-Mu.

1. Ibunda Siti Rochiyah, Ayahanda Moch. Nurullah, terimakasih dan segenap rasa hormat atas limpahan kasih sayang, pengorbanan, kesabaran, perhatian dan lantunan doa yang beliau berikan;
2. Kakakku Eka Andi Setiawan, terimakasih atas dukungan, doa dan kasih sayangnya;
3. Angga Nur Ardyansah terima kasih atas bantuan semangat, doa, dan perhatiannya;
4. keluarga besar Ibu, terimakasih atas doanya;
5. keluarga besar matematika reguler 2007 terima kasih atas kebersamaanya;
6. Ratna Dwi Wulandari, Ella, dan semua teman-teman yang telah setia bersama dan membantuku dari awal kuliah hingga akhir kelulusan;
7. Almamater UNEJ yang kubanggakan.

MOTTO

Tak Terhimpit Tatkala Sempit

(Ibnu Atha'illah)

بَسَطَكَ كَيْ لَا يُبَيِّتِكَ مَعَ الْقَبْضِ وَقَبَضَكَ كَيْ لَا يَتْرُكَكَ
مَعَ الْبَسْطِ وَأَخْرَجَكَ عَنْهُمَا كَيْ لَا تَكُونَ لِشَيْءٍ دُونَهُ.

"Allah melapangkan keadaanmu agar engkau tidak tetap dalam kesempitan, dan Allah menyempitkan keadaanmu agar engkau tidak terus dalam kelapangan, dan Dia melepaskanmu dari keduanya agar engkau terbebas dari sesuatu selain-Nya"

(Al-Hikam: 80)

"Kemenangan Sejati adalah Kemenangan yang Berorientasi pada Masa Depan"

(Dwi Nila Indriani)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dwi Nila Indriani

NIM : 070210101114

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul **”EFEKTIFITAS METODE RUNGE KUTTA FEHLBERG ORDER LIMA DALAM MENGANALISIS DOSIS KEMOTERAPI KANKER”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta 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 sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 17 Januari 2012

Yang menyatakan,

Dwi Nila Indriani
NIM 070210101114

SKRIPSI

**EFEKTIFITAS METODE RUNGE KUTTA FEHLBERG
ORDER LIMA DALAM MENGANALISIS DOSIS
KEMOTERAPI KANKER**

Oleh :

Dwi Nila Indriani
NIM 070210101114

Pembimbing

Dosen Pembimbing I : Drs. Dafik M. Sc., Ph. D

Dosen Pembimbing II : Susi Setiawani S. Si., M. Sc

HALAMAN PENGAJUAN
EFEKTIFITAS METODE RUNGE KUTTA FEHLBERG
ORDER LIMA DALAM MENGANALISIS DOSIS
KEMOTERAPI KANKER

SKRIPSI

Diajukan untuk dipertahankan di depan Tim Penguji sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dengan Program Studi Pendidikan Matematika pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Oleh :

Nama : Dwi Nila Indriani
NIM : 070210101114
Tempat dan Tanggal Lahir : Jember, 1 Mei 1989
Jurusan/Program : Pendidikan MIPA / P. Matematika

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Dafik M.,Sc. P. hD
NIP. 19680802 199303 1 004

Susi Setiawani S. Si.,M. Sc
NIP. 19700307 199512 2 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan di depan tim penguji pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 11 Januari 2012

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua

Sekretaris

Drs. Slamim M. Comp., Sc., Ph. D
NIP. 19670420 199201 1 001

Susi Setiawani, S. Si, M.Sc
NIP. 19700307 199512 2 001

Anggota I

Anggota II

Drs. Dafik, M. Sc., Ph. D
NIP. 19680802 199303 1 004

Arika Indah Kristiana S. Si., M. Pd
NIP. 19760502 200604 2 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

Drs. H. Imam Muchtar, S. H., M. Hum
NIP. 19540712 198003 1 005

RINGKASAN

EFEKTIFITAS METODE RUNGE KUTTA FEHLBERG ORDER LIMA DALAM MENGANALISIS DOSIS KEMOTERAPI KANKER; Dwi Nila Indriani; 070210101114; 2007; 107 halaman; Program Studi Pendidikan Matematika; Jurusan Pendidikan MIPA; FKIP; Universitas Jember

Konstruksi model matematis dari suatu fenomena dalam bidang matematika merupakan hal yang sangat penting. Salah satunya dapat diterapkan dalam proses kemoterapi kanker. Sebagai salah satu penyakit yang mematikan, pengobatan kemoterapi kanker perlu dioptimalkan untuk mencegah proliferasi sel yang tidak terkendali. Namun proses kemoterapi yang tidak tepat, dapat berakibat fatal bagi pasien penyakit kanker. Sehingga interval waktu dan dosis yang tepat dalam kemoterapi sangat efektif untuk mengurangi ukuran kanker. Permasalahan kemoterapi kanker dimodelkan sebagai permasalahan untuk penentuan dosis obat optimum. Permasalahan tersebut selanjutnya ditransformasikan menjadi permasalahan pemrograman nonlinier, yang selanjutnya diselesaikan dengan software MATLAB.

Penulis menggunakan software MATLAB (*Matrix Laboratory*) sebagai software aplikasi untuk membantu penelitian sebab MATLAB merupakan program yang tepat dalam mencari solusi iteratif suatu PDB. Hasil programming dari metode Runge-Kutta Fehlberg order lima berupa data dan grafik perkiraan jumlah populasi sel kanker dan sel effektor imun berdasarkan model kemoterapi kanker. Format programming dijalankan terhadap kasus kemoterapi kanker terhadap kanker payudara sebab merupakan salah satu kasus yang sering muncul dalam masyarakat. Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa penggunaan dosis obat dalam suatu periode pengobatan kemoterapi kanker akan dikurangi dosisnya seiring dengan berkurangnya ukuran populasi sel kanker dan meningkatnya populasi sel kekebalan tubuh. Setelah populasi ukuran tumor dalam tubuh mencapai titik keseimbangan nol, dan reaksi dari proses pengobatan kemoterapi berhenti, maka fungsi pertahanan dan kekebalan tubuh akan digantikan oleh sel limposit sebagai salah satu sistem kekebalan tubuh.

Perbedaan mendasar antara Runge-Kutta Fehlberg order lima dengan metode Runge-Kutta order lima adalah dalam penentuan koefisien formula untuk $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6$ serta penentuan error control yang digunakan yaitu dengan $error = RKF4 - RKF5$. Konvergensi metode Runge-Kutta Fehlberg order lima dan metode Runge-Kutta order lima dapat dikatakan baik karena error (kesalahan) yang dihasilkan semakin menurun untuk setiap iterasi. Untuk nilai toleransi 10^{-2} dan 10^{-4} menunjukkan metode Runge-Kutta Fehlberg order lima lebih efektif dibandingkan dengan metode Runge-Kutta order lima. Hal ini ditunjukkan dengan jumlah iterasi, dan waktu dari pemrograman Runge Kutta Fehlberg Order Lima lebih sedikit dari pada Runge Kutta Order Lima. Dari hasil simulasi secara numerik dengan menggunakan MATLAB diperoleh nilai numerik dari dosis obat sebesar 78,659123 dan interval waktu pemberian dosis optimal akan diterapkan pada awal periode pengobatan kemoterapi yaitu pada saat $t < 20$ hari dan konsentrasi obat akan sangat minimum bahkan selesai diberikan pada akhir periode pengobatan yaitu pada saat $t < 80$ hari yaitu mendekati titik keseimbangan kanker nol. Ini merupakan dosis optimal yang dicapai dalam menekan ukuran populasi sel kanker seminimal mungkin. Proses ini menunjukkan bahwa penggunaan dosis obat dalam suatu periode pengobatan kemoterapi kanker akan dikurangi dosisnya seiring dengan berkurangnya ukuran populasi sel kanker dan meningkatnya populasi sel kekebalan tubuh. Setelah populasi ukuran kanker dalam tubuh mencapai titik keseimbangan nol, dan reaksi dari proses pengobatan kemoterapi berhenti, maka fungsi pertahanan dan kekebalan tubuh akan digantikan oleh sel limposit sebagai salah satu sistem kekebalan tubuh.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulisan skripsi yang berjudul:

”Efektifitas Metode Runge-Kutta Fehlberg Order Lima Dalam Menganalisis Dosis Kemoterapi Kanker ” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini di susun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Jurusan Pendidikan MIPA Program Studi Pendidikan Matematika pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dan bimbingannya dalam penulisan skripsi ini terutama kepada yang terhormat :

1. Rektor Universitas Jember;
2. Dekan FKIP Universitas Jember;
3. Ketua Jurusan P. MIPA FKIP Universitas Jember;
4. Ketua Program Studi P. Matematika FKIP Universitas Jember;
5. Dosen Pembimbing I dan II;
6. Semua pihak yang telah membantu sehingga terselesainya skripsi ini.

Semoga bantuan, bimbingan dan dorongan beliau dicatat sebagai amal baik oleh Allah SWT dan mendapat balasan yang setimpal dari-Nya. Akhirnya semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jember, 17 Januari 2012

Dwi Nila Indriani

Daftar Isi

Persembahan	ii
Motto	iii
Pernyataan	iv
Halaman Pengajuan	vi
Halaman Pengesahan	vii
Ringkasan	viii
Kata Pengantar	x
Daftar Isi	xiv
Daftar Tabel	xv
Daftar Gambar	xvii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1

DAFTAR ISI

1.2	Batasan Masalah	2
1.3	Rumusan Masalah	3
1.4	Tujuan Penelitian	3
1.5	Manfaat Penelitian	4

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Pengertian Kanker	5
2.2	Kemoterapi Kanker	8
2.2.1	Pengertian Kemoterapi	8
2.2.2	Cara Kemoterapi	9
2.2.3	Akibat Kemoterapi	10
2.2.4	Manfaat Kemoterapi	11
2.3	Model Matematika untuk Kemoterapi Kanker	12
2.4	Teori Persamaan Diferensial Biasa	15
2.4.1	Sistem Persamaan Diferensial Biasa	16
2.5	Konsep Dasar Metode Numerik	19
2.6	Metode Runge - Kutta	23
2.6.1	Konsep Konvergensi Metode Runge-Kutta	26
2.6.2	Metode Runge-Kutta Order Lima	27
2.6.3	Metode Runge-Kutta Fehlberg Order Empat	28
2.7	Aturan Matematika yang Digunakan dalam Perumusan	30
2.8	Jumlah Iterasi, Flops dan Kecepatan CPU Komputer	30
2.9	Kriteria Penghentian Iterasi	32

DAFTAR ISI

xiii

2.10 Algoritma dan Pemrograman dalam Bahasa MATLAB 33

2.10.1 Algoritma 33

2.10.2 MATLAB Programming 34

3 METODE PENELITIAN 36

3.1 Desain Penelitian 36

3.2 Definisi Operasional 37

3.3 Tempat Penelitian 37

3.4 Metode Pengumpulan Data 38

3.5 Analisis data 39

4 HASIL DAN PEMBAHASAN 41

4.1 Penurunan Rumus Metode Runge-Kutta Fehlberg Order Lima
Secara Teoritis 41

4.2 Konvergensi Metode Runge-Kutta Fehlberg Order Lima 50

4.3 Format **Programming** 53

4.3.1 Tahap Pemodelan 53

4.3.2 Tahap Formulasi Numerik 53

4.3.3 Tahap Algoritma 61

4.3.4 Format **Programming** Metode Runge-Kutta Fehlberg
Order Lima Untuk Menyelesaikan Model Kemoterapi
Kanker 62

4.4 Efektifitas Metode Runge-Kutta Fehlberg Order Lima 70

4.4.1 Simulasi Pemodelan 70

DAFTAR ISI

xiv

4.4.2 [Tahap Operasional] Hasil Komputasi Metode Runge-Kutta Fehlberg order lima 72

4.4.3 [Tahap Analisis] Analisis Efektifitas Metode Runge-Kutta Fehlberg Order Lima 78

5 KESIMPULAN DAN SARAN 85

5.1 Kesimpulan 85

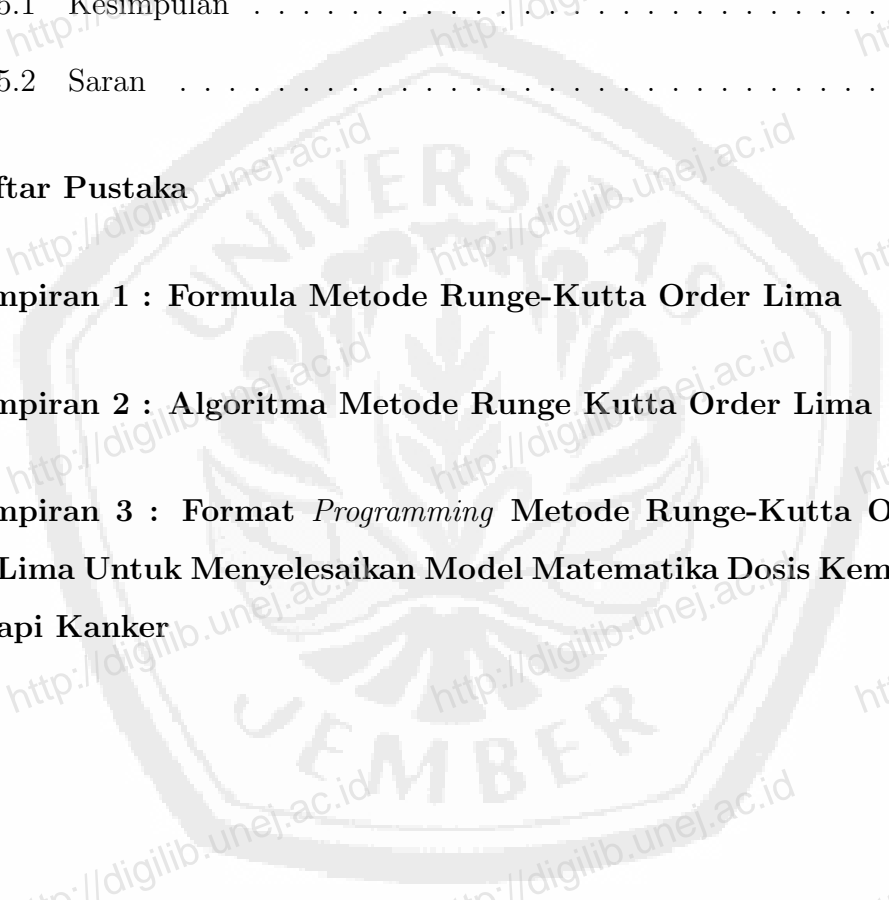
5.2 Saran 85

Daftar Pustaka 86

Lampiran 1 : Formula Metode Runge-Kutta Order Lima 89

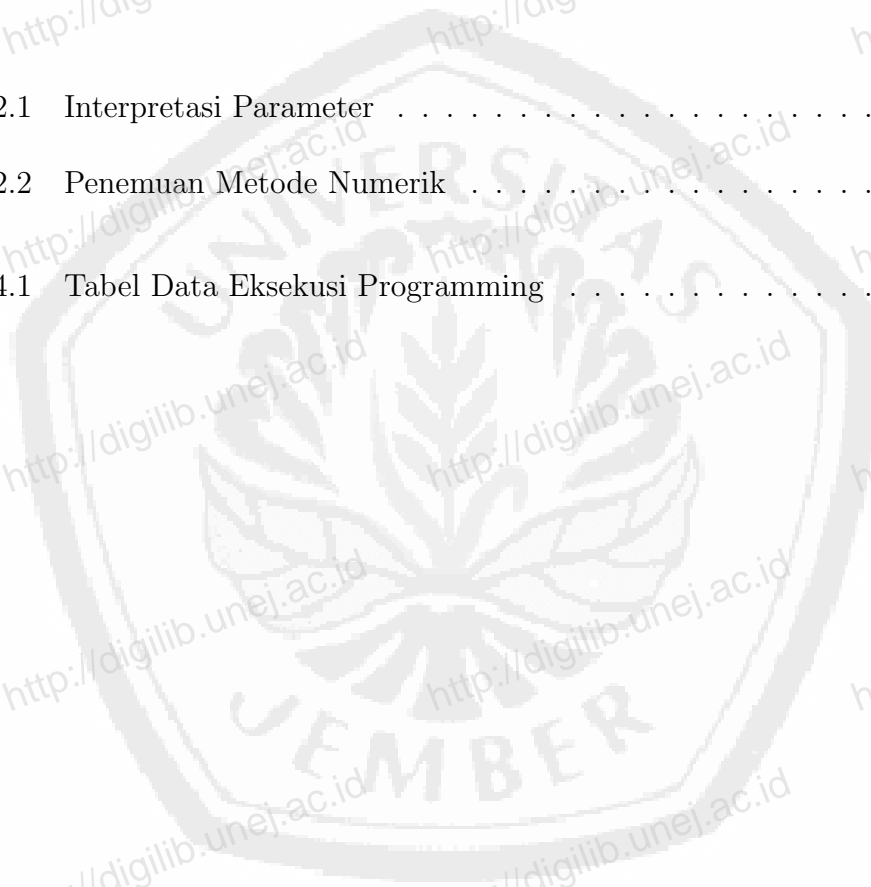
Lampiran 2 : Algoritma Metode Runge Kutta Order Lima 101

Lampiran 3 : Format *Programming* Metode Runge-Kutta Order Lima Untuk Menyelesaikan Model Matematika Dosis Kemoterapi Kanker 102



Daftar Tabel

2.1	Interpretasi Parameter	14
2.2	Penemuan Metode Numerik	26
4.1	Tabel Data Eksekusi Programming	78



Daftar Gambar

2.1	sel kanker (www.energiintiruh.com)	6
2.2	Penyerangan sel kanker (www.sehatherba.com)	6
2.3	Penyebaran sel kanker (www.rumahkayu.blogdetik.com)	7
2.4	Genetika kanker (www.sehatherba.com)	7
2.5	Diagram Aproksimasi	22
2.6	Lembar kerja Program MATLAB	35
4.1	Gambar Sel Kanker Payudara	71
4.2	Grafik Populasi Sel Kanker dengan Toleransi 10^{-2}	73
4.3	Grafik Populasi Sel Kanker dengan Toleransi 10^{-4}	73
4.4	Grafik Populasi Effektor Immun dengan Toleransi 10^{-2}	74
4.5	Grafik Populasi Effektor Immun dengan Toleransi 10^{-4}	74
4.6	Grafik Populasi Sirkulasi Limfosit dengan Toleransi 10^{-2}	75
4.7	Grafik Populasi Sirkulasi Limfosit dengan Toleransi 10^{-4}	75
4.8	Grafik Konsentrasi Kemoterapi Obat dengan Toleransi 10^{-2}	76
4.9	Grafik Konsentrasi Kemoterapi Obat dengan Toleransi 10^{-4}	76

DAFTAR GAMBAR

4.10 Grafik Konvergensi Metode Runge-Kutta Order Lima dengan Toleransi 10^{-2}	80
4.11 Grafik Konvergensi Metode Runge-Kutta Fehlberg Order Lima dengan Toleransi 10^{-2}	80
4.12 Grafik Konvergensi Metode Runge-Kutta Order Lima dengan Toleransi 10^{-4}	81
4.13 Grafik Konvergensi Metode Runge-Kutta Fehlberg Order Lima dengan Toleransi 10^{-4}	81
4.14 Grafik Konvergensi Metode Runge-Kutta Order Lima dengan Iterasi $ke - 500$	83
4.15 Grafik Konvergensi Metode Runge-Kutta Fehlberg Order Lima dengan Iterasi $ke - 500$	83

