



**EFEKTIFITAS METODE RUNGE-KUTTA ORDER LIMA
UNTUK MENYELESAIKAN MODEL PENYEBARAN VIRUS
AVIAN INFLUENZA (FLU BURUNG)**

SKRIPSI

Oleh

Ayu Yustica

NIM 060210101057

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

2010



**EFEKTIFITAS METODE RUNGE-KUTTA ORDER LIMA
UNTUK MENYELESAIKAN MODEL PENYEBARAN
VIRUS AVIAN INFLUENZA (FLU BURUNG)**

SKRIPSI

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

Oleh

Ayu Yustica

NIM 060210101057

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

2010

PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah, Tuhan yang Maha pengasih lagi Maha Penyayang, serta sholawat dan salam semoga terlimpah kepada makhluk-Mu yang paling mulia, Nabi Muhammad S.A.W. Dengan penuh rasa syukur saya persembahkan skripsi ini kepada:

- 1. Mama terbaik seluruh dunia, Sri Astuti Murniati, yang memberikan doa dan suport tak terhingga padaku, tanpa dirimu aku bukanlah apa-apa, terimakasih telah menjadi pendengar yang baik atas segala keluh kesahku;*
- 2. Ayah tercinta, Buchori SH.,M.Si, yang memberikan dukungan dan pengorbanan kepada anak-anaknya;*
- 3. Adik-adikku, Elok Prastica dan Brilian Harun Dzaky yang selalu memberikan senyum dan keceriaan;*
- 4. Bapak Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D dan Ibu Susi Setiawani S.Si., M.Sc. selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan dukungan selama penyelesaian skripsi;*
- 5. Seluruh guru dan dosenku sampai saat ini, terimakasih atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan;*
- 6. Teman-teman MATHRIX'z (Mathematics Regular Zero Six) yang selalu memberi dukungan, dan teman-teman baikku, Nila Rahayu, Siti 'Shiro' Rohmawati, Randi 'Ranpo' yang selalu memberikan semangat serta teman seperjuanganku, Mas Arif, yang banyak memberikan masukan akan kemajuan skripsiku;*
- 7. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.*

MOTTO

"Genius is 1% inspiration and 99% perspiration. Nothing can replace hard work. Luck is something that happens when opportunity meets with preparedness. "

(Thomas A. Edison)

"Today you are the same people with you in the next five years, except for two things: the people around you and the books you read. "

(Charles Jones)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ayu Yustica

NIM : 060210101057

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: Efektifitas Metode Runge-Kutta Order Lima Untuk Menyelesaikan Model Penyebaran Virus Avian Influenza (Flu Burung) adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum diajukan pada instansi 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 sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Oktober 2010

Yang menyatakan,

Ayu Yustica

NIM. 060210101057

SKRIPSI

EFEKTIFITAS METODE RUNGE-KUTTA ORDER LIMA UNTUK MENYELESAIKAN MODEL PENYEBARAN VIRUS AVIAN INFLUENZA (FLU BURUNG)

Oleh
Ayu Yustica
NIM 060210101057

Dosen Pembimbing I : Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D
Dosen Pembimbing II : Susi Setiawani S.Si., M.Sc

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Efektifitas metode Runge-Kutta order lima untuk menyelesaikan model penyebaran virus Avian Influenza (Flu Burung)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan pada:

hari : Sabtu

tanggal : 23 Oktober 2010

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Slamın, 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

Drs. Antonius C.P., M.App.Sc

NIP. 19690928 199302 1 001

Mengesahkan

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 order lima untuk menyelesaikan model penyebaran virus Avian Influenza (Flu Burung); Ayu Yustica, 060210101057; 2010: 64 halaman; Program Studi Pendidikan Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Kasus Avian Influenza (flu burung) merupakan salah satu kasus yang menjadi wabah internasional dan sudah dikategorikan sebagai Kejadian Luar Biasa (KLB) oleh World Health Organization (WHO). Model penyebaran virus Avian Influenza merupakan sistem Persamaan Diferensial Biasa (PDB) orde satu yang telah dipublikasikan dalam Jurnal Internasional Medwell oleh Okusun dari Federal University of Technology. Dalam penelitian ini, penulis melakukan analisis tingkat efektifitas dari suatu metode numerik yaitu metode Runge-Kutta order lima dibandingkan dengan metode Runge-Kutta order empat dan metode Runge-Kutta order lima dengan formulasi yang berbeda terhadap penyelesaian sistem PDB orde satu tersebut. Software aplikasi yang digunakan untuk membantu penelitian adalah MATLAB (*Matrix Laboratory*). Teorema yang dihasilkan dari penelitian ini adalah:

Teorema 4.1.1 Untuk nilai ukuran langkah sepanjang h maka formula metode Runge-Kutta order lima adalah $y_{n+1} = y_n + h \frac{(k_1 + 4k_4 + k_5)}{6}$ dengan,

$$\begin{aligned}k_1 &= f(x_n, y_n) \\k_2 &= f\left(x_n + \frac{h}{3}, y_n + \frac{1}{3}hk_1\right) \\k_3 &= f\left(x_n + \frac{h}{3}, y_n + h\left(\frac{1}{6}k_1 + k_2\frac{1}{6}\right)\right) \\k_4 &= f\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + h\left(\frac{1}{8}k_1 + \frac{3}{8}k_3\right)\right) \\k_5 &= f\left(x_n + h, y_n + h\left(\frac{1}{2}k_1 - \frac{3}{2}k_3 + 2k_4\right)\right)\end{aligned}$$

Teorema 4.2.1 Metode Runge-Kutta order lima adalah metode yang konvergen karena telah memenuhi sifat $\|e_n\| \leq \frac{h^5 M_6}{720L} (e^{(x_n - x_0)\hat{L}} - 1)$, dimana \hat{L} adalah konstanta Lipschitz.

Hasil *programming* dari metode Runge-Kutta order lima berupa data dan grafik perkiraan jumlah populasi manusia dan unggas berdasarkan model penyebaran virus Avian Influenza. Format *programming* dijalankan terhadap data kasus penyebaran virus Avian Influenza di Kabupaten Jember, sebab Jember merupakan salah satu Kabupaten di Jawa Timur yang terkena dampak dari penyebaran virus Avian Influenza. Data yang didapatkan tersebut berupa data sekunder yang telah peneliti kaji. Hasil dari simulasi tersebut menunjukkan bahwa populasi manusia dan unggas yang terinfeksi mengalami dinamika sebelum akhirnya mencapai kondisi yang stabil. Sedangkan untuk populasi manusia dan unggas yang sehat cenderung mengalami kenaikan dan kemudian beranjak pula mencapai kestabilan.

Konvergensi metode Runge-Kutta order lima dan metode Runge-Kutta order empat 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 order lima lebih cepat mencapai konvergen dibandingkan dengan metode Runge-Kutta order empat dalam menyelesaikan model penyebaran virus Avian Influenza (flu burung). Dengan demikian, metode Runge-Kutta order lima lebih efektif dibandingkan dengan metode Runge-Kutta order empat. Namun, pengambilan tetapan yang berbeda pada formula metode Runge-Kutta order lima ternyata mempengaruhi jumlah iterasi yang dibutuhkan untuk mencapai derajat ketelitian. Dalam hal ini, peneliti menemukan formula numerik metode Runge-Kutta order lima yang ternyata tidak lebih efektif dibandingkan dengan metode Runge-Kutta order empat. Dengan demikian, pengambilan koefisien dan tetapan unik pada metode Runge-Kutta order lima sangat berpengaruh terhadap proses eksekusi.

PRAKATA

Syukur ke hadirat Allah SWT atas segala berkah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya atas bantuan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini, terutama kepada yang terhormat:

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Ketua Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
4. Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Dosen dan Karyawan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
6. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Semoga bantuan, bimbingan, dan dorongan beliau dicatat sebagai amal baik oleh Allah SWT dan mendapat balasan yang sesuai dari-Nya. Selain itu, penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat, amin yaa robbal alamin.

Jember, 23 Oktober 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1 1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
2 2.1 Avian Influenza (Flu Burung)	5
2.1.1 Pengertian Avian Influenza (Flu Burung)	5

DAFTAR ISI

xi

	2.1.2	Pengaruh Pada Manusia	6
	2.2	Teori Persamaan Diferensial Biasa	8
	2.2.1	Sistem Persamaan Diferensial Biasa	9
	2.3	Model Penyebaran Avian Influenza	11
	2.4	Konsep Dasar Metode Numerik	14
	2.5	Metode Runge - Kutta	18
	2.5.1	Konsep Konvergensi Metode Runge-Kutta	20
	2.5.2	Metode Runge-Kutta Order Empat	21
	2.5.3	Metode Runge-Kutta Order Lima	24
	2.6	Aturan Matematika yang Digunakan dalam Perumusan	25
	2.7	Jumlah Iterasi dan Flops	26
	2.8	Kriteria Penghentian Iterasi	27
	2.9	Algoritma Pemrograman	28
	2.10	MATLAB Programming	30
3	3.1	Desain Penelitian . METODE PENELITIAN	32
	3.2	Definisi Operasional	33
	3.3	Tempat Penelitian	34
	3.4	Metode Pengumpulan Data	34
	3.5	Analisis data	35
4	4.1	Penurunan Rumus Metode Runge-Kutta Order Lima Secara Teoritis	37
	4.2	Konvergensi Metode Runge-Kutta Order Lima	43
	4.3	Format <i>Programming</i>	46

4.3.1	Tahap Pemodelan	47
4.3.2	Tahap Formulasi Numerik	47
4.3.3	Tahap Algoritma	48
4.3.4	Format <i>Programming</i> Metode Runge-Kutta Order Lima Untuk Menyelesaikan Model Penyebaran Virus Avian In- fluenza (flu burung)	49
4.4	Efektifitas Metode Runge-Kutta Order Lima	52
4.4.1	Simulasi Pemodelan	53
4.4.2	[Tahap Operasional] Hasil Komputasi Metode Runge-Kutta order lima	54
4.4.3	[Tahap Analisis] Analisis Efektifitas Metode Runge-Kutta Order Lima	57
5	5.1 Kesimpulan . . . KESIMPULAN DAN SARAN	61
	5.2 Saran	62
	DAFTAR PUSTAKA	63
	LAMPIRAN	65

DAFTAR GAMBAR

1.1	Diagram Penyebaran Virus Avian Influenza (Sumber: www.flupandemicblog.com)	2
2.1	Peta Penyebaran Virus Avian Influenza(Sumber: www.flupandemicblog.com)	6
2.2	Data Kasus Avian Influenza (Sumber: www.flupandemicblog.com)	7
2.3	Bagan Pemodelan Avian Influenza (flu burung)	13
2.4	Diagram Aproksimasi	17
2.5	Tampilan Awal Program MATLAB	30
4.1	Peta Penyebaran Virus Avian Influenza di Jawa Timur (Sumber: www.antara-jatim.com)	53
4.2	Grafik Penerapan Runge-Kutta Order Lima dengan Toleransi 10^{-2}	56
4.3	Grafik Penerapan Runge-Kutta Order Lima dengan Toleransi 10^{-2}	57
4.4	Grafik Konvergensi Metode Runge-Kutta dengan Toleransi 10^{-2} .	60
4.5	Grafik Konvergensi Metode Runge-Kutta dengan Toleransi 10^{-4} .	60

DAFTAR TABEL

2.1	Interpretasi Parameter	14
4.1	Tabel Data Eksekusi Metode Runge-Kutta	58

DAFTAR LAMPIRAN

Matrik Penelitian	65
Formulir Pengajuan Judul dan Pembimbingan Skripsi.	66
Lembar Konsultasi Penyusunan Skripsi	67
Penurunan formula Metode Runge-Kutta Order Lima	69
Algoritma Metode Runge-Kutta Order Empat	77
Format Programming Metode Runge-Kutta Order Empat	78