



**EFEKTIVITAS
METODE ADAMS BASHFORTH-MOULTON ORDE DELAPAN
TERHADAP METODE RUNGE-KUTTA ORDE ENAM
PADA MODEL PENYEBARAN VIRUS
AVIAN INFLUENZA**

TESIS

Oleh

**Said Ripin Bukaryo
NIM 091820101015**

**PROGRAM PASCA SARJANA MAGISTER MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

2012



**EFEKTIVITAS
METODE ADAMS BASHFORTH-MOULTON ORDE DELAPAN
TERHADAP METODE RUNGE-KUTTA ORDE ENAM
PADA MODEL PENYEBARAN VIRUS
AVIAN INFLUENZA**

TESIS

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pasca Sarjana (S2) dan mencapai gelar Magister Sains

Oleh

**Said Ripin Bukaryo
NIM 091820101015**

**PROGRAM PASCA SARJANA MAGISTER MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah, Tuhan yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, sholawat dan salam semoga terlimpah curahkan kepada makhluk ciptaanmu-Mu yang paling mulia, baginda Rosul, Nabi Muhammad S.W.A. Kupersembahkan Tesis ini untuk:

1. orang-orang yang kucintai dan kukasihi: Ibunda Ru'ina, ayahanda Askar, istriku Nanik Indayati, putraku Abiyyu Rifqi Bukaryo dan Rafi Ramadhana Bukaryo;
2. para guru dan dosen terhormat, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
3. keluarga besar SMAN 1 Asembagus Situbondo
4. seluruh teman sejawat para guru matematika;
5. seluruh murid-muridku yang kusayangi;
6. teman-temanku S2 seluruh angkatan 2009, para sahabat baikku Lukman, Bice, Nawal dan Nila yang merupakan sumber inspirasiku;
7. almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTO

”Bacalah dengan nama Tuhanmu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan Tuhanmulah Yang Maha Pemurah. Yang mengajar dengan Qalam. Dialah yang mengajar manusia segala yang belum diketahui”

(Q.S Al-'Alaq 1-5)

”Barang siapa menuntut ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga. Dan tidaklah berkumpul suatu kaum disalah satu dari rumah-rumah Allah, mereka membaca kitabullah dan saling mengajarkannya diantara mereka, kecuali akan turun kepada mereka ketenangan, diliputi dengan rahmah, dikelilingi oleh para malaikat, dan Allah akan menyebut-nyebut mereka kepada siapa saja yang ada disisi-Nya. Barang siapa memperlambat-lambat dalam amalannya, niscaya tidak akan bisa dipercepat oleh nasabnya”.

(H.R Muslim dalam Shahih-nya).

”Dua hal memenuhi pikiranku dengan keheranan dan ketakjuban yang semakin besar, semakin sering dan semakin kuat aku merengkuhnya: langit berbintang di atasku dan hukum moral di dalam diriku.”

(Immanuel Kant)

”Setiap pekerjaan dapat diselesaikan dengan mudah bila dikerjakan tanpa keengganan”

(Anonim)

”Manusia tak selamanya benar dan tak selamanya salah, kecuali ia yang selalu mengoreksi diri dan membenarkan kebenaran orang lain atas kekeliruan diri sendiri”.

(Anonim)

”Punggung pisau pun bila diasah akan menjadi tajam”

(Anonim)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : Said Ripin Bukaryo

NIM : 091820101015

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang berjudul "*Efektivitas Metode Adam Basforth-Moulton Orde Delapan Terhadap Metode Runge-Kutta Orde Enam Pada Model Penyebaran Virus Avian Influenza*" 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, 30 Januari 2012

Yang menyatakan,

Said Ripin Bukaryo

NIM 091820101015

TESIS

**EFEKTIVITAS
METODE ADAM BASFORTH-MOULTON ORDE DELAPAN
TERHADAP METODE RUNGE-KUTTA ORDE ENAM
PADA MODEL PENYEBARAN VIRUS
AVIAN INFLUENZA**

Oleh

Said Ripin Bukaryo
NIM 091820101015

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.
Dosen Pembimbing Anggota : Prof.Drs. Kusno, DEA, Ph.D

PENGESAHAN

Tesis berjudul "*Efektivitas Metode Adams Bashforth-Moulton Orde Delapan Terhadap Metode Runge-Kutta Orde Enam Pada Model Penyebaran Virus Avian Influenza*" telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

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

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

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Slamın, M.Comp.Sc., Ph.D
NIP. 196704201992011001

Kosala Dwidja Purnomo, SSi, MSi
NIP. 196908281998021001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

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

RINGKASAN

Efektivitas Metode Adams Bashforth-Moulton Orde Delapan Terhadap Metode Runge-Kutta Orde Enam Pada Model Penyebaran Virus Avian Influenza; Said Ripin Bukaryo, 091820101015; 2012: 68 halaman; Program Pasca Sarjana , Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Fenomena penyebaran virus Avian Influenza telah dimodelkan dalam bentuk persamaan diferensial biasa orde satu oleh Okosun (dalam Yustica, 2010). Model tersebut digunakan peneliti untuk dicari solusi numeriknya menggunakan metode Adams Bashforth-Moulton orde delapan dibandingkan metode Runge-Kutta orde enam sehingga diketahui efektivitas kedua metode tersebut berdasarkan jumlah iterasi, flops, error dan waktu yang dibutuhkan untuk konvergen. Software aplikasi yang dipakai membantu penelitian ini adalah MATLAB.

Penelitian ini dimaksudkan untuk: a) mengetahui formulasi metode Adams Bashforth-Moulton Orde Delapan, b) menguji konvergensi metode Adams Bashforth-Moulton Orde Delapan, c) mengevaluasi efektivitas metode Adams Bashforth-Moulton Orde Delapan terhadap metode Runge-Kutta Orde Enam dalam menyelesaikan model penyebaran virus Avian Influenza.

Tahapan kegiatan penelitian ini meliputi, pertama, menentukan formula metode Adams Bashforth-Moulton Orde Delapan dan metode Runge-Kutta Orde Enam untuk pemodelan penyebaran virus Avian Influenza. Kedua, uji konvergensi metode Adams Bashforth-Moulton Orde Delapan. Ketiga, mengambil model penyebaran virus Avian Influenza dan sampel data sebagai nilai awal. Keempat, menyusun program dan simulasi MATLAB untuk formulasi kedua metode tersebut.

Hasil penelitian disimpulkan sebagai berikut. Pertama, metode Adams Bashforth-Moulton Prediktor Korektor Orde Delapan diformulasikan seperti dalam *corollary* 4.1 dan *corollary* 4.2. Kedua, metode Adams Bahforth-Moulton Orde Delapan merupakan metode konvergen, dibuktikan *lemma* 4.1 dan *lemma* 4.2.

Berdasarkan grafik konvergensi hasil simulasi program terhadap formula metode Adams Bashforth-Moulton orde delapan pada model penyebaran virus Avian Influenza dengan input nilai awal banyaknya suspect unggas sebanyak 300 ekor, unggas terinfeksi sebanyak 165 ekor, suspect manusia sebanyak 60 orang, jumlah manusia terinfeksi sebanyak 7 orang, ditetapkan toleransi 10^{-3} dan 10^{-4} serta ukuran langkah 0,01; dihasilkan bahwa grafik metode Adams Bashforth-Moulton orde delapan menurun secara konvergen menuju nol sampai pada batas toleransi tersebut (grafik 4.7 dan grafik 4.9). Ketiga, berdasarkan data tersebut dengan nilai toleransi 10^{-4} , besar ukuran langkah dipilih 0,01 dan jumlah iterasi 10.000 metode Adams Bashforth-Moulton orde delapan lebih efektif daripada metode Runge-Kutta orde enam karena nilai *error* yang dihasilkan lebih kecil, yaitu sebesar $2,894390838719119 \times 10^{-4}$ untuk metode Adams Bashforth-Moulton orde delapan dan sebesar $3,164918183387044 \times 10^{-4}$ untuk metode Runge-Kutta orde enam. Dengan data yang sama, dipilih toleransi 10^{-3} dan 10^{-4} serta ukuran langkah 0,01 didapatkan metode Adams Bashforth-Moulton orde delapan jumlah iterasinya lebih efisien daripada metode Runge-Kutta orde enam (tabel 4.1 dan 4.2).

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "*Efektivitas Metode Adams Bashforth-Moulton Orde Delapan Terhadap Metode Runge-Kutta Orde Enam Pada Model Penyebaran Virus Avian Influenza*". Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata dua (S2) pada Program Pasca Sarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

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

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak meluangkan waktu hingga penulisan tesis ini selesai;
4. Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D, selaku Dekan F.MIPA dan Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Dosen dan Karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
6. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya tesis ini.

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

Jember, 30 Januari 2012

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
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Model Penyebaran Virus Avian Influenza	5
2.2 Konsep Dasar Persamaan Diferensial Biasa	6
2.3 Metode Runge - Kutta	9
2.4 Metode Adams Bashforth-Moulton	13
2.5 Aturan Matematika yang Digunakan dalam Perumusan	16
2.6 Iterasi dan Flops	17
2.7 Kriteria Penghentian Iterasi	18
2.8 Algoritma dan Pemrograman dalam Bahasa Matlab	19
2.8.1 Algoritma	19
2.8.2 Pemrograman dalam Bahasa MATLAB	21
3 METODOLOGI PENELITIAN	23

3.1	Rancangan Penelitian	23
3.2	Definisi Operasional	24
3.3	Tempat Penelitian	26
3.4	Metode Pengumpulan Data	26
3.5	Analisis data	27
4	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Metode Adams Bashforth-Moulton Orde Delapan	29
4.2	Uji Konvergensi Metode Adams Bashforth-Moulton Orde Delapan	37
4.2.1	Uji Konvergensi Metode Adams Bashforth Prediktor Orde Delapan	37
4.2.2	Uji Konvergensi Metode Adams Moulton Korektor Orde Delapan	42
4.3	Format <i>Programming</i>	47
4.3.1	Tahap Pemodelan	47
4.3.2	Tahap Formulasi Numerik	48
4.4	Pola Algoritma dan <i>Programming</i> Metode Adams Bashforth-Moulton Prediktor Korektor Orde Delapan	51
4.5	Efektivitas Metode Adams Bashforth-Moulton Prediktor Korektor Orde Delapan	52
4.5.1	Simulasi Pemodelan	52
4.5.2	Hasil Komputasi Metode Adams Bashforth-Moulton Prediktor Korektor Orde Delapan	53
4.5.3	Hasil Komputasi Metode Runge-Kutta Orde 6	56
4.5.4	Analisis Efektivitas Metode Adams Bashforth-Moulton Orde 8	58
5	KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	67
	DAFTAR PUSTAKA	69
	LAMPIRAN	71

Lampiran 1 : Formula Metode Runge-Kutta Order Enam	72
Lampiran 2 : Algoritma Metode Runge-Kutta Orde Enam	90
Lampiran 3 : Format <i>Programming</i> Metode Runge-Kutta Orde Enam Untuk Menyelesaikan Model Penyebaran Virus Avian Influenza	91
Lampiran 4 : Sampel Data Banyaknya Iterasi	97
Lampiran 5 : Format <i>Programming</i> Metode Adams Bashfort- Moulton Orde Delapan Untuk Menyelesaikan Model Penye- baran Virus Avian Influenza	98

DAFTAR GAMBAR

2.1	Tabel Koefisien Matrik Runge-Kutta	11
3.1	Rancangan Penelitian	25
4.1	Grafik Adams Bashforth-Moulton Orde 8 dengan toleransi 10^{-3}	54
4.2	Grafik Adams Bashforth-Moulton Orde 8 dengan toleransi 10^{-4}	55
4.3	Grafik Adams Bashforth-Moulton Orde 8 dengan toleransi 10^{-4} dan axis 500	55
4.4	Grafik hasil eksekusi programing Runge-Kutta Orde 6 dengan toleransi 10^{-3}	57
4.5	Grafik hasil eksekusi programing Runge-Kutta Orde 6 dengan toleransi 10^{-4}	57
4.6	Grafik hasil eksekusi programing Runge-Kutta Orde 6 dengan toleransi 10^{-4} dan axis 500	58
4.7	Grafik konvergensi metode Adams Bashforth-Moulton Orde 8 dengan toleransi 10^{-3}	59
4.8	Grafik konvergensi metode Runge-Kutta Orde 6 dengan toleransi 10^{-3}	60
4.9	Grafik konvergensi metode Adams Bashforth-Moulton Orde 8 dengan toleransi 10^{-4}	60
4.10	Grafik konvergensi metode Adams Bashforth-Moulton Orde 8 dengan toleransi 10^{-4} dan axis 100.000	61
4.11	Grafik konvergensi metode Runge-Kutta Orde 6 dengan toleransi 10^{-4}	61
4.12	Grafik konvergensi metode Runge-Kutta Orde 6 dengan toleransi 10^{-4} dan axis 100.000	62
4.13	Grafik konvergensi metode Runge-Kutta Orde 6 dengan toleransi 10^{-4} dan jumlah iterasi 10.000	65
4.14	Grafik konvergensi metode Adams Bashforth-Moulton Orde 8 dengan toleransi 10^{-4} dan jumlah iterasi 10.000	65
5.1	Sampel Banyaknya Iterasi	97

DAFTAR TABEL

2.1	Interpretasi Parameter	7
2.2	Tabel Hitung Runge-Kutta	10
4.1	Tabel data hasil eksekusi programing metode Adams Bashforth-Moulton orde delapan dan metode Runge-Kutta orde enam pada toleransi $\epsilon = 10^{-3}$	63
4.2	Tabel data hasil eksekusi programing metode Adams Bashforth-Moulton orde delapan dan metode Runge-Kutta orde enam pada toleransi $\epsilon = 10^{-4}$	63
4.3	Tabel data perbandingan <i>error</i> hasil eksekusi programing metode ADM 8 dan metode RK 6 pada toleransi $\epsilon = 10^{-4}$ dan iterasi 10.000	66