



**PENERAPAN ADAMS BASHFORTH-MOULTON
ORDE TUJUH DALAM MENGANALISIS
KETAHANAN TUBUH MANUSIA
TERHADAP HIV INFEKSI
GANDA**

SKRIPSI

Oleh
BICE NABILA CIRCA
NIM 080210101032

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**PENERAPAN ADAMS BASHFORTH-MOULTON
ORDE TUJUH DALAM MENGANALISIS
KETAHANAN TUBUH MANUSIA
TERHADAP HIV INFEKSI
GANDA**

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

Oleh
Bice Nabila Circa
NIM 080210101032

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah saya haturkan kehadiran Allah SWT, atas limpahan nikmat dan karunia-NYA, sehingga karya sederhana ini dapat terselesaikan. Dengan penuh rasa syukur saya persembahkan skripsi ini kepada:

- 1. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Moch. Ridwan dan Ibu Kusmiati. Terima kasih atas kasih sayang, doa, dan pengorbanan yang tiada tara selama ini, aku takkan bisa membalasnya.*
- 2. Kakak-kakakku "Amalia, Dasto, Pupit, Armalik, dan Dita", keponakanku "Wildan, Fice, Dinda, dan Tita" terima kasih atas motivasi, doa, dukungan, canda, tawa, dan senyuman yang selalu hadir di setiap langkahku.*
- 3. Teman terbaik dan terdekatku "Arie Purwanto" terima kasih atas pengorbanan, dukungan, kasih sayang, dan dukungannya selama ini.*
- 4. Sahabatku "Desi dan A'yun" terima kasih atas kebersamaan yang terjalin hingga kini.*
- 5. Kawan-kawanku Program Studi Pendidikan Matematika 2008 "Dian Mega, Muzna, Bentina, Nina, Devi, Galuh, Azim, Dewi, Lukman, Beni" dan semua temanku yang belum disebutkan baik Reguler maupun non Reguler.*
- 6. Guru-guruku mulai TK hingga bangku kuliah. Terima kasih atas bimbingan dan ilmu yang telah kalian berikan.*
- 7. Almamaterku yang kubanggakan.*

MOTO

Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh.

(Confusius)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Bice Nabila Circa

NIM : 08210101032

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "Penerapan Adams Bashforth-Moulton Orde Tujuh Dalam Menganalisis Ketahanan Tubuh Manusia Terhadap HIV Infeksi Ganda" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, 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, 21 Juli 2012

Yang menyatakan,

Bice Nabila Circa

NIM 080210101032

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Penerapan Adams Bashforth-Moulton Orde Tujuh dalam Menganalisis Ketahanan Tubuh Manusia Terhadap HIV Infeksi Ganda" telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Sabtu, 21 Juli 2012

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Suharto, M.Kes.
NIP 19540627 198303 1 002

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 K., S.Si., M.Pd
NIP NIP 197605 02 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

Penerapan Adams Bashforth-Moulton Orde Tujuh Dalam Menganalisis Ketahanan Tubuh Manusia Terhadap HIV Infeksi Ganda; Bice Nabila Circa, 080210101032; 2012: 116 halaman; Program Studi Pendidikan Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Pembimbing: (1) Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

(2) Susi Setiawani, S.Si, M.Sc.

Model matematika ketahanan tubuh manusia terhadap HIV infeksi ganda merupakan sistem persamaan diferensial biasa orde satu yang dikemukakan oleh Hyung Miao dkk. Peneliti menggunakan metode Adams Bashforth-Moulton orde tujuh untuk menyelesaikan sistem persamaan diferensial model tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh penurunan rumus metode Adams Bashforth-Moulton orde tujuh, uji konvergensi, pola algoritma dan *format programing* dalam bahasa MATLAB serta mengetahui efektivitas dan efisiensi Adams Bashforth-Moulton orde tujuh dalam menganalisis model matematika ketahanan tubuh manusia terhadap HIV infeksi ganda jika dibandingkan metode Runge-Kutta orde enam.

Keefektivitasan kedua metode tersebut akan dilihat dari error yang dihasilkan pada iterasi yang ditentukan. Semakin kecil error, semakin efektif suatu metode dan sebaliknya. Sedangkan untuk tingkat keefisienan akan dilihat dari banyaknya iterasi, Flops, dan waktu untuk mencapai toleransi yang ditentukan. Semakin sedikit iterasi dan flops serta semakin cepat suatu metode mencapai toleransi maka metode tersebut akan semakin efisien dan sebaliknya.

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh penurunan rumus Adams Bashforth-Moulton orde tujuh. Hasil uji konvergensi metode Adams Bashforth-Moulton orde tujuh menunjukkan hasil yang konvergen, selanjutnya metode tersebut digunakan untuk menganalisis model matematika ketahanan tubuh manusia terhadap HIV infeksi ganda. Pola algoritma metode tersebut dapat disusun, sehingga dapat digunakan untuk membuat *format programing*. *Format programing* yang telah

disusun dalam bahasa MATLAB kemudian dieksekusi untuk menganalisis model matematika ketahanan tubuh manusia terhadap HIV infeksi ganda. Penggunaan bahasa MATLAB dalam penelitian ini karena program MATLAB adalah sebuah program untuk analisis dan komputasi numerik serta dapat memudahkan peneliti untuk mengembangkan bahasa pemrograman. Hasil visualisasi grafik penerapan metode Adams Bashforth-Moulton orde tujuh tersebut menghasilkan grafik yang konvergen.

Keefektivitasan metode Adams Bashforth-Moulton orde tujuh dibandingkan dengan metode Runge-Kutta orde enam dalam menganalisis ketahanan tubuh manusia terhadap HIV infeksi ganda menunjukkan Adams Bashforth-Moulton orde tujuh lebih efektif yang dapat dilihat dari error yang dihasilkan pada iterasi 250, 4100, 10000, 25000 dan 50000. Namun pada iterasi 313 sampai 4099 metode Runge-Kutta orde enam lebih efektif. Sehingga disarankan dalam menggunakan metode Adams Bashforth-Moulton orde tujuh sebaiknya digunakan pada iterasi 4100 dst. Untuk tingkat keefisienan, banyaknya iterasi kedua metode adalah sama dalam mencapai toleransi 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} dan 10^{-4} . Sedangkan jika dilihat dari banyaknya Flops, dan waktu untuk mencapai toleransi metode Adams Bashforth-Moulton orde tujuh membutuhkan lebih sedikit flops dan lebih cepat dalam mencapai toleransi jika dibandingkan dengan metode Runge-Kutta orde enam. Sehingga dapat disimpulkan metode Adams Bashforth-Moulton orde tujuh lebih efisien dibandingkan dengan metode Runge-Kutta orde enam.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Penerapan Adams Bashforth-Moulton Orde Tujuh Dalam Menganalisis Ketahanan Tubuh Manusia Terhadap HIV Infeksi Ganda". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

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

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 Utama dan Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan 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.

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

Jember, Agustus 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN	i
HALAMAN MOTO	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
RINGKASAN	v
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR LAMBANG	xiii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Model Matematika Ketahanan Tubuh Manusia Terhadap HIV	6
2.2 Persamaan Diferensial Biasa (PDB)	8
2.2.1 Sistem Persamaan Diferensial Biasa	11
2.3 Konsep Dasar Metode Numerik	12
2.4 Hampiran dan Galat	14
2.5 Masalah Nilai Awal dalam Metode Numerik	18
2.6 Metode Multistep Linier	20
2.6.1 Metode Prediktor Korektor Adams Bashforth-Moulton	24
2.7 Jumlah Iterasi, Jumlah Flops dan Kecepatan CPU Komputer	25
2.8 Algoritma dan Pemrograman dalam bahasa MATLAB	26
2.8.1 Algoritma	26

2.8.2	Pemrograman dalam Bahasa MATLAB	28
3	METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1	Rancangan Penelitian	30
3.2	Tempat Penelitian	31
3.3	Definisi Operasional	31
3.4	Metode Pengumpulan Data	31
3.5	Analisis Data	32
4	HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1	Penurunan Rumus Metode Adams Bashforth-Moulton Orde Tujuh	35
4.1.1	Penurunan Rumus Metode Adams-Bashforth Orde Tujuh .	35
4.1.2	Penurunan Rumus Metode Adams-Moulton Korektor Orde Tujuh	39
4.2	Uji Konvergensi Metode Adams Bashforth-Moulton Orde Tujuh .	43
4.2.1	Uji Konvergensi Metode Adams-Bashforth Prediktor Orde Tujuh	43
4.2.2	Uji Konvergensi Metode Adams-Moulton Korektor Orde Tujuh	47
4.3	Pola Algoritma dan <i>Programing</i> Metode Adams Bashforth-Moulton Orde Tujuh	51
4.4	Efektivitas Metode Adams Bashforth-Moulton Orde Tujuh	58
4.4.1	Simulasi Program	58
4.4.2	Hasil Komputasi Efektivitas Metode Adams Bashforth-Moulton Orde Tujuh dan Metode Runge-Kutta Orde Enam	61
4.4.3	Analisis Efektivitas Metode Adams Bashforth-Moulton Orde Tujuh	72
4.4.4	Analisis Efisiensi Metode Adams Bashforth-Moulton Orde Tujuh	75
5	KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1	Kesimpulan	78
5.2	Saran	78
	DAFTAR PUSTAKA	80

DAFTAR GAMBAR

2.1	Diagram Aproksimasi	14
4.1	Grafik Konvergensi Adams Bashforth-Moulton Orde 7 dengan toleransi 10^{-4}	60
4.2	Grafik Konvergensi Runge-Kutta Orde 7 dengan toleransi 10^{-4}	61
4.3	Grafik eksekusi Adams Bashforth-Moulton Orde 7 dengan iterasi 250	62
4.4	Grafik eksekusi Runge-Kutta Orde 6 dengan iterasi 250	62
4.5	Grafik eksekusi Adams Bashforth-Moulton Orde 7 dengan iterasi 350	63
4.6	Grafik eksekusi Runge-Kutta Orde 6 dengan iterasi 350	64
4.7	Grafik eksekusi Adams Bashforth-Moulton Orde 7 dengan iterasi 450	65
4.8	Grafik eksekusi Runge-Kutta Orde 6 dengan iterasi 450	65
4.9	Grafik eksekusi Adams Bashforth-Moulton Orde 7 dengan iterasi 1000	66
4.10	Grafik eksekusi Runge-Kutta Orde 6 dengan iterasi 1000	67
4.11	Grafik eksekusi ABM Orde 7 dengan iterasi 10000	68
4.12	Grafik eksekusi Runge-Kutta Orde 6 dengan iterasi 10000	68
4.13	Grafik eksekusi Adams Bashforth-Moulton Orde 7 dengan iterasi 25000	69
4.14	Grafik eksekusi Runge-Kutta Orde 6 dengan iterasi 25000	70
4.15	Grafik eksekusi Adams Bashforth-Moulton Orde 7 dengan iterasi 50000	71
4.16	Grafik eksekusi Runge-Kutta Orde 6 dengan iterasi 50000	71
4.17	Grafik Error Adams Bashforth-Moulton Orde 7 dengan iterasi 50000	73
4.18	Grafik Error Runge-Kutta Orde 6 dengan toleransi iterasi 50000	73

DAFTAR TABEL

2.1	Deskripsi simbol pada sistem persamaan HIV	7
2.2	Parameter dan Deskripsinya	8
2.3	Fungsi masalah nilai awal dalam MATLAB	29
4.1	Tabel Hasil Eksekusi dengan Iterasi Ditentukan	74
4.2	Tabel Tingkat Efisiensi Metode ABM orde 7 dan metode RK orde 6	76
5.1	Tabel Iterasi dan Besarnya Error	110

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMBANG

ABM	=	ADAMS BASHFORTH – MOULTON
$f^{(n)}(x, y)$	=	Turunan ke $-n$ dari $f(x, y)$
$f_x (\equiv f_x(x, y))$	=	$\frac{\partial f(x, y)}{\partial x}$
	=	Turunan parsial $f(x, y)$ terhadap x
e_n	=	Kesalahan global
$y(x_n)$	=	Solusi analitik atau solusi eksak pada n
y_n	=	Solusi numeris atau solusi aproksimasi pada n
I_n	=	Kesalahan pemenggalan lokal
h	=	Ukuran langkah yang telah ditetapkan ($x - x_0$)
p	=	Order
k	=	Titik terpilih dalam tiap subselang
Tol	=	Toleransi
$ \varepsilon $	=	Galat relatif
e	=	Toleransi