



**ANALISIS SOLUSI NUMERIK MODEL GERAK PLANET  
DENGAN METODE RUNGE-KUTTA**

**SKRIPSI**

Oleh

**Moh. Ba'its Sulthon  
NIM 081810101058**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**



**ANALISIS SOLUSI NUMERIK MODEL GERAK PLANET  
DENGAN METODE RUNGE-KUTTA**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Moh. Ba'its Sulthon  
NIM 081810101058**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2013**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Umi Uus Rozalina dan Abah H. Sulthon Aziz tercinta yang telah mendoakan dan memberi kasih sayang serta pengorbanan untuk putra tercintanya;
2. adik-adikku Elok Aini Sulthon dan Ilma Kamila Sulthon yang telah mendoakan untuk kesuksesanku;
3. guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
4. almamater Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.



## MOTTO

“ Ia (Ilmu) menjadi bendera yang menunjukkan kepada jalan menuju tujuan, Ia (Ilmu) menjadi benteng yang menyelamatkan dari segala kesesatan.”<sup>\*)</sup>

“ Barang siapa mengharap putra (keturunan) nya menjadi orang alim, hendaklah ia memelihara, memuliakan dan mengharap ridho kepada para ahli ilmu (Guru) yang mengembara.”<sup>\*\*)</sup>



---

<sup>\*)</sup> Muhammad bin Hasan bin Abdillah  
<sup>\*\*)</sup> Syekh al-Imam Sadiduddin asy-Syairazi

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Moh. Ba'its Sulthon

NIM : 081810101058

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Analisis Solusi Numerik Model Gerak Planet dengan Metode Runge-Kutta” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan 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 sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

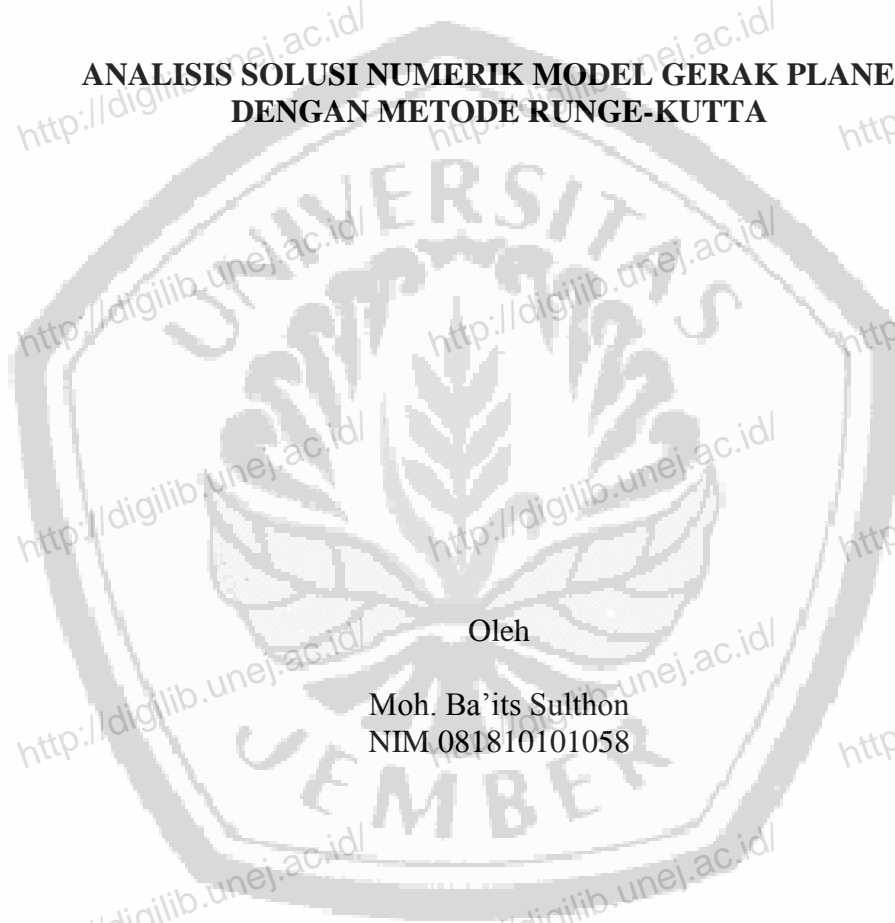
Jember, 23 Januari 2013

Yang menyatakan,

Moh. Ba'its Sulthon  
NIM 081810101058

**SKRIPSI**

**ANALISIS SOLUSI NUMERIK MODEL GERAK PLANET  
DENGAN METODE RUNGE-KUTTA**



Oleh

Moh. Ba'its Sulthon  
NIM 081810101058

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Rusli Hidayat, M.Sc

Dosen Pembimbing Anggota : Kosala Dwidja Purnomo, S.Si, M.Si

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Solusi Numerik Model Gerak Planet dengan Metode Runge-Kutta” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas

Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.  
NIP 19661012 199303 1 001

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si, M.Si  
NIP 19690828 199802 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D.  
NIP 19610108 198602 1 001

Kiswara Agung Santoso, M.Kom  
NIP 19720907 199803 1 003

Mengesahkan  
Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D.  
NIP 19610108 198602 1 001

## RINGKASAN

**Analisis Solusi Numerik Model Gerak Planet dengan Metode Runge-Kutta;**  
Moh. Ba'its Sulthon; 081810101058; 2013; 31 halaman; Jurusan Matematika  
Fakultas MIPA Universitas Jember

Seorang ilmuwan bernama Johannes Kepler menemukan hukum yang mengatur pergerakan bumi mengelilingi matahari, khususnya yang menyangkut perubahan jarak bumi ke matahari. Hukum-hukum Kepler tentang peredaran bumi mengelilingi matahari dapat dinyatakan sebagai berikut: pertama, bahwa lintasan setiap planet dalam sistem tata surya ketika mengelilingi matahari membentuk ellips. Kedua, bahwa vektor radius akan bergerak membentuk luasan yang sama untuk setiap waktu yang sama. Dan ketiga, bahwa waktu mengorbit satu perioda putaran mengelilingi matahari memiliki relasi terhadap sumbu semimayor dari masing-masing planet yang besarnya konstan.

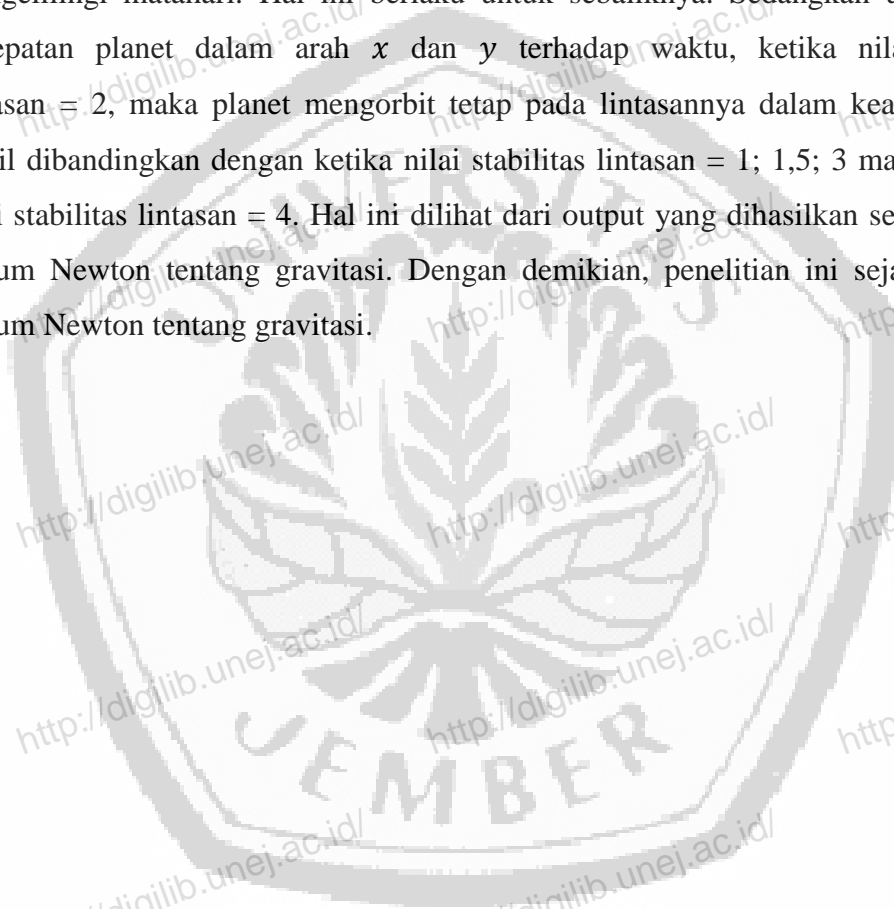
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelesaikan model gerak planet secara numerik dengan menggunakan metode Runge-Kutta orde empat. Selain itu, tujuan akhir adalah mengetahui profil gerak planet melalui solusi numerik yang diperoleh.

Untuk mendapatkan solusi numerik dan mengetahui profil gerak planet, dilakukan beberapa langkah, yaitu menyelesaikan secara numerik model gerak planet dengan menggunakan metode Runge-Kutta orde empat. Setelah itu membuat program dari solusi numerik yang telah didapatkan. Langkah berikutnya adalah mensimulasi program tersebut dengan memvariasikan nilai parameter stabilitas lintasan dan parameter jarak planet ke matahari. Dan langkah terakhir adalah menganalisis hasil simulasi program tersebut diatas.

Hasil yang akan dianalisis adalah hasil estimasi kecepatan gerak planet dalam arah  $x$  dan  $y$  terhadap waktu. Analisis yang dilakukan adalah dengan melihat pengaruh parameter stabilitas lintasan dan parameter jarak planet ke matahari melalui grafik yang dihasilkan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa parameter stabilitas



lintasan dan parameter jarak planet ke matahari berpengaruh pada grafik lintasan planet dan grafik kecepatan planet dalam arah  $x$  dan  $y$  terhadap waktu. Untuk grafik lintasan planet, pengaruh parameter jarak planet ke matahari terasa pada nilai *Aphelion*, sumbu minor dan mayor yang dihasilkan. Dengan artian semakin dekat jarak antara planet dengan matahari semakin dekat pula orbit/lintasan planet dalam mengelilingi matahari. Hal ini berlaku untuk sebaliknya. Sedangkan untuk grafik kecepatan planet dalam arah  $x$  dan  $y$  terhadap waktu, ketika nilai stabilitas lintasan = 2, maka planet mengorbit tetap pada lintasannya dalam keadaan paling stabil dibandingkan dengan ketika nilai stabilitas lintasan = 1; 1,5; 3 maupun ketika nilai stabilitas lintasan = 4. Hal ini dilihat dari output yang dihasilkan sesuai dengan hukum Newton tentang gravitasi. Dengan demikian, penelitian ini sejalan dengan hukum Newton tentang gravitasi.



## PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Solusi Numerik Model Gerak Planet dengan Metode Runge-Kutta”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

Dalam penyelesaian karya tulis ilmiah ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan dorongan baik secara langsung maupun tak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Rusli Hidayat, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Kosala Dwidja Purnomo, S.Si, M.Si, selaku Dosen Pembimbing anggota, yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini;
2. Bapak Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D dan Bapak Kiswara Agung Santoso, M.Kom., selaku Dosen Penguji yang telah memberi kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini;
3. Alm. Prof. DR. KH. Sahilun A Natsir, M.PdI dan Bu Nyai Hj. Lilik Istiqomah, SH, MH., selaku pengasuh Pondok Pesantren Al-Jauhar yang telah membimbing penulis dalam menjalani kehidupan serta memaknainya. Ridho beliau selalu penulis harapkan;
4. mahasiswa angkatan 2008 (Arif R, Laily, Rafiantika, Mifta, Ria, Vianda, rido dll) yang telah memberikan dukungan positif selama penyusunan tugas akhir ini;
5. HIMATIKA “Geokompstat” dan UKMS TITIK bersama kalian penulis berproses di kampus tercinta ini;
6. santri pondok pesantren Al-Jauhar (Al-Jauhar Music Orchestra dan Kamar 6) kalian adalah saudaraku;
7. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

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

Jember, 23 Januari 2013

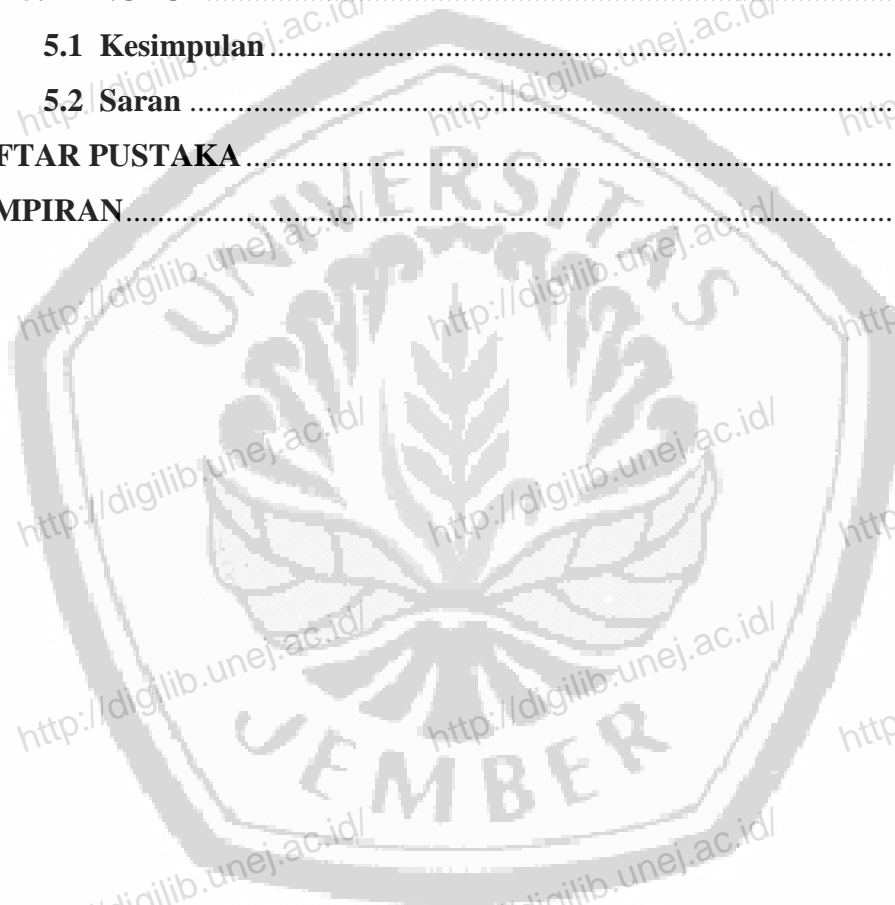
Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan</b> .....	2
<b>1.4 Manfaat</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Persamaan Diferensial Biasa</b> .....	4
<b>2.2 Hukum 1 Kepler</b> .....	5
<b>2.3 Hukum 2 Kepler</b> .....	7
<b>2.4 Hukum 3 Kepler</b> .....	8
<b>2.5 Model Gerak Planet</b> .....	10
<b>2.6 Metode Runge-Kutta Orde Empat</b> .....	11

<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	13
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	16
<b>4.1 Penyelesaian Numerik</b> .....	16
<b>4.2 Simulasi dan Analisis Program</b> .....	17
<b>4.3 Hasil Simulasi Program</b> .....	28
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	30
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	30
<b>5.2 Saran</b> .....	31
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	32
<b>LAMPIRAN</b> .....	33



## DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Data planet yang berada pada cincin dalam galaksi bimasakti .....	18
4.2 Hasil simulasi program profil gerak planet .....	28
4.3 Hasil simulasi program fungsi kecepatan planet.....	28



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Posisi matahari dan planet dalam lintasan ellips.....	6
2.2 Luas daerah yang disapu oleh garis matahari dan planet.....	7
3.1 Langkah-langkah Penelitian.....	13
4.1 Grafik lintasan planet Merkurius.....	19
4.2 Grafik fungsi kecepatan planet Merkurius dalam arah $x$ terhadap waktu dengan variasi $\beta$ .....	20
4.3 Grafik fungsi kecepatan planet Merkurius dalam arah $y$ terhadap waktu dengan variasi $\beta$ .....	21
4.4 Grafik lintasan planet Venus.....	22
4.5 Grafik fungsi kecepatan planet Venus dalam arah $x$ terhadap waktu dengan variasi $\beta$ .....	23
4.6 Grafik fungsi kecepatan planet Venus dalam arah $y$ terhadap waktu dengan variasi $\beta$ .....	24
4.7 Grafik lintasan planet Bumi.....	25
4.8 Grafik fungsi kecepatan planet Bumi dalam arah $x$ terhadap waktu dengan variasi $\beta$ .....	26
4.9 Grafik fungsi kecepatan planet Bumi dalam arah $y$ terhadap waktu dengan variasi $\beta$ .....	27

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Planet Merkurius .....	33
A.1 Grafik lintasan planet Merkurius .....	33
A.2 Grafik fungsi kecepatan planet Merkurius dalam arah $x$ terhadap waktu dengan variasi $\beta$ .....	34
A.3 Grafik fungsi kecepatan planet Merkurius dalam arah $y$ terhadap waktu dengan variasi $\beta$ .....	34
B. Planet Venus.....	35
B.1 Grafik lintasan planet Venus.....	35
B.2 Grafik fungsi kecepatan planet Venus dalam arah $x$ terhadap waktu dengan variasi $\beta$ .....	35
B.3 Grafik fungsi kecepatan planet Venus dalam arah $y$ terhadap waktu dengan variasi $\beta$ .....	36
C. Planet Bumi .....	37
C.1 Grafik lintasan planet Bumi .....	37
C.2 Grafik fungsi kecepatan planet Bumi dalam arah $x$ terhadap waktu dengan variasi $\beta$ .....	37
C.3 Grafik fungsi kecepatan planet Bumi dalam arah $y$ terhadap waktu dengan variasi $\beta$ .....	38
D. Skrip Program .....	39



## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Seorang ilmuwan bernama Johannes Kepler menemukan hukum yang mengatur pergerakan bumi mengelilingi matahari, khususnya yang menyangkut perubahan jarak bumi ke matahari. Hukum-hukum Kepler tentang peredaran bumi mengelilingi matahari dapat dinyatakan sebagai berikut: pertama, bahwa lintasan setiap planet dalam sistem tata surya ketika mengelilingi matahari membentuk ellips. Kedua, bahwa vektor radius akan bergerak membentuk luasan yang sama untuk setiap waktu yang sama. Dan ketiga, bahwa waktu mengorbit satu perioda putaran mengelilingi matahari memiliki relasi terhadap sumbu semimayor dari masing-masing planet yang besarnya konstan (Hidayat, 2006).

Pada era modern, hukum Kepler digunakan untuk mengaproksimasi orbit satelit dan benda-benda yang mengorbit matahari, yang semuanya belum ditemukan pada saat Kepler hidup (planet luar dan asteroid). Hukum ini kemudian diaplikasikan untuk semua benda kecil yang mengorbit benda lain yang jauh lebih besar, walaupun beberapa aspek seperti gesekan atmosfer (gerakan di orbit rendah), atau relativitas dan keberadaan benda lainnya dapat membuat hasil hitungan tidak akurat dalam berbagai keperluan.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk topik planet mengelilingi matahari. Hidayati (2010) meneliti pola lintasan gerak planet yang mengelilingi matahari. Penelitian tersebut lebih ditekankan pada membuat (simulasi) pola lintasan gerak planet yang mengelilingi matahari dan dilakukan dengan menggunakan program simulasi dengan variasi nilai masukan banyaknya lintasan dan variasi jari-jari tengah antar lintasan. Supardi (Tanpa Tahun) membuktikan bahwa hukum 2 Kepler pada lintasan setiap planet yang mengelilingi matahari berbentuk ellips. Dan penelitian