



**ANALISIS SOLUSI NUMERIK MODEL GERAK ROKET
DENGAN METODE RUNGE-KUTTA DAN MILNE**

SKRIPSI

Oleh

**Nuril Afandi
NIM 091810101032**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**ANALISIS SOLUSI NUMERIK MODEL GERAK ROKET
DENGAN METODE RUNGE-KUTTA DAN MILNE**

SKRIPSI

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

Oleh

**Nuril Afandi
NIM 091810101032**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, dengan puji syukur kehadiran Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Slamet Hariyono dan Ibunda Nurhayati yang telah sabar membimbing, selalu memberikan doa dan kasih sayang, serta pengorbanan selama ini;
2. Adikku Mochammad Ardi Ramadani dan semua keluarga di Lumajang yang selalu memberikan motivasi;
3. guru-guru sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi, yang telah banyak memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
4. Unit Kegiatan Mahasiswa Seni TITIK yang telah memberikan dukungan moril;
5. Almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”
(Terjemahan Q.S. Alam Nasyrah: 6)^{*)}

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah.”
(Thomas Alva Edison)^{**)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 1989. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: CV Toha Putra

^{**)} Sundanicus. 2011. *Motto Hidup (Kumpulan Motto untuk Skripsi, Tesis, Desertasi)*. <http://tersingelisasi.blogspot.com/2012/02/motto-hidup-kumpullan-motto-untuk.html>
[2 April 2014]

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Nuril Afandi

NIM : 091810101032

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Solusi Numerik Model Gerak Roket dengan Metode Runge-Kutta dan Milne” adalah benar-benar hasil karya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya dan skripsi ini belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Mei 2014

Yang menyatakan,

Nuril Afandi

NIM 091810101032

SKRIPSI

ANALISIS SOLUSI NUMERIK MODEL GERAK ROKET DENGAN METODE RUNGE-KUTTA DAN MILNE

Oleh:
Nuril Afandi
NIM 091810101032

Pembimbing:

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

PENGESAHAN

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

hari, tanggal :

tempat : Fakultas MIPA Universitas Jember

Tim Penguji,

Ketua,

Sekretaris,

Kusbudiono, S.Si., M.Si.
NIP 197704302005011001

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si
NIP 196908281998021001

Penguji I

Penguji II

Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.
NIP 196610121993031001

Agustina Pradjaningsih, S.Si., M.Si.
NIP 197108022000032009

Mengesahkan

Dekan,

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

RINGKASAN

Analisis Solusi Numerik Model Gerak Roket dengan Metode Runge-Kutta dan Milne; Nuril Afandi; 091810101032; 2014; 85 halaman; Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan, matematika merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang banyak berperan untuk menyelesaikan permasalahan seperti dalam bidang fisika, biologi, kedokteran maupun yang lainnya. Salah satu teknologi dalam bidang fisika yang sekarang ini terus berkembang pesat yaitu teknologi gerak roket. Roket merupakan sebuah pesawat sejenis sistem propulsi yang membawa bahan bakar dan oksigennya sendiri dengan memiliki kecepatan yang tinggi. Roket memiliki banyak peranan penting dalam perkembangan teknologi saat ini, seperti contoh digunakan dalam penelitian atmosfer, sebagai peluru kendali dalam peperangan, penginderaan jauh, peluncuran satelit, dan pemantauan cuaca dengan kecepatan, ketinggian, dan jarak tertentu. Roket terdiri dari beberapa macam jenis, salah satunya roket balistik yang merupakan roket yang terbang dalam ketinggian tertentu dan hanya dapat dikendalikan pada tahap peluncuran saja. Tujuan dari penelitian ini adalah menyelesaikan model gerak roket secara numerik dengan menggunakan metode Runge-Kutta orde empat (RK4) dan Milne, serta untuk mengetahui profil gerak roket melalui solusi numerik yang diperoleh.

Untuk mendapatkan solusi numerik dan mengetahui profil gerak roket dilakukan beberapa langkah, yaitu menyelesaikan model gerak roket yang akan diselesaikan secara numerik menggunakan metode RK4 dan Milne, setelah itu dilakukan pembuatan program dari solusi numerik yang telah didapatkan. Langkah selanjutnya melakukan simulasi program dengan memvariasikan nilai parameter untuk gaya dorong (F), gaya hambat sayap (C_m) dan sirip roket (C_n), serta sudut terbang roket (γ). Langkah terakhir adalah menganalisis hasil simulasi untuk mengetahui profil gerak roket dengan metode RK4 dan Milne.

Analisis hasil simulasi menggunakan metode RK4 dan Milne menunjukkan bahwa dengan memvariasikan nilai parameter untuk gaya dorong, gaya hambat sayap dan sirip roket, serta sudut terbang roket dapat mempengaruhi jarak jangkauan horisontal dan vertikal serta kecepatan roket. Semakin besar gaya dorong yang diberikan pada roket maka akan menyebabkan semakin jauh jarak jangkauan roket baik horisontal maupun vertikal dan semakin cepat pula kecepatan roket itu sendiri. Semakin besar koefisien gaya hambat yang diberikan pada roket maka akan menyebabkan jarak jangkauan roket semakin kecil dan kecepatan roket akan semakin rendah. Sedangkan semakin kecil sudut yang diberikan daripada sudut terbang awal roket yaitu sudut kurang dari 45 derajat maka akan semakin rendah jarak jangkauan roket terhadap garis horisontal dan vertikal. Apabila semakin besar sudut yang diberikan daripada sudut terbang awal roket yaitu sudut lebih dari 45 derajat maka semakin jauh jarak jangkauan vertikal dan jarak jangkauan terhadap horisontal akan semakin kecil. Dari hasil analisis didapatkan waktu komputasi yang dibutuhkan oleh metode RK4 untuk menyelesaikan model gerak roket lebih cepat dibandingkan metode Milne. Pada profil model gerak roket dengan metode RK4 dan Milne tidak terlihat perbedaan yang signifikan dari hasil estimasi perhitungan program. Selisih hasil estimasi antara metode RK4 dengan Milne untuk model gerak roket secara keseluruhan hampir sama hasil estimasinya. Dari analisis tersebut dapat dilihat bahwa perbedaan antara kedua metode sangat kecil yaitu hampir mendekati nol. Hal ini dimungkinkan dari solusi numerik antara RK4 dan Milne hampir sama. Untuk mengetahui metode yang baik antara metode RK4 dan Milne dalam menyelesaikan model gerak roket tidak dapat ditentukan dikarenakan model gerak roket tidak dapat diselesaikan secara analitik atau tidak mempunyai solusi eksak. Sehingga perbandingan metode antara RK4 dan Milne tidak dapat ditentukan dari selisih hasil pendekatan solusi numerik dengan solusi analitiknya.

PRAKATA

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

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kusbudiono, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama dan Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Drs. Rusli Hidayat, M.Sc selaku Dosen Penguji I dan Agustina Pradjaningsih S.Si., M.Si selaku Dosen Penguji II yang telah memberi masukan terhadap skripsi ini;
3. Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Lina Choiril Oktafiani yang selalu memberikan doa, meluangkan waktu dan tenaga untuk membantu menyelesaikan skripsi ini;
5. Jayadi, Fawaid, Ramadha, Shella, Tyas, Medhy, Dayvis, dan angkatan 2009, serta seluruh anggota Unit Kegiatan Mahasiswa Seni TITIK yang telah memberikan dukungan dan semangatnya;
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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, 30 Mei 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN BIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Persamaan Diferensial Biasa	4

2.2 Hukum Newton	5
2.2.1 Hukum Newton I	5
2.2.2 Hukum Newton II	5
2.2.3 Hukum Newton III	6
2.3 Model Gerak Roket	6
2.3.1 Asas Gerak Roket	6
2.3.2 Percepatan Gravitasi Roket	8
2.3.3 Rapat Massa Udara	9
2.3.4 Sistem Persamaan Gerak Roket	9
2.4 Metode Euler	13
2.5 Metode Runge-Kutta Orde Empat	13
2.6 Metode Milne	16
BAB 3. METODE PENELITIAN	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Tampilan Program	23
4.2 Simulasi Program	24
4.2.1 Simulasi model gerak roket dengan nilai parameter tertentu	25
4.2.2 Simulasi model gerak roket dengan variasi parameter gaya dorong (F)	32
4.2.3 Simulasi model gerak roket dengan variasi parameter gaya hambat sirip (C_n)	42
4.2.4 Simulasi model gerak roket dengan variasi parameter gaya hambat sayap (C_m)	52
4.2.5 Simulasi model gerak roket dengan nilai parameter sudut (γ)	61
4.3 Analisis Hasil Simulasi	71
BAB 5. PENUTUP	83

5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	86

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Nilai Parameter Roket	12
3.1 Variasi Nilai Parameter	22
4.1 Hasil Perhitungan Tanpa Variasi Parameter antara Metode Rung-Kutta Orde Empat dan Milne	78
4.2 Hasil Perhitungan dengan Variasi Parameter Gaya Dorong (F) antara Metode Runge-Kutta Orde Empat dan Milne	79
4.3 Hasil Perhitungan dengan Variasi Parameter Gaya Hambat Sirip (C_n) antara Metode Runge-Kutta Orde Empat dan Milne	79
4.4 Hasil Perhitungan dengan Variasi Parameter Gaya Hambat Sayap (C_m) antara Metode Runge-Kutta Orde Empat dan Milne	80
4.5 Hasil Perhitungan dengan Variasi Parameter Sudut (γ) antara Metode Runge-Kutta Orde Empat dan Milne	81
4.6 Waktu Komputasi Metode Runge-Kutta Orde Empat dan Milne	82

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Gaya yang Bekerja pada Roket	7
2.2 Sistem Gerak Roket	9
3.1 Skema Langkah-Langkah Penelitian	18
4.1 Tampilan Program	23
4.2 (a) Grafik Jarak Horisontal Roket dengan Nilai Parameter Tertentu	25
(b) Grafik Ketinggian Roket dengan Nilai Parameter Tertentu	26
(c) Grafik Kecepatan Roket dengan Nilai Parameter Tertentu	27
(d) Grafik Perubahan Sudut Roket dengan Nilai Parameter Tertentu ..	28
(e) Grafik Perubahan Massa Roket dengan Nilai Parameter Tertentu .	29
(f) Grafik Lintasan Roket dengan Nilai Parameter Tertentu	30
(g) Grafik Ketinggian dan Kecepatan Roket dengan Nilai Parameter Tertentu	31
(h) Grafik Kecepatan dan Jarak Horisontal Roket dengan Nilai Parameter Tertentu	32
4.3 (a) Grafik Jarak Horisontal Roket dengan Nilai Variasi Parameter <i>F</i>	33
(b) Grafik Ketinggian Roket dengan Nilai Variasi Parameter <i>F</i>	34
(c) Grafik Kecepatan Roket dengan Nilai Variasi Parameter <i>F</i>	35
(d) Grafik Perubahan Sudut Roket dengan Nilai Variasi Parameter <i>F</i>	36
(e) Grafik Perubahan Massa Roket dengan Nilai Variasi Parameter <i>F</i>	37
(f) Grafik Lintasan Roket dengan Nilai Variasi Parameter <i>F</i>	38

(g) Grafik Ketinggian dan Kecepatan Roket dengan Nilai Variasi Parameter F	40
(h) Grafik Kecepatan dan Jarak Horizontal Roket dengan Nilai Variasi Parameter F	41
4.4 (a) Grafik Jarak Horizontal Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_n	42
(b) Grafik Ketinggian Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_n	44
(c) Grafik Kecepatan Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_n	45
(d) Grafik Perubahan Sudut Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_n	46
(e) Grafik Perubahan Massa Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_n	47
(f) Grafik Lintasan Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_n	48
(g) Grafik Ketinggian dan Kecepatan Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_n	49
(h) Grafik Kecepatan dan Jarak Horizontal Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_n	51
4.5 (a) Grafik Jarak Horizontal Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_m	52
(b) Grafik Ketinggian Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_m	53
(c) Grafik Kecepatan Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_m	54
(d) Grafik Perubahan Sudut Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_m	56
(e) Grafik Perubahan Massa Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_m	57
(f) Grafik Lintasan Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_m	58
(g) Grafik Ketinggian dan Kecepatan Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_m	59

(h) Grafik Kecepatan dan Jarak Horizontal Roket dengan Nilai Variasi Parameter C_m	60
4.6 (a) Grafik Jarak Horizontal Roket dengan Nilai Variasi Parameter γ ..	62
(b) Grafik Ketinggian Roket dengan Nilai Variasi Parameter γ	63
(c) Grafik Kecepatan Roket dengan Nilai Variasi Parameter γ	64
(d) Grafik Perubahan Sudut Roket dengan Nilai Variasi Parameter γ	65
(e) Grafik Perubahan Massa Roket dengan Nilai Variasi Parameter γ	66
(f) Grafik Lintasan Roket dengan Nilai Variasi Parameter γ	67
(g) Grafik Ketinggian dan Kecepatan Roket dengan Nilai Variasi Parameter γ	69
(h) Grafik Kecepatan dan Jarak Horizontal Roket dengan Nilai Variasi Parameter γ	70

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Skrip untuk Proses	86
B. Skrip untuk GUI	93
C. Skrip untuk Metode Runge-Kutta Orde Empat	99
D. Skrip untuk Metode Milne	101