



**SOLUSI PERSAMAAN *RICCI FLOW* UNTUK RUANG EMPAT
DIMENSI BERSIMETRI SILINDER**

SKRIPSI

Oleh

**Sudarmadi
NIM 061810201112**

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

2012



**SOLUSI PERSAMAAN *RICCI FLOW* UNTUK RUANG EMPAT
DIMENSI BERSIMETRI SILINDER**

SKRIPSI

diajukan guna memenuhi persyaratan penyelesaian program sarjana sains Jurusan
Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Oleh

**Sudarmadi
NIM 061810201112**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Soeratmi dan Almarhum Ayahanda Alie yang tercinta;
2. guru-guru tercinta sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas MIPA Universitas Jember;
4. Safitri Nurina Ayuningtyas serta keluarga Bapak Agus Edhi S.

MOTO

Hidup di dunia tanpa menyadari arti dunia ibarat berkunjung di perpustakaan besar tanpa menyentuh buku-bukunya.^{*)}

I maintain that the cosmic religious feeling is the strongest and noblest motive for scientific research.^{**)}

^{*)} *The Secret teaching of all ages.*

^{**)} *Albert Einstein. 1954. Ideas and Opinions.*

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Sudarmadi

NIM : 061810201112

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Solusi Persamaan *Ricci Flow* Untuk Ruang Empat Dimensi Bersimetri Silinder” 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 ataupun paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 5 Maret 2012

Yang menyatakan,

Sudarmadi

NIM 061810201112

SKRIPSI

**SOLUSI PERSAMAAN *RICCI FLOW* UNTUK RUANG EMPAT
DIMENSI BERSIMETRI SILINDER**

Oleh

Sudarmadi

NIM 061810201112

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Sutisna, S.Pd, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Endhah Purwandari, S.Si, M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Solusi Persamaan *Ricci Flow* Untuk Ruang Empat Dimensi Bersimetri Silinder” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Sutisna, S.Pd, M.Si.

Endhah Purwandari, S.Si, M.Si.

NIP 197301152000031001

NIP 198111112005012001

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Misto, M.Si.

Dr. Edy Supriyanto, S.Si, M.Si.

NIP 195911211991031002

NIP 196712151998021001

Mengesahkan

Dekan,

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

NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Solusi Persmaan *Ricci Flow* Untuk Ruang Empat Dimensi Bersimetri Silinder; Sudarmadi, 061810201112; 2012: 26 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Pemahaman fisikawan mengenai fenomena gravitasi telah berkembang pesat sejak dikemukakannya teori relativitas umum Einstein. Dengan prinsip ekuivalensi, Einstein mengkaitkan antara fenomena gravitasi dengan kelengkungan ruang-waktu akibat adanya distribusi materi. Hubungan ini dinyatakan oleh persamaan medan Einstein. Dalam upaya mendapatkan solusi persamaan tersebut, perangkat yang digunakan adalah murni matematika. Geometri differensial merupakan cabang ilmu matematika yang sangat tepat dalam memecahkan solusi persamaan medan Einstein tersebut.

Dalam upaya pengembangan Geometri Differensial, di tahun 1980an Richard Hamilton memperkenalkan persamaan *Ricci flow*. Persamaan tersebut analog dengan persamaan transfer panas secara difusi untuk geometri, dan mengkaitkan antara evolusi metrik dengan kelengkungan ruang. Persamaan *Ricci flow* telah banyak diterapkan dalam menyelesaikan masalah gravitasi khususnya diaplikasikan untuk mempelajari *black hole*.

Penelitian ini berupaya mendapatkan solusi persamaan *Ricci flow* untuk kasus metrik bersimetri silinder (semua fungsi metrik hanya bergantung pada ρ). Telah diperoleh solusi persamaan *Ricci flow* dengan cara memparameterisasi fungsi-fungsi yang terkandung dalam komponen-komponen metrik tensor (f & k). Solusi yang diperoleh menggambarkan kelengkungan ruang dan waktu. Namun, solusi yang diperoleh tidak memenuhi identitas Bianchi. Identitas Bianchi tersebut akan terpenuhi jika konstanta $C=0$, dan jika konstanta C bernilai nol maka solusi tersebut tidak memiliki arti fisis. Sehingga solusi yang diperoleh tidak memiliki kaitan dengan fenomena gravitasi.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Solusi Persamaan *Ricci flow* Untuk Ruang Empat Dimensi Bersimetri Silinder”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember serta perkembangan fisika teoritik, khususnya dalam bidang kajian Teori Relativitas Umum.

Penyusunan skripsi ini tidak akan mudah tanpa bantuan serta semangat yang diberikan oleh guru serta kerabat terdekat. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada:

1. Bapak Sutisna, S.Pd, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama, Ibu Endhah Purwandari, S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota, Ir. Misto, MSi. selaku Penguji I, dan Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si. selaku Penguji II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Dr. rer. nat Bobby Eka Gunara yang telah membantu penulis untuk memahami persamaan *Ricci flow*;
3. sahabatku Adifa Tri Mustika Aji, teman-temanku Khairul Fakhri S.Si., Fikru Maruntut Rusdan S.Si., Atoillah S.Si., Wahyudi Pramono S.Si., Abdul Wafi S.Si. dan Ruli, Fatimatuz Zahro I dan II, serta Melandi, Farah dan Lutfi yang telah meluangkan waktu untuk berdiskusi;
4. semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penulisan 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, Maret 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Differentiable Manifold</i>	4
2.2 Geometri Riemann	6
2.3 Relativitas Umum	11
2.4 Persamaan <i>Ricci Flow</i>	12
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu Penelitian	14
3.2 Metode Penelitian	14

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Metrik Ruang Waktu Bersimetri Silinder	17
4.2 Solusi Persamaan <i>Ricci Flow</i>	19
4.3 Identitas Bianchi	24
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Sistem koordinat yang dipetakan dari <i>Manifold</i> ke dalam ruang Euclid.	5
Gambar 2. 2 Tranformasi koordinat antara 2 himpunan koordinat.....	6
Gambar 2. 3 Medan vektor \mathbf{X} memberikan aliran unik ϕ_t untuk sembarang titik P yang diberikan	9
Gambar 2. 4 Turunan Lie: Untuk menggabungkan Vektor \mathbf{Y}_x dengan $\mathbf{Y}_{\phi(x)}$ maka vektor $\mathbf{Y}_{\phi(x)}$ harus digeser mundur ke x dengan ϕ_{-t}^*	10
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	15

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Notasi dan Konvensi.....	29
Lampiran B Penurunan Metrik Tensor Ruang Waktu Bersimetri Silinder	30
Lampiran C Penurunan Tensor Ricci	32
Lampiran D Penurunan Persamaan <i>Ricci flow</i>	36
Lampiran E Turunan Kovarian dan Tensor Einstein	39