



DAFTAR ISI

Halaman Judul	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pernyataan	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Tinjauan Pustaka	6
1.7 Metode Penelitian	8
1.8 Sistematika Penulisan	11
II TEORI RELATIVITAS UMUM DAN BERBAGAI PERMASALAHANNYA	12
2.1 Gagasan Mendasar Teori Relativitas Umum	12
2.2 Persamaan Medan Einstein	13
2.3 Selesaian Persamaan Medan Einstein	20
2.3.1 Ruang-waktu Schwarzschild	21
2.3.2 Ruang-waktu Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker (FLRW)	22



2.4	Masalah-Masalah dalam Teori Relativitas Umum	24
2.4.1	Masalah Energi Gelap	24
2.4.2	Masalah Singularitas	26
2.4.3	Masalah Pengkuantuman Gravitasi	28
III	TEORI GRAVITASI-$f(R)$	30
3.1	Persamaan Medan Gravitasi- $f(R)$ melalui Formalisma Metrik .	30
3.2	Persamaan Friedmann Termodifikasi $f(R)$	35
3.3	Pengembangan Alam Semesta Dipercepat	40
3.4	Lubang Hitam Schwarzschild Termodifikasi- $f(R)$	42
IV	TEORI RELATIVITAS UMUM SINGULER	44
4.1	Keragaman Semi-Riemannan Singuler	44
4.1.1	Makna keragaman semi-Riemannan singuler	46
4.1.2	Radikal milik keragaman semi-Riemannan singuler . . .	47
4.1.3	Pelenyap radikal	48
4.1.4	Radikal dan pelenyap radikal tensor	49
4.1.5	Kontraksi kovarian pada medan tensor	50
4.1.6	Kontraksi kovarian pada keragaman semi-Riemannan singuler	52
4.1.7	Forma Koszul	52
4.1.8	Turunan kovarian	54
4.1.9	Radikal stasioner keragaman semi-Riemannan singuler .	55
4.1.10	Turunan Kovarian bagi Forma-1 Diferensial	56
4.1.11	Keragaman semi-Riemannian semi-reguler	58
4.1.12	Kelengkungan pada keragaman semi-Riemannan semi- reguler	58
4.2	Persamaan Medan Einstein dalam Ruang-Waktu Semi-Reguler .	61
4.3	Persamaan Medan Einstein Singuler Melalui Pendekatan Prinsip Variasi	63
4.4	Tinjauan Singularitas Ruang-Waktu melalui Konsep Keragaman Semi-Riemannan Singuler	66
V	TEORI GRAVITASI-$f(R)$ SINGULER	68
5.1	Persamaan Medan Gravitasi- $f(R)$ Singuler	68
5.2	Persamaan Friedmann dalam Teori Gravitasi $f(R)$ Singuler . . .	70

5.3	Lubang Hitam Schwarzschild dalam Teori Gravitasi- $f(R)$ Singuler	72
VI	PENUTUP	81
6.1	Simpulan	81
6.2	Saran	81
	DAFTAR PUSTAKA	82
A	Beberapa Konsep Dasar	85
A.1	Isometri dan Medan Vektor Killing	85
A.2	Volume-4 Invarian	86
A.3	Rapat Tensor (<i>Tensor Densities</i>)	86
A.4	Alihragam Selisih Lambang Christoffel	87
A.5	Ruang Vektor Berproduk Skalar Merosot (<i>Degenerate Inner Product Vektor Space</i>)	88
B	Pembuktian-Pembuktian dan Perhitungan Rinci	91
B.1	Pembuktian $\nabla g = 0$	91
B.2	Variasi bagi Lambang Christoffel: $\delta\Gamma_{\mu\nu}^{\alpha}$	93
B.3	Korespondensi Persamaan Friedmann Termodifikasi dengan Persamaan Friedmann Standar	94
B.4	Persamaan II Friedmann Termodifikasi- $f(R)$ dalam Ungkapan Rapat Energi dan Rapat Tekanan	95