

ANALISIS KARAKTERISTIK BERBAGAI JENIS WORMHOLE PADA RUANG-WAKTU BERDIMENSI 4+1

MUIMMA SAFITRI



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



- 

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Karakteristik Berbagai Jenis Wormhole pada Ruang-Waktu Berdimensi 4+1” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Muimma Safitri
G7401221069

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

MUIMMA SAFITRI. Analisis Karakteristik Berbagai Jenis Wormhole Pada Ruang-Waktu Berdimensi 4+1. Dibimbing oleh HUSIN ALATAS dan FAOZAN.

Wormhole merupakan solusi teoritis dari persamaan medan gravitasi yang menggambarkan adanya terowongan ruang-waktu yang menghubungkan dua wilayah berbeda dalam alam semesta maupun dua alam semesta yang berbeda. Perkembangan teori gravitasi modern menunjukkan bahwa kajian wormhole tidak hanya terbatas pada ruang-waktu berdimensi 3+1, tetapi juga dapat diperluas ke ruang-waktu berdimensi lebih tinggi yang banyak dikaji dalam teori dimensi ekstra dan teori gravitasi termodifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik berbagai jenis wormhole pada ruang-waktu berdimensi 4+1, meliputi Wormhole Morris-Thorne, Ellis-Bronnikov, Lorentzian, dan Einstein-Gauss-Bonnet, serta membandingkannya dengan solusi Schwarzschild-Tangherlini sebagai representasi geometri lubang hitam berdimensi lima.

Kata kunci: wormhole, dimensi 4+1, Morris-Thorne, Ellis-Bronnikov, Lorentzian, Einstein-Gauss-Bonnet, Schwarzschild-Tangherlini, relativitas umum.

ABSTRACT

MUIMMA SAFITRI. Analysis of The Characteristics of Various Types of Wormhole in 4+1 Dimensional Space Time. Supervised by HUSIN ALATAS and FAOZAN.

A wormhole is a theoretical solution to the gravitational field equations that describes the existence of a space-time tunnel connecting two different regions in the universe or even two different universes. Developments in modern gravity theory show that the study of wormholes is not limited to 3+1 dimensional space-time, but can also be extended to higher-dimensional space-time, which is widely explored in extra-dimensional theories and modified gravity theories. This research aims to analyze the characteristics of various types of wormholes in 4+1 dimensional space-time, including Morris-Thorne, Ellis-Bronnikov, Lorentzian, and Einstein-Gauss-Bonnet wormholes, and to compare them with the Schwarzschild-Tangherlini solution as a representation of five-dimensional black hole geometry.

Keywords: wormhole, 4+1 dimension, Morris-Thorne, Ellis-Bronnikov, Lorentzian, Einstein-Gauss-Bonnet, Schwarzschild-Tangerlini, General Relativity. .



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

ANALISIS KARAKTERISTIK BERBAGAI JENIS WORMHOLE PADA RUANG-WAKTU BERDIMENSI 4+1

MUIMMA SAFITRI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr.rer.nat. Hendradi Hardhienata, S.Si., M.Si.
- 2 Drs. Mahfuddin Zuhri, S.Si., M.Si.

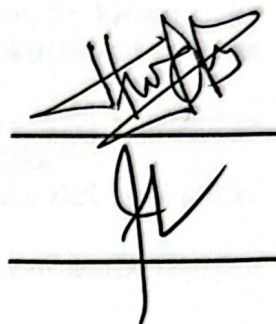
**Judul Skripsi : Analisis Karakteristik Berbagai Jenis Wormhole pada Ruang-
Waktu Berdimensi 4+1**

Nama : Muimma Safitri
NIM : G7401221069

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr.Husin Alatas S.Si, M.Si.
NIP. 19710604 199802 1 001

Pembimbing 2:
Dr. Faozan S.Si, M.Si.
NIP. 19790923 200701 1 001



Diketahui oleh

Ketua Departemen Fisika:
Dr. Ir. Irmansyah, M.Si.
NIP. 1968091 6199403 1 001



Tanggal Ujian: 17 September 2026
(tanggal pelaksanaan ujian)

Tanggal Lulus:
(tanggal penandatanganan oleh Dekan Fisika)



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2026 sampai bulan Juni 2026 ini ialah, dengan judul “Analisis Karakteristik Berbagai Jenis Wormhole Pada Ruang-Waktu Berdimensi 4+1”.

Penelitian ini tentu berhasil karena adanya dukungan dan bantuan dari banyak pihak yang membantu penulis. Ungkapan terima kasih dihaturkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Husin Alatas, S.Si., M.Si., dan Bapak Dr. Faozan, S.Si., M.Si. Yang telah membimbing penulis dan memberikan banyak masukan serta pembelajaran dalam proses penelitian ini.
2. Para Dosen Departemen Fisika IPB University yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama berkuliah, terutama ilmu fisika
3. Suami, Lin Fei, yang senantiasa mendukung penulis dari awal proses penelitian hingga saat ini.
4. Kedua orang tua dan keluarga yang telah mendukung dan memberikan doa dari awal perkuliahan hingga saat ini
5. Rekan setim penulis yang memberikan bantuan dan mendukung penulis selama bimbingan hingga penelitian ini
6. Serta, teman-teman seluruh Fisika 59 yang senantiasa membantu penulis.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Muimma Safitri



- 

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR LAMPIRAN	ii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
1.6 Hipotesis	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Wormhole atau Lubang Cacing	3
2.2 Non-Traversable Wormhole 3+1 Dimensi	3
2.2.1 Schwarzschild Wormhole 3+1 Dimensi	4
2.3 Traversable Wormhole 3+1 Dimensi	5
2.3.1 Ellis-Bronnikov Wormhole 3+1 Dimensi	5
2.3.2 Lorentzian Wormhole 3+1 Dimensi	6
2.3.3 Morris-Thorne Wormhole 3+1 Dimensi	6
2.3.4 Einstein-Gauss-Bonnet Wormhole 3+1 Dimensi	7
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Penelitian	9
3.4 Analisis Data	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Non-Traversable Wormhole 4+1 Dimensi	11
4.1.1 Schwarzschild-Tangerlini Wormhole 4+1 Dimensi	11
4.2 Traversable Wormhole 4+1 Dimensi	15
4.2.1 Ellis-Bronnikov Wormhole 4+1 Dimensi	15
4.2.2 Lorentzian Wormhole 4+1 Dimensi	18
4.2.3 Morris-Thorne Wormhole 4+1 Dimensi	20
4.2.4 Einstein-Gauss-Bonnet Wormhole 4+1 Dimensi	22
4.3 Perbandingan Setiap Jenis Wormhole pada 4+1 Dimensi	26
V SIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Simpulan	29
5.2 Saran	28
VI DAFTAR PUSTAKA	31
VII LAMPIRAN	33
7.1 Schwarzschild-Tangerlini 4+1 Dimensi	33
7.2 Mencari nilai R_s^2	35
7.3 Eddington-Finkelstein 4+1 Dimensi	36
7.4 Kruskal-Szekeres 4+1 Dimensi	37
7.5 Ellis-Bronnikov 4+1 Dimensi	40
7.6 Lorentzian 4+1 Dimensi	43
7.7 Morris-Thorne 4+1 Dimensi	48
7.8 Einstein-Gauss-Bonnet 4+1 Dimensi	51
RIWAYAT HIDUP	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Diagram <i>embedding</i> Schwarzschild-Tangerlini Wormhole 4+1 dimensi dalam bentuk 2D	13
Gambar 2 Diagram <i>embedding</i> Schwarzschild-Tangerlini Wormhole 4+1 dimensi dalam bentuk 3D	13
Gambar 3 Diagram <i>embedding</i> Ellis-Bronnikov Wormhole 4+1 Dimensi dalam bentuk 2D	17
Gambar 4 Diagram <i>embedding</i> Ellis-Bronnikov Wormhole 4+1 Dimensi dalam bentuk 3D	18
Gambar 5 Diagram <i>embedding</i> Lorentzian Wormhole 4+1 dimensi dalam bentuk 2D	19
Gambar 6 Diagram <i>embedding</i> Lorentzian Wormhole 4+1 dimensi dalam bentuk 3D	20
Gambar 7 Diagram <i>embedding</i> Morris-Thorne Wormhole 4+1 dimensi dalam bentuk 2D	21
Gambar 8 Diagram <i>embedding</i> Morris-Thorne Wormhole 4+1 dimensi dalam bentuk 3D	22
Gambar 9 Diagram <i>embedding</i> Einstein-Gauss-Bonnet Wormhole 4+1 dimensi dalam bentuk 2D	24
Gambar 10 Diagram <i>embedding</i> Einstein-Gauss-Bonnet Wormhole 4+1 dimensi dalam bentuk 3D	24

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Perbandingan Analisis Karakteristik Setiap Jenis Wormhole	26
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

7.1 Schwarzschild-Tangerlini Wormhole 4+1 Dimensi	33
7.2 Mencari nilai R_s^2	35
7.3 Eddington-Finkelstein 4+1 Dimensi	36
7.4 Kruskal-Szekeres 4+1 Dimensi	37
7.5 Ellis-Bronnikov 4+1 Dimensi	40
7.6 Lorentzian 4+1 Dimensi	43
7.7 Morris-Thorne 4+1 Dimensi	48
7.8 Einstein-Gauss-Bonnet 4+1 Dimensi	51