

TINJAUAN TEORI GRAVITASI SECARA KLASIK DAN MODERN



| | |
|--------------------------|---------------------|
| No. INDUK | 2102/02 |
| TGL TERIMA | 27-08-2002 |
| BESIT FADH | |
| No BUKU | FK-01 Sar t-1 |
| XI PI KE | 1 (SATU) |

Oleh:

ELSYE KRISTINA SARI

1113096019

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
JULI 2002

TINJAUAN TEORI GRAVITASI SECARA KLASIK DAN MODERN

SKRIPSI

**Diajukan kepada
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Fisika**

Oleh:

ELSYE KRISTINA SARI

1113096019

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
JULI 2002**

LEMBAR PERSETUJUAN

Naskah skripsi berjudul TINJAUAN TEORI GRAVITASI SECARA KLASIK DAN MODERN yang ditulis oleh Elsy Kristina Sari telah disetujui dan diterima untuk diajukan ke Tim Penguji

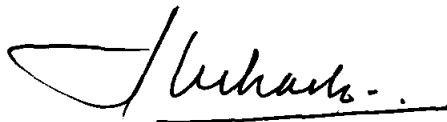
Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Soeharto', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

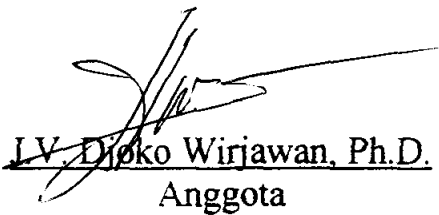
Drs. Soeharto

LEMBAR PENGESAHAN

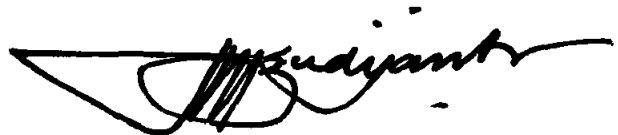
Skripsi yang ditulis oleh Elsy Kristina Sari Nrp : 1113096019 telah disetujui pada tanggal : _____ dan telah dinyatakan LULUS oleh tim penguji.



Drs. Soeharto
Ketua



LV Djoko Wirjawan, Ph.D.
Anggota

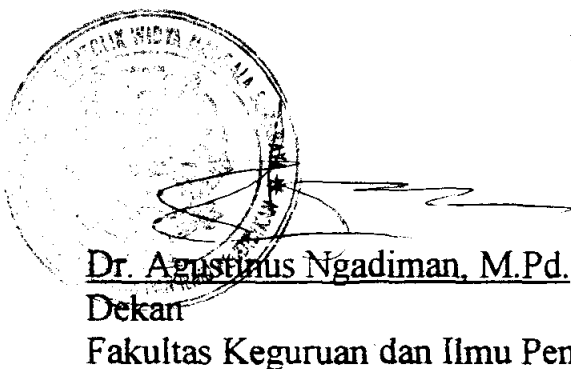


Drs. G. Budijanto Untung, M.Si.
Anggota

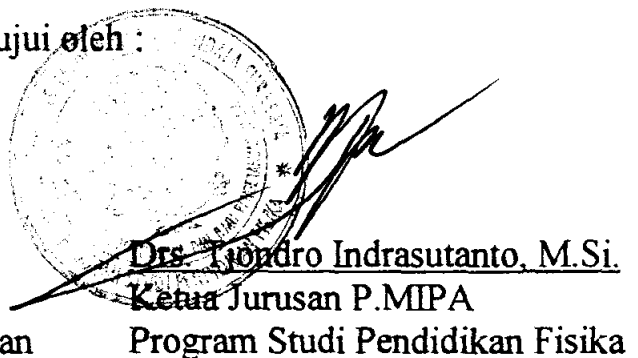


Drs. Tjondro Indrasutanto, M.Si.
Anggota

Disetujui oleh :



Dr. Agustinus Ngadiman, M.Pd.
Dekan
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Drs. Tjondro Indrasutanto, M.Si.
Ketua Jurusan P.MIPA
Program Studi Pendidikan Fisika

KATA PENGANTAR

Segala pujian, hormat dan kemuliaan bagi Tuhan atas kekuatan dan penyertaan-Nya, sehingga penulis mencapai tahap akhir dari tugas belajar di S-I dengan menyelesaikan skripsi yang berjudul : Tinjauan Teori Gravitasi Secara Klasik dan Modern.

Penyusunan skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

Terselesainya penulisan ini, tidak lepas dari bantuan, saran, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak, maka sepatutnyalah penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

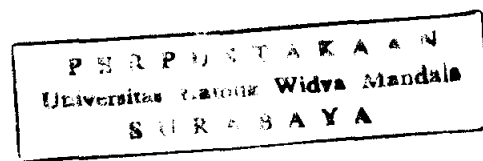
1. Bapak Drs. Soeharto, selaku pembimbing yang memberi dorongan kepada penulis agar cepat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak J.V. Djoko Wirjawan, Ph.D., Sebagai dosen wali yang selaku menasihati agar penulis lebih bersungguh-sungguh dalam menyelesaikan kuliahnya.
3. Bapak Prof. Drs. Soegiman. W,W, atas kuliah tambahan dan segala nasihatnya.
4. Bapak Drs. I Nyoman Arcana, Msi, atas petuahnya: "I See, I Know and I Do I Understand".
5. Pak Agus, yang telah memberi kesempatan bagi penulis untuk curhat dan dukungan moralnya.
6. Keluargaku tercinta, Papa, Mami, Adek dan Nenek yang telah memberi semangat dan doa.

7. Rekan-rekan Fisika : Saul, Aang, Sisil, Siana, Dwi, Pitra, Evyna, Mey, Titin.
8. Mas Hasyim dan Mbak Pipin, atas bantuan pengetikan dan gambar-gambarnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini sangat jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan segala kritik dan saran. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi mereka yang sangat mencintai Fisika.

Surabaya, Juli 2002

Penulis



DAFTAR ISI

| | |
|---|----------|
| HALAMAN JUDUL | ii |
| LEMBAR PERSETUJUAN | iii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| ABSTRAK | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.5. Ruang Lingkup | 3 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | 5 |
| II.1 Teori Gravitasi Galileo | 5 |
| II.2 Teori Gravitasi Newton | 10 |
| II.3 Teori Relativitas Klasik | 22 |
| 2.3.1. Kerangka Acuan Inersia | 23 |
| 2.3.2. Transformasi Galilean | 25 |
| 2.3.3. Kegagalan Teori Relativitas Klasik | 27 |

| | |
|--|----|
| 2.3.3.1. Kegagalan Teori Ether | 30 |
| 2.3.3.2. Percobaan Michelson-Morley Menunjukkan Ketiadaan Ether | 32 |
| II.4. Teori Relativitas Modern | 39 |
| 2.4.1. Teori Relativitas Khusus | 39 |
| 2.4.2. Akibat dari postulat Einstein | 40 |
| 2.4.2.1. Transformasi Lorentz | 40 |
| 2.4.2.2. Terhadap waktu | 44 |
| 2.4.2.3. Keserempakan dan Paradoks Kembar..... | 50 |
| 2.4.3. Ruang-Waktu | 55 |
| 2.4.4. Teori Gravitasi Einstein | 65 |
| 2.4.5. Fenomena Yang Dapat Diterangkan Teori Gravitasi Einstein | 70 |
| 2.4.5.1. Pembelokan Cahaya Bintang | 70 |
| 2.4.5.2. Presesi Perihelion Merkurius | 72 |
| BAB III KESIMPULAN | 75 |
| DAFTAR PUSTAKA | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1. Percobaan ayunan oleh Galileo | 7 |
| Gambar 2.2. Percobaan bidang miring..... | 8 |
| Gambar 2.3. Grafik v-t pada percobaan bidang miring..... | 9 |
| Gambar 2.4. Lintasan gerak peluru mengelilingi bumi tanpa hambatan udara..... | 12 |
| Gambar 2.5. Lintasan bulan saat mengelilingi bumi..... | 12 |
| Gambar 2.6. Grafik gaya gravitasi terhadap kuadrat jarak benda | 16 |
| Gambar 2.7. Alat yang dipergunakan dalam percobaan Cavendish | 18 |
| Gambar 2.8. Grafik gaya terhadap kuadrat jarak benda. | 18 |
| Gambar 2.9. Lintasan planet saat mengelilingi matahari menurut Hukum Kepler..... | 20 |
| Gambar 2.10. Lintasan planet saat mengelilingi matahari | 21 |
| Gambar 2.11. Orang di atas perahu menyatakan bahwa sekelilingnya bergerak terhadap perahu yang ditumpanginya..... | 22 |
| Gambar 2.12. Gerak perahu menurut pengamat yang diam di tepi pantai..... | 23 |
| Gambar 2.13. Transformasi Galilean | 25 |
| Gambar 2.14. Gerak relatif orang terhadap jalan | 27 |
| Gambar 2.15. Perahu menyeberangi sungai secara tegak lurus | 30 |
| Gambar 2.16. Perahu menyeberangi sungai ke arah barat laut, agar resultan kecepatan tepat ke arah utara..... | 31 |
| Gambar 2.17. Perahu berlayar mengikuti arah aliran sungai | 31 |
| Gambar 2.18. Percobaan Michelson-Morley..... | 33 |
| Gambar 2.19. Pola interferensi yang teramati pada percobaan Michelson-Morley..... | 38 |

| | |
|--|----|
| Gambar 2.20 Transformasi Lorentz | 41 |
| Gambar 2.21.a. Jam biasa yang diletakkan berdampingan dengan jam cahaya..... | 46 |
| Gambar 2.21.b. Waktu yang ditunjukkan oleh kedua jam setelah selang waktu tertentu..... | 47 |
| Gambar 2.22.a. Jam cahaya pertama yang diletakkan di bumi..... | 46 |
| Gambar 2.22.b. Jam cahaya diletakkan di dalam pesawat ruang angkasa..... | 47 |
| Gambar 2.23.a. Selang waktu yang ditunjukkan oleh jam yang ada di bumi..... | 48 |
| Gambar 2.23.b. Lintasan cahaya dan selang waktu yang ditunjukkan oleh jam biasa pada pesawat ruang angkasa..... | 48 |
| Gambar 2.24 Perjalanan Moe yang diamati Uma..... | 52 |
| Gambar 2.25. Pengamatan Moe, bintang mendekati dirinya..... | 53 |
| Gambar 2.26. Moe dalam perjalanan kembali, bumi mendekati dirinya..... | 53 |
| Gambar 2.27. Moe bertemu kembali dengan Uma..... | 54 |
| Gambar 2.28. Waktu diukur vertikal , dan jarak dari pengamat diukur horisontal..... | 56 |
| Gambar 2.29. Lintasan matahari dan alpha centauri dalam ruang-waktu..... | 57 |
| Gambar 2.30. Kerucut yang terbentuk saat batu dijatuhkan ke air..... | 58 |
| Gambar 2.31 Kerucut cahaya masa depan dan masa lalu..... | 59 |
| Gambar 2.32 Tiga daerah yang terbentuk dari kerucut cahaya..... | 59 |
| Gambar 2.33. Kerucut cahaya masa depan yang memperlihatkan matinya matahari..... | 60 |
| Gambar 2.34.(a) Sebuah ruang-waktu satu dimensi datar..... | 62 |
| Gambar 2.34.(b) Sebuah ruang-waktu satu dimensi lengkung..... | 62 |
| Gambar 2.35.(a) Sebuah ruang-waktu dua dimensi datar..... | 62 |

| | |
|--|----|
| Gambar 2.35.(b) Sebuah ruang-waktu dua dimensi lengkung..... | 63 |
| Gambar 2.36.(a) Dalam sebuah ruang datar dua dimensi, $K/d = \pi$ | 63 |
| Gambar 2.36.(b) Dalam sebuah ruang-waktu lengkung, $K/d \neq \pi$ | 64 |
| Gambar 2.37. Sebuah ruang datar dan sifat-sifat geometri euklid-nya..... | 64 |
| Gambar 2.38. Sebuah ruang lengkung dan sifat-sifat geometri tak-euklid nya..... | 65 |
| Gambar 2.39. Lingkaran besar merupakan rute terpendek antara dua titik pada permukaan bumi kita..... | 67 |
| Gambar 2.40. Percobaan yang dilakukan dalam pesawat ruang angkasa yang mengalami percepatan..... | 68 |
| Gambar 2.41 Pengamatan jalannya sinar pada pesawat ruang angkasa dalam keadaan diam..... | 69 |
| Gambar 2.42 Pengamatan jalannya sinar pada pesawat ruang angkasa pada saat pesawat ruang angkasa mengalami percepatan..... | 69 |
| Gambar 2.43. Pembelokan cahaya bintang oleh matahari..... | 72 |
| Gambar 2.44. Orbit elips sebuah planet yang mengitari Matahari, menurut Newton..... | 72 |
| Gambar 2.45. Presesi Perihelion Merkurius..... | 73 |

ABSTRAK

Sari, E. Kristina : "Tinjauan Teori Gravitasi secara Klasik dan Modern".

Gravitasi merupakan konsep fisika yang sangat penting dan berkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari. Gravitasi mengatur seluruh semesta. Perkembangan lebih lanjut dari teori gravitasi dalam hal ini Teori Relativitas Umum memberi sumbangan besar bagi Astrofisika dan asal-usul jagat raya.

Teori Gravitasi Galileo adalah titik tolak lahirnya hukum-hukum Newton dan Teori Gravitasi Newton. Sumbangannya dalam bidang gravitasi menghasilkan persamaan gerak jatuh bebas benda karena pengaruh gravitasi. Berangkat dari pemikirannya pula para ilmuwan melakukan percobaan dan berhasil menentukan besarnya percepatan gravitasi bumi yaitu $9,8 \text{ m/s}^2$ khusus untuk daratan Eropa.

Teori Gravitasi Newton terbukti berhasil menerangkan gaya gravitasi yang dialami benda-benda pada permukaan bumi. Keseluruhan teori Newton merupakan bagian yang penting dalam sejarah Fisika Klasik, bahkan teori Kepler mengenai pergerakan planet-planet dalam tata surya juga mematuhi hukum gravitasi Newton. Namun, kelak diketahui ternyata hukum-hukum Newton ini hanya berlaku pada kerangka Inersia. Keraguan semakin memuncak saat lahir teori baru mengenai gelombang elektromagnet, Newton dan beberapa ilmuwan lain menyatakan adanya suatu medium yang baru yang disebut ether. Pendapat mengenai ether ini dilahirkan untuk mendukung gagasan Newton mengenai Sistem Koordinat Semesta Agung.

Kegagalan demi kegagalan yang ditunjukkan Fisika Klasik dalam berbagai proses atom, gravitasi dan penafsiran terjadinya alam semesta membuat Einstein melahirkan suatu teori baru yang revolusioner, khususnya dalam bidang gravitasi. Untuk kajian mengenai gravitasi, Einstein menuliskan secara khusus seluruh ide dan pemikirannya dalam Teori Relativitas Umum. Dan pada kenyataannya Teori Relativitas Umum Einstein berhasil menerangkan gejala-gejala terjadinya alam semesta yang dalam hal ini berkaitan erat dengan gravitasi dan mampu memberi koreksi yang bermanfaat bagi Teori Newton.