

**PENYELESAIAN GERAK OSILATOR HARMONIK DENGAN  
MENGUNAKAN METODA EVOLUSI HAMILTON**

**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika**



**Oleh  
HAMONANGAN  
09003120008**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
JANUARI 2006**

S  
531.112 07  
Hami  
P  
C-06095  
2006

**PENYELESAIAN GERAK OSILATOR HARMONIK DENGAN**

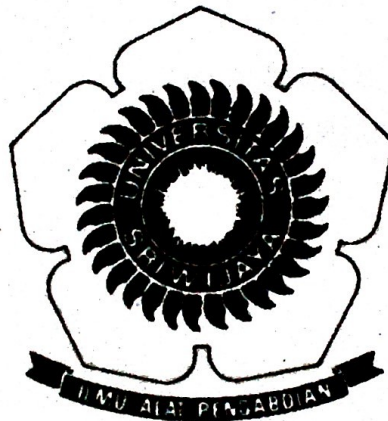
**MENGGUNAKAN METODA EVOLUSI HAMILTON**



**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar**

**Sarjana Sains Bidang Studi Fisika**



R 13784/14195

**Oleh**

**HAMONANGAN**

**09003120008**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**JANUARI 2006**

Lembar Pengesahan

**PENYELESAIAN GERAK OSILATOR HARMONIK DENGAN  
MENGUNAKAN METODA EVOLUSI HAMILTON**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

**Sarjana Sains Bidang Studi Fisika**

Oleh

**HAMONANGAN**

**NIM 09003120008**

**Inderalaya, Januari 2006**

**Pembimbing Utama**



**Supardi, S.Si, M.Si**  
**NIP. 132 302 523**

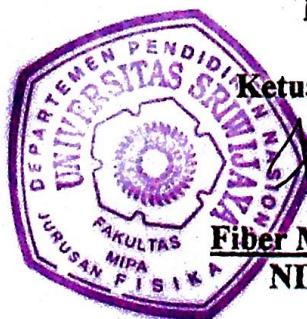
**Pembimbing Pembantu**



**Fiber Monado, S.Si, M.Si**  
**NIP. 132 133 716**

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Fisika**



**Fiber Monado, S.Si, M.Si**  
**NIP. 132 133 716**

**MOTTO :**

**"Barangkali tidak ada sesuatu yang lebih berat dari pada harus terus-menerus mencoba tetapi tidak segera berhasil, terus berjuang dan mengendalikan kesabaran namun belum juga tercapai. Tetapi ingatlah, apabila sebuah pintu tertutup, maka pintu yang lain akan terbuka".**

**"Sesungguhnya orang-orang yang beriman itu adalah mereka yang apabila disebut nama Allah bergetarlah hati mereka, dan apabila dibacakan kepada mereka ayat-ayatNya, bertambahlah iman mereka (karenanya) dan kepada Tuhanlah mereka bertawakkal."**  
**(Al-Quran, surat Al-Anfaal ayat 2)**

**Kupersembahkan Kepada :**

- **Agama, Bangsa dan Negaraku**
- **Ayahanda dan Ibunda tercinta**
- **Saudara-saudaraku tercinta**
- **Kakek (Alm) dan Nenekku (Alm)**
- **Adik-adikku tersayang**
- **Sahabat-sahabatku terkasih**

## KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur bagi Allah, yang dengan nama-Nya bumi dihamparkan, yang dengan nama-Nya langit ditinggikan. Segala puji bagi Allah Sang Maha Cahaya Penguak Hidayah, yang semua jiwa dalam genggamannya, Allah Ar-Rahman, Sang Maha Pengasih atas segala nikmat, rahmat dan hidayahnya sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam teruntuk Nabi Muhammad SAW, yang telah berjuang sepenuh hati dan jiwa untuk menyampaikan risalah Al-Qur'an bagi segenap manusia. Cintamu kepada umat yang tiada tara. Shalawat juga tercurah pada keluarga, sahabat dan pengikutnya yang tetap istiqomah menegakkan Islam dimuka bumi ini

Dalam penulisan Tugas Akhir ini perkenankanlah penulis untuk mengucapkan terimakasih atas segala bantuan moril dan materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Fiber Monado S.Si, M.Si sebagai ketua Jurusan Fisika.
2. Bapak Sutopo S.Si, M.Si, Sebagai sekretaris Jurusan Fisika.
3. Bapak Supardi S.Si, M.Si, Sebagai Pembimbing I yang dalam kesibukannya masih bersedia meluangkan waktu bagi penulis dengan memberikan bimbingan dan pengarahan yang berguna sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

4. Bapak Fiber Monado S.Si, M.Si, Sebagai Pembimbing II yang juga selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan mata kuliah penulis.
5. Seluruh Staf Dosen Jurusan Fisika, atas limpahan ilmu dan kesabarannya dalam membimbing.
6. Seluruh Staf Administrasi di Jurusan Fisika maupun Dekanat, Nabair (Babe), Bapak Irianjo.
7. Bapak dan Mama atas segala do'a dan sujud malammu serta seluruh keluargaku (Nurshinta, Yeni Wati dan Fegi Ramadhani) tersayang, terima kasih yang tak terhingga atas rahmatMu Ya Allah, semoga kita semua dalam lindungannya.
8. Abang Galok, Silih-silihku, Kak Mary, Kak Intan, Abang Can, Abang Timbul dan seluruh keluargaku.
9. Teman-teman Asisten di Laboratorium Teori Jurusan Fisika, *akan kukenang selalu saat kita berbagi kebersamaan di saat suka maupun duka*
10. Adik-adikku di Jurusan Fisika (Yuri, Yati, Niar, Herlina, Yeni, Heling, Selli, Yuni, Kiki, Rita, Amelia, Anita, Yunita dan semua yang tidak dapat disebutkan satu-persatu) yang telah banyak memberikan *masukan* dan *kritik* yang sangat membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
11. Sahabatku (Lianawari, Fitri E, Rismalinda, Yeni Indah, Fery, Sri.H, Febby, Santi, Arthur, Nur Oktarina, Febby, Wawan (Pano), Iyoung, Agus, Urip, Wulan, Junaidi, Syahrul, Fitri, Ferry, Rifki HP, Ali, Triratna, Ai, Parto, Adhit, Widi, Insan, Rolly, Muhammad (Togar), Andre (Marpaung), Woody, Asep, Kholik, Udik, Ari, Eed, Jimmy, Bekti, Iin, Dini). Mohon maaf atas segala kesalahan. Kalian adalah sahabat terbaikku. Semoga Allah mengekalkan persahabatan kita.

12. Rekan-rekan seperjuangan di Fisika '2000 seluruhnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Semoga kita semua selalu dapat menjadi yang terbaik.
13. Rekan-rekan seperantauan di Inderalaya maupun di Palembang yang turut memberikan *support* kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
14. Serta seluruh pihak yang telah memberikan bantuannya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih sangat jauh dari sempurna. Hal ini karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dalam menyempurnakan tulisan ini. Semoga penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan semua pihak yang memerlukannya.

Inderalaya, Januari 2006

Penulis

**PENYELESAIAN GERAK OSILATOR HARMONIK DENGAN  
MENGUNAKAN METODA EVOLUSI HAMILTON**

Oleh :

**HAMONANGAN**

**09003120008**

---

---

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penyelesaian gerak osilator harmonik untuk sistem pegas dan bandul sederhana dengan menggunakan metoda evolusi Hamilton. Kondisi awal yang digunakan untuk sistem pegas dalam penelitian ini adalah  $t = 0$ ,  $X = X_0$  atau  $x = 0$  dan  $v = v_0$ , dan kondisi awal untuk sistem bandul sederhana yaitu  $t = 0$ ,  $\theta = \theta_0$ , dan  $\dot{\theta} = 0$ . Ternyata hasil yang diperoleh dengan metode ini sama dengan hasil yang diperoleh dengan menggunakan metoda Newtonian.



# THE SOLUTION OF MOTION HARMONIC OSCILLATOR BY USING HAMILTON EVOLUTION METHOD

By :

HAMONANGAN

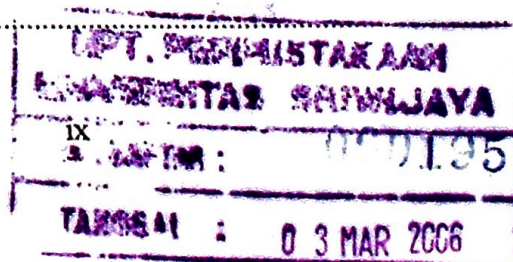
09003120008

## ABSTRACT

It has been solution of motion harmonic oscillator for the system of simple sling and spiral spring by using Hamilton evolution method. Beginning condition which was used for system of spiral spring in this experiment were  $t = 0$ ,  $x = x_0$  or  $x = 0$  and  $v = v_0$ , and beginning condition for system simple sling were  $t = 0$ ,  $\theta = \theta_0$ , and  $\dot{\theta}_0$ . The result which was obtained with this method were the same as the result which was obtained using Newtonian method.

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Muka .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Halaman Motto .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Abstrak .....	vii
Abstract .....	viii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Gambar .....	xi
Daftar Notasi .....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Gerak Harmonik .....	4
2.2. Osilator Harmonik .....	5



2.3. Pendulum Sederhana .....	8
2.4. Persamaan Lagrange (Lagrangian) .....	10
2.5. Persamaan Gerak Hamilton .....	12
2.5.1. Fungsi Hamilton (Hamiltonian) .....	12
2.5.2. Poisson Bracket .....	15
2.6. Evolusi Hamilton .....	16

### BAB III. METODOLOGI DAN ANALISA RANGKAIAN

3.1. Menentukan Persamaan Gerak Osilator Harmonik .....	19
---	----

### BAB IV. HASIL PENELITIAN

4.1. Gerak Osilator Harmonik Pada Sistem Pegas .....	20
4.2. Gerak Osilator Harmonik Pada Sistem Bandul Sederhana ....	24

### BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan .....	29
5.2. Saran.....	29

### DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gerak Osilator Harmonik Sederhana Pada Sebuah Pegas .....	5
Gambar 2.2. Sebuah bandul sederhana pada posisi tertentu yang mempunyai massa $m$ , sudut kemiringan $\theta$ , dimana panjangnya $\ell$ tetap .....	8
Gambar 4.1 Pegas horizontal diikatkan pada sebuah benda. (a) Sebuah benda yang bermassa $m$ dalam keadaan setimbang, (b) Sebuah benda yang bermassa $m$ berisolasi bolak-balik di atas permukaan licin .....	20
Gambar 4.2 Bandul sederhana dengan massa $m$ dan panjang tali $\ell$ , $\theta$ adalah sudut simpangan, $x$ adalah jarak benda ke posisi setimbang .....	24

## DAFTAR NOTASI

$\omega_0$  = Frekuensi alami

$H$  = Fungsi Hamiltonian

$L$  = Fungsi Lagrange

$T$  = Energi Kinetik

$\tau$  = Periode

$V$  = Energi Potensial

$E$  = Energi total osilator harmonik

$\dot{q}_k$  = Kecepatan umum

$q_k$  = Koordinat umum

$p_k$  = Momentum Umum

$\dot{x}$  = Perubahan  $x$  terhadap waktu

## DAFTAR NOTASI

$\omega_0$  = Frekuensi alami

$H$  = Fungsi Hamiltonian

$L$  = Fungsi Lagrange

$T$  = Energi Kinetik

$\tau$  = Periode

$V$  = Energi Potensial

$E$  = Energi total osilator harmonik

$\dot{q}_k$  = Kecepatan umum

$q_k$  = Koordinat umum

$p_k$  = Momentum Umum

$\dot{x}$  = Perubahan  $x$  terhadap waktu

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Mekanika adalah ilmu yang mempelajari tentang benda dalam keadaan diam atau bergerak di bawah pengaruh gaya. Mekanika dibagi menjadi tiga bagian yaitu kinematika, dinamika, dan statika (ilmu keseimbangan). Kinematika adalah ilmu yang mempelajari tentang gerak pada bahan material. Dinamika adalah ilmu yang mempelajari tentang ketentuan hukum yang berlaku untuk semua jenis gerak khususnya pada gerak osilator harmonik. Sedangkan statika adalah ilmu yang mempelajari tentang gaya dan sistem gaya, dengan acuan tertentu dari sistem gaya dengan keadaan posisi diam [Symon, 1973].

Di dalam mekanika menggambarkan dinamika partikel atau sistem partikel. Dinamika partikel demikian, ditunjukkan oleh hukum-hukum Newton tentang gerak, terutama oleh hukum kedua Newton. Hukum ini menyatakan, "*Sebuah benda yang memperoleh pengaruh gaya atau interaksi akan bergerak sedemikian rupa sehingga laju perubahan waktu dari momentum sama dengan gaya tersebut*". Dimana hasil yang kita dapatkan berupa integrasi ditambah konstanta integrasi. Adanya konstanta integrasi membuat fungsi atau hasil yang kita peroleh tidak unik (tunggal). Agar hasilnya unik diperlukan syarat tambahan yaitu :

1. Syarat awal : posisi awal, kecepatan awal yang biasa disebut dengan kondisi awal yang terkait pada waktu tertentu.
2. Syarat batas : gerak yang berhubungan dengan ruang dan waktu.

Jika ditinjau gerak partikel yang terkendala pada suatu permukaan bidang, maka diperlukan adanya gaya tertentu yakni *gaya konstrain* yang berperan mempertahankan kontak antara partikel dengan permukaan bidang. Dalam kondisi tertentu, tidaklah mungkin atau sulit menyatakan seluruh gaya yang beraksi terhadap partikel, maka pendekatan Newtonian menjadi rumit atau tidak mungkin dilakukan. Sehingga diperlukan pendekatan baru yaitu, dengan menggunakan metoda evolusi Hamilton. Dengan meninjau kuantitas fisis lain, yang merupakan karakteristik partikel, kuantitas fisis yang ditinjau adalah energi kinetic dan energi potensial partikel.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana menyelesaikan suatu permasalahan dengan menggunakan metoda evolusi Hamilton.

## **1.3. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini hanya dibahas penyelesaian gerak dengan menggunakan evolusi Hamilton untuk sistem fisis :

1. Gerak osilator harmonik pada sistem pegas.
2. Gerak osilator harmonik pada sistem bandul sederhana.

## **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan solusi (alternatif) dari penyelesaian gerak khususnya pada osilator harmonik.



### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat memahami dan menguasai konsep-konsep dasar dari metoda evolusi Hamilton.
2. Dapat menyelesaikan permasalahan gerak dengan menggunakan metoda Hamilton.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arya, Atam P. *Introduction to Classical Mechanics*. Allyn & Bacon. A division of Simon and Schuster. Inc, USA. 1990.
- Boas, Mary L., 1983. *Mathematical Methods In The Physical Sciences*. 2 Ed, John Wiley & Sons, USA.
- Giancoli, Douglas C. *Physics For Scientist and Engineers*. Second Edition. Prentice Hall. Englewood Clifes, New Jersey. 1988.
- Goldstein, H. *Classical Mechanic*. Addition-Wesley, New York. 1980.
- Haliday, D dan Resnick, R. Terjemahan oleh Silaban, P, PhD dan Drs. Sucipto, E, M.Sc. *Fisika*. Edisi ketiga. Jilid I. Departemen Fisika ITB. Penerbit Erlangga. Bandung. 1994.
- Salamuddin, S.Si. *Analisis Numerik Pendulum Berpegas*. Skripsi. FMIPA Fisika UNSRI. Inderalaya, OKI. 2001.
- Symon, Keith R. *Mechanics*. Third Edition. Addison-Wesley, New York. 1973.