



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**SIMULASI MAINAN GIROSKOP PADA KEADAAN *STEADY*
STATE DENGAN *SOFTWARE* MATLAB**

TUGAS AKHIR

WISNU PANCAWARDANA

L2E 005 499

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
AGUSTUS 2012**

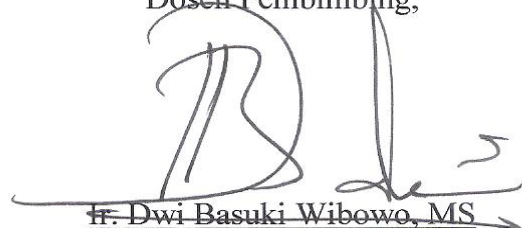
TUGAS SARJANA

- Diberikan kepada : Nama : Wisnu Pancawardana
NIM : L2E 005 499
- Dosen Pembimbing : Ir. Dwi Basuki Wibowo, MS
- Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)
- Judul : Simulasi Mainan Giroskop pada Keadaan *Steady State* dengan *Software Matlab*
- Isi Tugas : 1. Memodelkan sistem Dinamik mainan giroskop menjadi model matematik.
2. Mensimulasikan sistem keseluruhan dari gerakan mainan giroskop dengan software Matlab.

Semarang, 08 Agustus 2012

Menyetujui

Dosen Pembimbing,



Ir. Dwi Basuki Wibowo, MS
NIP. 196204231987031003

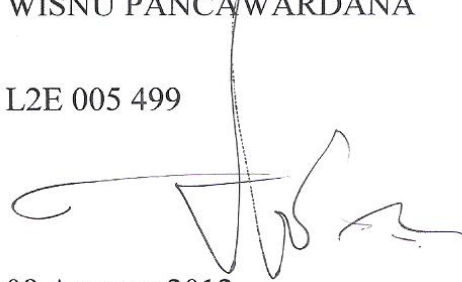
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : WISNU PANCAWARDANA

NIM : L2E 005 499

Tanda Tangan :



Tanggal : 08 Agustus 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : WISNU PANCAWARDANA
NIM : L2E 005 499
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : SIMULASI MAINAN GIROSKOP PADA
KEADAAN *STEADY STATE* DENGAN *SOFTWARE*
MATLAB

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Dwi Basuki Wibowo, MS

Penguji : Dr. MSK Tony Suryo Utomo, ST, MT

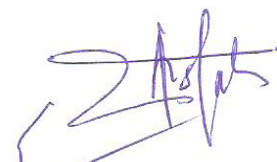
Penguji : Ir. Sudargana, MT

Penguji : Dr. Ir. Toni Prahasto, MAsc



Semarang, 08 Agustus 2012

Ketua
Jurusan Teknik Mesin,



Dr. Sulardjaka, ST, MT
NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : WISNU PANCAWARDANA
NIM : L2E 005 499
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : TUGAS AKHIR

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah yang berjudul:

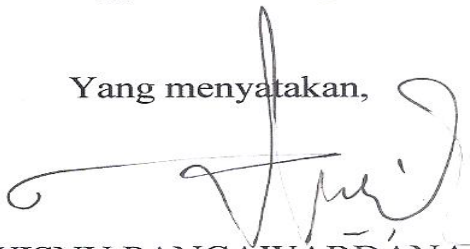
“SIMULASI MAINAN GIROSKOP PADA KEADAAN *STEADY STATE* DENGAN SOFTWARE MATLAB ”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama peneliti sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 08 Agustus 2012

Yang menyatakan,


WISNU PANCAWARDANA
L2E 005 499

ABSTRAK

Meski secara eksplisit bisa dibedakan jenis permainan dan produk mainan untuk anak-anak maupun orang dewasa, bermain atau memainkan sebuah produk mainan terbukti tidak mengenal batas usia. Produk mainan umumnya mengandung unsur ilmu pengetahuan yang ditujukan selain untuk memperkenalkan/memperagakan fenomena Fisika, Mekanika, Listrik, Magnet dan Kimia juga untuk menggugah rasa senang bagi pemiliknya. Contohnya adalah produk mainan pohon bunga matahari, yang diletakkan di atas *dashboard* mobil, yang daun dan bunganya bisa bergerak sendiri dengan sumber energi matahari. Jenis produk mainan ini termasuk kelompok mainan mekanikal, sedangkan jenis produk mainan mekanikal untuk anak-anak seperti ini termasuk pada kelompok mainan mekanikal edukatif. Salah satu alat permainan edukatif adalah mainan giroskop, dengan alat ini kita bisa mengetahui beberapa prinsip mekanik seperti momen sudut, momen inersia, gerakan rotasi, nutasi, dan lain sebagainya.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui persamaan dinamik yang digunakan, mengetahui fenomena apa saja yang terjadi pada gerakan mainan giroskop, dan membuat simulasi gerakan mainan giroskop dengan menggunakan software Matlab.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode simulasi analitik, Metode simulasi dilakukan dengan cara mensimulasikan kasus yang dihadapi kedalam pemodelan sesuai dengan program yang digunakan, selanjutnya hasil dari pemodelan dianalisa dengan teori-teori yang sudah ada dan dibandingkan dengan hasil dari studi lapangan (validasi).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan memasukan persamaan dinamik dalam simulasi software Matlab didapatkan hasil bahwa ketika sebuah mainan giroskop yang berputar terjadi empat bentuk gerakan yang terjadi yaitu: gasing, *cuspidial precession*, *looping precession*, dan gerakan jatuh.

Kata kunci: mainan mekanikal edukatif, momen sudut, momen inersia, rotasi, nutasi, giroskop, simulasi, Matlab, gasing, *cuspidial precession*, *looping precession*, gerakan jatuh.

ABSTRACT

Although explicitly distinguishable types of games and toys for children and adults, playing, or playing a toy product is proven not know the age limit. Toy products generally contain elements aimed at science than to introduce / demonstrate the phenomenon of Physics, Mechanics, Electricity, Magnetism and Chemical also to arouse the feeling of pleasure to its possessor. An example is the sunflower tree toy products, which is placed on the car dashboard, the leaves and flowers can not move itself with solar energy sources. This type of toy products including the mechanical toys, while the type of mechanical toy products for children such as these belong to a group of mechanical educational toy. One such tool an educational toy is gyroscope, with this tool we can find some mechanical principles such as the moment angular, moment of inertia, rotational motion, nutation, and so on.

The purpose of this study was to determine the dynamic equations are used, find out the phenomenon of what happens to the movement of a gyroscope toy, and make a toy gyroscope motion simulation using Matlab software.

The method used is the analytic simulation method, simulation method is done by simulating the case at hand into modeling in accordance with a program that is used, then the results of modeling are analyzed by theories that already exist and compared with results from field studies (validation).

Based on research conducted by including dynamical equations in Matlab software simulation showed that when a toy gyroscope that spins occurs four forms of movement that occurs is: top, cuspidial precession, looping precession, and the motion falling.

Keywords: educational toys mechanical, angular moment, moment of inertia, rotation, nutasi, gyroscopes, simulation, Matlab, top, cuspidial precession, looping precession, falling motion.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayahnya dikaruniakan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tugas Akhir yang berjudul “*Simulasi Mainan Giroskop pada Keadaan Steady State dengan Software Matlab*” untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu dan dorongan kepada penyusun selama penyusunan Tugas Akhir ini, diantaranya:

1. Dr. Sulardjaka, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
2. Ir. Dwi Basuki Wibowo, MS, selaku Pembimbing, yang juga telah memberikan bimbingan, pengarahan-pengarahan dan masukan-masukan kepada penulis untuk menyusun Tugas Akhir ini.
3. Gunawan Dwi Haryadi, ST, MT, selaku dosen wali atas bimbingan kuliah sejak semester awal hingga saat ini.
4. Seluruh staf pengajar Teknik Mesin Universitas Diponegoro, atas dorongan yang telah diberikan. Terimakasih pula untuk staf tata usaha, staf perpustakaan, staf kebersihan, dan keamanan Jurusan Teknik Mesin atas segala bantuan selama kuliah.

Dengan penuh kerendahan hati, penulis menyadari akan kekurangan dan keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semakin menambah kecintaan dan rasa penghargaan kita terhadap Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Semarang, 08 Agustus 2012



Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

TUGAS AKHIR INI KU PERSEMBAHKAN KEPADA

ORANG TUAKU ATAS SEGALA BIMBINGAN
DAN NASIHAT-NYA.

KAKAK-KAKAKU (Drs. WIJI SUPARNO, M.Phil., Harsini,
Tri Suyanti, Sri Muryani, S.Pt) ATAS DUKUNGAN YANG
TIADA HENTI BAIK MATERIIL MAUPUN MORIIL.

*Pramita Gobanosilva Kekasihku, Atas Segala Dukungan dan
Motivasinya.*

HALAMAN MOTTO

*"SOPO TEMEN BAKAL TINEMU, SOPO
SALAH BAKAL SELEH."*

(Setiap kerja keras yang baik akan memperoleh hasil yang memuaskan. Sementara itu, andai manusia berbuat salah, maka dengan sendirinya dia akan ketahuan juga serta berakhir dengan "penghakiman" karena perbuatannya).

*“GOLEKO JENENG DHISIK SAWISE
KUWI LAGI ENTUK JENANG”*

(Ukirlah prestasi atau reputasi terlebih dahulu barulah materi akan mengikuti)

(Almarhum Ayah: Citro Sumarto)

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Tugas Sarjana	ii
Halaman Pernyataan Orisinalitas	iii
Halaman Pengesahan	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir Untuk Kepentingan Akademis	v
Abstraksi	vi
<i>Abstrack</i>	vii
Kata Pengantar	viii
Halaman Persembahan	ix
Halaman Motto	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Nomenklatur	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Metode Penelitian	4
1.5. Sistematika Penulisan	5
BAB II	7
STUDI PUSTAKA	7
2.1. Pengertian Giroskop	7
2.2. Sejarah Perkembangan Giroskop	8
2.3. Penerapan Efek Giroskop	10
2.3.1. Alat Demonstrasi Giroskop	10
2.3.2. <i>Mouse</i> Komputer (<i>Gyromouse</i>)	11

2.3.3.	Mainan Anak-anak	12
2.3.4.	Girokompas (<i>Gyrocompasses</i>)	13
2.3.5.	Girostabilizer (Stabiliser pada Kapal)	14
2.3.6.	<i>Giro Monorail</i>	15
2.3.7.	<i>Gyrocar</i>	16
2.3.8.	Mobil Balap	17
2.4.	Dinamika Benda Tegar	18
2.4.1.	Rotasi Terhadap Sumbu Tetap	19
2.4.2.	Gerak Umum	24
2.4.3.	Momen Inersia dan Perkalian Inersia	27
2.4.4.	Momen Sudut	32
BAB III	.....	36
PERSAMAAN DINAMIK GERAKAN MAINAN GIROSKOP	.....	36
3.1.	Persamaan Gerak Rotasi	36
3.2.	Persamaan Gerak Mainan Giroskop	40
BAB IV	.....	43
SIMULASI GERAKAN MAINAN GIROSKOP	.....	43
4.1.	Pendahuluan	43
4.2.	Matlab/Simulink	43
4.3.	Pembuatan Simulasi Gerakan Mainan Giroskop Dengan Matlab	44
BAB V	.....	65
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	65
4.1.	Kesimpulan	65
4.2.	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jadwal kegiatan tugas sarjana	6
Tabel 4.1 Parameter yang digunakan dalam simulasi	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Giroskop	3
Gambar 2.1 Bagian giroskop	8
Gambar 2.2 Giroskop ditemukan oleh Leon Foucault pada tahun 1852. Replika dibuat oleh Dumoulin-Fromen pada tahun 1867	10
Gambar 2.3 Alat peraga giroskop	11
Gambar 2.4 <i>Gyromouse</i>	12
Gambar 2.5 Levitron	13
Gambar 2.6 <i>Gyrocompass</i> pada pesawat tempur Vulcan Bomer	13
Gambar 2.7 <i>Gyrostabilizer</i> pada kapal laut	14
Gambar 2.8 Brennan monorail.....	15
Gambar 2.9 Schilovski <i>gyrocar</i>	17
Gambar 2.10 Giroskop pada mobil	18
Gambar 2.11 Rotasi terhadap sumbu tetap O.....	19
Gambar 2.12 Vektor kecepatan sudut	20
Gambar 2.13 Posisi kecepatan sudut terhadap sumbu rotasi	21
Gambar 2.14 Posisi Percepatan sudut terhadap sumbu rotasi.....	21
Gambar 2.15 Kerucut banda dan kerucut ruang.....	22
Gambar 2.16 Kerucut benda dan ruang dari disk yang berputar	23
Gambar 2.17 Pergeseran sumbu acuan	25
Gambar 2.18 Dua sumbu sejajar pada sebuah benda tegar.....	28
Gambar 2.19 Pelat dengan bidang gerak yang berimpit x - y	29
Gambar 2.20 Benda tegar dengan sumbu sejajar x_o - y_o	30
Gambar 2.21 Kecepatan partikel pada sistem koordinat X,Y,Z	33
Gambar 3.1 (a). Posisi giroskop dalam keadaan diam (b). Sumbu Presisi (c). Sumbu Nutasi (d). Sumbu Rotasi	40
Gambar 3.2 Vektor kecepatan sudut nutasi, presisi, dan spin.....	41
Gambar 4.1 Blok diagram persamaan dinamika giroskop dalam Simulink.....	46
Gambar 4.2 Jendela menu pilihan simulasi.....	50
Gambar 4.3 Grafik sudut nutation terhadap waktu pada gerakan <i>cuspidial</i>	

	<i>precession</i>	51
Gambar 4.4	Grafik sudut <i>precession</i> terhadap waktu pada gerakan <i>cuspidial precession</i>	51
Gambar 4.5	Grafik sudut spin terhadap waktu pada gerakan <i>cuspidial precession</i>	52
Gambar 4.6	Grafik kecepatan sudut spin terhadap waktu pada gerakan <i>cuspidial precession</i>	52
Gambar 4.7	Grafik sudut nutation terhadap sudut presisi pada gerakan <i>cuspidial precession</i>	53
Gambar 4.8	Grafik sudut nutasi terhadap waktu pada gerakan gasing	53
Gambar 4.9	Grafik sudut presisi terhadap waktu pada gerakan gasing	54
Gambar 4.10	Grafik sudut spin terhadap waktu pada gerakan gasing.....	54
Gambar 4.11	Grafik kecepatan sudut spin terhadap waktu pada gerakan gasing.....	55
Gambar 4.12	Grafik sudut nutasi terhadap sudut presisi pada gerakan gasing.....	55
Gambar 4.13	Grafik sudut nutasi terhadap waktu pada gerakan <i>looping precession</i>	56
Gambar 4.14	Grafik sudut presisi terhadap waktu pada gerakan <i>looping precession</i>	56
Gambar 4.15	Grafik sudut spin terhadap waktu pada gerakan <i>looping precession</i>	57
Gambar 4.16	Grafik kecepatan sudut spin terhadap waktu pada gerakan <i>looping precession</i>	57
Gambar 4.17	Grafik sudut nutasi terhadap sudut presisi pada gerakan <i>looping precession</i>	58
Gambar 4.18	Grafik sudut nutasi terhadap waktu pada gerakan <i>fall</i>	59
Gambar 4.19	Grafik sudut <i>precession</i> terhadap waktu pada gerakan <i>fall</i>	59
Gambar 4.20	Grafik sudut spin terhadap waktu pada gerakan <i>looping fall</i>	60
Gambar 4.21	Grafik kecepatan sudut spin terhadap waktu pada gerakan <i>fall</i>	60
Gambar 4.22	Grafik sudut nutasi terhadap sudut presisi pada gerakan <i>fall</i>	61
Gambar 4.23	Gambar 3D giroskop dalam Virtual Reality	62
Gambar 4.24	Block parameter pada gambar animasi	62
Gambar 4.25	Animasi gerakan gyro dalam Virtual Reality.....	63

NOMENKLATUR

<u>Simbol</u>	<u>Keterangan</u>	<u>Satuan</u>
a, \bar{a}	Percepatan	m/s^2
\bar{a}	Percepatan dari pusat massa	m/s^2
A, B, C, \dots	Titik	
d	Diameter	m
F	Gaya, pergeseran gaya	N
g	Percepatan grafitasi	m/s^2
G	Pusat grafitasi, Pusat massa	
h	Momen angular per satuan massa	$kg\ m^2/s$
H_O	Momen angular terhadap titik O	$kg\ m^2/s$
i, j, k	Vektor sepanjang sumbu koordinat	
I, I_x, \dots	Momen Inersia	$Kg.m^2$
I_{xy}, \dots	Perkalian inersia	
l	Jarak	m
m	Massa	Kg
M	Momen, Couple	
O	Titik pusat koordinat	
P	Vektor Gaya	N
r	Vektor posisi	m
$r_{A/B}$	Posisi vektor B relatif terhadap A	m
r	Jari-jari, jarak	m
v	Kecepatan	m/s
x, y, z	Titik koordinat	
$\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$	Turunan waktu dari koordinat x, y, z	
α	Percepatan sudut	rad/s^2
α, β, γ	Sudut	rad
θ, ϕ, ψ	Sudut Euler	rad

$\dot{\theta}, \dot{\phi}, \dot{\psi}$	Kecepatan nutasi, presisi, dan spin	rad/s
ω	Kecepatan sudut	rad/s
Ω	Kecepatan sudut dari kerangka acuan	rad/s