

**LAPORAN  
TUGAS SARJANA**

**RANCANG BANGUN *COMPACT MARBLE TOYS* DENGAN MODEL  
MEKANISME PENGANGKAT JUNGKAT – JUNGKIT**



**Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata Satu (S-1)  
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro**

**Disusun oleh:**

**ADRIH PRASETYA ADI**

**L2E 605 202**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

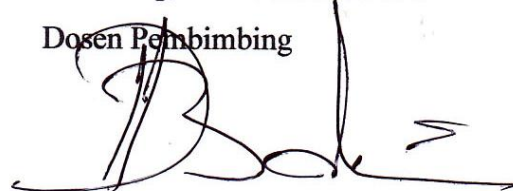
**2011**

## TUGAS SARJANA

- Diberikan kepada : Adrih Prasetya Adi  
NIM : L2E 605 202  
Dosen pembimbing : Ir. Dwi Basuki Wibowo , MS  
Jangka waktu : 12 Bulan  
Judul : Rancang bangun *Compact Marble Toys* dengan model mekanisme pengangkat jungkat - jungkit  
Isi Tugas :
1. Merancang setiap modul dan mekanisme mainan simulasi kelereng (*Compact Marble Toys*).
  2. Mengetahui ketepatan posisi di awal dan di akhir lintasan setiap modul melalui analisis posisi dan kecepatan pada komponen mekanisme kelereng meluncur bebas.
  3. Menguji besarnya perbedaan waktu saat simulasi dengan menggunakan *software* Visual Nastran 4D dan pengujian pada *Compact Marble Toys*.

Semarang, 21 Desember 2011

Dosen Pembimbing



Ir. Dwi Basuki Wibowo , MS

NIP. 196204231987031003

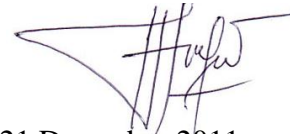
## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Adrih Prasetya Adi

NIM : L2E 605 202

Tanda Tangan :



Tanggal : 21 Desember 2011

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Adrih Prasetya Adi  
NIM : L2E 605 202  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Rancang bangun *Compact Marble Toys* dengan model mekanisme pengangkat jungkat - jungkit

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

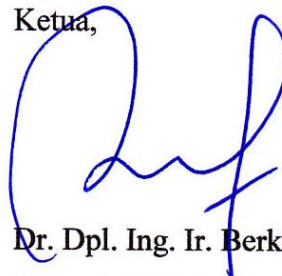
Pembimbing : Ir. Dwi Basuki Wibowo, MS  
Penguji : Dr. Sulardjaka, ST, MT  
Penguji : Ir. Budi Setiyana, MT  
Penguji : Ir. Sudargana, MT



Semarang, 21 Desember 2011

Jurusan Teknik Mesin

Ketua,



Dr. Dpl. Ing. Ir. Berkah Fadjar TK

NIP. 195907221987031003

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

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

Nama : Adrih Prasetya Adi  
NIM : L2E 605 202  
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** (*Nonexclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

### **“Rancang Bangun *Compact Marble Toys* dengan Model Mekanisme Pengangkat Jungkat - jungkit”**

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 saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal : 21 Desember 2011

Yang menyatakan,



**(Adrih Prasetya Adi)**

## **ABSTRACT**

*Toys are one very effective means of learning, one of which is mechanical toys that have educational value and there are elements of science and technology. The purpose of this mechanical toy is to introduce the mechanics of physics to the public through the medium of toys.*

*The product of this toy marbles to simulate the motion of the cycle generally consists of two components, namely: (1) lift the marbles of the seesaw mechanism model, and (2) trajectory that makes the marbles slide freely and return to the initial appointment. Each component consists of several modules and each module is designed and analyzed separately with the constraints (constraints) position and velocity at the end of each module, so that movement of marbles could continue to slide into the next module without a hitch.*

*From the result showed that at the time of simulated marble toys compact lifting mechanism seesaw path length and travel time of marbles is 2.045 meters and 28.31 seconds. While at the time of testing path length and travel time of marbles is 2.045 meters and 23.65 seconds.*

*Key words: Compact Marble Toys, simulations, motion marbles, the lifting mechanism of a seesaw*

## ABSTRAK

Mainan adalah salah satu sarana pembelajaran yang sangat efektif, salah satunya adalah mainan mekanikal yang memiliki nilai edukatif dan terdapat unsur *science* dan teknologi. Tujuan dari mainan mekanikal ini adalah untuk memperkenalkan fisika mekanika kepada masyarakat melalui media mainan.

Produk mainan ini mensimulasikan gerak kelereng berupa siklus yang secara umum terdiri dari 2 komponen yaitu: (1) pengangkat kelereng dengan model mekanisme jungkat-jungkit, dan (2) lintasan yang membuat kelereng meluncur bebas dan kembali ke awal pengangkatan. Setiap komponen terdiri dari beberapa modul dan setiap modul dirancang dan dianalisa terpisah dengan kendala (*constraints*) posisi dan kecepatan di akhir setiap modul, agar pergerakan kelereng bisa terus meluncur ke modul berikutnya tanpa hambatan.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pada saat simulasi *compact marble toys* mekanisme pengangkat jungkat-jungkit panjang lintasan dan waktu tempuh kelereng adalah 2,045 meter dan 28,31 detik. Sedangkan pada saat testing panjang lintasan dan waktu tempuh kelereng adalah 2,045 meter dan 23,65 detik.

Kata kunci : *Compact Marble Toys*, simulasi, gerak kelereng, mekanisme pengangkat jungkat-jungkit

***Motto :***

**"Jangan pernah menyerah, karena Allah  
selalu merencanakan yang terbaik buat  
kaum-Nya"**

**"Keberhasilan merupakan hasil dari sebuah  
kerja keras dari seseorang"**

**"Ubahlah keyakinan jadi kekuatan"**



## *Persembahan :*

*Kupersembahkan karyaku ini  
kepada:*

*Bapak dan ibuku, yang selalu memberikan do'a  
dan semangat sehingga memberi ketenangan,  
kelancaran dan ketenangan dalam hidupku*

*Kakak dan adik-adikku yang selalu memberi  
semangat, dukungan dan do'anya*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **“Rancang bangun *Compact Marble Toys* dengan model mekanisme pengangkat jungkat - jungkit “**.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi pada program strata satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih atas bimbingan, bantuan, serta dukungan kepada :

1. Bapak Ir. Dwi Basuki Wibowo , MS. selaku dosen pembimbing Tugas Sarjana.
2. Semua pihak yang telah membantu baik langsung maupun tidak langsung sehingga Laporan Tugas Sarjana ini dapat terselesaikan.

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menyadari banyak kekurangan. Oleh karena itu segala kritik yang bersifat membangun akan diterima dengan senang hati untuk kemajuan bersama. Akhir kata penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada siapa saja yang membutuhkan data maupun referensi yang ada dalam laporan ini.

Semarang, 21 Desember 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN TUGAS SARJANA</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	viii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>NOMENCLATUR</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penulisan .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II DESAIN <i>COMPACT MARBLE TOYS</i></b> .....	5
2.1 Macam – Macam Model Mekanisme Pengangkat .....	5
2.1.1 Mekanisme Pengangkat Tangga Berjalan .....	5
2.1.2 Mekanisme Pengangkat Kincir .....	6
2.1.3 Mekanisme Pengangkat <i>Hole Disc</i> .....	8
2.1.4 Mekanisme Pengangkat <i>Lifting Chain</i> .....	9
2.1.5 Mekanisme Pengangkat Jungkat-jungkit .....	11
2.2 Desain Mekanisme Pengangkat Jungkat-jungkit .....	13

2.2.1 Deskripsi Mekanisme Pengangkat Jungkat-jungkit.....	13
2.2.2 Prinsip dan Cara Kerja Mekanisme Pengangkat Jungkat-jungkit .....	14
2.2.3 Desain Sistem Mekanisme Pengangkat Jungkat-jungkit .....	28
2.2.4 Perhitungan .....	31
<b>BAB III DESKRIPSI COMPACT MARBLE TOYS .....</b>	<b>37</b>
3.1 <i>Compact Marble Toys</i> .....	37
3.2 Dimensi Global <i>Compact Marble Toys</i> .....	38
3.3 Bagian-bagian <i>Compact Marble Toys</i> .....	39
3.3.1 Mekanisme pengangkat.....	39
3.3.1.1 Mekanisme pengangkat jungkat-jungkit .....	39
3.3.2 Panel Lintasan .....	42
3.3.2.1 <i>Three Hole Drop</i> .....	42
3.3.2.2 Modul <i>Down Rail</i> dan Jungkitan.....	46
<b>BAB IV ANALISA KINEMATIKA SISTEM.....</b>	<b>49</b>
4.1 Simulasi pergerakan kelereng pada mekanisme pengangkat .....	49
4.1.1 simulasi pergerakan kelereng pada Mekanisme Pengangkat Jungkat-jungkit.....	49
4.2 Simulasi pergerakan kelereng pada Panel Lintasan .....	53
4.2.1 Simulasi Pergerakan Kelereng pada <i>Compact Marble Toys</i> Modul <i>Three Hole Drop</i> .....	53
4.2.1 Simulasi Pergerakan Kelereng pada <i>Compact Marble Toys</i> Modul <i>down rail</i> .....	61
4.3 Analisa Pergerakan Kelereng pada Sistem .....	69
<b>BAB V TESTING COMPACT MARBLE TOYS.....</b>	<b>71</b>
5.1 Testing Mekanisme Jungkat-jungkit.....	70
5.2 Testing Modul <i>Three hole Drop</i> .....	70
5.3 Testing modul <i>Down Rail</i> .....	71
5.4 Testing <i>Compact Marble Toys</i> Mekanisme Jungkat-jungkit.....	71

<b>BAB VI PENUTUP .....</b>	<b>73</b>
6.1 Kesimpulan .....	73
6.2 Saran.....	74

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mekanisme pengangkat tangga berjalan .....	5
Gambar 2.2	Mekanisme pengangkat kincir .....	7
Gambar 2.3	Mekanisme pengangkat <i>hole disc</i> .....	8
Gambar 2.4	Mekanisme pengangkat <i>lifting chain</i> .....	10
Gambar 2.5	Mekanisme engangkat jungkat-jungkit .....	11
Gambar 2.6	Bagian-bagian mekanisme pengangkat jungkat-jungkit .....	14
Gambar 2.7	Skema gerakan naik turun jungkat-jungkit .....	15
Gambar 2.8	Skema gerakan naik turun jungkat-jungkit .....	16
Gambar 2.9	Pandangan depan gerakan rotasi <i>cam</i> $0^\circ$ dan $360^\circ$ .....	17
Gambar 2.9	Pandangan belakang gerakan rotasi <i>cam</i> $0^\circ$ dan $360^\circ$ .....	18
Gambar 2.10	Pandangan depan gerakkan rotasi <i>cam</i> $90^\circ$ .....	19
Gambar 2.10	Pandangan belakang gerakkan rotasi <i>cam</i> $90^\circ$ .....	20
Gambar 2.11	Pandangan depan gerakkan rotasi <i>cam</i> $180^\circ$ .....	21
Gambar 2.11	Pandangan belakang gerakkan rotasi <i>cam</i> $180^\circ$ .....	22
Gambar 2.12	Pandangan depan gerakkan rotasi <i>cam</i> $270^\circ$ .....	23
Gambar 2.12	Pandangan belakang gerakkan rotasi <i>cam</i> $270^\circ$ .....	24
Gambar 2.13	(a) dan (b) Sketsa gerakkan rotasi <i>cam</i> dan batang engkol pada sudut $0^\circ$ , $90^\circ$ , $180^\circ$ , $270^\circ$ dan $360^\circ$ .....	25
Gambar 2.14	Gerakan rotasi <i>cam</i> dan batang engkol pada mekanisme pengangkat jungkat-jungkit.....	26
Gambar 2.15	Skema gerakan naik turun kelereng .....	27
Gambar 2.16	Skema gerakan naik turun kelereng .....	28
Gambar 2.17	Posisi kemiringan anak jungkitan .....	29
Gambar 2.18	Ketinggian kelereng pada saat pengangkatan .....	30
Gambar 3.1	<i>Compact Marble Toys</i> .....	37
Gambar 3.2	Dimensi <i>compact marble toys</i> .....	38
Gambar 3.3	Tinggi maksimum dan minimum kelereng .....	39
Gambar 3.4	Mekanisme pengangkat jungkat-jungkit utama .....	40
Gambar 3.5	Pergerakkan kelereng turun melintasi rel dan jungkitan kiri .	41

Gambar 3.6	Pergerakkan kelereng turun melintasi jungkitan kanan dan lintasan rel.....	41
Gambar 3.7	Pergerakkan kelereng menuju panel <i>three hole drop</i> .....	42
Gambar 3.8	<i>Three hole drop</i> .....	42
Gambar 3.9	Pergerakkan kelereng masuk pada lubang pertama .....	43
Gambar 3.10	Pergerakkan kelereng masuk pada lubang ke 2 .....	44
Gambar 3.11	Pergerakkan kelereng masuk lubang ke 3 dan turun melalui lintasan <i>three hole drop</i> bagian bawah .....	44
Gambar 3.12	Pergerakkan kelereng menabrak penyangga ke 2 .....	45
Gambar 3.13	Pergerakkan kelereng menabrak penyangga pertama .....	45
Gambar 3.14	Pergerakkan kelereng menuju panel modul <i>down rail</i> dan jungkitan.....	46
Gambar 3.15	Modul <i>down rail</i> dan jungkitan.....	46
Gambar 3.16	Pergerakkan kelereng turun melalui lintasan rel menuju <i>pool</i> dan jungkat-jungkit .....	47
Gambar 3.17	Pergerakkan kelereng turun melalui lintasan rel.....	48
Gambar 3.18	Pergerakkan kelereng turun melalui lintasan rel menuju panel <i>pool</i> batang pembagi pada mekanisme jungkat-jungkit utama	48
Gambar 4.1	simulasi pergerakan kelereng pada <i>compact marble toys</i> mekanisme pengangkat jungkat–jungkit.....	49
Gambar 4.2	Grafik kecepatan kelereng pada <i>compact marble toys</i> mekanisme pengangkat jungkat–jungkit.....	50
Gambar 4.3	Grafik posisi kelereng pada <i>compact marble toys</i> mekanisme pengangkat jungkat–jungkit.....	51
Gambar 4.4	Simulasi pergerakan kelereng pada <i>compact marble toys</i> modul <i>three hole drop</i> .....	53
Gambar 4.5	Grafik kecepatan kelereng pertama pada <i>compact marble toys</i> modul <i>three hole drop</i> .....	54
Gambar 4.6	Grafik kecepatan kelereng ke dua pada <i>compact marble toys</i> modul <i>three hole drop</i> .....	55

Gambar 4.7	Grafik kecepatan kelereng ketiga pada <i>compact marble toys</i> modul <i>three hole drop</i> .....	56
Gambar 4.8	Grafik posisi kelereng pertama pada <i>compact marble toys</i> modul <i>three hole drop</i> .....	57
Gambar 4.9	Grafik posisi kelereng kedua pada <i>compact marble toys</i> modul <i>three hole drop</i> .....	58
Gambar 4.10	Grafik posisi kelereng ketiga pada <i>compact marble toys</i> modul <i>three hole drop</i> .....	59
Gambar 4.11	Simulasi pergerakan kelereng pada <i>compact marble toys</i> modul <i>down rail</i> .....	61
Gambar 4.12	Grafik kecepatan kelereng pertama pada <i>compact marble toys</i> modul <i>down rail</i> .....	62
Gambar 4.13	Grafik kecepatan kelereng kedua pada <i>compact marble toys</i> modul <i>down rail</i> .....	63
Gambar 4.14	Grafik kecepatan kelereng ketiga pada <i>compact marble toys</i> modul <i>down rail</i> .....	64
Gambar 4.15	Grafik posisi kelereng pertama pada <i>compact marble toys</i> modul <i>down rail</i> .....	65
Gambar 4.16	Grafik posisi kelereng kedua pada <i>compact marble toys</i> modul <i>down rail</i> .....	66
Gambar 4.17	Grafik posisi kelereng ketiga pada <i>compact marble toys</i> modul <i>down rail</i> .....	67



## DAFTAR TABEL

Tabel	4.1	kecepatan dan Jarak lintasan kelereng pada mekanisme jungkat-jungkit .....	52
Tabel	4.2	Kecepatan dan waktu tempuh kelereng pertama pada panel lintasan <i>three hole drop</i> .....	60
Tabel	4.3	Kecepatan dan waktu tempuh kelereng kedua pada panel lintasan <i>three hole drop</i> .....	60
Tabel	4.4	Kecepatan dan waktu tempuh kelereng ketiga pada panel lintasan <i>three hole drop</i> .....	60
Tabel	4.5	Kecepatan dan waktu tempuh kelereng pertama pada panel lintasan <i>down rail</i> .....	68
Tabel	4.6	Kecepatan dan waktu tempuh kelereng kedua pada panel lintasan <i>down rail</i> .....	68
Tabel	4.7	Kecepatan dan waktu tempuh kelereng ketiga pada panel lintasan <i>down rail</i> .....	68
Tabel	4.8	Kecepatan, waktu dan jarak tempuh kelereng pada sistem .....	69
Tabel	5.1	Testing mekanisme jungkat-jungkit .....	70
Tabel	5.2	Testing modul <i>three hole drop</i> .....	70
Tabel	5.3	Testing modul <i>down rail</i> .....	71
Tabel	5.4	Testing <i>compact Marble Toys</i> mekanisme jungkat-jungkit .....	71
Tabel	5.5	Waktu rata-rata yang ditempuh kelereng pada setiap modul .....	72
Tabel	6.1	Panjang lintasan dan waktu tempuh kelereng pada <i>compact marble toys</i> mekanisme jungkat-jungkit.....	73
Tabel	6.2	Waktu rata-rata yang ditempuh kelereng pada setiap modul .....	73

## NOMENCLATUR

<b>Simbol</b>	<b>Arti</b>	<b>Satuan</b>
F	Gaya	( N )
l	Panjang	( m )
m	Massa	( kg )
g	Percepatan gravitasi	( kg m/s <sup>2</sup> )
$\mu_k$	Koefisien gesek	( - )
N	Gaya normal	( N )
T	Torsi	( N m )
F <sub>g</sub>	Gaya gesek	( N )
s	Panjang lintasan	( m )
t	Waktu	( s )
$\theta$	Sudut engkol	( ° )
v	Kecepatan	( m/s )
W	Berat	( kg m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )
d	Diameter roda gigi	( m )
N	Jumlah gigi	( - )
n	Kecepatan roda gigi	( rpm )