



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PERANCANGAN MODEL SUSPENSI MAGNETIK
SUMBU TUNGGAL**

TUGAS AKHIR

**SIGIT TRI KURNIANTO
L2E 303 403**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

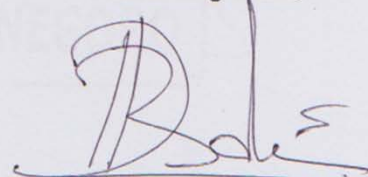
**SEMARANG
OKTOBER 2010**

TUGAS SARJANA

- Diberikan kepada : Nama : Sigit Tri Kurnianto
NIM : L2E 303 403
- Dosen Pembimbing : Ir. Dwi Basuki Wibowo, MS
- Jangka Waktu : 12 Bulan (dua belas bulan)
- Judul : Perancangan Model Suspensi Magnetik Sumbu Tunggal.
- Isi Tugas : 1. Merancang dan membuat alat peraga magnetik sumbu tunggal dengan input gaya elektromagnet.
2. Melakukan percobaan pada alat peraga magnetik sumbu tunggal untuk mengetahui kinerja dari kontrol magnetik untuk melayangkan bola baja.

Semarang, Oktober 2010

Menyetujui
Pembimbing Utama,



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 : SIGIT TRI KURNIANTO

NIM : L2E 303403

Tanda Tangan :

Tanggal : 26 Oktober 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : SIGIT TRI KURNIANTO
NIM : L2E 303 403
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : PERANCANGAN MODEL SUSPENSI MAGNETIK
SUMBU TUNGGAL

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 : Ir. Sudargana, MT

Penguji : Ir. Sugeng Tirta Atmaja, MT

Penguji : Dr. Rusnaldy, ST, MT

()
()
()
()

Semarang, 26 Oktober 2010

Ketua
Jurusan Teknik Mesin

()

Dr. Ir. Dipl Ing Berkah Fajar 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 : SIGIT TRI KURNIANTO
NIM : L2E 303 403
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 saya yang berjudul:

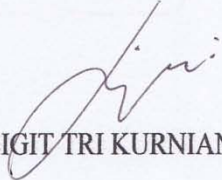
“PERANCANGAN MODEL SUSPENSI MAGNETIK SUMBU TUNGGAL”

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 : 26 Oktober 2010

Yang menyatakan,


SIGIT TRI KURNIANTO

ABSTRAKSI

Magnetic levitation (maglev) adalah proses melayangkan sebuah objek terhadap suatu acuan tanpa menggunakan bantuan apapun selain medan magnet. Telah banyak alat-alat di dunia industri dan transportasi yang mengaplikasikan teori *magnetic levitation* tersebut. Dalam dunia transportasi contohnya, prinsip *magnetic levitation* ini adalah cikal bakal pengontrolan kereta magnet berkecepatan tinggi yang memiliki koefisien gesekan sangat kecil. Dengan sistem *magnetic levitation*, gesekan kereta dengan rel dapat diminimalisasi karena kereta tidak bersentuhan langsung dengan rel atau dapat dikatakan melayang antara rel dan magnet.

Pada tugas sarjana ini, “Perancangan Model Suspensi Magnetik Sumbu Tunggal” bertujuan mendemonstrasikan ilustrasi kontrol magnetik untuk melayangkan bola baja dengan satu derajat kebebasan yaitu arah vertikal. Pengontrolan dalam perancangan ini merupakan pengontrolan dalam keadaan yang sangat tidak stabil. Gaya gravitasi bumi yang bekerja pada bola menyebabkan pengontrolan harus dilakukan secara maksimal dan berkesinambungan agar tidak memberikan celah bagi bola untuk meluncur mengikuti arah gaya gravitasi bumi dan juga agar bola baja tidak melekat pada solenoid (*elektromagnet*).

Berdasar pada percobaan yang dilakukan, didapatkan hasil yaitu model suspensi magnetik sumbu tunggal ini mampu mengangkat bola baja pada ketinggian 3 mm dari ujung solenoid dengan arus 1.50 A. Bola baja dapat dilayangkan tetapi tidak bisa stabil

Kata kunci : Magnetic Levitation, Suspensi Magnetik, Elektromagnet.

ABSTRACT

Magnetic Levitation (maglev) is the process cast an object to a reference without using any aid other than magnetic fields. It has been a lot of tools in industry and transport that apply theory to the magnetic levitation. In the world of transportation, for example, the principle of magnetic levitation is the embryo of controlling high-speed magnetic train that has a coefficient of friction is very small. With magnetic levitation systems, frictionless train with train tracks can be minimized since no direct contact with the rail or can be said to float between the rails and magnets.

In this final project, "Design of Single Axis Magnetic Suspension Model" aims to demonstrate illustration of magnetic control to cast a steel ball with one degree of freedom that is the vertical direction. Control in this design is controlled in a very unstable situation. The force of gravity acting on the ball causes the control to do the maximum and sustained so as not to give room for the ball to slide following the direction of gravity forces and also for the steel ball is attached to a solenoid (electromagnet).

Based on experiments conducted, the result is a single-axis magnetic suspension model is able to lift the steel ball at a height of 3 mm from the tip of a solenoid with current 1.50 A. Steel ball can be posted but can not be stable.

Key words: Magnetic Levitation, Magnetic Suspension, Electromagnet.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya. Sehingga penyusunan Laporan Tugas Sarjana yang berjudul :

“ PERANCANGAN MODEL SUSPENSI MAGNETIK SUMBU TUNGGAL “ dapat penulis selesaikan dengan baik.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Sarjana ini penulis tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ir. Dwi Basuki Wibowo, MS selaku Dosen Pembimbing Tugas Sarjana.

Penulis mengharapkan kritik dan saran pada Laporan Tugas Sarjana ini demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan Tugas Sarjana ini dapat memberi manfaat bagi mahasiswa Teknik Mesin Universitas Diponegoro khususnya dan pembaca pada umumnya.

Semarang, Oktober 2010

Sigit Tri Kurnianto

HALAMAN PERSEMBAHAN

Κυπερσεμβαηκαν Καρψακυ Ινι Κεπαδα :

Αλμ. Βαπακ δαν Ιβυκυ ψανγ Τερχιντα
Κακακ δαν Κεπονακαν ψανγ Τερχιντα

Σαυδαρα–κυ Σεπερφυανγαν (Μεσιν 2003)

Αλμαματερκυ Υνιπερσιτασ Διπονεγορο

HALAMAN MOTTO

MENGAPA KITA TERJATUH.....?

AGAR KITA BELAJAR

UNTUK

BANGKIT

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Tugas Sarjana.....	ii
Halaman Orisinalitas.....	iii
Halaman Pengesahan	iv
Halaman Pernyataan Publikasi.....	v
Abstrak	vi
Abstrac	vii
Kata Pengantar	viii
Halaman Persembahan	ix
Halaman Motto	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar.....	xv
Nomenklatur.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Metodologi Perancangan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II DASAR TEORI.....	6
2.1 Pendahuluan	6
2.2 Magnet.....	7
2.3 Medan Magnet	8
2.4 Gaya Magnet	14
2.5 Elektromagnet	15

2.6 Mikrokontroler	19
2.7 Sensor Posisi	20
BAB III PERANCANGAN SUSPENSI MAGNETIK.....	23
3.1 Pemodelan Sistem	23
3.2 Sistem Perangkat Keras Mekanik	23
3.2.1 Solenoid	25
3.2.2 Kerangka Perangkat	26
3.2.3 Bola Baja	28
3.3 Sistem Perangkat Keras Elektronik.....	28
3.3.1 Mikrokontroler	28
3.3.2 Sensor Posisi	31
3.3.3 Catu Daya.....	32
3.4 Rancangan Kedudukan Sensor Posisi Terhadap Solenoid.....	33
BAB IV PERCOBAAN, PEMBAHASAN DAN ANALISA.....	36
4.1 Prinsip Kerja	36
4.2 Kalibrasi Dan Desain Perhitungan Peralatan	38
4.2.1 Kalibrasi Sensor <i>Photodiode</i>	39
4.2.2 Solenoid	41
4.2.3 Mikrokontroler	44
4.3 Setting Peralatan.....	45
4.4 Percobaan	47
4.4.1 Percobaan Gaya Magnet	47
4.4.2 Percobaan Sistem Magnetik Sumbu Tunggal	52
4.4.3 Analisa Dan Pembahasan.....	53
BAB V PENUTUP.....	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data-Data Percobaan Kalibrasi Sensor	40
Tabel 4.2	<i>Magnetic Properties of Ferromagnetic Materials</i>	43
Tabel 4.3	Data-Data Percobaan Gaya Elektromagnet.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Pelayangan Magnetik	6
Gambar 2.2	Bentuk Medan Magnet	8
Gambar 2.3	Cara Pembuatan Magnet Dengan Penggosokkan.....	9
Gambar 2.4	Cara Pembuatan Magnet Dengan Induksi Magnet.....	10
Gambar 2.5	Konstruksi Elektromagnet.....	12
Gambar 2.6	Elektromagnet Yang Dibuat Dari Paku.....	12
Gambar 2.7	Medan Magnet Pada Kawat Lurus	13
Gambar 2.8	Medan Magnet Pada Kawat Loop.....	13
Gambar 2.9	Medan Magnet Pada Magnet Batang	13
Gambar 2.10	Medan Magnet Pada Solenoid.....	14
Gambar 2.11	Medan Magnet Pada Bumi	14
Gambar 2.12	Vektor Gaya Magnet	15
Gambar 2.13	Sensor Cahaya	20
Gambar 2.14	Respon Spektral <i>Photodiode</i>	21
Gambar 2.15	Respon Spektral <i>Photocell</i>	21
Gambar 2.16	<i>Photodiode</i>	22
Gambar 2.17	LED Infra Merah.....	22
Gambar 3.1	Diagram Pemodelan Sistem Kontrol Pelayangan	23
Gambar 3.2	Sistem Pelayangan Bola Baja.....	24
Gambar 3.3	Rancangan Solenoid.....	25
Gambar 3.4	Solenoid.....	25
Gambar 3.5	Kerangka Perangkat	26
Gambar 3.6	Rancangan Kerangka Perangkat.....	27
Gambar 3.7	Kerangka Perangkat Dudukan Solenoid,Sensor, Rangkaian....	27
Gambar 3.8	Bola Baja	28
Gambar 3.9	DI-Smart AVR System dan Extension Board.....	29
Gambar 3.10	USB AVR Downloader.....	30
Gambar 3.11	Skema Sistem Minimum AVR ATMEGA 8535.....	30

Gambar 3.12	Skema Rangkaian Sensor	31
Gambar 3.13	Sensor Posisi	32
Gambar 3.14	Catu Daya	33
Gambar 3.15	Rancangan Kedudukan Sensor Posisi – Solenoid	33
Gambar 4.1	Skema Perancangan Sistem Lup Tertutup	36
Gambar 4.2	Alat Peraga Suspensi Magnetik Sumbu Tunggal	37
Gambar 4.3	Prosedur Kalibrasi Sensor <i>Photodiode</i>	40
Gambar 4.4	Grafik Hasil Percobaan Kalibrasi Sensor <i>Photodiode</i>	40
Gambar 4.5	Solenoid.....	41
Gambar 4.6	Solenoid Berinti.....	42
Gambar 4.7	Skema Rangkaian Pengontrol	44
Gambar 4.8	Prosedur Perakitan.....	45
Gambar 4.9	Alat Peraga Suspensi Magnetik Sumbu Tunggal	46
Gambar 4.10	Skema Percobaan Gaya Magnet	47
Gambar 4.11	Percobaan Gaya Magnet Dengan Jarak 10 mm	48
Gambar 4.12	Percobaan Gaya Magnet Dengan Jarak 0 mm	48
Gambar 4.13	Grafik Perbandingan Posisi, $h(\text{mm})$ dengan Gaya Magnet (N). 49	
Gambar 4.14	Grafik Perbandingan Posisi, $h(\text{mm})$ dengan Arus (A).....	50
Gambar 4.15	Grafik Perbandingan Arus (A) dengan Gaya Magnet (N).....	50
Gambar 4.16	Skema Percobaan Sistem Suspensi Magnetik Sumbu Tunggal.	52

NOMENKLATUR

<u>Simbol</u>	<u>Satuan</u>	<u>Keterangan</u>
F	N	gaya
g	ms^{-2}	percepatan gravitasi bumi
i	Ampere	arus listrik
i_c	Ampere	arus perintah
i_o	Ampere	arus pada keadaan setimbang
k	Nm^2A^{-2}	konstanta elektromagnet
h	m	jarak bola baja ke elektromagnet
m	kg	massa
V	Volt	tegangan listrik
V_c	Volt	tegangan perintah
B	Tesla	medan magnet
F_m	N	gaya magnet
q	Coulomb	muatan listrik