

**PROTOTYPE**  
**GERAK LEVITASI MAGNETIK**

**SKRIPSI**



Oleh:

**NAMA : ALI MUSTHOFA**  
**NRP : 5103097044**  
**NIRM : 97.7.003.31073.38718**

No. INDUK	0335/03
TGL. TERIMA	16-11-02
FAKULTAS	
No. BUKU	FT-e. MUS P-1
K. P. KE	1 (Satu)

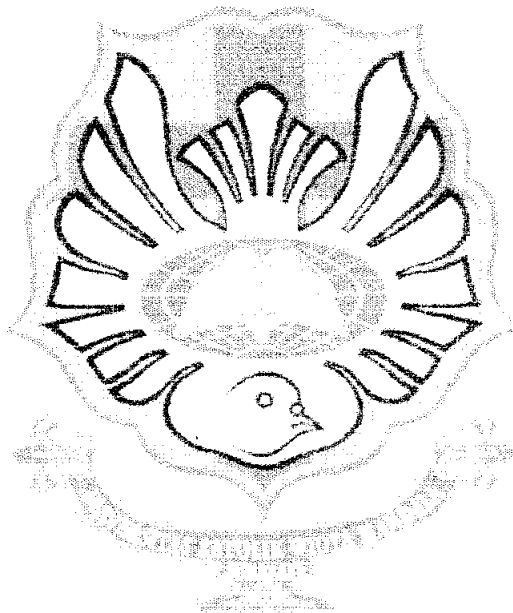
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA**  
**SURABAYA**

2002

**PROTOTYPE  
GERAK LEVITASI MAGNETIK**

**SKRIPSI**

**DIAJUKAN KEPADA  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA**



**UNTUK MEMENUHI SEBAGIAN PERSYARATAN  
MEMPEROLEH GELAR SARJANA TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA  
SURABAYA  
2002**

# LEMBAR PENGESAHAN

Ujian Skripsi bagi mahasiswa tersebut di bawah ini :

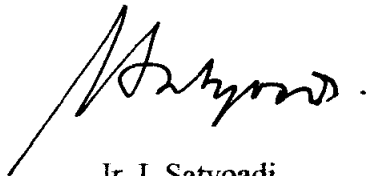
**N A M A** : **ALI MUSTHOFA**  
**N R P** : **5103097044**  
**N I R M** : **97.7.003.31073.38718**

Telah diselenggarakan pada :

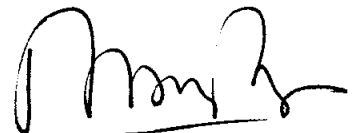
Tanggal : **29 JULI 2002**

Karenanya yang bersangkutan dengan Skripsi ini dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **SARJANA TEKNIK** di bidang **TEKNIK ELEKTRO**.

Surabaya, 29 Juli 2002



Ir. I. Satyoadi  
Pembimbing II




Ir. Sumarno, B.Sc.  
Pembimbing I

## DEWAN PENGUJI



Albert Gunadhi, S.T, M.T.  
Ketua

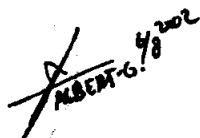


Hartono Pranjoto, Ph.D.  
Anggota



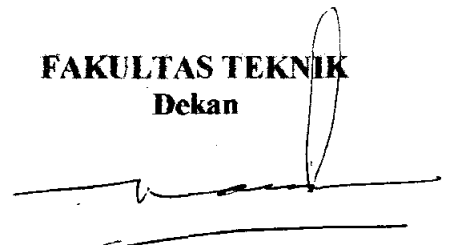
Antonius Wibowo, S.T.  
Anggota

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
Ketua



Albert Gunadhi, S.T, M.T.  
NIK. 511.94.0209

**FAKULTAS TEKNIK**  
Dekan



Ir. Nani Indraswati  
NIK. 521.86.0121

## ABSTRAK

Penggunaan medan elektromagnetik memegang peranan penting dalam industri sejalan dengan perkembangan teknologi.

Sistem mekanik pada gerak linier atau rotasional yang biasanya menghadapi gaya gesek mekanis memerlukan pemeliharaan dengan pelumasan atau penggantian karena keausan bearing atau penggantian pegas.

Medan elektromagnetik dapat dipakai untuk mengatasi masalah mekanis di atas dengan levitasi magnetik atau suspensi magnetis (*magnetic levitation*).

Pada penelitian ini dibuat model kereta (*vehicle*) yang dapat bergerak secara *linier* (maju- mundur) dan berlevitasi (melayang).

Dalam hal ini kumparan elektromagnetik dipasang sepanjang lintasan yang dilalui. Untuk gerak linier, kumparan elektromagnetik yang menggerakkan daya dorong dipasang pada dinding kiri dan kanan lintasan. Sedangkan untuk keperluan levitasi, kumparan elektromagnetik ditempatkan pada alas lintasan kereta.

Sebagai perwujudannya alat ini terdiri dari dua bagian utama yang meliputi perencanaan *hardware* dan *software*. Untuk perencanaan *hardware* terdiri dari pembuatan kumparan elektromagnetik, *coil* kontrol (mengontrol kumparan elektromagnetik), dan rangkaian catu daya, sedangkan untuk *software* menggunakan program bahasa *pascal*.

Parameter dari penelitian ini yaitu dengan merubah massa kereta antara 300 gram sampai 680 gram dan kecepatan pergeseran on-off kumparan elektromagnetik dari 0,375 m/s sampai 0,091 m/s. Ternyata dengan mengatur kecepatan pergeseran on-off kumparan elektromagnetik mampu menggerakkan kereta bermassa 300 gram sampai 452 gram dengan percepatan  $1,275 \text{ m/s}^2$  sampai  $0,77 \text{ m/s}^2$ .

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan berkah-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini.

Skripsi merupakan salah satu syarat bagi setiap mahasiswa, khususnya mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya untuk mencapai gelar Sarjana ( S – 1 ).

Selama penulisan Skripsi ini, kami banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibunda yang selama ini memberikan dorongan moral yang tidak henti-hentinya memberi semangat kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
2. Kakak, adik serta saudara-saudara penulis yang telah memberikan dorongan semangat selama penyusunan Skripsi ini.
3. Bapak Ir. R.. Soemarno, Bsc selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan nasehat dan bimbingannya selama dalam penulisan Skripsi ini.
4. Bapak Ir. I. Satyoadi selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan nasehat dan bimbingannya selama perancangan, pembuatan, dan penulisan Skripsi ini.
5. Albert Gunadhi, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

6. Ibu Ir. Nani Indraswati, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
7. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu kelancaran perancangan, pembuatan, dan penulisan Skripsi ini hingga selesai.
8. Rekan – rekan Anton, Dimas, Rais, Lutfi serta mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu kelancaran perancangan, pembuatan, dan penulisan Skripsi ini hingga selesai.

Akhir kata penulis menyadari bahwa perancangan, pembuatan, dan penulisan Skripsi ini masih jauh dari sempurna, dengan demikian penulis tidak menutup kemungkinan adanya kritik dan saran yang membangun dari para pembaca, namun demikian penulis berharap semoga alat ini bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Surabaya, 25 Juli 2002

Penulis.

## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
Halaman judul .....	i
Lembar pengesahan.....	ii
Abstrak .....	iii
Kata pengantar.....	iv
Daftar Isi .....	vi
Daftar Gambar .....	ix
Daftar Tabel .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	2
1.3 Tujuan pembuatan alat .....	2
1.4 Pembatasan masalah .....	2
1.5 Metodologi.....	3
1.6 Sistematika .....	3
<b>BAB II TEORI PENUNJANG</b> .....	<b>5</b>
2.1 Pendahuluan .....	5
2.2 Tipe aplikasi elektromagnetik .....	6
2.3 Sifat magnetis <i>ferro</i> dan <i>ferri</i> .....	7
2.4 <i>Fluks</i> magnet dan rangkaian magnetik .....	7
2.5 Densitas <i>fluks</i> magnet .....	9

2.6	Gaya magnetomotif .....	9
2.7	Kuat medan magnet .....	10
2.8	<i>Permeabilitas</i> .....	11
2.9	Kurva magnetisasi dan kurva $\mu - H$ .....	12
2.10	Reluktansi dan rangkaian magnetik .....	15
2.11	Gaya tarik magnet .....	16
2.12	<i>Coil</i> kontrol .....	17
2.13	<i>H- Bridge</i> .....	18
2.14	<i>Input/Output</i> .....	20
2.15	Interface .....	21
2.16	PPI 8255 .....	22
2.17	Mode Pengoperasian PPI.....	24
2.18	Prinsip perlindungan terhadap EMI .....	26
2.19	Prinsip-prinsip EMI <i>gasket</i> .....	27
<b>BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT</b> .....		29
3.1	Blok diagram .....	29
3.2	Perencanaan kerangka lintasan kereta .....	30
3.3	Perencanaan kereta mini.....	31
3.4	Perencanaan kumparan elektromagnetik.....	31
3.4.1	Perencanaan kumparan sisi.....	31
3.4.2	Perencanaan kumparan alas.....	33
3.5	<i>Coil</i> kontrol ... ..	35
3.6	<i>Power supply</i> .....	43



3.7	Perencanaan <i>software</i> .....	43
<b>BAB IV PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT</b> .....		49
4.1	Pengukuran kumparan elektromagnetik.....	49
4.2	Ketinggian levitasi kereta.....	49
4.3	Pengujian gerak kereta.....	50
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		59
5.1	Kesimpulan .....	59
5.2	Saran .....	60

Daftar Pustaka

Lampiran

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
2.1 Blok Diagram sistem.....	6
2.2 Bentuk garis medan magnet di sekitar magnet batang .....	8
2.3 Rangkaian magnetik .....	8
2.4 Sebuah <i>fluks</i> magnet <i>uniform</i> yang menembus sebuah area.....	9
2.5 Rangkaian magnetik sederhana .....	10
2.6 Kurva magnetisasi dari besi dan udara .....	12
2.7 Kurva magnetisasi untuk variasi material <i>ferromagnetik</i> .....	13
2.8 Kurva $\mu - H$ .....	13
2.9 Kurva penyusun magnet beberapa jenis bahan .....	14
2.10 Rangkaian magnetik .....	15
2.11 Dasar <i>H-bridge</i> .....	18
2.12 Gambar <i>H-bridge</i> .....	19
2.13 Konfigurasi pin slot- XT.....	20
2.14 Konfigurasi pin IC PPI 8255.....	22
2.15 <i>Control Word</i> PPI 8255.....	25
2.16 Pelemahan EMI oleh sebuah <i>shield</i> .....	26
2.17 Aliran arus konstan melewati <i>gasket</i> .....	27
3.1 Blok diagram .....	29
3.2 Kerangka lintasan kereta tampak bagian samping dan bawah .....	30
3.3 Kereta mini tampak bagian samping .....	31
3.4 Rangkaian <i>coil</i> kontrol .....	36

3.5	<i>Ekivalen H-Bridge</i> .....	37
3.6	Arah arus saat kumparan ber kutub utara .....	38
3.7	Arah arus saat pelepasan tegangan balik pertama .....	38
3.8	Arah arus saat pelepasan tegangan balik kedua .....	39
3.9	Arah arus saat kumparan ber kutub selatan.....	40
3.10	Arah arus saat pelepasan tegangan balik pertama .....	40
3.11	Arah arus saat pelepasan tegangan balik kedua .....	41
3.12	Rangkaian <i>Power supply</i> sederhana .....	43
4.1	Ketinggian terhadap massa kereta... ..	50
4.2	Grafik jarak terhadap waktu dengan kecepatan pergeseran on/off kumparan 0.375 m/s .....	51
4.3	Grafik jarak terhadap waktu dengan kecepatan pergeseran on/off kumparan 0.27 m/s .....	52
4.4	Grafik jarak terhadap waktu dengan kecepatan pergeseran on/off kumparan 0.22 m/s .....	53
4.5	Grafik jarak terhadap waktu dengan kecepatan pergeseran on/off kumparan 0.091 m/s .....	55
4.6	Grafik percepatan terhadap massa dengan kecepatan pergeseran on/off kumparan 0.375 m/s .....	56
4.7	Grafik percepatan terhadap massa dengan kecepatan pergeseran on/off kumparan 0.27 m/s .....	57
4.8	Grafik percepatan terhadap massa dengan kecepatan pergeseran on/off kumparan 0.22 m/s .....	58

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Hal</b>
2.1 Bahan – bahan dengan nilai <i>permeabilitas</i> .....	12
3.1 Waktu aktif saklar .....	41
4.1 Data pengukuran ketinggian terhadap massa kereta.....	50
4.2 Data pengukuran jarak terhadap waktu dengan kecepatan pergeseran on/off kumparan 0.375 m/s .....	51
4.3 Data pengukuran jarak terhadap waktu dengan kecepatan pergeseran on/off kumparan 0.27 m/s .....	52
4.4 Data pengukuran jarak terhadap waktu dengan kecepatan pergeseran on/off kumparan 0.22 m/s .....	53
4.5 Data pengukuran jarak terhadap waktu dengan kecepatan pergeseran on/off kumparan 0.091 m/s .....	54
4.6 Data pengukuran percepatan terhadap massa dengan kecepatan Pergeseran on/off kumparan 0.375 m/s .....	55
4.7 Data pengukuran percepatan terhadap massa dengan kecepatan Pergeseran on/off kumparan 0.27 m/s .....	56
4.8 Data pengukuran percepatan terhadap massa dengan kecepatan Pergeseran on/off kumparan 0.22 m/s .....	57