



**PENGUKURAN KOEFISIEN MUAI PANJANG DENGAN  
MENGUNAKAN LVDT (*LINEAR VARIABLE  
DIFFERENTIAL TRANSFORMER*)**

**SKRIPSI**

Oleh

**NUR FITRIANI  
NIM 071810201101**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**PENGUKURAN KOEFISIEN MUAI PANJANG DENGAN  
MENGUNAKAN LVDT (*LINEAR VARIABLE  
DIFFERENTIAL TRANSFORMER*)**

**SKRIPSI**

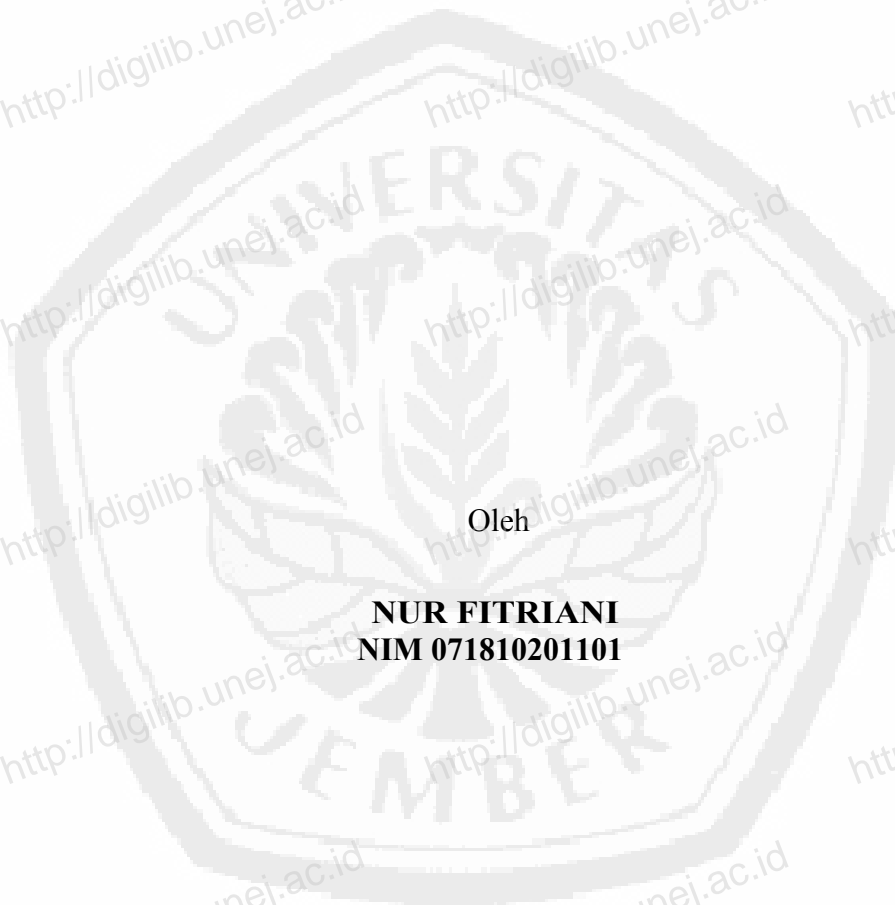
Oleh

**NUR FITRIANI  
NIM 071810201101**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

**SKRIPSI**

**PENGUKURAN KOEFISIEN MUAI PANJANG DENGAN  
MENGUNAKAN LVDT (*LINEAR VARIABLE  
DIFFERENTIAL TRANSFORMER*)**



Oleh

**NUR FITRIANI**  
**NIM 071810201101**

**Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Misto, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Sutisna, S.Pd., M.Si



**PENGUKURAN KOEFISIEN MUAI PANJANG DENGAN  
MENGUNAKAN LVDT (*LINEAR VARIABLE  
DIFFERENTIAL TRANSFORMER*)**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Fisika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**NUR FITRIANI  
NIM 071810201101**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Ayahanda R. Abdullah dan Ibunda Nur Hayati tercinta yang selalu setia memberikan dukungan, perhatian, nasehat, motivasi dan mencurahkan do'a dengan penuh rasa kasih sayang dan kesabaran demi keberhasilan Ananda dalam menyelesaikan pendidikan;
2. Adik-adikku tercinta Dwi Novianto dan Moh. Abid Nasrullah terima kasih atas do'a dan kasih sayangnya;
3. paman, tante-tante dan keluarga besar di KALBAR yang telah memberikan motivasi, dukungan dan kasih sayangnya selama ini;
4. paman Abdurahman, tante Masita, sepupu Zulfaturrohmaniah dan Moh. Malkan Kafabihi dan semua keluarga di Banyuwangi yang telah mendukung dan mencurahkan do'a serta telah menjagaku mulai SMP-Perguruan Tinggi;
5. guru-guruku sejak taman kanak-kanak (TK) sampai perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya dengan penuh kesabaran;
6. Almamater tercinta, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember.

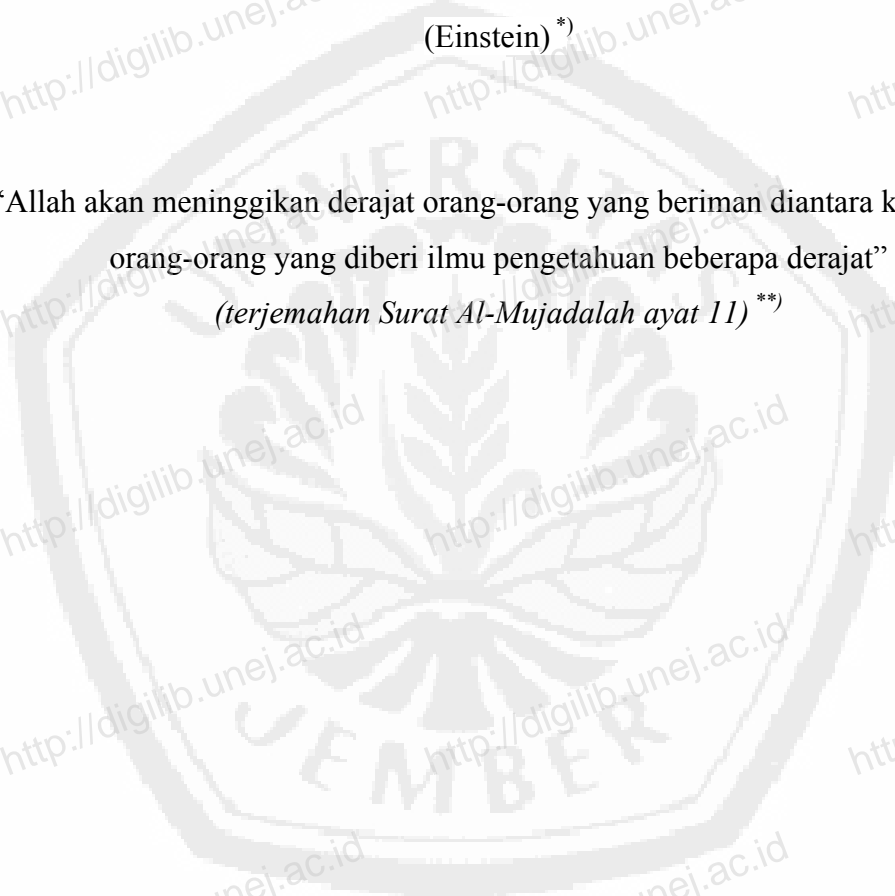
## MOTTO

Berusahalah untuk tidak menjadi manusia yang berhasil tapi berusahalah menjadi manusia yang berguna.

(Einstein \*)

“Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”

(*terjemahan Surat Al-Mujadalah ayat 11*) \*\*)



---

\*) Safruddin. 2007. *Kumpulan Kata-Kata Bijak*. Jakarta

\*\*\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: Jamanatul Ali Art.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Nur Fitriani

NIM : 071810201101

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul :  
“Pengukuran Koefisien Muai Panjang Logam Dengan Menggunakan LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*)” adalah benar-benar hasil karya tulis sendiri, kecuali disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Juni 2012

Yang menyatakan

Nur Fitriani

NIM 071810201101

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengukuran Koefisien Muai Panjang Logam dengan Menggunakan LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

hari :

tanggal :

tempat : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Ir. Misto, M.Si

NIP 19591121 199103 1 002

Sutisna, S.Pd., M.Si

NIP 19730115 200003 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si

NIP 19671215 199802 1 001

Nurul Priyantari, S.Si., M.Si

NIP 19700327 199702 2 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Prof. Drs. Kusno, D.E.A, Ph. D

NIP 19610108 198602 1 001



## RINGKASAN

**Pengukuran Koefisien Muai Panjang Logam dengan menggunakan LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*);** Nur Fitriani, 071810201101; 2012: 35 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

*Linear Variable Differential Transformer* (LVDT) merupakan sebuah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip trafo differensial yang terdiri dari satu kumparan primer dan dua kumparan sekunder yang mengapit sisi kumparan primer. Kumparan sekunder mempunyai jumlah gulungan yang sama dan dihubungkan secara seri berlawanan sehingga gaya gerak listrik (GGL) yang di dalam kumparan sekunder saling berlawanan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan *Linear Variable Differential Transformer* (LVDT) untuk mengukur koefisien muai panjang bahan logam dimana logam yang digunakan adalah besi, aluminium dan tembaga. Sensor LVDT berfungsi sebagai sensor pendeteksi pergeseran posisi pada saat logam mengalami pemuaian setelah dipanasi dengan bantuan bejana uap dan kompor listrik. Panjang logam sekitar 110 cm yang dikalibrasi dengan menggunakan jangka sorong, sumber tegangan masukan yang digunakan yaitu arus bolak balik (AC) dari trafo dan suhu yang dipakai untuk menghasilkan pemuaian antara 50°C-100°C. Parameter yang diukur terdiri dari suhu dan pertambahan panjang, dimana pertambahan panjang diperoleh dari tegangan keluaran dan suhu terbaca pada termometer.

Hasil yang diperoleh berupa nilai koefisien muai panjang ( $\alpha$ ) dari proses pemuaian pada ketiga logam. Nilai koefisien muai panjang ( $\alpha$ ) yang diambil untuk ketiga logam adalah nilai koefisien muai panjang yang telah di rata-rata. Nilai koefisien muai panjang aluminium dari hasil penelitian yaitu

$(2,15 \times 10^{-5} \pm 1,88 \times 10^{-5})/^{\circ}\text{C}$ . Nilai koefisien muai panjang pada tembaga yang diperoleh dari hasil pengukuran adalah  $(1,7 \times 10^{-5} \pm 0,75 \times 10^{-5})/^{\circ}\text{C}$  dan nilai koefisien muai panjang dari logam besi sebesar  $(1,58 \times 10^{-6} \pm 0,71 \times 10^{-6})/^{\circ}\text{C}$ . Berdasarkan hasil penelitian nilai koefisien muai panjang untuk logam tembaga dan aluminium mendekati nilai koefisien muai panjang menurut referensi, hal ini ditunjukkan dengan tingkat *error* yang kecil yakni 4,36 % dan 10%. Sedangkan nilai koefisien muai panjang untuk besi jauh dari nilai koefisien muai panjang menurut referensi, ditunjukkan dengan tingkat *error* yang cukup tinggi sebesar 43,6%. Secara keseluruhan dari hasil pengukuran yang diperoleh untuk pemuaian dengan menggunakan LVDT dikatakan sudah berjalan dengan cukup baik, walaupun ada sedikit kesalahan pada tegangan keluaran sensor yang tidak stabil ketika pergeseran inti besi untuk pertambahan panjang. Hal ini dikarenakan kualitas bahan yang digunakan dalam pembuatan sensor kurang baik sehingga induksi yang dihasilkan tidak linier pada saat pergeseran inti besi.

Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa rangkaian elektronika yang terintegrasi dengan LVDT yang digunakan untuk mengukur koefisien muai panjang terdiri dari dioda (penyearah), penguat dan *low pass filter*. Filter lolos rendah dari jenis *low pass filter sallen key*. Pengukuran koefisien muai panjang logam dapat dilakukan dengan menggunakan sensor LVDT yang berfungsi sebagai pendeteksi pertambahan panjang pada saat bahan mengalami pemuaian. Hasil pengukuran pertambahan panjang dengan sensor LVDT dikonversi menjadi tegangan keluaran.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga skripsi yang berjudul “Pengukuran Koefisien Muai Panjang Logam Dengan Menggunakan LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*)” dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember serta selaku dosen penguji I dan Ibu Nurul Priyantari, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji II terima kasih atas segala masukan, kritik dan saran yang telah diberikan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
2. Bapak Ir. Misto, M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) dan Bapak Sutisna, S.Pd., M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang telah meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan kesabarannya dalam membimbing penulis dari awal sampai terselesainya skripsi ini;
3. Ratih, Ja'far, Tia, Atoillah dan Betha terima kasih atas bantuannya serta teman-teman angkatan 2007 terima kasih atas dukungan, kekompakan, bantuan dan motivasinya;
4. teman-teman satu kos Kalimantan VIII/15 khususnya Arfi, Rara, Hawwin, Dyah, Waqiatu, Gadiza dan Desy terima kasih atas kebersamaan, keceriaan, bantuan, support dan motivasinya;
5. staf dan karyawan di Jurusan Fisika yaitu Pak Ji, Budi, Hadi, Narto, Edi, Taufik, dan Ansori terima kasih atas bantuan dan dukungannya;

6. semua teman – teman di Jurusan Fisika dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu terima kasih atas semuanya;

Kritik dan saran juga diharapkan dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 22 Juni 2012

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan</b> .....	2
<b>1.5 Manfaat</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2. 1 Logam</b> .....	4
2.1.1 Besi .....	4
2.1.2 Tembaga .....	5
2.1.3 Aluminium .....	5
<b>2. 2 Pemuaiian</b> .....	5
2.2.1 Pemuaiian Panjang .....	6
2.2.2 Pemuaiian Luas .....	7
2.2.3 Pemuaiian Volume .....	8

<b>2. 3 Elektromagnetik</b> .....	9
2.3.1 Hukum Faraday .....	9
2.3.2 Induktansi Bersama ( <i>Mutual Inductance</i> ) .....	10
<b>2. 4 Sensor dan Tranduser</b> .....	12
2.4.1 Sensor LVDT.....	12
<b>2. 5 Penguat Operasional</b> .....	14
2.5.1 <i>Low Pass Filter</i> .....	16
2.5.2 <i>Filter Sallen Key</i> .....	16
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	18
<b>3. 1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	18
<b>3. 2 Alat dan Bahan Penelitian</b> .....	18
3.1.1 Alat Penelitian .....	18
3.1.2 Bahan Penelitian .....	18
<b>3. 3 Rancangan Penelitian</b> .....	19
<b>3. 4 Prosedur Penelitian</b> .....	19
3.4.1 Rancangan Desain Penelitian .....	20
3.4.2 Rancangan Alat Muai Panjang .....	21
3.4.3 Rancangan Sensor LVDT.....	21
3.4.4 Desain Rangkaian Elektronika .....	23
<b>3. 5 Analisis Data</b> .....	23
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	25
<b>4.1 Rancangan Alat</b> .....	25
<b>4.2 Hasil</b> .....	25
<b>4.3 Pembahasan</b> .....	32
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	35
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	35
<b>5.2 Saran</b> .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	36
<b>LAMPIRAN</b> .....	39

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Fluks magnet.....	11
2.2 Skema LVDT.....	13
2.3 Rangkaian <i>low pass filter Sallen Key</i> .....	17
3.1 Diagram alir penelitian.....	19
3.2 Diagram blok penelitian.....	20
3.3 Rancangan alat muai panjang.....	21
3.4 Rancangan Sensor LVDT.....	22
3.5 Desain rangkaian elektronika.....	23
4.1 Grafik suhu terhadap tegangan logam aluminium.....	26
4.2 Grafik suhu terhadap pertambahan panjang logam aluminium.....	27
4.3 Grafik suhu terhadap tegangan logam tembaga.....	28
4.4 Grafik suhu terhadap pertambahan panjang logam tembaga.....	29
4.5 Grafik suhu terhadap tegangan logam besi.....	30
4.6 Grafik suhu terhadap pertambahan panjang logam besi.....	31