

**PEMBUATAN SENSOR BERBASIS PEGAS  
DAN *LIGHT DEPENDENT RESISTOR*  
UNTUK APLIKASI GETARAN**

**SKRIPSI**

*Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Fisika Sebagai Salah Satu  
Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



**MAIRIZWAN  
84147 / 2007**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2011**

**PERSETUJUAN SKRIPSI**

**PEMBUATAN SENSOR BERBASIS PEGAS DAN *LIGHT DEPENDENT*  
*RESISTOR* UNTUK APLIKASI GETARAN**

Nama : Mairizwan  
Nim : 84147  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2011

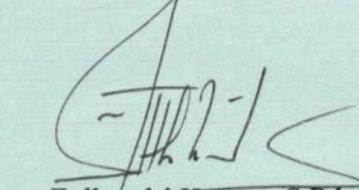
Disetujui oleh :

Pembimbing I



Drs. Hufri, M.Si  
NIP.19660413 199303 1 003

Pembimbing II



Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si  
NIP.19751231 200012 1 001

## PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

**Judul** : Pembuatan Sensor Berbasis Pegas dan *Light dependent Resistor* Untuk Aplikasi Getaran

**Nama** : Mairizwan

**NIM** : 84147

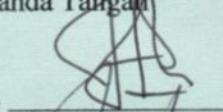
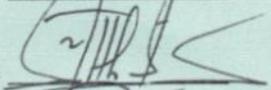
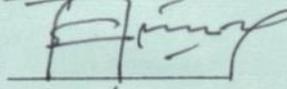
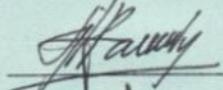
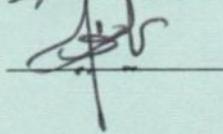
**Program Studi** : Fisika

**Jurusan** : Fisika

**Fakultas** : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2011

### Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Hufri, M.Si	1. 
2. Sekretaris	: Zuhendri Kamus, S.Pd, M.Si	2. 
3. Anggota	: Drs. H. Asrizal, M.Si	3. 
4. Anggota	: Drs. H. Syufrawardi	4. 
5. Anggota	: Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si	5. 

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini benar- benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 08 Agustus 2011

Yang menyatakan,

  
Mairizwan

## ABSTRAK

**Mairizwan** : Pembuatan Sensor Berbasis Pegas dan *Light Dependent Resistor*  
Untuk Aplikasi getaran

Getaran merupakan besaran fisika yang perlu dideteksi dan diukur untuk berbagai keperluan, seperti getaran mesin, gempa dan sebagainya. Sensor getaran mendeteksi getaran suatu benda dan dikonversikan dalam bentuk besaran listrik. Penelitian ini merancang sensor getaran menggunakan sifat elastisitas pegas dan LDR. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui spesifikasi performansi sensor getaran berbasis pegas dan LDR, mengetahui hubungan tegangan keluaran sensor dengan posisi benda yang bergetar terhadap LDR.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium, teknik pengukuran dan pengumpulan data dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran secara langsung dilakukan terhadap tahanan LDR dan tegangan keluaran rangkaian pengkondisian sinyal. Pengukuran secara tidak langsung dilakukan untuk menentukan ketepatan dan ketelitian dari sistem sensor getaran. Data yang diperoleh melalui pengukuran dianalisis melalui dua cara yaitu secara statistik dan grafik.

Berdasarkan data dan analisis yang dilakukan dapat diketahui empat hasil penting. Pertama, hasil desain sensor getaran berbasis pegas dan LDR terdiri dari bagian sensor berupa tabung yang didalamnya ditempatkan pegas yang digantung pada bagian atas tabung. Kedua, tahanan keluaran LDR akan berkurang secara linear dengan bertambahnya Simpangan, semakin besar simpangan semakin kecil tahanan LDR. Ketiga, tegangan keluaran pengkondisian sinyal akan bertambah sebanding dengan peningkatan intensitas cahaya. Keempat, sensor getaran memiliki ketepatan dan ketelitian yang tinggi.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah yang maha kuasa, karena dengan berkat dan rahmatNya peneliti telah dapat merealisasikan dan menulis tugas akhir ini. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memberikan gambaran tentang Pembuatan Sensor Berbasis Pegas dan *Light Dependent Resistor* Untuk Aplikasi Getaran.

Dalam merealisasikan dan menulis tugas akhir ini peneliti banyak menerima bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Hufri, M.Si sebagai Pembimbing I. Bapak Zuhendri Kamus, S.Pd, M.Si sebagai Pembimbing II atas segala bantuannya yang tulus ikhlas memberikan bimbingan, arahan, saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Drs. H. Syufrawardi, Bapak Drs. H. Asrizal, M.Si, Bapak Dr. Yulkifli, M.Si sebagai dosen penguji pada Tugas Akhir.
3. Ibu Dr. Ratnawulan, M.Si, sebagai Penasehat akademik, yang selalu memberikan motivasi dan semangat untuk menyelesaikan Tugas akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNP.
5. Staf administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika FMIPA UNP.
6. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam laporan penelitian masih terdapat beberapa kelemahan atau kekurangan. Adanya saran dan kritikan dari pembaca akan lebih menyempurnakan laporan ini dimasa yang akan datang. Mudah-mudahan hasil laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada seluruh pembaca.

Padang, Agustus 2011

Peneliti

## DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah .....	3
C. Pembatasan Masalah.....	3
D. Pertanyaan Penelitian.....	4
E. Tujuan Penelitian .....	4
F. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Tentang Spesifikasi Produk.....	6
B. Tinjauan Tentang Sensor .....	8
C. Tinjauan Tentang Getaran .....	10
D. Tinjauan Tentang Pegas.....	12
E. Gerak Harmonis Sederhana Pegas .....	14
F. LDR ( <i>Light Dependent Resistor</i> ).....	17
G. Rangkaian Pengkondisian sinyal .....	19

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
	A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	25
	B. Jenis Penelitian .....	25
	C. Alat dan Bahan.....	26
	D. Desain Penelitian .....	26
	E. Teknik Pengumpulan Data.....	30
	F. Teknik Analisa Data .....	30
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
	A. Hasil Penelitian .....	33
	B. Pembahasan .....	40
BAB V	PENUTUP	
	A. Kesimpulan .....	43
	B. Saran .....	44
DAFTAR PUSTAKA	.....	45
LAMPIRAN	.....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Osilator Harmonik Sederhana .....	11
2. Pegas Dipasang Vertikal .....	15
3. Pegas Ditarik Sejauh $-x$ .....	15
4. Gaya Pemulih Pada Pegas .....	16
5. Lambang LDR .....	17
6. Light Dependent Resistor.....	17
7. Grafik Hubungan Antara Resistansi Dengan Intensitas.....	18
8. Rangkaian Pengkondisian Sinyal.....	19
9. Rangkaian Penguat Non Inverting .....	20
10. Rangkaian Penguat Instrumentasi .....	21
11. Rangkaian Buffer .....	22
12. Rangkaian Penguat Differensial .....	23
13. Desain mekanik sistem sensor getaran .....	27
14. Bentuk Sensor Getaran .....	34
15. Grafik Hubungan Tahanan Keluaran Sensor .....	36
16. Grafik Hubungan Tegangan Keluaran dengan Simpangan. ....	37
17. Grafik Hubungan Jarak Sumber Cahaya Terhadap Tahanan LDR dan Intensitas Cahaya .....	38

## **DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
1. Kegiatan Penelitian .....	25
2. Ketepatan Perubahan tahanan terhadap tegangan keluaran .....	39
3. Data pengukuran ketelitian sensor .....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Foto hasil desain sistem .....	47
2. Skema pengujian rangkaian .....	48
3. Data pengukuran sistem sensor getaran .....	49
4. Data Perhitungan Ketepatan dan Ketelitian sensor getaran .....	51
5. Artikel Pada Seminar Nasional HFI .....	53

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat disebabkan oleh pemenuhan berbagai kebutuhan manusia dalam menjalani kehidupan. Pada era globalisasi, kemajuan ilmu diberbagai bidang berkembang dengan pesat terutama dalam bidang ilmu pengetahuan alam. Perkembangan ini merupakan dasar dari ilmu pengetahuan dan teknologi berdasarkan gejala alam yang terjadi.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi tidak dapat dipisahkan dari teknologi elektronika. Perkembangan teknologi elektronika dalam dasawarsa terakhir telah memberikan banyak manfaat dan kemudahan bagi kehidupan manusia. Karena itu, teknologi elektronika menjadi perhatian yang serius dikalangan perancang teknologi masa depan.

Perkembangan elektronika ini telah menghasilkan komponen elektronika yang canggih, baik sensor maupun produk lainnya. Sensor merupakan salah satu elemen utama pembangun sebuah sistem pengukuran dan pengontrolan. Melalui sensor dapat dirancang berbagai sistem yang dapat bekerja secara otomatis dan mampu menganalisa fenomena-fenomena yang terjadi di alam. Selain itu, sensor dapat berfungsi untuk menggantikan tugas manusia yang sangat terbatas.

Sensor yang digunakan dalam membangun sebuah sistem pengukuran dan pengontrolan berbeda-beda sesuai dengan kegunaan sensor tersebut. Sensor suhu adalah alat yang digunakan untuk merubah besaran panas menjadi besaran listrik. Sensor cahaya adalah alat yang digunakan untuk mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Sensor getaran merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi getaran suatu benda dan dikonversikan dalam bentuk besaran listrik.

Getaran merupakan besaran fisika yang perlu dideteksi dan diukur untuk berbagai keperluan. Getaran adalah gerakan bolak balik yang dialami benda bermassa terhadap titik setimbangnya. Berbagai jenis dan gejala getaran benda yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari seperti getaran mesin, getaran gempa dan sebagainya.

Sistem pendeteksi getaran mampu memberikan informasi berupa parameter getaran yang direspon oleh sensor. Melalui informasi ini orang dapat menghindari terjadinya kerusakan atau kerugian yang fatal. Pengukuran parameter getaran mekanis tersebut penting dalam berbagai penerapan, seperti alat untuk pendeteksi gempa bumi, analisa kerja mesin, analisa struktur bangunan gedung bertingkat, analisa kekuatan getaran jembatan, dan lain sebagainya.

Pada perkembangannya, pendeteksi getaran dapat menggunakan berbagai sensor maupun alat lainnya dalam merespon suatu getaran. Beberapa sensor yang dapat digunakan antara lain sensor *geofon*, *piezoelektrik*, *akselerometer*, dan sebagainya. Material yang digunakan untuk mengembangkan atau fabrikasi dari berbagai sensor tersebut secara umum adalah semikonduktor, material bersifat optik, dan logam. Pembuatan sensor menggunakan material ini membutuhkan teknologi yang cukup bagus. Sementara itu, Indonesia belum cukup memiliki teknologi tersebut hingga saat ini.

Proses pembuatan /pabrikasi yang membutuhkan teknologi yang tinggi menyebabkan sensor-sensor tersebut memiliki harga yang cukup mahal dan sulit didapatkan dipasaran. Karena itu, alternatif lain terhadap pengembangan sensor getaran ini perlu dilakukan sesuai dengan kebutuhan.

Penelitian yang akan dilakukan memanfaatkan sifat elastisitas pegas dan LDR (*light dependent resistor*). Pegas dan LDR merupakan komponen yang cukup banyak tersedia dipasaran dengan harga yang murah. LDR adalah sensor

yang mengubah intensitas cahaya menjadi resistansi atau tahanan. Perubahan resistansi LDR memiliki hubungan yang linear terhadap intensitas cahaya yang mengenainya. Pegas merupakan objek yang memiliki sifat elastisitas yang baik. Setiap pegas memiliki konstanta tertentu. Konstanta pegas menggambarkan besarnya perbandingan antara gaya pemulih dengan perubahan panjang yang dialami pegas.

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diutarakan di atas, maka penulis tertarik untuk mengembangkan sensor pendeteksi getaran yang mudah dibangun dan ekonomis. Karena itu, sebagai judul dari penelitian ini adalah “Pembuatan Sensor Berbasis Pegas dan *Light Dependent Resistor* Untuk Aplikasi Getaran”

## **B. Perumusan Masalah**

Sesuai dengan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah : “Bagaimana spesifikasi performansi dan karakteristik statik sensor getaran berbasis pegas dan *light dependent resistor*.”

## **C. Pembatasan Masalah**

Untuk lebih memfokuskan pekerjaan dalam penelitian ini, maka perlu dilakukan pembatasan masalah berikut ini :

1. Spesifikasi performansi sensor yang meliputi identifikasi fungsi setiap bagian pembentuk sensor getaran.
2. Karakteristik statik sensor getaran berupa hubungan simpangan benda dengan keluaran sensor, ketepatan dan ketelitian sensor getaran.

#### **D. Pertanyaan Penelitian**

Untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini perlu dikemukakan pertanyaan penelitian yaitu :

1. Bagaimana spesifikasi performansi dari sistem sensor getaran berbasis berbasis pegas dan *light dependent resistor* ?
2. Bagaimana karakteristik statik dari sensor getaran berbasis pegas dan *light dependent resistor* ?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah maka secara umum penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem sensor getaran berbasis pegas, secara khusus penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menjelaskan Spesifikasi performansi sensor getaran berbasis pegas dan *light dependent resistor*.
2. Menentukan Karakteristik statik dari sensor getaran berbasis pegas dan *light dependent resistor*.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat pada :

1. Kelompok bidang kajian elektronika dalam pengembangan instrumentasi berbasis elektronika.
2. Laboratorium fisika, terutama dalam pengembangan perkuliahan eksperimen fisika secara elektronika dan instrumentasi.
3. Memberikan sumbangan pikiran untuk dunia industri dalam pengembangan sistem sensor.

4. Pembaca, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian elektronika dan dalam upaya pengembangan instrumentasi berbasis elektronika.
5. Peneliti lain, sebagai sumber ide dan referensi dalam pengembangan penelitian tentang instrumentasi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Tentang Spesifikasi Produk**

Spesifikasi merupakan pendeskripsian secara mendetail produk hasil penelitian, secara umum ada dua tipe spesifikasi yaitu spesifikasi performansi dan spesifikasi desain.

##### 1. Spesifikasi performansi

Spesifikasi performansi mengidentifikasi fungsi-fungsi dari setiap komponen pembentuk sistem. Spesifikasi performansi biasa disebut juga dengan spesifikasi fungsional. Andi Nasution (2010:26) menyatakan bahwa “Spesifikasi performansi merupakan suatu proses membuat spesifikasi kinerja yang akurat dari suatu solusi rancangan yang diperlukan.”

Spesifikasi performansi yang meliputi kualitas dan kuantitas pembentuk sistem yang dapat memberikan kemudahan dalam penggunaannya, pernyataan ini sesuai dengan ungkapan Bakri (2009:1) yaitu salah satu cara yang paling baik dalam menentukan spesifikasi awal adalah dengan menerapkan *Quality Function Deployment/QFD* (penyebaran fungsi kualitas).

##### 2. Spesifikasi desain

Spesifikasi desain atau spesifikasi produk yang menjelaskan tentang ketepatan dan ketelitian dari pengukuran, toleransi, bahan pembentuk sistem, ukuran sistem, dimensi sistem, dan uji produk. Spesifikasi desain tergantung pada sifat alami dari material yang digunakan.

Ketepatan dan ketelitian yang merupakan karakteristik statik produk perlu diperhatikan untuk memilih peralatan suatu sistem yang tepat dan sesuai dengan penggunaan sistem tersebut. Ketepatan dari sistem merupakan suatu ukuran berapa dekatnya hasil dari output sensor (eksperimen) dengan nilai sebenarnya. Sedangkan ketelitian didefinisikan sebagai suatu ukuran, angka atau indikasi dari suatu set pengukuran berulang dari variabel yang sama sesuai dengan rata-rata dari set pengukuran tersebut.

Sistem deteksi getaran dirancang memenuhi spesifikasi dan karakteristik tertentu, perancangan perangkat sistem pendeteksi getaran memiliki karakteristik statik yang memiliki jangkauan serta batasan maksimum dan minimum dari level getaran yang di ukur tergantung pada komponen yang digunakan.

Sistem deteksi getaran merupakan kumpulan unsur komponen yang saling melengkapi dalam melakukan kegiatan bersama untuk mencapai suatu tujuan, sehingga dapat menghasilkan data yang jelas. Hal ini sesuai dengan pendapat Fajar Nugraha (2009:3) “Sistem adalah suatu kumpulan dari elemen-elemen atau komponen-komponen atau subsistem-subsistem yang saling berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu”. Suatu sistem akan terbentuk jika mempunyai suatu kesatuan dan tujuan yang berguna, dan akan mengalami perkembangan sesuai perkembangan tujuannya.

## **B. Tinjauan Tentang Sensor**

Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengontrolan. Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya, sensor suhu, dan sensor tekanan.

Sensor dan transduser merupakan peralatan atau komponen yang mempunyai peranan penting dalam sebuah sistem pengaturan otomatis. Ketepatan dan kesesuaian dalam memilih sebuah sensor akan sangat menentukan kinerja dari sistem pengaturan secara otomatis. Besaran masukan pada kebanyakan sistem kendali adalah bukan besaran listrik, seperti besaran fisika, kimia, mekanis dan sebagainya. Untuk memakaikan besaran listrik pada sistem pengukuran, atau sistem pengontrolan, maka biasanya besaran yang bukan listrik diubah terlebih dahulu menjadi suatu sinyal listrik melalui sebuah alat yang disebut *transducer*.

Sensor dalam teknik pengukuran dan pengontrolan harus memenuhi persyaratan yang tepat dan sesuai dengan sistem yang akan disensor maka perlu diperhatikan persyaratan umum sensor berikut ini :

### 1. Linearitas

Ada banyak sensor yang menghasilkan sinyal keluaran yang berubah secara kontiniu sebagai tanggapan terhadap masukan yang berubah secara kontiniu. Sebagai contoh, sebuah sensor panas dapat menghasilkan tegangan sesuai dengan panas yang dirasakannya. Dalam kasus seperti ini, biasanya dapat

diketahui secara tepat bagaimana perubahan keluaran dibandingkan dengan masukannya berupa sebuah grafik.

## 2. Sensitivitas

Sensitivitas akan menunjukkan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur. Sensitivitas sering juga dinyatakan dengan bilangan yang menunjukkan “perubahan keluaran dibandingkan unit perubahan masukan”.

Secara umum berdasarkan fungsi dan penggunaannya sensor dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu:

### a. Sensor thermal (panas)

Sensor thermal adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi gejala perubahan panas/temperature/suhu pada suatu dimensi benda atau dimensi ruang tertentu. Contohnya; *bimetal, termistor, termokopel, RTD, photo transistor, photo dioda, photomultiplier, photovoltaik, infrared pyrometer, hygrometer*, dsb.

### b. Sensor Mekanis

Sensor mekanis adalah sensor yang mendeteksi perubahan gerak mekanis, seperti perpindahan atau pergeseran atau posisi, gerak lurus dan melingkar, tekanan, aliran, level dsb. Contoh; *strain gage, linear variable differential transformer (LVDT), proximity, potensiometer, load cell, bourdon tube*, dsb.

### c. Sensor Optik (Cahaya)

Sensor optik atau cahaya adalah sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengenai benda atau ruangan. Contoh; *photo cell, photo transistor, photo diode, photo voltaic, photo multiplier, pyrometer optic*, dsb.

### **C. Tinjauan Tentang Getaran**

Getaran adalah suatu gerak bolak-balik disekitar kesetimbangan. Kesetimbangan disini maksudnya adalah keadaan dimana suatu benda berada pada posisi diam jika tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut. Getaran mempunyai amplitudo yang sama. Amplitudo merupakan jarak simpangan terjauh dari titik kesetimbangan.

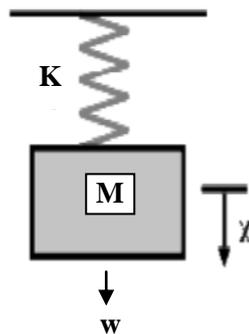
Getaran yang terjadi pada suatu benda disebabkan oleh adanya gangguan yang diberikan pada benda tersebut. Untuk getaran bandul dan getaran benda pada pegas, gangguan tersebut disebabkan oleh adanya gaya luar. Gaya luar tersebut antara lain adalah simpangan yang diberikan pada bandul maupun pegas. Selain contoh tersebut terdapat beberapa contoh getaran yang lain yaitu sebuah kendaraan akan bergetar ketika mesinnya dinyalakan, dalam hal ini kendaraan tersebut diberi gangguan.

Setiap gangguan yang diberikan kepada suatu benda akan menimbulkan getaran pada benda tersebut dan getaran ini akan merambat dari suatu tempat ke tempat lain melalui suatu medium tertentu. Dalam hal ini, peristiwa perambatan getaran dari suatu tempat ke tempat lain melalui suatu medium tertentu disebut gelombang. Dengan kata lain, gelombang merupakan getaran yang merambat dan getaran sendiri merupakan sumber gelombang(San, 2008).

Elemen – elemen dari sebuah getaran yaitu massa, pegas, peredam. Massa diasumsikan sebagai bodi kaku yang tidak memiliki elastisitas dan redaman. Sebaliknya pegas dianggap hanya mempunyai elastisitas saja sehingga massa dan

redamannya diabaikan. Demikian halnya peredam hanya mempunyai sifat redaman saja.

Getaran secara teknis didefinisikan sebagai gerak osilasi dari suatu objek terhadap posisi awal/diam. Dasar analisis getaran dapat dipahami dengan melihat contoh osilator harmonik sederhana, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Osilator Harmonik Sederhana

Getaran juga memiliki besaran antara lain periode ( $T$ ) menyatakan waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran penuh, dengan satuan waktu. Frekuensi ( $f$ ) adalah jumlah getaran yang terjadi dalam satu satuan waktu, dengan satuan Hertz dan amplitudo ( $A$ ) adalah jarak paling jauh dari titik keseimbangan.

Amplitudo adalah salah satu karakteristik dasar yang digunakan untuk mengukur dan menggambarkan getaran. Amplitudo dari sinyal vibrasi mengidentifikasi besarnya sinyal vibrasi gangguan yang terjadi. Makin tinggi amplitudo yang ditunjukkan menandakan makin besar gangguan yang terjadi.

Manfaat dari pengukuran getaran dan teknik analisa getaran digunakan sebagai teknik untuk mendiagnosa, yang dapat diaplikasikan antara lain untuk:

*acceptance testing*, pengendalian mutu, mendeteksi bagian yang mengalami kelonggaran, pengendalian kebisingan, mendeteksi adanya kebocoran, desain dan rekayasa mesin, dan optimasi produksi

#### **D. Tinjauan Tentang Pegas**

Pegas memiliki sifat elastisitas seperti karet yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Pegas akan bertambah panjang ketika ditarik dan akan kembali ke keadaan awal ketika tarikan dilepas. Sifat elastis atau elastisitas pegas adalah kemampuan pegas untuk kembali ke bentuk awal ketika gaya luar yang diberikan pada pegas dihilangkan. Sebuah gaya yang diberikan pada pegas akan menyebabkan pegas berubah yaitu perubahan panjang.

Pegas dapat dibedakan menjadi dua yaitu : Pegas yang dapat memanjang karena gaya tarik, misalnya pegas spiral pada neraca pegas. Yang kedua pegas yang dapat memendek karena gaya tekan. Timbulnya gaya regang pada pegas sebagai reaksi adanya pengaruh gaya tarik atau gaya dorong dapat menyebabkan perubahan panjang pada pegas. misalnya gaya berat dari suatu benda yang digantungkan pada ujung bawah pegas spiral, menyebabkan pegas berubah memanjang dan sekaligus timbul gaya regang yang besarnya sama dengan berat benda yang digantung.

Bila sebuah pegas dengan salah satu ujungnya dipegang tetap, dan sebuah gaya  $F$  dikerjakan pada ujung yang lainnya, maka pada pegas itu akan mengalami beberapa sifat fisis yaitu :

1. Periode adalah waktu yang diperlukan untuk mencapai satu getaran penuh.
2. Frekuensi adalah banyaknya getaran tiap sekon.

3. Amplitudo adalah simpangan maksimum dari suatu getaran.
4. Simpangan adalah besarnya perpindahan dari suatu titik kesetimbangan.

Besar gaya yang diberikan pada pegas memiliki batas-batas tertentu yang disebut batas elastisitas. Pegas tidak akan kembali ke bentuk semula jika diregangkan dengan gaya yang sangat besar. Semakin besar konstanta pegas (semakin kaku sebuah pegas), maka semakin besar gaya yang diperlukan untuk menekan atau meregangkan pegas. Sebaliknya semakin elastis sebuah pegas (semakin kecil konstanta pegas), semakin kecil gaya yang diperlukan untuk meregangkan pegas, dijelaskan oleh hukum Hooke, sesuai dengan persamaan

$$\mathbf{F} = - \mathbf{k} \mathbf{x} \quad (1)$$

Berdasarkan hukum hooke, gaya yang bekerja pada pegas dipengaruhi oleh konstanta (  $k$  ) dan simpangan (  $x$  ), tanda negatif menunjukkan bahwa gaya pemulih alias  $F$  mempunyai arah berlawanan dengan simpangan  $x$ . Ketika pegas ditarik maka  $x$  bernilai positif, tetapi arah  $F$  berlawanan arah dengan simpangan  $x$ . Sebaliknya jika pegas ditekan  $F$  bekerja berlawanan dengan arah tekanan. Jadi gaya  $F$  selalu bekerja berlawanan arah dengan arah simpangan  $x$ .  $k$  adalah konstanta pegas.

Gaya pegas merupakan gaya konservatif. Secara umum, sebuah gaya bersifat konservatif apabila usaha yang dilakukan oleh gaya pada sebuah benda yang melakukan gerakan menempuh lintasan tertentu hingga kembali ke posisi awalnya sama dengan nol. Hukum kekekalan energi mekanik akan berlaku untuk gaya konservatif.

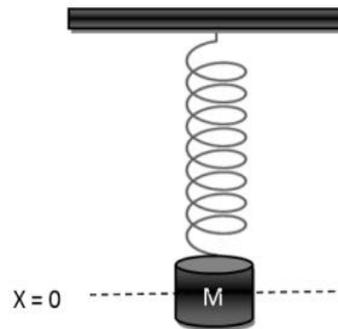
Ada tiga tipe pegas yang umum digunakan, yaitu pegas koil (coil spring) yang dibuat dari batang baja dan memiliki bentuk spiral. Bentuk kedua, pegas daun (leaf spring) dibuat dari baja yang bengkok dan lentur. Tipe ketiga, disebut dengan nama pegas batang torsi (torsion bar spring). Pegas jenis ini dibentuk dari batang baja yang elastis.

Pegas yang digunakan dalam perancangan sensor getaran menggunakan LDR dan Pegas adalah jenis pegas tarik. Pemilihan pegas sebagai komponen utama pembentuk sistem sensor getaran ini adalah karena pegas memiliki hubungan yang linear terhadap perubahan amplitudo getaran. Selain itu pegas mudah didapat dipasaran dan memiliki harga yang relatif murah.

#### **E. Gerak Harmonis Sederhana Pegas**

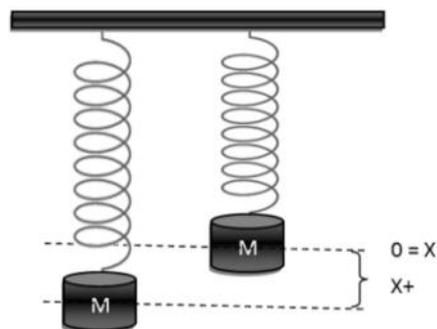
Setiap gerak yang terjadi secara berulang dalam selang waktu yang sama disebut gerak periodik. Karena gerak ini terjadi secara teratur maka disebut juga sebagai gerak harmonik/harmonis. Bentuk yang sederhana dari gerak periodik adalah benda yang berosilasi pada ujung pegas yang disebutn dengan gerak harmonis sederhana.

Semua pegas memiliki panjang alami sebagaimana tampak pada Gambar 2. Ketika sebuah benda dihubungkan ke ujung sebuah pegas, maka pegas akan meregang (bertambah panjang) sejauh  $x$ . Pegas akan mencapai titik kesetimbangan jika tidak diberikan gaya luar.



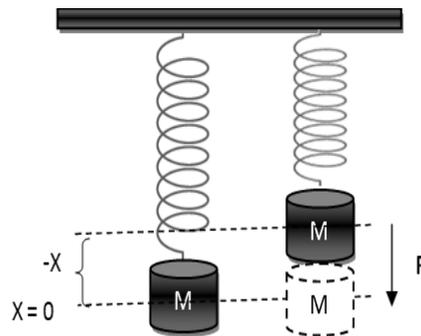
Gambar 2. Pegas Dipasang Vertikal

Hubungan antara gaya dan simpangan yang dialami pegas yang dipasang vertikal, di mana pada ujung pegas tersebut digantung sebuah benda bermassa  $m$ . Sehingga pegas meregang secara vertikal tanpa hambatan. Pada keadaan ini, benda yang digantung pada ujung pegas berada dalam posisi setimbang. jika benda ditarik ke bawah sejauh  $+x$ , pegas akan memberikan gaya pemulih pada benda tersebut yang arahnya keatas sehingga benda kembali ke posisi setimbangnya (*Gambar 3*).



Gambar 3. Pegas Ditarik Sejauh  $-x$

Sebaliknya, jika benda ditekan sejauh  $-x$ , pegas juga memberikan gaya pemulih untuk mengembalikan benda tersebut ke bawah sehingga benda kembali ke posisi setimbang (*Gambar 4*).



Gambar 4. Gaya Pemulih Pada Pegas

Berdasarkan hukum hooke, besar gaya pemulih  $F$  pada pegas ternyata berbanding lurus dengan simpangan  $x$  dari pegas yang direntangkan atau ditekan dari posisi setimbang. Pertambahan panjang suatu pegas bergantung pada besarnya gaya yang diberikan dan konstanta dari pegas tersebut.

Pegas dengan konstanta  $k$  yang diberi beban dengan massa  $m$  digetarkan yaitu dengan cara menarik pada beban jarak tertentu lalu dilepaskan, maka besarnya periode getaran dapat dirumuskan.

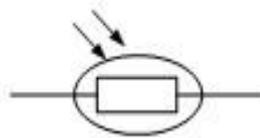
$$T = 2\pi\sqrt{\left(\frac{m}{k}\right)} \quad (2)$$

Pegas yang dibentuk oleh materi yang berbeda akan memiliki pertambahan panjang yang berbeda walaupun diberikan gaya yang sama, misalnya tulang dan besi. Demikian juga, walaupun sebuah benda terbuat dari materi yang sama (*besi, misalnya*), tetapi memiliki panjang dan luas penampang yang berbeda maka benda tersebut akan mengalami pertambahan panjang yang berbeda sekalipun diberikan gaya yang sama.

## F. LDR (*Light Dependent Resistor*)

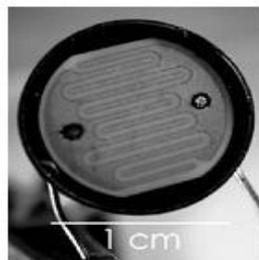
LDR singkatan dari *Light Dependent Resistor* adalah resistor yang nilai resistansinya berubah-ubah karena adanya intensitas cahaya yang diserap, dimana resistansinya dipengaruhi oleh perubahan intensitas cahaya. LDR dibentuk dari *cadium Sulfied* (CdS) yang dihasilkan dari serbuk keramik.

Cadium Sulfied (CdS) memiliki konduktivitas atau resistansi yang bervariasi terhadap intensitas cahaya. Bahan-bahan ini paling sensitif terhadap cahaya dalam spektrum tampak, dengan puncaknya sekitar  $0,6 \mu\text{m}$  untuk CdS dan  $0,75 \mu\text{m}$  untuk CdSe. Sebuah LDR CdS yang tipikal memiliki resistansi sekitar  $1 \text{ M}\Omega$  dalam kondisi gelap gulita dan kurang dari  $1 \text{ K}\Omega$  ketika ditempatkan dibawah sumber cahaya terang (Mike Tooley, 2003).



Gambar 5. Lambang LDR

Lambang dari LDR hampir sama dengan lambang resistansi, yang membedakannya adalah adanya tanda panah yang mengarah masuk menunjukkan sebagai cahaya yang jatuh pada resistor. LDR terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya.

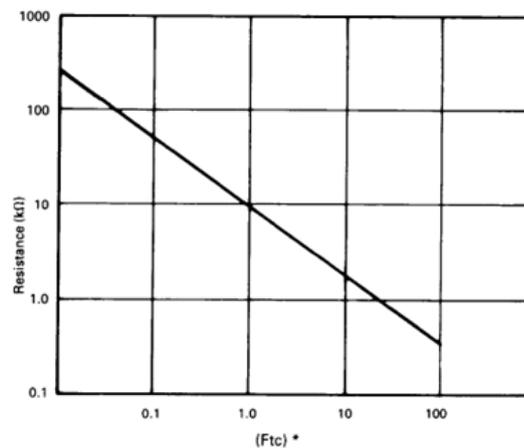


Gambar 6. Light Dependent Resistor

Pada saat gelap, bahan dari cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relatif kecil. Sehingga hanya ada sedikit elektron untuk mengangkut muatan elektrik, artinya pada saat gelap LDR menjadi konduktor yang buruk, atau disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat gelap.

Pada saat terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan ada lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat terang LDR menjadi konduktor yang baik, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang kecil pada saat cahaya terang.

Resistansi keluaran LDR memiliki hubungan yang linear terhadap perubahan intensitas cahaya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Resistansi Dengan Intensitas

(sumber: Datasheet *Light Dependent Resistor*)

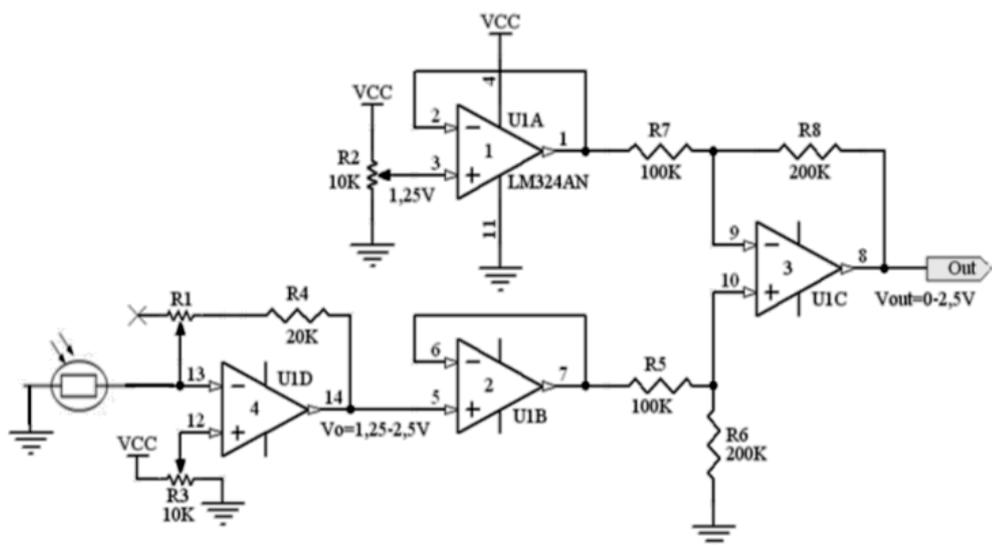
Berdasarkan Gambar 7 terlihat bahwa resistansi LDR berbanding terbalik dengan intensitas cahaya yang mengenainya. Semakin kuat intensitas cahaya, maka semakin resistansi LDR akan semakin kecil dan sebaliknya. Intensitas

cahaya berperan sebagai variabel bebas, sedangkan resistansi LDR sebagai variabel terikat.

LDR banyak digunakan dalam membangun sistem instrumentasi atau elektronika. Pemamfaat LDR ini digunakan untuk mempermudah pekerjaan suatu sistem, yang tadi dikerjakan secara manual dengan menggunakan LDR dapat diproses secara otomatis. Contoh penggunaan LDR adalah sebagai saklar otomatis pada lampu-lampu jalan. Dalam bidang industri LDR juga dimanfaatkan sebagai alat untuk mendeteksi dan pemisah warna dari suatu cat.

### G. Rangkaian Pengkondisian sinyal

Rangkaian pengkondisi sinyal menggunakan penguat operasional. Penguat operasional (op-amp) adalah suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa tingkat dan konfigurasi. Penguat operasional memiliki dua masukan dan satu keluaran serta memiliki penguatan, untuk dapat bekerja dengan baik.

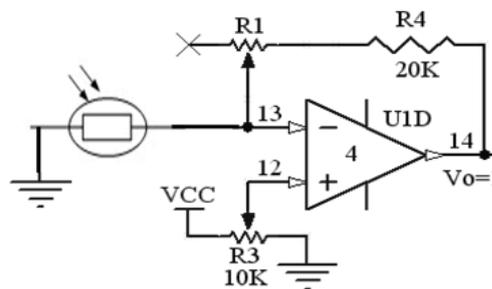


Gambar 8. Rangkaian Pengkondisian Sinyal

1) Rangkaian konverter tahanan ke tegangan non inverting.

Penguat ini dinamakan penguat non inverting karena masukan dari penguat tersebut adalah masukan non inverting dari op-amp. Sinyal keluaran penguat jenis ini sefasa dengan sinyal keluarannya.

Rangkaian penguat non inverting dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 9. Rangkaian Penguat Non Inverting

Op-amp U1D merupakan rangkaian penguat noninverting yang akan mengubah keluaran sensor berupa resistansi ke tegangan, nilai tegangan input rangkaian penguat non inverting didapat dengan mengatur R3 yang bekerja berdasarkan prinsip rangkaian pembagi tegangan. Tegangan keluaran dari rangkaian pembagi tegangan, merupakan tegangan masukan bagi rangkaian non inverting.

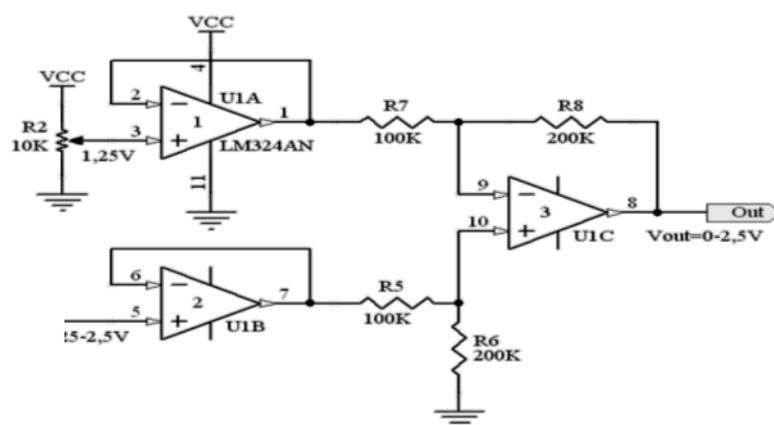
Pada rangkaian penguat non inverting R1 dan R3 merupakan tahanan referensi. R1 menggunakan potensiometer yang bertujuan agar tegangan keluaran sensor dapat diatur ketika diberikan beban maksimum.

$$V_o = \left( 1 + \frac{(R_1 + R_4)}{R_{LDR}} \right) \times 1,25 \quad (3)$$

Dari persamaan ini penguat tersebut dinamakan penguat noninverting karena masukan dari penguat tersebut adalah masukan non inverting dari op- amp. Sinyal keluaran penguat jenis ini sefasa dengan sinyal keluarannya.

## 2) Penguat Instrumentasi

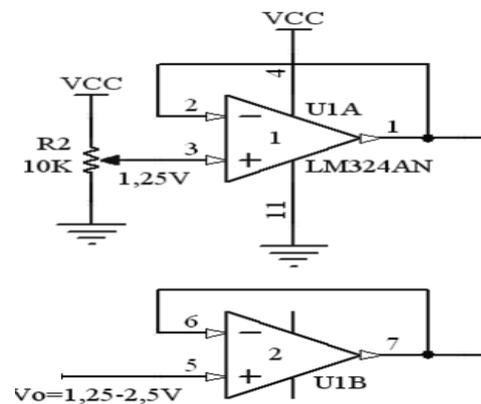
Output dari U1D akan dilewatkan pada rangkain penguat instrumentasi. Penguat instrumentasi merupakan penguat lingkaran tertutup dan merupakan gabungan dari penguat diferensial dan rangkaian *buffer*. Hal ini sesuai dengan Sutrisno (1987) yang menyatakan “penguat instrumentasi adalah suatu penguat lingkaran tertutup (*closed loop*) dengan masukan diferensial, dan penguatannya dapat diatur dengan menggunakan sebuah resistor variabel tanpa mempengaruhi CMRR (*Common Mode Rejection Ratio*)”. Jelaslah bahwa penguat instrumetasi merupakan penguat lingkaran tertutup dengan penguatan dapat diatur. Rangkaian penguat instrumentasi diperlihatkan oleh Gambar 10:



Gambar 10. Rangkaian Penguat Instrumentasi

Dari Gambar. 10 dapat diperhatikan bahwa rangkaian penguat instrumentasi tersusun atas dua blok yaitu rangkaian *buffer* (U1A dan U1B) dan rangkaian penguat diferensial (U1C).

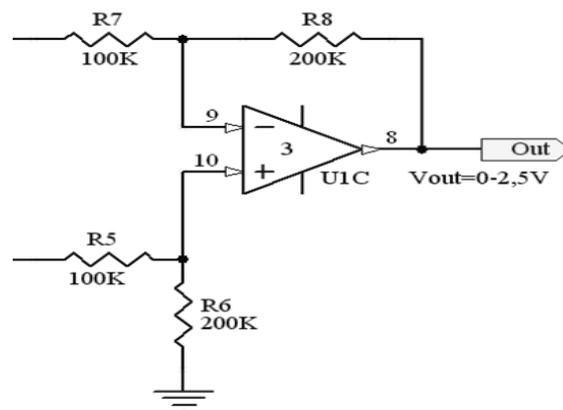
Rangkaian buffer merupakan perantara untuk masukan yang mempunyai impedansi yang tinggi, sehingga apabila dihubungkan dengan rangkaian elektronika sebelumnya tidak terjadi jatuh tegangan. Rangkaian *buffer* ini dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Rangkaian Buffer

Dari Gambar 11 dapat diketahui bahwa R2 digunakan untuk mengeliminasi nilai offset (1,25 Volt) yang muncul pada output U1D, oleh karena itu R2 diatur sedemikian agar output dari buffer U1A adalah 1,25 Volt. Besarnya penguatan dari rangkaian *buffer* ditentukan oleh komponen eksternal yang dipasang.

Bagian kedua dari penguat instrumentasi adalah penguat *differensial*. Rangkaian ini digunakan karena memiliki dua masukan yang dapat dibandingkan, sehingga tegangan keluaran dapat diatur sesuai dengan keinginan. Bentuk rangkaian yang dimaksud diperlihatkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Rangkaian Penguat Differensial

Op-amp U1C dikonfigurasi sebagai penguat differential dengan nilai penguatan (gain) 2, nilai output U1C dapat diperlihatkan oleh persamaan

$$V_{OP} = (V_o - 1,25) \times 2 \quad (4)$$

Tegangan keluaran dari U1C ini akan linier terhadap nilai konduktansi sensor LDR. Penguatan dari penguat *differential* merupakan perbandingan tegangan keluaran ( $V_{OP}$ ) dengan perbedaan tegangan masukannya ( $V_a - V_b$ ), sehingga dapat ditulis dalam bentuk.

$$A_{Vdiff} = \frac{R_8}{R_7} \quad (5)$$

Persamaan ini menunjukkan bahwa penguatan dari penguat diferensial hanya bergantung dari besar nilai  $R_7$  dan  $R_8$ .

Pada penguat instrumentasi, tegangan keluaran dari rangkaian *buffer* merupakan tegangan masukan bagi penguat diferensial. Tegangan keluaran dari rangkaian penguat diferensial merupakan tegangan keluaran dari rangkaian penguat instrumentasi. Dengan mensubstitusikan persamaan (3) ke dalam

persamaan (4), maka dihasilkan tegangan keluaran dari penguat instrumentasi yang dapat dirumuskan.

$$V_{0P} = \left\{ \left[ \left( 1 + \frac{R_1 + R_4}{R_{LDR}} \right) \times 1,25 \right] - 1,25 \right\} \times 2 \quad (6)$$

Dalam keadaan yang sederhana, tegangan keluaran dari penguat instrumentasi dapat diekspresikan pada persamaan.

$$V_{0P} = 2,5 \times \left( \frac{R_1 + R_4}{R_{LDR}} \right) \quad (7)$$

dengan  $A_{V_{inst}}$  adalah penguatan dari penguat instrumentasi yaitu

$$A_{V_{inst}} = \left( \frac{R_8}{R_7} \right) \left[ 1 + \frac{R_4 + R_5}{R_6} \right] \quad (8)$$

Persamaan menyatakan bahwa penguatan dari penguat instrumentasi bergantung pada nilai tahanan  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $R_6$ ,  $R_7$  dan  $R_8$ .

Penguatan pada penguat instrumentasi ini diatur sebesar dua kali dengan tegangan keluaran sebagai berikut.

$$V_{out} = (V_{sensor} - V_{buffer}) \times 2 \quad (9)$$

Tegangan keluaran penguat ini dapat disimpulkan yaitu linear terhadap nilai konduktivitas tahanan LDR.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap besaran yang terdapat terhadap sistem sensor getaran berbasis pegas dan LDR dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil desain sensor getaran berbasis pegas dan LDR terdiri dari bagian sensor berupa tabung yang didalamnya ditempatkan pegas yang digantung pada bagian atas tabung. Pada ujung pegas dipasang sebuah beban. Sebuah LDR ditempatkan di dasar tabung.
2. Tegangan keluaran yang dihasilkan sensor berbanding terbalik dengan besar simpangan getaran, dengan kemiringan garis sebesar 0,015. Sementara itu, koefisien determinasi pendekatan garis lurus diperoleh sebesar 0,988.
3. Tahanan keluaran yang dihasilkan sensor getaran berbanding terbalik dengan besar simpangan getaran dengan kemiringan grafik sebesar -0,592. Melalui pendekatan garis lurus diperoleh koefisien determinasi dari grafik sebesar 0,999.
4. Persentase ketepatan untuk setiap variasi besar simpangan getaran yang dideteksi oleh sensor berkisar antara 97.69% sampai 98.38% dengan persentase ketepatan rata-rata sebesar 98,1 %.

5. Ketelitian sensor getaran untuk setiap variasi besar simpangan getaran yang dideteksi sensor berkisar dari 99,5 % hingga 99,8 %. Sedangkan ketelitian rata-rata untuk seluruh variasi besar simpangan getaran yang dideteksi sensor sebesar 99,7 %

## **B. Saran**

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat dikemukakan saran sebagai tindak lanjut dari penelitian ini yaitu :

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengembangkan sensor dalam skala alat ukur, sehingga bisa dilakukan kalibrasi dengan alat ukur standar.
2. Belum adanya pengukuran frekuensi getaran. Pengembangan terhadap sensor ini dapat dilakukan dengan pengukuran frekuensi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2007). *Sensor Getaran*. <http://elektronika-lektronika.blogspot.com/2007/06/sensor-getaran.html>. Diakses 21 oktober 2010
- Anonim. (2008) *Light Dependent Resistor ( LDR )*. <http://elkaubisa.blogspot.com/2008/04/light-dependent-resistor-ldr.html>. diakses 26 Desember 2010
- Bakri,Ilham. (2010). Spesifikasi awal produk. <http://www.scribd.com/>. Diakses 24 januari 2011
- Bobo. (2009). *Pengukuran Getatan*. <http://vibrasi.wordpress.com/2009/03/20/bab-iv-Pengukuran-getaran/>. diakses 26 Desember 2010
- Cabrera, Orlando J. (2007). *Procurement Handbook for Public Housing Agencies*. Handbook 7460.8 Revisi 2. U.S Department of Housing and Urban Development.
- Cooper, WD. 1999. *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran*. Erlangga, Jakarta
- Giancoli, dauglas C. (2001) *Fisika Jilid I* ( Terjemahan), Jakarta. Erlangga
- Jones, L.D. (1995). *Electronic Instrumens and Measurement*. Second Edition. Prentice Hall International, Inc
- Nasution, Andi. (2010). *Pengaruh Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Konsumen (skripsi)*. <http://etd.eprints.ums.ac.id> . diakses 17 Februari 2011
- Nugraha, Fajar. (2009). *Sistem Informasi Manajemen*. Multinet Global Informasi
- Pitowarno, Endra. (2005). *Mikroprosesor & Interfacing*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Rijono, Yon. (2007). *Dasar Teknik Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Andi.
- Sabarish.(2009). *Light Dependent Resistors*. <http://blogspot.com/>. Diakses 17 Desember 2010
- Sahat Pakpahan.(1991). *Instrumentasi elektronik dan teknik pengukuran*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Saifuddin, A, (2003). *Metode Penelitian*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.