

**PEMBUATAN SET EKSPERIMEN GERAK HARMONIS SEDERHANA
PADA PEGAS BERBASIS SENSOR PING DAN PHOTODIODA DENGAN
TAMPILAN LCD DAN PC**

SKRIPSI

*untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar sarjana*



HATTHOAHIRA

1201453 / 2012

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

2016

**PEMBUATAN SET EKSPERIMEN GERAK HARMONIS SEDERHANA
PADA PEGAS BERBASIS SENSOR PING DAN PHOTODIODA DENGAN
TAMPILAN LCD DAN PC**

SKRIPSI

*untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Sains*



OLEH:

HATTHOAHIRA

1201453/2012

PROGRAM STUDI FISIKA

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2016

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Pembuatan Set Eksperimen Gerak Harmonis
Sederhana pada Pegas Berbasis Sensor Ping dan
Photodiode dengan Tampilan LCD dan PC

Nama : Hatthoahira

NIM/BP : 1201453/2012

Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

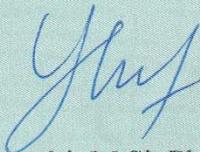
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 12 Agustus 2016

Disetujui oleh:

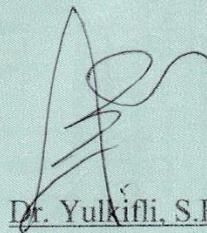
Pembimbing I

Pembimbing II



Yohandri, M.Si., Ph.D

NIP. 19780521 200604 1 004



Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si.

NIP. 19730702 200312 1 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Hatthoahira
NIM/BP : 1201453/2012
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan judul

PEMBUATAN SET EKSPERIMEN GERAK HARMONIS SEDERHANA PADA PEGAS BERBASIS SENSOR PING DAN PHOTODIODA DENGAN TAMPILAN LCD DAN PC

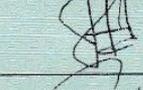
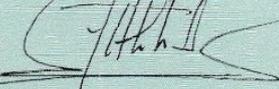
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan skripsi di depan Tim Penguji
Program Studi Fisika Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 12 Agustus 2016

Tim Penguji

1. Ketua : Yohandri, S.Si, M.Si, Ph.D
2. Sekretaris : Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si.
3. Anggota : Drs. H. Asrizal, M.Si
4. Anggota : Drs. Hufri, M.Si
5. Anggota : Zulhendri Kamus, S.Pd, M,Si

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 

SURAT PERNYATAAN

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

Padang, 12 Agustus 2016

Yang Menyatakan,



Hatthoahira

ABSTRAK

Hatthoahira : Pembuatan Set Eksperimen Gerak Harmonis Sederhana pada Pegas Berbasis Sensor Ping dan Photodiode dengan Tampilan LCD dan PC

Eksperimen fisika memiliki peranan yang sangat penting. Hal terpenting yang harus diperhatikan dalam melakukan eksperimen fisika adalah set eksperimen. Pengembangan beberapa set eksperimen fisika digital telah dilakukan oleh mahasiswa seperti alat ukur momen inersia secara digital. Namun pengembangan set eksperimen digital belum seutuhnya sempurna, seperti set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui spesifikasi performansi dan spesifikasi desain pembuatan set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas berbasis sensor ping dan photodiode dengan tampilan LCD dan PC.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium. Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran terhadap besaran fisika yang terdapat dalam besaran-besaran pada gerak harmonis sederhana pada pegas. Teknik pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran langsung dilakukan terhadap tegangan keluaran sensor photodiode. Pengukuran tidak langsung dilakukan untuk menentukan jumlah osilasi pegas (n), periode (T), dan amplitudo (A). Data yang didapatkan melalui pengukuran dan dianalisis melalui dua cara yaitu secara statistik dan grafik.

Berdasarkan hasil analisis data dapat diungkapkan beberapa hasil penelitian. Pertama, set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang berfungsi untuk mengolah hasil keluaran dari sensor dan mengubah hasil keluaran sensor dengan keluaran yang diharapkan. Tampilan hasil pengukuran dari set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas menggunakan LCD dan PC. Sensor yang digunakan adalah sensor ping yang berfungsi menghitung amplitudo dan sensor photodiode yang berfungsi untuk mencacah jumlah osilasi pegas dalam waktu (ms). Kedua, set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas ini memiliki ketepatan dan ketelitian yang cukup tinggi.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena atas segala rahmat, nikmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa kita curahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Judul dari Tugas Akhir ini adalah **“Pembuatan Set Eksperimen Gerak Harmonis Sederhana pada Pegas Berbasis Sensor Ping dan Photodiode dengan Tampilan LCD dan PC”** disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Penulis dapat menulis Tugas Akhir ini karena adanya bantuan, bimbingan, arahan dan petunjuk dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Yohandri, S.Si, M.Si, Ph. D sebagai Pembimbing I, Bapak Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si sebagai Pembimbing II atas segala bantuannya yang tulus dan ikhlas memberikan motivasi, bimbingan, arahan dan saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Tim Hibah Pasca Sarjan (HPS) 2016 yang telah mengikutsertakan peneliti menjadi anggota dan menggunakan penelitian ini sebagai judul skripsi.
3. Bapak Drs. Asrizal, M.Si, Bapak Drs. Hufri, M.Si, dan Bapak Zuhendri Kamus, S.Pd, M.Si sebagai dosen penguji pada tugas akhir ini yang telah memberikan kritik dan saran terhadap penyelesaian Tugas Akhir ini.

4. Bapak Harmam Amir, S.Si, M.Si, sebagai Penasehat Akademik, yang selalu memberikan motivasi dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si, selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
6. Ibu Syafriani, M.Si, Ph.D, sebagai Ketua Prodi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
7. Bapak dan Ibu Dosen jurusan Fisika FMIPA UNP.
8. Staf administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika FMIPA UNP.
9. Keluarga tercinta serta seluruh orang tersayang yang telah memberikan motivasi, bantuan material, non material, serta kasih sayang dan dukungan kepada penulis.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis telah berusaha menyelesaikan dengan sebaik mungkin, akan tetapi penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk lebih baiknya Tugas Akhir ini. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca sebagai referensi serta sebagai sarana untuk menambah ilmu pengetahuan dan informasi.

Padang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Pembatasan Masalah.....	4
D. Pertanyaan Penelitian	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Sistem Pengukuran	6
B. Spesifikasi Alat Ukur.....	7
C. Metoda Eksperimen	8
D. Gerak Harmonis Sederhana pada Pegas	9

E. Komponen Elektronika	13
BAB III METODE PENELITIAN	26
A. Tempat dan Waktu Penelitian	26
B. Jenis Penelitian	26
C. Desain Penelitian	28
D. Prosedur Penelitian	32
E. Teknik Pengumpulan Data.....	34
F. Teknik Analisis Data.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
A. Hasil Penelitian.....	37
B. Pembahasan	59
BAB V PENUTUP	63
A. Kesimpulan.....	63
B. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Komponen pendukung kerja set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas.....	39
Tabel 2. Data statistik hasil pengukuran ketepatan sistem untuk ketiga variasi susunan pegas	56
Tabel 3. Data statistik hasil pengukuran ketelitian sistem untuk susunan pegas tunggal	57
Tabel 4. Data statistik hasil pengukuran ketelitian sistem untuk susunan pegas seri	58
Tabel 5. Data statistik hasil pengukuran ketelitian sistem untuk susunan pegas paralel	59
Tabel 6. Data statistik hasil pengukuran ketelitian sistem untuk ketiga variasi susunan pegas	59
Tabel 7. Data hasil pengukuran set eksperimen dengan berbagai variasi massa beban untuk pegas 1.....	70
Tabel 8. Tabel 8. Data hasil pengukuran set eksperimen dengan berbagai variasi massa beban untuk pegas 2.....	70
Tabel 9. Data statistik ketepatan set eksperimen dibandingkan dengan perhitungan teori untuk pegas 1	71
Tabel 10. Data statistik ketepatan set eksperimen dibandingkan dengan perhitungan teori untuk pegas 2	71

Tabel 11.	Data statistik ketelitian set eksperimen untuk pegas 1	72
Tabel 12.	Data statistik ketelitian set eksperimen untuk pegas 2	73
Tabel 13.	Data hasil pengukuran set eksperimen untuk susunan pegas seri	74
Tabel 14.	Data hasil pengukuran set eksperimen untuk susunan pegas paralel	74
Tabel 15.	Data statistik ketelitian set eksperimen untuk susunan pegas seri	75
Tabel 16.	Data statistik ketelitian set eksperimen untuk susunan pegas paralel	76
Tabel 17.	Data statistik pengukuran konstanta pegas untuk susunan pegas tunggal	77
Tabel 18.	Data statistik pengukuran konstanta pegas untuk susunan pegas paralel	77
Tabel 19.	Data statistik pengukuran konstanta pegas untuk susunan pegas seri	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
Gambar 1.	Pegas pada saat diberi beban	10
Gambar 2.	Susunan pegas seri.....	12
Gambar 3.	Susunan pegas paralel.....	13
Gambar 4.	Bentuk fisik sensor photodiode	14
Gambar 5.	Fenomena grafik ultrasonic saat ada penghalang	15
Gambar 6.	Bentuk sensor HC-SR04.....	18
Gambar 7.	Kit Arduino Uno	21
Gambar 8.	Rangkaian display LCD.....	22
Gambar 9.	<i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	23
Gambar 10.	Rangkaian Catu Daya Teregulasi	24
Gambar 11.	Blok diagram set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas	28
Gambar 12.	Desain set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas.....	30
Gambar 13.	Gambar 13. Diagram alir program	31
Gambar 14.	Set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas	38
Gambar 15.	Foto Rangkaian Elektronika Pembangun Set eksperimen.....	41
Gambar 16.	Tampilan <i>Display LCD</i>	43
Gambar 17.	Bentuk keluaran set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas berupa grafik untuk salah satu susunan pegas	44

Gambar 18.	Hasil desain set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas untuk susunan pegas tunggal	46
Gambar 19.	Hasil desain set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas untuk susunan pegas secara seri	47
Gambar 20.	Desain set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas untuk susunan pegas secara paralel	48
Gambar 21.	Grafik hubungan antara massa beban terhadap perioda pengukuran dan perioda perhitungan	50
Gambar 22.	Grafik hubungan antara simpangan terhadap waktu untuk pegas dua dengan massa 83g	51
Gambar 23.	Grafik hubungan antara massa beban dengan perioda pengukuran dan perioda perhitungan untuk susunan pegas secara seri.....	52
Gambar 24.	Grafik hubungan antara simpangan terhadap waktu untuk susunan pegas secara seri dengan massa 83g	53
Gambar 25.	Grafik hubungan antara massa beban dengan perioda pengukuran dan perioda perhitungan untuk susunan pegas secara paralel	54
Gambar 26.	Grafik hubungan antara simpangan terhadap waktu untuk susunan pegas secara paralel dengan massa 93g.....	55
Gambar 27.	Grafik hubungan antara susunan pegas terhadap perioda untuk massa 83 gram	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
Lampiran 1.	Surat pernyataan penelitian	67
Lampiran 2.	Skematik Rangkaian Set Eksperimen Gerak Harmonis Sederhana pada Pegas Berbasis Sensor Ping dan Photodiode dengan Tampilan LCD Dan PC	68
Lampiran 3.	Foto Pengambilan Data Set Eksperimen Gerak Harmonis Sederhana pada Pegas Berbasis Sensor Ping dan Photodiode dengan Tampilan LCD Dan PC	69
Lampiran 4.	Data Hasil Pengukuran Set Eksperimen dengan Berbagai Variasi Massa Beban	70
Lampiran 5.	Data Statistik Ketepatan Set Eksperimen Dibandingkan Dengan Perhitungan Secara Teori	71
Lampiran 6.	Data Statistik Ketelitian Set Eksperimen	72
Lampiran 7.	Data Hasil Pengukuran Set Eksperimen untuk Susunan Pegas Seri dan Paralel.....	74
Lampiran 8.	Data Statistik Ketelitian Set Eksperimen untuk susunan pegas seri dan paralel	75
Lampiran 9.	Data hasil pengukuran set eksperimen untuk konstanta pegas.....	77
Lampiran 10.	Pengolahan data untuk membandingkan pengukuran set eksperimen dengan telaah teori	78

Lampiran 11.	Grafik Yang Dihasilkan Oleh Osilasi Pegas Menggunakan Set Eksperimen Gerak harmonis sederhana pada Pegas	81
Lampiran 12.	Program Pembuatan Set Eksperimen Gerak harmonis sederhana pada Pegas Berbasis Sensor Ping dan Photodiode dengan Tampilan PC.....	90
Lampiran 13.	Panduan penggunaan set eksperimen	96

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Eksperimen fisika memiliki peranan yang sangat penting. Sebagian besar penemuan ilmu fisika lahir dari hasil eksperimen, beberapa diantaranya adalah penemuan lampu oleh Thomas Alfa Edison, mesin uap oleh James Watt, dan teori gerak oleh Isaac Newton. Selain itu, siswa dan mahasiswa dapat memahami pelajaran berdasarkan gejala yang terjadi melalui pengamatan secara langsung saat melakukan eksperimen fisika.

Hal terpenting yang harus diperhatikan dalam melakukan eksperimen fisika adalah set eksperimen. Set eksperimen merupakan suatu alat yang digunakan untuk membantu dalam proses penentuan parameter-parameter yang akan diukur. Saat ini telah banyak industri yang mengembangkan set eksperimen fisika untuk memudahkan siswa dan mahasiswa dalam memahami pelajaran fisika.

Pengembangan beberapa set eksperimen fisika digital telah dilakukan oleh mahasiswa seperti alat ukur momen inersia secara digital, alat ukur viskositas fluida secara digital, dan set eksperimen pesawat adwood secara digital. Namun, beberapa set eksperimen fisika bekerja secara manual. Salah satu contohnya set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas.

Set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas yang ada sekarang ini berupa pegas yang digantung pada penyangga dan diberi beban berupa logam bermassa. Parameter-parameter yang dihasilkan set eksperimen ini berupa waktu pegas bergetar (t) dihitung dengan menggunakan *stopwatch*, amplitudo (A) diukur

dengan menggunakan mistar, dan jumlah getaran (n) dihitung dengan cara melihat. Kekurangan set eksperimen ini adalah mempunyai tingkat kesalahan yang cukup besar. Beberapa faktor yang mengakibatkan kesalahan sewaktu melakukan eksperimen, berupa kesalahan pengukuran, kesalahan penglihatan, dan kesalahan pengolahan data.

Untuk mengurangi tingkat kesalahan, dibutuhkan set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas dengan sistem digital. Set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas yang bersifat digital ini merupakan set eksperimen yang dilengkapi dengan komponen-komponen elektronika dan pengolahan sinyal digital, sehingga parameter-parameter langsung bisa terbaca secara otomatis.

Set eksperimen gerak harmonis sederhana secara digital yang telah dikembangkan oleh beberapa peneliti. Namun set eksperimen gerak harmonis sederhana yang telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya masih memiliki kekurangan. Kekurangan tersebut berupa pengukuran amplitudo yang masih menggunakan mistar. Untuk melengkapi kekurangan set eksperimen gerak harmonis sederhana secara digital, penulis menambahkan beberapa komponen elektronika pada set eksperimen.

Komponen elektronika yang digunakan berupa sensor dan pengolahan sinyal digital menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Salah satu sensor yang digunakan adalah sensor photodiode. Sensor photodiode digunakan untuk mendeteksi jumlah getaran pegas. Prinsip kerja dari photodiode sebagai pendeteksi, photodiode bersifat sebagai *receiver* dan laser bersifat sebagai *transmitter*. Disini *receiver* diletakkan sejajar dengan *transmitter*, apabila *receiver* dan *transmitter*

terhalang oleh beban yang digantungkan pada pegas maka keluaran dari sensor photodiode akan *high* dan akan diolah oleh mikrokontroler untuk menghasilkan jumlah getaran pegas.

Selain sensor photodiode, dalam set eksperimen ini juga digunakan sensor ultrasonik ping. Sensor ini digunakan untuk mengukur amplitudo dan untuk menghasilkan grafik simpangan pegas saat berosilasi. Sensor ultrasonik ping mendeteksi objek dengan cara mengirimkan grafik ultrasonik dan kemudian menerima pantulan grafik tersebut. Selama menunggu pantulan, sensor ping menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini berhenti (*low*) ketika grafik pantulan terdeteksi oleh sensor ping. Oleh karena itu, lebar pulsa tersebut dapat merepresentasikan jarak antara sensor ping dengan objek. Selanjutnya mikrokontroler cukup mengukur lebar pulsa tersebut dan mengkonversinya dalam bentuk jarak.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, maka peneliti merancang dan mendesain sebuah set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas secara digital dengan spesifikasi desain dan spesifikasi performansi yang lebih baik. Oleh karena itu, dalam penelitian ini diangkat sebuah judul yaitu “Pembuatan Set Eksperimen Gerak Harmonis Sederhana pada Pegas Berbasis Sensor Ping dan Photodiode dengan Tampilan LCD dan PC”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini. Sebagai perumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana spesifikasi performansi dan spesifikasi desain dari set eksperimen

gerak harmonis sederhana pada pegas berbasis sensor ping dan photodiode dengan tampilan LCD dan PC?”

C. Pembatasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah maka peneliti merasa perlu membatasi masalah dalam penelitian ini. Sebagai pembatasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Besaran yang terukur adalah jumlah getaran, waktu getar, amplitudo, perioda, dan bentuk grafik getaran setelah diolah di mikrokontroler serta ditampilkan di LCD dan PC.
2. Spesifikasi performansi meliputi identifikasi fungsi setiap bagian pembentuk sistem set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas berbasis sensor ping dan photodiode dengan tampilan LCD dan PC.
3. Spesifikasi desain yang diteliti meliputi ketepatan dan ketelitian sistem set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas berbasis sensor ping dan photodiode dengan tampilan LCD dan PC.

D. Pertanyaan Penelitian

Untuk menjawab permasalahan penelitian ini, diperlukan beberapa pertanyaan penelitian. Adapun pertanyaan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana spesifikasi performansi dari set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas berbasis sensor ping dan photodiode dengan tampilan LCD dan PC?
2. Bagaimana spesifikasi desain dari set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas berbasis sensor ping dan photodiode dengan tampilan LCD dan PC?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas berbasis sensor ping dan photodiode dengan tampilan LCD dan PC. Sedangkan tujuan khusus penelitian ini adalah:

1. Menggambarkan spesifikasi performansi dari set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas berbasis sensor ping dan photodiode dengan tampilan LCD dan PC.
2. Menggambarkan spesifikasi desain dari set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas berbasis sensor ping dan photodiode dengan tampilan LCD dan PC.

F. Manfaat penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada:

1. Kelompok kajian Elektronika dan Instrumentasi dalam pengembangan instrumentasi berbasis elektronika.
2. Jurusan Fisika, sebagai instrumen yang dapat digunakan pada laboratorium fisika dalam melakukan eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas.
3. Peneliti lain, sebagai sumber ide dan referensi dalam pengembangan penelitian tentang instrumentasi.
4. Pembaca, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian elektronika dan instrumentasi serta dalam pengembangannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Pengukuran

Sistem adalah kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Sistem merupakan kumpulan / group / komponen apapun baik fisik yang saling berhubungan satu sama lain dan bekerja sama secara harmonis untuk mencapai satu tujuan tertentu (Istiningsih, 2009). Jadi, sistem adalah tolak ukur dari pencapaian suatu tujuan.

Pengukuran berarti membandingkan suatu yang telah ditentukan sebagai standar dengan suatu yang belum diketahui untuk mendapatkan besaran kuantitatif dari suatu yang diukur tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Alonso (1980:12) “Pengukuran adalah suatu teknik untuk mengkaitkan pada suatu bilangan pada suatu sifat fisis dengan membandingkannya dengan suatu besaran standar yang telah diterima sebagai suatu satuan”. Pengukuran merupakan kegiatan membandingkan suatu sifat fisis bilangan dengan besaran standar yang telah ditetapkan dalam sistem pengukuran.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem pengukuran merupakan gabungan aktivitas, prosedur, alat ukur, perangkat lunak, dan subjek yang bertujuan untuk mendapatkan data pengukuran terhadap karakteristik yang sedang di ukur. Untuk melakukan kegiatan mengukur dibutuhkan alat ukur. Alat ukur yang digunakan dalam pengukuran terdiri dari dua jenis, yaitu alat ukur analog dan alat ukur digital.

Alat ukur analog merupakan alat ukur yang hasil pengukuran dilakukan melalui pembacaan skala yang ditunjukkan langsung oleh alat ukur. Dalam pembacaan skala ini sering terjadi kesalahan, sehingga hasil pengukuran yang didapat kurang akurat. Sedangkan alat ukur digital merupakan alat ukur yang hasil pengukurannya berupa jumlah digit dan langsung tertera pada alat ukur. Pemakaian sistem digital telah banyak menggantikan sistem analog. Pembacaan data hasil pengukuran menggunakan alat ukur digital lebih mudah dan lebih akurat.

B. Spesifikasi Alat Ukur

Sistem pengukuran dirancang untuk memenuhi spesifikasi tertentu. Spesifikasi merupakan pendeskripsian secara mendetail tentang produk hasil penelitian. Menurut Ilham (2010: 1) “Spesifikasi adalah ukuran (metrik) dan nilai dari ukuran tersebut (nilai metrik)”. Secara umum spesifikasi digolongkan atas dua tipe yaitu spesifikasi performansi dan spesifikasi desain.

1. Spesifikasi Performansi

Spesifikasi performansi merupakan suatu uraian rinci mengenai material-material atau komponen-komponen pembentuk sistem serta mengidentifikasi fungsi-fungsi dari setiap komponen pembentuk sistem tersebut. Menurut Ulrich (2001) “performansi dapat juga diartikan sebagai kesesuaian produk dengan fungsi utama dari produk itu sendiri”. Spesifikasi performansi biasa disebut juga dengan spesifikasi fungsional. Spesifikasi performansi diukur dari kualitas dan kuantitas pembentuk sistem, sehingga suatu sistem dapat bekerja akurat dan dapat memberikan kemudahan dalam penggunaannya.

2. Spesifikasi Desain

Spesifikasi desain sering juga disebut sebagai spesifikasi produk. Spesifikasi produk adalah metrik dan nilai metrik yang harus dicapai oleh sebuah produk dan bukan bagaimana produk harus bekerja (Ilham: 2010). Spesifikasi desain tergantung pada sifat alami dari material yang digunakan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Cabrera (2007), “Spesifikasi desain atau spesifikasi produk merupakan penjelasan tentang ketepatan dan ketelitian dari pengukuran, toleransi, bahan pembentuk sistem, ukuran sistem, dimensi sistem, dan uji produk”. Spesifikasi desain ini lebih kepada nilai atau harga yang menjadi tujuan akhir dari sebuah produk.

C. Metoda Eksperimen

Metode eksperimen adalah cara penyajian pelajaran, dimana siswa melakukan percobaan dengan mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajari (Sudirman, 1991). Menurut M. Ali (2000), metode eksperimen adalah percobaan tentang sesuatu. Dalam hal ini setiap siswa bekerja sendiri-sendiri. Pelaksanaan lebih memperjelas hasil belajar, karena setiap siswa mengalami dan melakukan kegiatan percobaan.

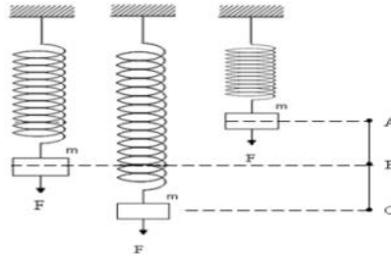
Menurut Sudjana (2000), metode eksperimen adalah metode mengajar yang sangat efektif sebab membantu siswa untuk mencari jawaban dengan usaha sendiri berdasarkan data yang benar. Berdasarkan beberapa ulasan tentang metoda eksperimen dapat disimpulkan bahwa metoda eksperimen merupakan suatu cara penyampaian pengajaran dengan melakukan percobaan secara individu ataupun kelompok. Melalui metoda eksperimen ini diharapkan siswa mampu menentukan

kebenaran dari suatu hipotesa ataupun membuktikan teori yang telah dipelajari. Suatu kegiatan eksperimen biasanya merujuk pada suatu panduan, pada penelitian ini eksperimen yang dilakukan merujuk kepada Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Sesuai dengan karakteristik metode eksperimen yaitu LKPD harus terdapat variabel-variabel yang diidentifikasi, yang meliputi variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol.

Suatu kegiatan eksperimen tidak hanya merujuk pada panduan, tetapi juga menggunakan suatu set eksperimen. Set eksperimen merupakan suatu alat yang digunakan untuk membantu dalam proses penentuan parameter-parameter yang akan diukur. Parameter-parameter yang diukur pada set eksperimen merupakan variabel-variabel yang diidentifikasi.

D. Gerak Harmonis Sederhana pada Pegas

Pegas adalah benda elastis yang digunakan untuk menyimpan energi mekanis. Getaran (osilasi) yang terjadi pada pegas biasanya disebut dengan gerak harmonik sederhana, ada juga yang menyebutnya dengan gerak harmonis sederhana. Gerak harmonik sederhana merupakan suatu gerak getaran benda yang dipengaruhi oleh gaya pemulih yang linier dan tidak mengalami gesekan sehingga tidak mengalami pengurangan (*dissipasi*) tenaga. Gerak harmonik sederhana juga dapat diartikan sebagai suatu sistem yang bergetar dimana gaya pemulih berbanding lurus dengan negatif simpangannya. Gaya pemulih merupakan gaya yang bekerja dalam arah mengembalikan massa keposisi setimbangnya (Giancoli, 1999). Gambar 1 merupakan keadaan pegas saat diberi beban berupa gaya pemulih linear.



Gambar 1. Pegas pada saat diberi beban

Berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa pegas tergantung dalam keadaan vertikal dan terdapat beban yang tergantung pada ujung pegas. Dalam keadaan ini pegas teregang dan mengalami pertambahan panjang sebesar x_0 serta mencapai posisi kesetimbangan (posisi B). Pegas yang telah mencapai posisi kesetimbangan selanjutnya ditarik atau disimpangkan sejauh x seperti pada Gambar 3 bagian tengah (posisi C). Dalam keadaan ini gaya yang bekerja pada benda adalah

$$F = -kx \quad (1)$$

Persamaan (1) merupakan bentuk dari hukum Hooke. Dimana F adalah gaya yang bekerja (N), k adalah konstanta gaya (N/m), Δx adalah pertambahan panjang (m). Tanda *negatif* (-) dalam persamaan menunjukkan berarti gaya pemulih berlawanan arah dengan perpanjangan.

Hukum Newton kedua menyatakan bahwa $F = ma$, sehingga apabila persamaan (1) disubstitusikan kedalam $F = ma$ didapatkan

$$-kx = ma \quad (2)$$

Dengan mengganti $a = \frac{d^2x}{dt^2}$ kedalam persamaan (2), maka didapatkan

$$-kx = m \frac{d^2x}{dt^2} \quad (3)$$

atau

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + kx = 0 \quad (4)$$

Persamaan (4) dikenal sebagai persamaan diferensial gerak harmonik sederhana (Sutrisno, 1977).

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (5)$$

maka

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x \quad (6)$$

Menurut Tjia (1994) simpangan terhadap kedudukan setimbang, dan konstanta mengungkapkan frekuensi sudut (ω) karakteristik dari osilator bersangkutan.

Solusi persamaan differensial ini mempunyai bentuk umum :

$$y(t) = A \sin (\omega t + \emptyset) \quad (7)$$

dengan :

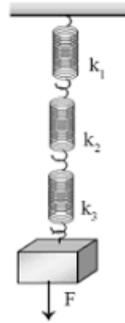
$$\frac{\omega}{2\pi} = \nu = \text{frekuensi osilasi} \quad (8)$$

$$\frac{2\pi}{\omega} = T = \text{periode osilasi} \quad (9)$$

Setiap pegas memiliki nilai konstanta elastisitas yang berbeda-bada. Beberapa buah pegas dapat disusun secara seri ataupun disusun secara paralel. besarnya nilai konstanta pengganti sangat dipengaruhi bentuk susunan pegasnya. Berikut ini dijelaskan karakteristik dari beberapa buah pegas yang disusun secara seri dan disusun secara paralel.

1. Susunan Pegas Seri

Susunan pegas seri adalah susunan pegas yang dirangkai secara berurutan antara satu pegas dengan pegas yang lain. Susunan pegas seri dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Susunan pegas seri

Bersadarkan Gambar 2 dapat dipahami bahwa prinsip kerja rangkaian seri, yaitu:

- a. Gaya yang bekerja pada masing-masing pegas adalah sama, sehingga dapat dirumuskan seperti persamaan 10.

$$F = F_1 = F_2 = F_3 \quad (10)$$

- b. Setiap pegas memiliki pertambahan panjang yang berbeda yang ditentukan oleh nilai dari konstanta elastisitasnya. Maka untuk panjang total pegas setelah diberi gaya dapat dinyatakan pada persamaan 11.

$$\Delta x = \Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta x_3 \quad (11)$$

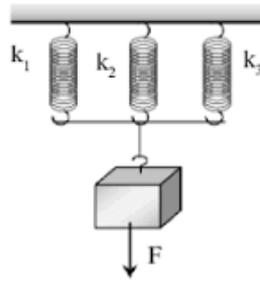
- c. Nilai dari masing-masing konstanta pegas adalah berbeda sehingga dapat dirumuskan persamaan untuk jumlah total konstanta pegas pada rangkaian seri seperti persamaan 12.

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} \quad (12)$$

Pada persamaan 12 menyatakan total semua konstanta pegas yang bekerja akan menjadi lebih kecil.

2. Susunan Pegas Paralel

Susunan paralel adalah susunan pegas yang dirangkai secara sejajar antara satu pegas dengan pegas yang lainnya seperti ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. Susunan pegas paralel

Berdasarkan Gambar 3 dapat dirumuskan prinsip dari susunan pegas paralel, yaitu:

- a. Gaya yang bekerja pada masing-masing pegas adalah berbeda tergantung besar dari konstanta masing-masing pegas sebagaimana terlihat pada persamaan 13.

$$F = F_1 + F_2 = F_3 \quad (13)$$

- b. Pertambahan panjang masing-masing pegas adalah sama, seperti yang diformulasikan seperti persamaan 14.

$$\Delta x = \Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta x_3 \quad (14)$$

- c. Konstanta pegas total dapat dirumuskan sehingga didapatkan persamaan dari konstanta pegas total pada rangkaian paralel seperti ditunjukkan pada persamaan 15.

$$k = k_1 + k_2 + k_3 \quad (15)$$

Pada persamaan 15 menyatakan total semua konstanta pegas yang bekerja akan menjadi lebih besar.

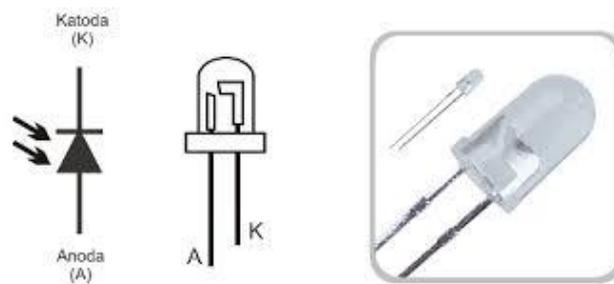
E. Komponen Elektronika

1. Sensor Photodiode

Sensor adalah suatu piranti yang dapat mengubah besaran fisis menjadi besaran listrik. Menurut Fraden (2003: 20) *“A sensor is a device that receives a*

stimulus and responds with an electrical signal. The stimulus is the quantity, property, or condition that is sensed and converted into electrical signal". Sensor adalah sebuah perangkat yang menerima stimulus dan direspon dengan suatu sinyal listrik. Stimulus yaitu sebuah nilai properti atau kondisi yang di rasakan dan di ubah kedalam sinyal listrik.

Menurut Yulkifli (2012) photodioda dalah sensor optik semikonduktif. Sensor photodioda merupakan sebuah dioda dengan persambungan p-n yang dipengaruhi cahaya dalam kerjanya. Cahaya yang dapat dideteksi oleh sensor photodioda ini mulai dari cahaya infra merah, cahaya tampak, ultra ungu sampai dengan sinar-X. Pada Gambar 4 terdapat bentuk fisik dari sensor photodioda.



Gambar 4. Bentuk fisik sensor photodioda
(elektronika-dasar.web.id)

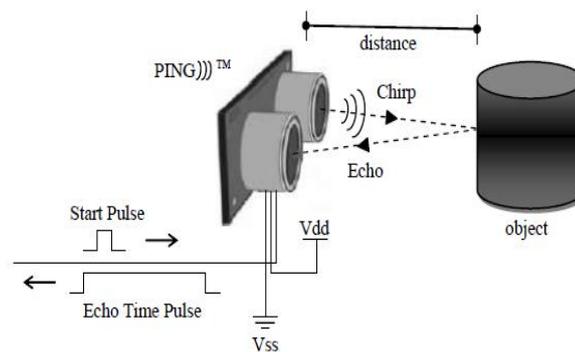
Secara sederhana prinsip kerja photodioda adalah sebagai berikut : Jika persambungan p-n bias maju dan diberi cahaya dengan frekuensi yang tepat, peningkatan arus akan menjadi sangat kecil atau dengan kata lain arus bias lebih besar daripada arus yang dibangkitkan cahaya. Jika persambungan p-n bias mundur, peningkatan arus akan terlihat. Penimpnaan foton menghasilkan pasangan elektron hole pada kedua sisi persambungan. Ketika elektron mengenai pita konduksi,

mereka akan mengalir dari sisi positif baterai. Sedangkan hole yang dihasilkan mengalir menuju sisi negatif baterai sehingga arus akan mengalir dalam rangkaian.

2. Sensor Ultrasonik Ping

a. Sensor Ultrasonik

Modul sensor PING mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan grafik ultrasonik (40 kHz) selama t_{BURST} (200 μ s) kemudian mendeteksi pantulannya. Modul sensor PING memancarkan grafik ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa *trigger* dengan t_{OUT} min. 2 μ s) (PING, 2006: 3). Proses kerja sensor ping ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Fenomena grafik ultrasonic saat ada penghalang (datasheet sensor ping)

Menurut Prawiroredjo (2008) grafik ultrasonik merambat di udara dengan kecepatan 344 meter per detik, mengenai objek dan memantul kembali ke sensor. Modul sensor PING mengeluarkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah memancarkan grafik ultrasonik dan setelah grafik pantulan terdeteksi modul sensor PING akan membuat *output low* pada pin SIG. Lebar pulsa High (t_{IN}) akan sesuai dengan lama waktu tempuh grafik ultrasonik untuk 2 kali jarak ukur dengan objek.

Berikut adalah data hasil penghitungan waktu yang diperlukan modul sensor Ping untuk menerima pantulan pada jarak tertentu. Perhitungan ini didapat dari rumus berikut :

$$S = \frac{(t_{IN} \times V)}{2} \quad (16)$$

Dimana :

S = Jarak antara sensor ultrasonik dengan objek yang dideteksi

V = Cepat rambat grafik ultrasonik di udara (344 m/s)

t_{IN} = Selisih waktu pemancaran dan penerimaan pantulan grafik

Menurut Mediyati arief (2011) Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik. Bagian-bagian dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut :

1) Piezoelektrik

Peralatan piezoelektrik secara langsung mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Tegangan input yang digunakan menyebabkan bagian keramik meregang dan memancarkan grafik ultrasonik. Tipe operasi transmisi elemen piezoelektrik sekitar frekuensi 32 kHz.

2) Transmitter

Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar grafik ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 kHz yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Untuk menghasilkan frekuensi 40 kHz, harus di buat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke piezoelektrik dan terjadi

reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan grafik yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator.

3) Receiver

Receiver terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan piezoelektrik. Transduser ini berfungsi sebagai penerima grafik pantulan yang berasal dari transmitter yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau grafik langsung LOS (Line of Sight) dari transmitter. Oleh karena bahan piezoelektrik memiliki reaksi yang reversible, elemen keramik akan membangkitkan tegangan listrik pada saat grafik datang dengan frekuensi yang bergetar dan akan menggetarkan bahan piezoelektrik tersebut.

b. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki kinerja yang baik dalam mendeteksi jarak, dengan tingkat akurasi yang tinggi serta deteksi yang stabil. Hitung waktu antara saat pengiriman signal dengan saat signal pantulan diterima, bagi dengan dua kali kecepatan suara, maka jarak yang terdeteksi akan segera didapatkan. Selain itu sensor ultrasonik HC-SR04 banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, karena harganya yang cukup murah.

Menurut Setiawan (2014) sensor ultrasonik mendeteksi jarak dengan cara memancarkan grafik ultrasonik (40 KHz) skema $t = 200 \mu\text{s}$ kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor ultrasonik memancarkan grafik ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa trigger dengan $T_{out} \text{ min } 2\mu\text{s}$).

Spesifikasi sensor HC-SR04 adalah sebagai berikut :

- 1) Catu daya : 5 V DC
- 2) Arus pada moda siaga : < 2 mA
- 3) Konsumsi arus saat deteksi : 15 mA
- 4) Lebar sudut deteksi : $\pm 15^\circ$
- 5) Jarak deteksi : akurat hingga 1 meter, dapat mendeteksi (namun kurang presisi) hingga jarak 4 meter
- 6) Resolusi : 3 mm (perhitungan dari faktor kecepatan suara dan kecepatan MCU pada 6 MHz)
- 7) Dimensi : 45x20x15 mm

Ultrasonik modul umumnya berbentuk papan elektronik ukuran kecil dengan beberapa rangkaian elektronik dan 2 buah transduser. Dari 2 buah transduser ini, salah satu berfungsi sebagai transmiter dan satu lagi sebagai receiver. Ada juga modul yang hanya mempunyai 1 buah transduser, berfungsi sebagai transmiter dan receiver sekaligus. Tersedia pin Vcc, TRIG, ECHO, dan GND. Ada juga modul yang pin TRIG dan ECHOnya digabung menjadi satu dan pemakaiannya berganti-gantian. Bentuk fisik dari HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Bentuk sensor HC-SR04
(Datasheet HC-SR04)

HC-SR04 termasuk ultrasonik modul yang mudah digunakan sudah tersedia arduino library bisa langsung menggunakannya. HC-SR04 memiliki 4 pin, Vcc, TRIG, ECHO, dan GND. Vcc dihubungkan dengan 5 V dari arduino dan GND dengan GND pada arduino. TRIG dihubungkan pada pin digital 8 dan ECHO dihubungkan pada pin digital 9.

Menurut Setiawan (2014) sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip pemantulan grafik suara, dimana sensor ini menghasilkan grafik suara yang kemudian menangkapnya. Kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindraannya. Jenis objek yang dapat diindra diantaranya adalah objek pdata dan cair. Konsep yang digunakan oleh sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut :

- 1) Sensor akan mengirim 8 sinyal pada frekuensi 40 KHz jika pin trigger pada sensor berada pada posisi high selama kurang dari 10 mikrodetik (microseconds)
- 2) Sensor kemudian akan mendeteksi apakah sinyal yang dikirim tersebut dipantulkan oleh target yang berada didepan sensor dan diteruskan ke pin echo.
- 3) Ketika sinyal tersebut diterima, maka jarak antara sensor dan benda tersebut dpat diperoleh dengan menghitung jeda waktu antara sinyal trigger dikirim oleh sensor dan kemudian diterima kembali oleh sensor. Rumusnya kurang lebih seperti ini : $\text{jeda_waktu (microseconds)} / 58$ untuk memperoleh jarak dalam satuan sentimeter dan $\text{jeda_waktu (microseconds)} / 148$ untuk memperoleh jarak dalam satuan inchi.

- 4) Sebaiknya menggunakan jeda minimal selama 60 milidetik sebelum mengirim ulang sinyal high pada trigger pin dan memberikan sinyal low pada trigger pin selama kurang lebih 2 mikrodetik sebelum mengirim sinyal high pada trigger pin.

3. Mikrokontroler Arduino Uno

Mikrokontroler adalah suatu komponen elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Cara kerja mikrokontroler sebenarnya adalah membaca dan menulis data. Dengan kata lain, mikrokontroler merupakan komputer di dalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektif biaya. Secara harfiahnya bisa disebut pengendali kecil dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler.

Menurut Yohandri (2013) mikrokontroler sudah dilengkapi dengan peripheral pendukung sehingga membentuk sebuah komputer lengkap dalam level chip, secara sederhana mikrokontroler adalah sebuah IC yang terdiri atas ROM, RAM, parallel I/O, serial I/O, counter, dan *clock circuit*. Istilah lain dalam menggambarkan mikrokontroler adalah pengontrol yang kecil, karena fungsinya dapat sebagai pengontrol objek, proses atau kejadian.

Mikrokontroler ATMEGA328 merupakan komponen utama dari kit Arduino Uno. Mikrokontroler Arduino adalah sebuah *platform* dari *physical*

computing yang bersifat *opensource*. Menurut Agung (2012:42), secara umum Arduino terdiri dari dua bagian, yaitu :

- a. *Hardware* (*papaninput/output (I/O)*).
- b. *Software* (*Software* Arduino meliputi IDE untuk menulis program, *driver* untuk koneksi dengan komputer, contoh program dan *library* untuk pengembangan program).

Arduino Uno memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Pin-pin Arduino Uno ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung kerja mikrokontroler. Arduino Uno dapat terhubung ke komputer dengan menggunakan kabel USB untuk menanamkan program ataupun untuk menggunakan Arduino Uno secara langsung. Apabila program sudah ditanamkan pada Arduino Uno maka sumber tegangan bisa diperoleh dari adaptor AC-DC ataupun baterai. Gambar 7 merupakan bentuk kit Arduino Uno.



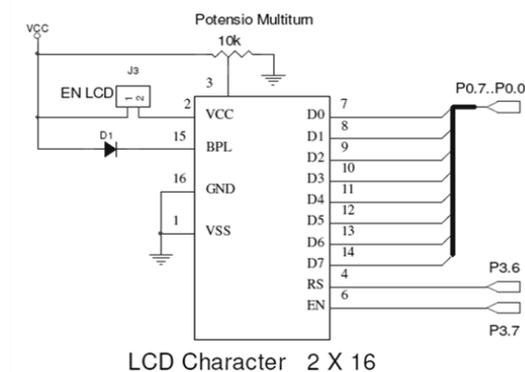
Gambar 7. Kit Arduino Uno
(Kristianto, 2013)

Menurut Guntoro (2013:40) kelebihan arduino ialah tidak perlu perangkat *chip programmer* karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani

upload program dari komputer, Arduino sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port serial/RS323* bisa menggunakannya. Bahasa pemrograman relatif mudah karena *software* Arduino dilengkapi dengan kumpulan *library* yang cukup lengkap, dan Arduino memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada *board* Arduino. Misalnya *shield* GPS, *Ethernet*, *SD Card*, dan lain-lain.

4. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan salah satu jenis tampilan yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau karakter. LCD terdiri atas tumpukan tipis dari dua lembar kaca dengan pinggiran yang tertutup rapat. Antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair (*liquid crystal*) yang tembus cahaya. Permukaan luar dari masing-masing keping kaca mempunyai lapisan penghantar tembus cahaya seperti oksida timah atau oksida indium (Wulandari, 2009: 3). Untuk rangkaian display LCD terdapat pada Gambar 8.



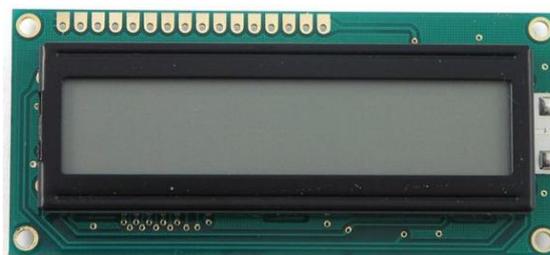
Gambar 8. Rangkaian display LCD
(Triwiyanto, 2009)

Gambar 8 merupakan rangkaian display LCD, display karakter pada LCD ini diatur oleh pin EN, RS dan RW. Jalur EN diset *Enable* untuk memberitahu LCD bahwa data

sedang dikirim. Untuk itu, program EN harus dibuat logika low “0” dan set pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, set EN dengan logika “1” dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan datasheet dari LCD tersebut) dan berikutnya set EN ke logika low “0” lagi.

Jalur RS adalah jalur *register select*. Ketika RS berlogika low “0”, data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti *clear screen*, posisi kursor dan lain-lain). Ketika RS berlogika *high* “1”, data yang dikirim adalah data teks yang akan ditampilkan pada display LCD. Jalur RW adalah jalur kontrol *Read/ Write*. Ketika RW berlogika low (0), maka informasi pada bus data akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika *high* ”1”, maka program akan melakukan pembacaan memori dari LCD. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika low ”0” (Triwiyanto, 2009).

LCD banyak digunakan karena memiliki banyak keuntungan. Diantaranya adalah dapat menampilkan data, baik data digital maupun analog dalam bentuk grafik, memiliki bentuk yang tipis, mudah dalam pengoperasian, membutuhkan tegangan yang kecil dan dapat menampilkan berbagai karakter. Bentuk LCD dapat dilihat pada Gambar 9.



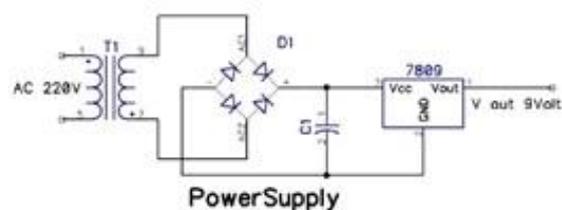
Gambar 9. *Liquid Crystal Display (LCD)*

5. Power Suply

Perangkat elektronika memerlukan catu daya untuk dapat bekerja dengan baik. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC (*Alternating Current*) dari pembangkit tenaga listrik. Namun peralatan elektronika pada umumnya memerlukan tegangan DC (*Direct Current*) untuk mengoperasikannya. Karena *suplay* arus searah DC yang stabil membuat perangkat elektronika bekerja dengan baik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC.

Catu daya yang baik selalu dilengkapi dengan regulator tegangan. Tujuan pemasangan *regulator* tegangan pada catu daya adalah untuk menstabilkan tegangan keluaran apabila terjadi perubahan tegangan masukan pada catu daya. Catu daya teregulasi dibangun dari IC *regulator* (Ginting, 2013).

IC *regulator* diantaranya adalah seri IC 78XX dan 79XX. Regulasi tegangan yang tidak terlalu ketat dapat digunakan *regulator* tegangan IC tiga terminal. Terdapat *regulator* seri 78XX dan 79XX. Regulator IC 78XX adalah *regulator* tegangan positif untuk XX Volt, sedangkan 79XX adalah *regulator* tegangan negatif untuk XX Volt (Sutrisno, 2009). Dari pernyataan tersebut, jelas bahwa tegangan teregulasi dapat diperoleh dengan memilih seri IC *regulator* yang sesuai. Rangkaian catu daya menggunakan IC 7809 terdapat pada Gambar 10.



Gambar 10. Rangkaian Catu Daya Teregulasi

Tegangan DC teregulasi diperoleh dengan terlebih dahulu menurunkan tegangan bolak-balik (AC) PLN melalui sebuah transformator *step-down*. Kemudian untuk menyearahkan digunakan empat dioda yang membentuk penyearah sistem jembatan. *Output* dari penyearah dihubungkan dengan kapasitor sebagai *filter*. *Output* dari IC juga dihubungkan dengan kapasitor, sehingga dihasilkan tegangan keluaran yang diinginkan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap besaran fisika yang ada pada sistem penentuan gerak harmonis sederhana pada pegas dapat dikemukakan beberapa kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Hasil spesifikasi performansi sistem gerak harmonis sederhana pada pegas secara digital ini terdiri dari sistem mekanik dan ditunjang oleh sistem elektronik. Rangkaian elektronika pembangun sistem terdiri dari *power supply* 9 volt, rangkaian sensor photodiode, rangkaian sensor ping, rangkaian LCD, dan sistem mikrokontroler Arduino Uno. Photodiode bersifat *high* ketika ada cahaya dari laser dan bersifat *low* ketika tidak ada cahaya dari laser. Tegangan keluaran dari photodiode dikirim ke mikrokontroler arduino dan menghasilkan cacahan dari getaran pegas pada saat keluaran photodiode bersifat *low*. Selain itu, terdapat rangkaian sensor ping yang berfungsi untuk mendeteksi simpangan dari getaran pegas. Semakin besar massa beban yang digantung pada pegas maka semakin besar nilai T yang dideteksi set eksperimen.
2. Hasil penentuan spesifikasi desain set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas adalah sebagai berikut:
 - a. Ketepatan pengukuran perioda osilasi pegas satu dan pegas dua menggunakan set eksperimen dibandingkan dengan perhitungan perioda osilasi pegas secara teori didapatkan persentase ketepatan relatif rata-rata sistem 96,16%. Ketepatan pengukuran perioda osilasi pegas untuk susunan

seri menggunakan set eksperimen dibandingkan dengan perhitungan perioda osilasi pegas untuk susunan seri secara teori didapatkan persentase ketepatan relatif rata-rata sistem 96,40%. Ketepatan pengukuran perioda osilasi pegas untuk susunan paralel menggunakan set eksperimen dibandingkan dengan perhitungan perioda osilasi pegas untuk susunan paralel secara teori didapatkan persentase ketepatan relatif rata-rata sistem 99,25%.

- b. Ketelitian pengukuran perioda osilasi pegas satu dan dua menggunakan set eksperimen didapatkan ketelitian rata-ratanya adalah 0,985. Pengukuran perioda osilasi pegas untuk susunan pegas seri menggunakan set eksperimen didapatkan ketelitian rata-ratanya adalah 0,998. Pengukuran perioda osilasi pegas untuk susunan pegas seri menggunakan set eksperimen didapatkan ketelitian rata-ratanya adalah 0,981.

B. Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan maka sebagai saran untuk tindak lanjut dan pengembangan penelitian ini, yaitu:

1. Menggunakan massa beban yang berukuran sama dengan ukuran sensor ping akan menghasilkan osilasi pegas yang teratur dan menggunakan kabel sensor ping yang lebih kecil dan lentur akan menjadikan osilasi pegas tidak terganggu.
2. Diperlukan software yang bisa menampilkan grafik hubungan simpangan terhadap waktu, karena menggunakan excel memerlukan waktu yang lama.
3. Sistem ini dapat digunakan di laboratorium Fisika sebagai sarana praktikum gerak harmonis sederhana pada pegas.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Raka dan Irwan Susanto. 2012. *Rancang Bangun Prototipe Penghitung Jumlah Orang dalam Ruangan Terpadu Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328P*. Jurnal Teknologi Elektro, Vol.11, No.1, Januari-Juni 2012.
- Alonso, Finn. (1980). *Dasar-Dasar Fisika Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Cabrera, Orlando J. (2007). *Procurement Handbook for Public Housing Agencies. Handbook 7460.8 Revisi 2*. U.S Department of Housing and Urban Development.
- Fraden, Jacob. 2003. *Handbook of Modern Sensors*. Newyork: Springer.
- Giancoli, D. 1999. *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Ginting, Filemon, dkk. 2013. *Perancangan Alat Ukur Kekeruhan Air Menggunakan Light Dependent Resistor Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535*. E-Journal Teknik Elektro dan Komputer
- Guntoro, Helmi dkk. 2013. *Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. Jurnal Electrans, Vol.12, No.1, Maret 2013, 39-48.
- Halliday, D. 2010. *Fisika Jilid I Edisi Ketiga*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Ihham, Bakri. (2010). Spesifikasi Awal Produk. <http://www.scribd.com>. Diakses 3 Juli 2014.
- Istiningsih. (2009). *Pengertian Sistem dan Analisis Sistem*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Kirkup. 1994 . *Experimental Method An Introduction to The Analysis and Presentation of Data*. Singapore : John Willey & Sons.
- Kristianto, Eko. 2013. *Monitoring Suhu Jarak Jauh Generator AC Berbasis Mikrokontroler*. Yogyakarta: UNY.
- PING Ultrasonic Distance Sensor (#28015), 2006, (Online), (<http://www.parallax.com/Portals/O/Downloads/docs/prod/acc/28015-PING-v1.5.pdf>, 12Desember 2015, 09:15 WIB).
- Prawirerodjo, Kiki dan Asteria, Nyssa. 2008. *Detektor Gerak dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler*. JETri Vol. 7, No. 2, Februari 2008, halaman 42-52.
- Saifuddin, A. (2003). *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.