

RANCANG BANGUN SET EKSPERIMEN GERAK HARMONIS SEDERHANA
MENGUNAKAN SENSOR PING DAN PHOTODIODA BERBASIS
MIKROKONTROLLER

Yulkifli¹⁾, Yohandri¹⁾, Hatthoahira²⁾

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

²⁾ Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

yulkifliamir@gmail.com

ABSTRACT

Physics experiments have a very important role. The most important thing that must be considered in performing experimental physics experiment is set. The development of digital experiment set not completely perfect, like a set of simple harmonic motion experiments on the spring. This study aims to determine the performance specifications and design specifications set of experiments manufacture simple harmonic motion sensors based on spring ping and photodiode with LCD display and PC. This research was a laboratory experiment. Set the experiment uses Arduino Uno microcontroller which serves to process the output of the sensor and change the sensor output with the expected output display measurement results of the experimental set of simple harmonic motion in the spring using the LCD and PC. The sensor used is a ping sensor yang function calculates the amplitude and photodiode sensors that function to count the number of oscillations in the spring time (ms). Besides this experimental set period has accuracy with accuracy percentage is 96.16% for a single spring arrangement, 96.40% for the composition of the spring series, and 99.25% for the parallel spring arrangement. While the average percentage error obtained is 3.69% for a single spring arrangement, 3.59% for the arrangement of the spring series, 0.74% for the parallel spring arrangement.

Keywords : Arduino Uno microcontroller, photodiode sensor, ping sensor

1. Pendahuluan

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, 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 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. Sensor yang digunakan adalah sensor photodiode dan sensor ping. Sensor photodiode digunakan untuk mendeteksi jumlah getaran pegas. Sedangkan sensor ping digunakan untuk mengukur amplitudo dan untuk menghasilkan grafik simpangan pegas saat beresilasi.

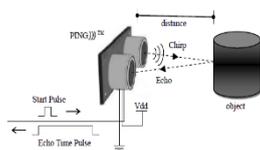
Photodiode adalah sensor optik semikonduktif. Sensor photodiode merupakan sebuah dioda dengan persambungan p-n yang dipengaruhi cahaya dalam kerjanya. Cahaya yang dapat dideteksi oleh sensor photodiode ini mulai dari cahaya infra merah, cahaya tampak, ultra ungu sampai dengan sinar-X^[1]. Pada Gambar 1 terdapat bentuk fisik dari sensor photodiode.



Gambar 1. Bentuk fisik sensor photodiode

Secara sederhana prinsip kerja photodiode adalah photodiode memiliki tegangan keluaran 0 Volt (*low*) dalam keadaan gelap dan 4,9 Volt (*high*) dalam keadaan terang. Besar tegangan keluaran photodiode saat terang dipengaruhi oleh nilai resistor yang digunakan pada rangkaian.

Sensor ultrasonik mendeteksi jarak dengan cara memancarkan grafik ultrasonik (40 KHz) skema $t = 200 \mu s$ kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor ultrasonik memancarkan grafik ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa trigger dengan $Tout \text{ min } 2\mu s$) [2]. Proses kerja sensor ping ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Fenomena grafik ultrasonik saat ada penghalang

Sensor ping yang digunakan adalah tipe 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 dan ECHO dihubungkan pada pin digital arduino.

Arduino merupakan sebuah mikrokontroler yang merupakan komponen elektronika digital. Mikrokontroler 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.

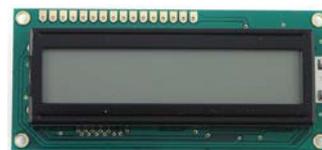
Kelebihan arduino ialah tidak perlu perangkat *chip programmer* karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer, Arduinosudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port serial/RS323* bisa menggunakannya. Bahasa pemrograman relatif mudah karena *software* Arduinodilengkapi dengan kumpulan *library* yang cukup lengkap, dan Arduinomemiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada *board* Arduino. Misalnya *shield* GPS, *Ethernet*, *SD Card*, dan lain-lain [3]. Pada Gambar 3 terdapat bentuk fisik dari kit arduino uno.



Gambar 3. Kit Arduino Uno [4]

Set eksperimen ini juga dilengkapai dengan sistem display berupa *Liquid Crystal Display* (LCD).

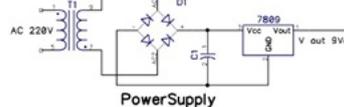
Liquid Crystal Display (LCD) merupakan salah satu jenis tampilan yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau karakter. LCD terdiri atas tumpukan tipis dari dua lembar kaca dengan pinggiran yang tertutup rapat. Antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair (*liquid crystal*) yang tembus cahaya. Permukaan luar dari masing-masing keping kaca mempunyai lapisan penghantar tembus cahaya seperti oksida timah atau oksida indium [5]. Bentuk fisik dari LCD terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Liquid Crystal Display* (LCD)

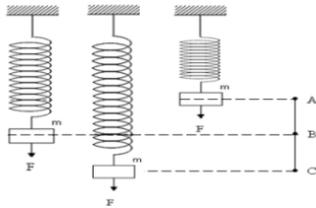
Selain display LCD, set eksperimen ini dilengkapi dengan catu daya. Catu daya yang baik selalu dilengkapi dengan regulator tegangan. Tujuan pemasangan *regulator* tegangan pada catu daya adalah untuk menstabilkan tegangan keluaran apabila terjadi perubahan tegangan masukan pada catu daya. Catu daya teregulasi dibangun dari IC *regulator* [6].

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 [7]. 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 5.



Gambar 5. Rangkaian Catu Daya Teregulasi

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 [8]. Gambar 6 merupakan keadaan pegas saat diberi beban berupa gaya pemulih linear.



Gambar 6. Pegas pada saat diberi beban

Solusi umum gerak harmonis sederhana pada pegas adalah:

$$y(t) = A \sin(\omega t + \phi) \quad (1)$$

dengan :

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

$$\frac{2\pi}{\omega} = T = \text{periode osilasi} \quad (3)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (4)$$

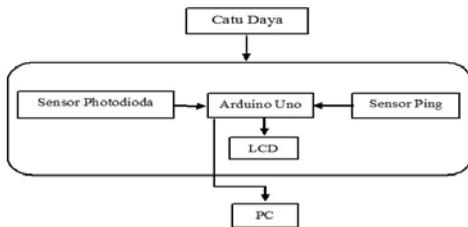
Untuk A merupakan amplitudo, ω merupakan frekuensi sudut, t merupakan waktu yang dibutuhkan pegas beresilasi, k merupakan konstanta pegas, dan m merupakan massa beban yang diberi pada pegas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2015 sampai Juli 2016 dengan beberapa tahap kegiatan, yang meliputi penulisan proposal penelitian, perancangan sistem, perakitan komponen, pengambilan dan pengolahan data, dan sidang hasil penelitian.

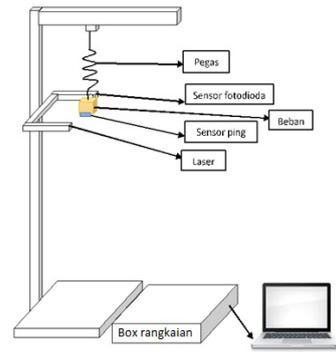
1. Desain Perangkat Keras

Desain perangkat keras set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas ini terdiri dari desain rangkaian elektronika dan rancangan set eksperimen. Desain rangkaian elektronika terdiri dari rangkaian power supply, rangkaian sensor photodiode, rangkaian sensor ping, rangkaian mikrokontroler Arduino Uno, dan PC. Blok diagram sistem dari set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Blok diagram set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas

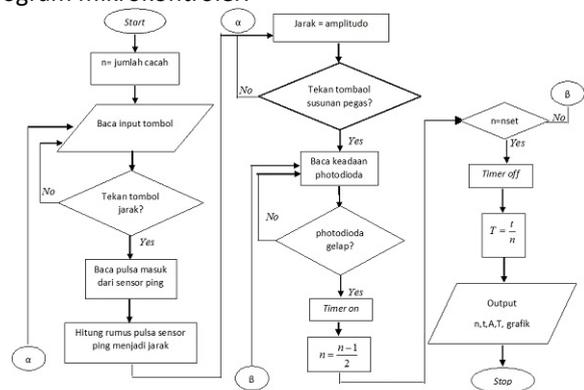
Rancangan set eksperimen ini tidak jauh berbeda dibandingkan dengan alat standar yang terdapat di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Padang. Rancangan set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas secara digital diperlihatkan seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Desain set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas

2. Desain Perangkat Lunak

Perangkat lunak sangat erat hubungannya dengan kinerja perangkat keras. Perangkat lunak pada sistem mikrokontroler biasa juga disebut *firmware*. Perangkat lunak ini berfungsi untuk memberikan instruksi dan menjalankan mikrokontroler. Instruksi yang dilakukan adalah membaca tegangan keluaran sensor photodiode dan pulsa sensor ping lalu diolah untuk mendapatkan jumlah getar, waktu getar, amplitudo, perioda dan bentuk grafik. Gambar 9 merupakan diagram alir dari program mikrokontroler.



Gambar 9. Diagram alir program

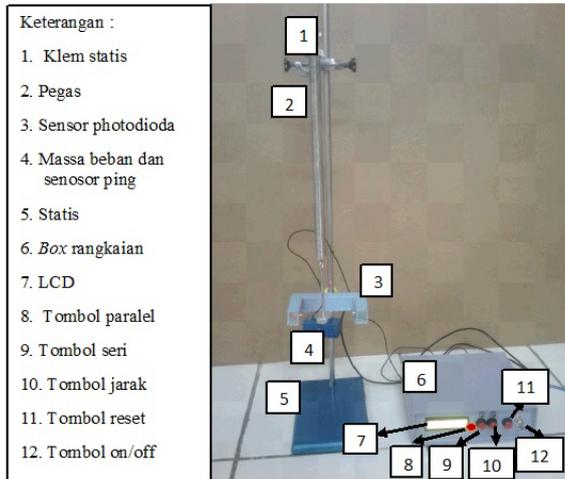
HASIL PENELITIAN

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran memiliki arti yang sangat penting dalam suatu penelitian eksperimen. Berdasarkan data yang diperoleh dapat digambarkan hubungan antara suatu variabel bebas dengan variabel terikat yang terdapat pada sistem penentuan gerak harmonis sederhana pada pegas. Untuk mengetahui bagaimana hubungan antara besaran pada variabel bebas dengan variabel terikat dalam sistem untuk penentuan gerak harmonis sederhana pada pegas ini diperlukan analisis terhadap data yang diperoleh. Penyajian data dinyatakan dalam bentuk tabel dan grafik.

1. Spesifikasi Performansi Sistem

Spesifikasi performansi set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas ini merupakan pengidentifikasian atau penguraian fungsi setiap bagian

pembentuk sistem. Set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas ini terdapat pada Gambar 10.



Gambar 10. Set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas

Gambar 10 merupakan hasil desain set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas secara digital. Set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas berbasis digital ini dilengkapi dengan sistem *input* dan sistem *output*. Sistem *input* terdiri dari tiga tombol yang mempunyai masing-masing fungsi. Dua tombol tersebut adalah tombol power On/Off yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan sistem. Tombol jarak untuk menetapkan posisi setimbang pada jarak nol dan tombol RESET yang berfungsi untuk mengembalikan mikrokontroler ke *setting* awal agar pengukuran selanjutnya bisa dilakukan. Tombol seri berfungsi untuk menseset program berupa masukan susunan pegas seri dan tombol paralel berfungsi untuk menseset program berupa masukan susunan pegas paralel. Sedangkan sistem *output* terdiri dari *display* LCD dan PC. LCD yang berfungsi untuk menampilkan jumlah osilasi, waktu osilasi, amplitudo, dan periode, sedangkan PC berfungsi untuk menampilkan bentuk grafik osilasi.

Secara umum alat ini terdiri dari *box* berukuran 20x16x6 cm berfungsi sebagai tempat rangkaian elektronika pembangun system. Rangkaian elektronika pembangun sistem dirancang sedemikian rupa dan ditempatkan dalam sebuah *box*. Dimana sistem pembangun ini terdiri dari papan mikrokontroler Arduino Uno yang sudah terintegrasi dengan mikrokontroler 328, dan rangkaian catu daya. Hasil desain rangkaian elektronika sistem dapat dilihat pada Gambar 11:



Gambar 11. Foto Rangkaian Elektronika Pembangun Set eksperimen

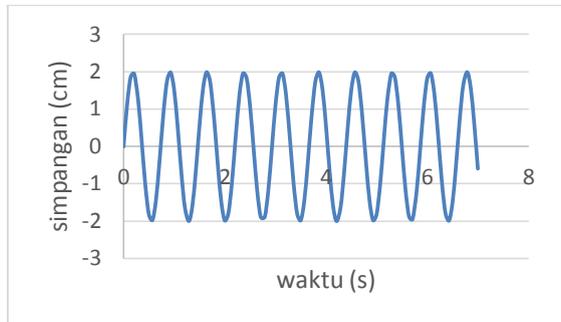
Rangkaian catu daya berfungsi sebagai penyalur tegangan dan arus ke seluruh rangkaian yang ada. Rangkaian catu daya dibuat dengan tegangan keluaran 9 volt. Tegangan masukan 9 volt tersebut berfungsi untuk mengaktifkan kerja mikrokontroler Arduino Uno. Mikrokontroler Arduino Uno ini berfungsi untuk mendeteksi sinyal keluaran sensor photodiode yang diletakkan sejajar dengan massa beban dan sinyal keluaran sensor ping yang diletakkan dengan massa beban. Mikrokontroler akan mengolah sinyal keluaran sensor photodiode dan menghitung jumlah osilasi, waktu osilasi, periode dan ditampilkan pada *display* LCD. Sedangkan sinyal keluaran sensor ping akan diolah mikrokontroler sehingga menghasilkan amplitudo ditampilkan pada *display* LCD dan bentuk grafik osilasi pegas ditampilkan pada *display* PC. Untuk menjalankan fungsi tersebut, mikrokontroler Arduino Uno dihubungkan dengan beberapa perangkat eksternal baik itu masukan ataupun keluaran.

Perangkat eksternal tersebut dalam bentuk pin-pin I/O yang terintegrasi pada kit Arduino Uno328. Pin-pin tersebut berjumlah 14 pin. Adapun yang digunakan sebagai perangkat eksternal tersebut adalah pin 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 yang terhubung dengan *output* untuk LCD. Pin A_0 untuk keluaran sensor photodiode yang digunakan pada sistem, sedangkan sensor ping menggunakan pin 8 dan 9 sebagai keluaran sensor. Tombol reset langsung terhubung dengan reset mikrokontroler Arduino Uno. Sedangkan untuk tombol jarak, tombol susunan pegas seri, dan tombol susunan pegas paralel merupakan *push on/off* yang keluarannya terdapat pada pin A_3, A_4 , dan A_5 . Tombol *push on/off* merupakan tombol yang bekerja apabila ditekan sekali dan bila ditekan lagi akan berhenti bekerja.

Adapun bentuk keluaran hasil pengukuran jumlah osilasi, waktu osilasi, amplitudo, periode untuk massa yang diukur dapat ditampilkan pada *display* LCD dan dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13 merupakan grafik hubungan antara simpangan terhadap waktu.



Gambar 12. Tampilan Display LCD



Gambar 13. Bentuk keluaran set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas berupa grafik untuk salah satu susunan pegas

Pada Gambar 13 dapat dilihat bentuk grafik keluaran set eksperimen yang terdapat pada PC. Puncak dari grafik merupakan simpangan dari getaran pegas. Grafik ini dihasilkan dari menyalin data serial monitor Arduino ke excel, selanjutnya masukan formula persamaan umum gerak harmonis sederhana $y(t) = A \sin(\omega t)$. Dengan catatan amplitudo ditetapkan 2 cm, frekuensi sudut merupakan nilai akhir dari frekuensi sudut, dan waktu osilasi dimasukkan semua ke dalam formula.

Prinsip kerja dari set eksperimen gerak harmonis sederhana ini adalah bermula dari menggantungkan massa beban pada pegas. Benda yang diletakkan sejajar dengan sensor photodiode, untuk mengatur supaya sensor photodiode sejajar dengan beban bisa dengan cara menggeser baut yang terdapat pada sensor photodiode. Massa beban ditarik sejauh amplitudo dan pegas akan beresilasi. Sensor photodiode akan terhalang oleh massa beban, maka tegangan keluaran sensor akan berlogika *low*.

Sinyal keluaran sensor photodiode pada mikrokontroler diprogram sehingga menghasilkan jumlah cacahan osilasi pegas dan waktu yang dibutuhkan pegas beresilasi. Jumlah osilasi pegas telah diset pada mikrokontroler Arduino Uno sebanyak 10 kali osilasi, sehingga setelah 10 kali osilasi maka waktu akan berhenti secara otomatis. Pada mikrokontroler juga diprogram amplitudo dengan menggunakan sinyal keluaran dari sensor ping yang dilekatkan dengan massa beban. Grafik simpangan yang dihasilkan selama pegas beresilasi akan diprogram mikrokontroler dengan menggunakan rumus dan menghasilkan Gambar grafik. Jumlah osilasi, waktu osilasi, amplitudo, dan periode ditampilkan pada LCD, sedangkan grafik osilasi pegas ditampilkan pada PC.

Set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas ini dibedakan menjadi tiga susunan pegas, yaitu susunan pegas secara tunggal, susunan pegas secara seri, dan susunan pegas secara paralel. Untuk semua susunan

pegas menggunakan pegas. Kedua pegas memiliki konstanta dan panjang yang sama. Hal ini bertujuan untuk memudahkan untuk percobaan susunan pegas secara paralel. Konstanta pegas yang digunakan 6,26 dengan panjang pegas mula-mula 15,5 cm. Sedangkan massa beban yang digunakan divariasikan menjadi lima variasi, yaitu 83g, 93g, 103g, 113g dan 123g.

a. Susunan pegas secara tunggal

Susunan pegas secara tunggal ini hanya menggunakan satu pegas. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Hasil desain set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas untuk susunan pegas tunggal

b. Susunan pegas secara seri

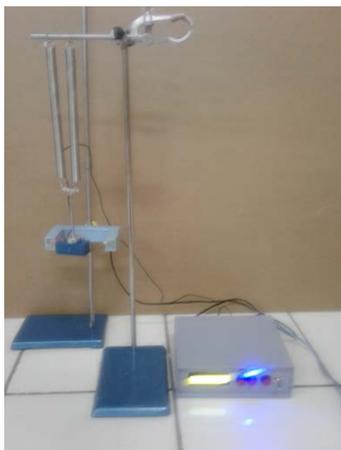
Susunan pegas secara seri ini hanya menggunakan dua pegas, pegas yang digunakan disini mempunyai nilai konstanta dan panjang yang sama. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Hasil desain set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas untuk susunan pegas secara seri

c. Susunan pegas secara paralel

Susunan pegas secara paralel ini menggunakan dua pegas, pegas yang digunakan mempunyai nilai konstanta dan panjang pegas yang sama. Hal ini bertujuan untuk menyamakan kedudukan massa beban yang akan digantung pada pegas. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Desain set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas untuk susunan pegas secara paralel

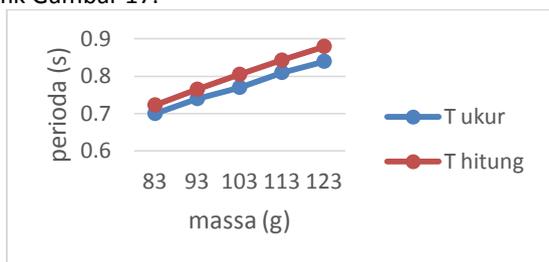
2. Spesifikasi Desain Sistem

a. Penentuan Ketepatan Sistem

Ketepatan pengukuran sistem ditentukan dengan membandingkan data hasil pengukuran sistem dengan perhitungan secara teori. Sebelum membandingkan hasil pengukuran sistem dengan perhitungan secara teori, terlebih dahulu ditetapkan konstanta pegas yang akan digunakan untuk melakukan eksperimen. Hasil yang diperoleh untuk ketetapan pengukuran sistem yaitu :

1) Susunan Pegas Tunggal

Hubungan antara massa beban terhadap perioda pengukuran dan perioda perhitungan terdapat pada grafik Gambar 17.



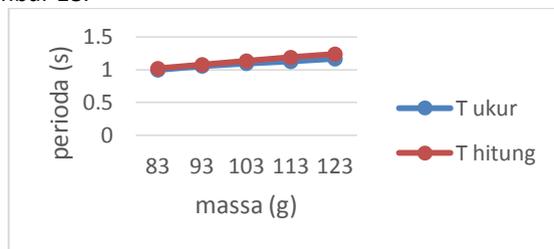
Gambar 17. Grafik hubungan antara massa beban terhadap perioda pengukuran dan perioda perhitungan

Gambar 17 merupakan hasil pengukuran perioda oleh sistem dan perhitungan perioda tidak jauh berbeda. Hasil yang diperoleh untuk pengukuran perioda persentase kesalahan sistem cukup kecil yaitu mulai dari 3,18% sampai 4,50% atau ketepatan sistem dari 95,54% sampai 96,81%, dan dapat disimpulkan alat memiliki ketepatan yang cukup tinggi. Ketepatan relatif rata-rata pengukuran adalah 96,16%. Kesalahan rata-rata yang terjadi adalah 3,69%.

2) Susunan Pegas Seri

Susunan pegas secara seri menghasilkan konstanta pegas yang lebih besar dibandingkan dengan susunan pegas paralel. Namun susunan pegas secara seri memerlukan waktu lebih lama untuk beresilasi

dibandingkan dengan susunan pegas secara paralel. Hubungan antara massa beban dengan perioda baik secara pengukuran maupun perhitungan dapat dilihat pada Gambar 18.

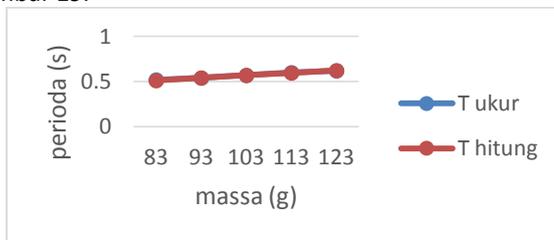


Gambar 18. Grafik hubungan antara massa beban dengan perioda pengukuran dan perioda perhitungan untuk susunan pegas secara seri

Gambar 18 terlihat bahwa semakin besar massa beban, maka semakin besar pula perioda. Perioda perhitungan berbanding lurus dengan perioda perhitungan, namun masih terdapat kesalahan. Pengukuran perioda untuk susunan pegas secara seri didapatkan kesalahan 1,85% sampai 5,79% dan didapatkan ketepatan relatif 94,21% sampai 98,15%. Kesalahan rata-rata yang diperoleh untuk susunan pegas secara seri adalah 3,59% dengan ketepatan relatif rata-rata 96,40%.

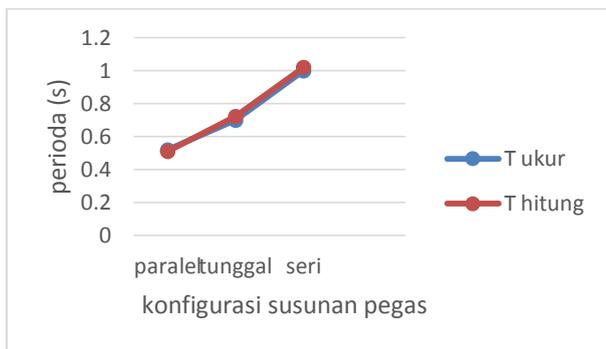
3) Susunan Pegas Paralel

Susunan pegas secara paralel menghasilkan konstanta pegas yang lebih besar dibandingkan dengan susunan pegas tunggal dan susunan pegas seri. Selain itu susunan pegas secara paralel memerlukan waktu lebih sedikit untuk beresilasi dibandingkan dengan susunan pegas secara tunggal dan susunan pegas seri. Hubungan antara massa beban dengan perioda baik secara pengukuran maupun perhitungan dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Grafik hubungan antara massa beban dengan perioda pengukuran dan perioda perhitungan untuk susunan pegas secara paralel

Gambar 19 terlihat bahwa semakin besar massa beban, maka semakin besar pula perioda. Perioda perhitungan berbanding lurus dengan perioda perhitungan, namun masih terdapat kesalahan. Sedangkan untuk susunan pegas secara paralel pengukuran periodanya didapatkan kesalahan 0,17% sampai 1,76% dan didapatkan ketepatan relatif 98,24% sampai 99,83%. Kesalahan rata-rata yang diperoleh untuk susunan pegas secara paralel adalah 0,74% dengan ketepatan relatif rata-rata 99,25%. Gambar 20 akan melihatkan grafik hubungan antara susunan pegas terhadap perioda dengan massa yang sama.



Gambar 20. Grafik hubungan antara susunan pegas terhadap perioda untuk massa 83 gram

Berdasarkan Gambar 20 dapat dilihat bahwa susunan pegas paralel memiliki perioda yang paling kecil, susunan pegas tunggal memiliki perioda sedang dan susunan pegas seri memiliki perioda paling besar. Untuk massa yang sama, yang mempengaruhi perioda hanyalah konstanta pegas. Hubungan perioda terhadap konstanta pegas yaitu perioda berbanding terbalik terhadap akar konstanta pegas. Maka didapatkan kesimpulan bahwa perioda susunan pegas yang paling besar merupakan susunan pegas yang memiliki konstanta pegas yang paling kecil.

b. Penentuan Ketelitian Sistem

Penentuan tingkat ketelitian sistem dapat diketahui dengan cara melakukan pengukuran berulang, yakni pengukuran perioda osilasi pegas dilakukan sebanyak 10 kali pengukuran. Berdasarkan hal tersebut dapat ditentukan nilai rata-rata, standar deviasi, persentase kesalahan dan ketelitian. Ketelitian pengukuran perioda osilasi pegas ini diperoleh dengan melakukan 3 variasi susunan pegas dan 10 kali perulangan. Ketelitian set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas ini divariasikan menjadi tiga, yaitu susunan pegas tunggal, susunan pegas seri, dan susunan pegas paralel.

1) Susunan Pegas Tunggal

Ketelitian set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas untuk susunan pegas tunggal, terdapat dua jenis pegas. Namun didapatkan rata-rata ketelitian yang sama yaitu 0,985 dengan standar deviasi 0,0012 dan kesalahan relatif 1,58%.

2) Susunan Pegas Seri

Untuk susunan pegas secara seri didapatkan rata-rata ketelitian adalah 0,998 dengan standar deviasi 0,0004 dan kesalahan relatif 0,38%.

3) Susunan Pegas Paralel

Pengukuran perioda susunan pegas secara paralel didapatkan rata-rata ketelitian adalah 0,981 dengan standar deviasi 0,0006 dan kesalahan relatif 1,03%.

PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan baik secara grafik maupun statistik dapat memberikan hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun hasil penelitian yang diperoleh yaitu, spesifikasi performansi sistem dan spesifikasi desain sistem.

Spesifikasi performansi set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas ini merupakan pengidentifikasian atau penguraian fungsi setiap bagian pembentuk sistem. Set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas ini terdiri dari satu set statis yang mencakup dasar statis, batang statis, dan klem statis. Set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas ini juga dilengkapi dengan box berukuran 20x16x14 cm yang berisikan rangkaian elektronika yang terdiri dari rangkaian power supply 9 Volt, rangkaian sensor photodiode, rangkaian sensor ping, rangkaian LCD dan satu set mikrokontroler Arduino Uno. Sedangkan untuk sensor photodiode terletak pada bagian batang statis yang dihubungkan dengan baut dan untuk sensor ping dilekatkan menyatu dengan massa beban yang dipagntung pada pegas.

Prinsip kerja dari set eksperimen gerak harmonis sederhana ini adalah bermula dari mengantungkan pegas pada statis dan mengantungkan massa beban pada pegas. Beban diletakkan sejajar dengan sensor photodiode, untuk mengatur supaya sensor photodiode sejajar dengan beban bisa dengan cara menggeser baut yang terdapat pada sensor photodiode. Beban ditarik sejauh amplitudo dan pegas akan berosilasi. Sensor photodiode akan mendeteksi jumlah cacahan selama pegas berosilasi, apabila bebas sejajar dengan sensor photodiode maka tegangan keluaran sensor akan berlogika *low*. Sinyal keluaran sensor photodiode diprogram pada mikrokontroler sehingga menghasilkan jumlah cacahan osilasi pegas dan waktu yang dibutuhkan pegas berosilasi. Mikrokontroler juga memprogram amplitudo dengan menggunakan sinyal keluaran dari sensor ping yang dilekatkan dengan massa beban. Grafik yang dihasilkan selama pegas berosilasi akan diprogram mikrokontroler dengan menggunakan rumus dan menghasilkan gambar grafik. Jumlah osilasi, waktu osilasi, amplitudo, dan perioda ditampilkan pada LCD, sedangkan grafik osilasi pegas ditampilkan pada PC.

Kelebihan alat ini dibandingkan dengan alat standar yang ada sekarang ini adalah terdapat sensor photodiode dan laser untuk menghitung jumlah osilasi pegas dan waktu pegas berosilasi, sehingga kesalahan yang timbul dapat diminimalisir. Selain itu, terdapat sensor ping untuk menentukan simpangan. Nilai perioda juga ditampilkan pada LCD dan bentuk grafik yang dihasilkan pegas selama berosilasi juga ditampilkan di PC.

Pengujian ketepatan pengukuran set eksperimen ini dilakukan dengan membandingkan pengukuran perioda oleh set eksperimen dengan perhitungan secara teori. Ketepatan yang diperoleh cukup tinggi. Namun, masih terdapat perbedaan pengukuran perioda oleh set eksperimen dan perhitungan secara teori. Hal ini disebabkan banyak kesalahan yang mungkin terjadi saat pengukuran diantaranya kinerja sensor yang mulai melemah karena panas dan pemrograman mikrokontroler yang kurang sempurna. Jadi, sistem ini layak digunakan pada laboratorium fisika untuk menentukan gerak harmonis sederhana pada pegas karena kesalahan sistem masih dalam batas normal dan memiliki beberapa kelebihan.

Terdapat beberapa kendala dalam penelitian ini, yaitu kabel sensor ping yang mempengaruhi osilasi pegas dan sensor ping yang dilekatkan pada massa beban terlalu besar. Kendala ini dapat diatasi dengan melakukan penelitian tindak lanjut untuk mengembangkan penelitian dengan menggunakan kabel yang lebih kecil serta lentur dan mengganti ukuran massa beban sehingga massa beban berukuran sama dengan sensor ping.

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
 - b. relatif rata-rata sistem 96,16%. Ketepatan pengukuran perioda osilasi pegas untuk susunan seri menggunakan set eksperimen dibandingkan

- c. 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 system 99,25%.
- d. 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.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kemenristek Dikti melalui Hibah Tim Pascasarjana PSMP Fisika FMIPA UNP 2017 Dr. Yulkifli, M.Si (Ketua Tim)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yulkifli. 2013. *Sistem Sensor Dan Aplikasinya*. Padang : UNP.
- [2] Setiawan, Dedi, dkk. 2014. *Rancang Bangun Alat Pembuka dan Penutup Tong Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal Berbasis Sistem Informasi Vol. 1, No. 1, Desember 2014, 55-62.
- [3] 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.
- [4] Kristianto, Eko. 2013. *Monitoring Suhu Jarak Jauh Generator AC Berbasis Mikrokontroler*. Yogyakarta: UNY.
- [5] Wulandari, Ika Puspita. 2009. *Pembuatan Alat Ukur Kecepatan Respon Manusia Berbasis Mikrokontroler AT 89S8252*. Jurnal Neutrino Vol. 1, No. 2
- [6] Ginting, Filemon, dkk. 2013. *Perancangan Alat Ukur Kekeruhan Air Menggunakan Light Dependent Resistor Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535*. E-Journal Teknik Elektro dan Komputer
- [7] Sutrisno. 1977. *Seri Fisika Fisika Dasar Mekanika*. Bandung: Penerbit ITB Bandung.
- [8] Giancoli, D. 1999. *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [9] Yulkifli dan Yohandri. 2015. *Rancang Bangun Alat-alat Praktikum Berbasis Sensor dan Teknologi Digital Untuk Mendukung Pembelajaran Fisika*, Prosiding Seminar Nasional Pembelajaran Fisika. Padang : UNP.