

Rancang Bangun Gerak Harmonis Sederhana sebagai Penghitung Periode Getaran Pegas

Yusmaniar Afifah Noor*, Aris Barokah, Supriyadi, Sulhadi

Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Semarang

*e-mail: yusmaniarafifah01@students.unnes.ac.id

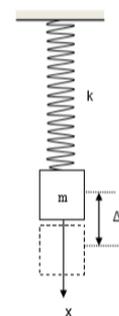
ABSTRAK

Dari hasil observasi di SMA ditemukan bahwa untuk mengukur periode siswa harus menghitung secara manual. Kekurangan set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas-massa yang sudah ada adalah tingkat kesalahan yang cukup besar. Untuk mengurangi tingkat kesalahan, dibutuhkan set eksperimen dengan sistem digital. Set eksperimen digital dirancang mampu mengukur jumlah getaran, waktu getaran dan periode getaran pegas-massa. Hasil spesifikasi performansi sistem gerak harmonis sederhana pada pegas-massa secara digital terdiri dari sistem mekanik dan ditunjang oleh sistem elektronik. Rangkaian elektronik pembangun sistem terdiri dari Adaptor 5 volt, rangkaian sensor ultrasonik, rangkaian LCD dan sistem mikrokontroler Atmega16. Secara keseluruhan set alat gerak harmonik pada pegas-massa secara digital ini dapat berjalan dengan baik dan dapat membantu dalam proses pembelajaran fisika. Set alat ini mampu menampilkan pada LCD hasil pengukuran jumlah getaran, waktu getaran dan periode getaran. Untuk menguji keabsahan alat, maka dari besaran-besaran pengukuran, dilakukan analisis data untuk menghitung nilai gravitasi. Dari hasil analisis diperoleh nilai gravitasi sebesar $9,71 \text{ m/s}^2$. Hasil analisis gravitasi menunjukkan nilai yang tidak jauh beda dengan nilai gravitasi literature. Penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu kurang teliti saat menghitung jumlah getaran saat jarak antara beban dengan sensor kurang dari 1 cm, serta jumlah getaran yang dapat dihitung maksimal 100 getaran.

Kata Kunci: Gerak harmonik, pegas-massa, periode

PENDAHULUAN

Gerak suatu benda atau sistem mekanik melalui suatu titik kesetimbangan dan gerak benda berulang sendiri dalam interval waktu yang sama disebut dengan gerak osilasi (Saraswati, 2016; Kinchin, 2016). Sistem mekanik dapat bergerak secara periodik yang diakibatkan oleh bekerjanya gaya pemulih pada sistem tersebut (Tirtasari et al., 2016). Gaya pemulih yang bekerja adalah sebanding terhadap kedudukan relatif massa sistem terhadap titik kesetimbangan dan selalu berarah menuju titik kesetimbangan tersebut. Gerak ini disebut sebagai gerak osilasi harmonis sederhana. Secara umum sistem mekanik dapat digambarkan oleh sistem pegas-massa seperti Gambar 1.



Gambar 1. Osilasi harmonis sederhana sistem pegas-massa

Berdasarkan hasil observasi di SMA ditemukan bahwa untuk mengukur periode siswa harus menghitung secara manual. Set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas-massa yang ada sekarang ini berupa pegas yang digantung pada penyangga dan diberi beban berupa logam massa. Parameter-parameter yang dihasilkan berupa waktu yang

dapat dihitung menggunakan stopwatch, amplitude diukur menggunakan mistar dan jumlah getaran dihitung dengan cara melihat. Kekurangan set eksperimen gerak harmonis sederhana pada pegas-massa yang sudah ada ini adalah tingkat kesalahan yang cukup besar. Beberapa faktor yang mengakibatkan kesalahan adalah kesalahan pengukuran, kesalahan penglihatan dan kesalahan pengelolaan data. Hal ini sesuai pendapat Yulkifli et al. (2017) dan Tong-on et al., (2017) penggunaan set eksperimen gerak harmonis sederhana secara manual memiliki kesalahan dalam pengukuran yang cukup besar. Untuk mengurangi tingkat kesalahan, dibutuhkan set eksperimen dengan sistem digital.

Set eksperimen gerak harmonik dengan sistem digital yang akan dirancang menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, yaitu sensor yang memiliki kinerja yang stabil, pengukuran jarak yang akurat, pengukuran maksimum dengan mencapai 4 meter, ukuran yang ringkas dan dapat beroperasi pada level tegangan TTL (Indrayana et al., 2017). Data yang ditangkap oleh sensor HC-SR04 kemudian diolah menggunakan Mikrokontroler ATmega16 dan hasilnya kemudian ditampilkan dalam LCD. Pembelajaran tentang gerak harmonik sederhana sangat erat kaitannya dengan materi getaran pegas dan materi percepatan gravitasi bumi. Nilai percepatan gravitasi dapat diukur dengan menggunakan pegas yang telah diketahui nilai konstanta-konstannya (Widyaningrum & Prastowo, 2015). Tujuan penelitian ini adalah merancang set eksperimen digital yang mampu mengukur jumlah getaran, waktu getaran dan periode getaran pegas-massa, serta menghitung nilai gravitasi lokal daerah Ngaliyan Semarang.

METODE

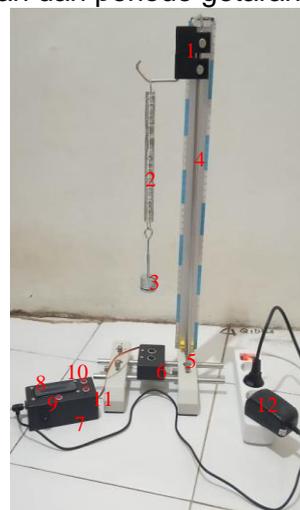
Metode penelitian ini yaitu *research and development* (R&D). Pengembangan yang dilakukan adalah pembuatan set eksperimen gerak harmonik pada pegas-massa secara digital. Alat yang dikembangkan terdiri dari dua bagian utama, yaitu sistem perangkat keras (*hardware*) dan sistem perangkat lunak (*software*). Sistem perangkat keras terdiri dari rangkaian power supply, rangkaian sensor ultrasonik, mikrokontroler ATmega16, LCD 16x2, dan PCB. Sistem perangkat lunak berfungsi untuk memberikan instruksi dan menjalankan mikrokontroler. Instruksi yang dilakukan adalah membaca tegangan keluaran sensor ultrasonik

lalu diolah untuk mendapatkan jumlah, waktu dan periode getaran.

Produk yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi alternatif untuk membelajarkan gerak harmonik pada pegas massa disekolah. Untuk mengetahui tingkat akurasi data yang diperoleh dilakukan uji keakurasian. Dalam penelitian ini uji keakurasian dilakukan dengan menghitung nilai gravitasi berdasarkan besaran-besaran yang telah diperoleh dalam set eksperimen digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Set eksperimen gerak harmonik pada pegas-massa secara digital yang dikembangkan ini merupakan sebuah alat yang memadukan antara perangkat lunak (*software*) yang diimplementasikan dalam program tersimpan dalam chip mikrokontroler ATmega16 sebagai pengolahan dan pemrosesan data serta perangkat keras (*hardware*) yang diimplementasikan sebagai alat pembelajaran di sekolah yang mampu mengukur jumlah getaran, waktu getaran dan periode getaran.



Gambar 2. Set Eksperimen Gerak Hrmonik Pegas-Masaa secara Digital

Keterangan:

1. Klem statis
2. Pegas
3. Beban
4. Mistar
5. statif
6. Sensor ultrasonik
7. Box rangkaian
8. LCD
9. Tombol kalibrasi
10. Tombol pengendali jumlah getaran
11. Tombol pengendali waktu
12. Adaptor

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \dots\dots\dots(1)$$

Selanjutnya mencari nilai percepatan gravitasi dengan menggunakan persamaan berikut.

$$F = k \Delta x \text{ dimana } F = m g$$

$$g m = k \Delta x$$

$$g = \frac{k \Delta x}{m} \dots\dots\dots(2)$$

Sehingga diperoleh nilai percepatan gravitasi sebagaimana terlihat pada Tabel 2. Dengan menggunakan teknik rata-rata diperoleh nilai percepatan gravitasi sebesar 9,60 m/s².

Tabel 2. Hubungan Periode terhadap Percepatan Gravitasi

T (s)	k (N/m)	Δx (m)	g(m/s ²)
0,64	6,53	0,100	9,63
0,70	6,44	0,120	9,66
0,77	6,65	0,145	9,66
0,81	6,61	0,160	9,61
0,88	6,11	0,185	9,42

Dari hasil penelitian variasi simpangan tidak mempengaruhi besar periode getaran. meskipun ada beberapa nilai periode yang berbeda, namun perbedaannya sangat kecil, seperti terlihat pada Tabel 3. Hal ini sesuai dengan penelitian Budi (2015) dan Yanti et al., (2020) yang menyatakan nilai simpangan tidak mempengaruhi besar periode yang diperoleh.

Tabel 3. Pengaruh Simpangan terhadap Periode

Massa (gram)	Simpangan (cm)	Jumlah getaran	Waktu (s)	Periode (s)
70	1,5	10	6,47	0,64
	2,0		6,38	0,64
	2,5		6,49	0,65
	3,0		6,36	0,64
	3,5		6,47	0,65

Berdasarkan hasil pengukuran secara manual diperoleh periode sebesar 0,65 dimana besarnya sama dengan periode pada Tabel 3. Kemudian dari Tabel 3 dicari nilai konstanta pegas dengan menggunakan persamaan 1. Selanjutnya mencari nilai percepatan gravitasi dengan menggunakan persamaan 2. Sehingga diperoleh nilai percepatan gravitasi sebagaimana terlihat pada Tabel 4. Dengan menggunakan teknik rata-rata diperoleh nilai percepatan gravitasi sebesar 9,51 m/s².

Tabel 4. Hubungan Periode terhadap Percepatan Gravitasi

T (s)	k (N/m)	Δx (m)	g(m/s ²)
0,64	6,74	0,16	9,63
0,64	6,74	0,16	9,63
0,65	6,53	0,16	9,33
0,64	6,74	0,16	9,63
0,65	6,53	0,16	9,33

Hasil desain set eksperimen gerak harmonik sederhana pada pegas-massa secara digital dapat dilihat pada Gambar 2. Set eksperimen ini dilengkapi dengan sistem *input* dan sistem *output*. Set eksperimen digital ini menggunakan *input* sensor ultrasonik dan *output* ditampilkan pada LCD 16x2. Untuk pengukuran ini diperlukan tegangan yang diperlukan tegangan sebesar 5 Volt, sehingga sensor dapat menghasilkan pengukuran yang lebih teliti. LCD 16x2 akan menampilkan jumlah getaran, waktu getaran dan periode getaran. LCD dapat menghitung jumlah getaran pegas maksimal 100 getaran.

Untuk mendapatkan data yang baik, maka saat percobaan beban dan pegas harus sejajar dengan sensor, sehingga sensor bisa menghitung jumlah getaran dengan tepat. Sensor dapat bekerja dengan optimum apabila jarak antara sensor dengan beban minimal 1 cm. Apabila jarak antara sensor dengan beban kurang dari 1 cm, maka sensor kurang teliti dalam menghitung jumlah getaran. Data yang ditampilkan dalam penelitian ini, dilakukan dengan tiga kali percobaan dengan variabel bebas yang berbeda-beda. Data pertama, diambil dengan memvariasi massa beban. Data kedua, diambil dengan memvariasi simpangan pegas. Data ketiga, diambil dengan memvariasi jumlah getaran, yaitu sampai pegas berhenti berayun.

Tabel 1. Pengaruh Massa terhadap Periode

Massa (gram)	Simpangan (cm)	Jumlah getaran	Waktu (s)	Periode (s)
70	3,0	10	6,42	0,64
80			7,02	0,70
100			7,69	0,77
110			8,05	0,81
120			8,75	0,88

Dari hasil penelitian variasi massa mempengaruhi besar periode, hal ini seperti terlihat pada Tabel 1, semakin besar nilai massa maka akan menghasilkan periode yang semakin besar pula. Periode rata-rata dari Tabel 1 sebesar 0,76 hal ini hampir sama dengan hasil pengukuran periode secara manual sebesar 0,79. Hal ini sejalan dengan penelitian Nurullaeli & Astuti (2019) yang menunjukkan nilai massan berbanding lurus dengan nilai periode pegas.

Nilai periode pegas dapat digunakan untuk menentukan nilai gravitasi lokal menggunakan persamaan Hukum Hooke (Ginoga, 2020) . Kemudian dari Tabel 1 dicari nilai konstanta pegas dengan menggunakan persamaan 1

Pada pengambilan data ketiga, pegas dibiarkan sampai berhenti sendiri, jumlah getaran tidak dikontrol. Setelah pengambilan data sebanyak 5 kali diperoleh bahwa jumlah getaran yang dilakukan pegas sampai berhenti sangat bervariasi, terlihat pada Tabel 5. Hal ini dipengaruhi oleh faktor alam. Dimana ada gaya luar yang bekerja yang berpengaruh terhadap hasil pengukuran.

Tabel 5. Pengaruh Jumlah Getaran terhadap Periode

Massa (gram)	Simpangan (cm)	Jumlah getaran	Waktu (s)	Periode (s)
70	0,3	85	54,43	0,64
		88	50,24	0,57
		80	56,88	0,71
		95	60,91	0,64
		91	54,75	0,60

Nilai periode rata-rata dari Tabel 5 sebesar 0,63 dimana hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan hasil pengukuran secara manual sebesar 0,65. Dari Tabel 5 kemudian dicari nilai konstanta pegas dengan menggunakan persamaan 1. Selanjutnya mencari nilai percepatan gravitasi dengan menggunakan persamaan 2. Sehingga diperoleh nilai percepatan gravitasi sebagaimana terlihat pada Tabel 6. Dengan menggunakan teknik rata-rata diperoleh nilai percepatan gravitasi sebesar 10,03 m/s².

Tabel 6. Hubungan Periode terhadap Percepatan Gravitasi

T (s)	k (N/m)	Δx (m)	g(m/s ²)
0,64	6,74	0,1	9,63
0,57	8,50	0,1	12,14
0,71	5,48	0,1	7,82
0,64	6,74	0,1	9,63
0,60	7,67	0,1	10,96

Percepatan gravitasi bumi adalah percepatan yang dialami oleh benda yang jatuh bebas dari ketinggian tertentu menuju permukaan bumi. Berdasarkan literatur, nilai rata-rata percepatan gravitasi bumi adalah 9,8 m/s² (Astuti, 2016). Berdasarkan hasil analisis data melalui percobaan gerak harmonik pegas-massa secara digital diperoleh nilai percepatan gravitasi bumi di daerah Ngaliyan, Semarang yaitu sebesar 9,71 m/s². Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai percepatan gravitasi yang mendekati nilai literatur.

Prinsip kerja dari set eksperimen gerak harmonik pada pegas-massa secara digital ini adalah bermula dari menggantungkan massa beban pada pegas. Beban diletakkan sejajar dengan sensor ultrasonik. Untuk mengatur supaya beban dengan sensor ultrasonik sejajar bisa dengan cara menggeser klaim yang terdapat pada statif. Beban ditarik sejauh simpangan kemudian beban akan beresilasi.

Untuk memulai pengukuran pada sensor ultrasonik, mikro akan mengeluarkan *output high* pada *pin trigger* selama minimal 10 μ s, sinyal *high* yang masuk akan membuat sensor mengeluarkan suara ultrasonik. Kemudian ketika bunyi yang dipantulkan kembali ke sensor, bunyi tadi akan diterima dan membuat keluaran sinyal *high* pada *pin echo*. Sinyal keluaran sensor ultrasonik diprogram pada mikrokontroler sehingga menghasilkan jumlah getaran, waktu getaran dan periode getaran yang kemudian ditampilkan pada LCD.

Percobaan gerak harmonik pada pegas-massa secara digital untuk menentukan nilai periode getaran dapat diterapkan dalam pembelajaran fisika. Siswa dapat menggunakan set eksperimen digital ini dengan mudah serta siswa dapat menerima informasi periode getaran dan dapat mempunyai pengalaman untuk membuktikan nilai percepatan gravitasi.

PENUTUP

Secara keseluruhan set alat gerak harmonik pada pegas-massa secara digital ini dapat berjalan dengan baik dan dapat membantu dalam proses pembelajaran fisika. Set alat ini mampu menampilkan pada LCD hasil pengukuran jumlah getaran, waktu getaran dan periode getaran. Dari hasil analisis diperoleh nilai gravitasi lokal daerah Ngaliyan Semarang sebesar 9,71 m/s². Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai percepatan gravitasi yang mendekati nilai literatur. Penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu kurang teliti saat menghitung jumlah getaran saat jarak antara beban dengan sensor kurang dari 1 cm serta jumlah getaran yang dapat dihitung maksimal 100 getaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, I. A. D. (2016). Pengembangan alat eksperimen penentuan percepatan gravitasi bumi berdasarkan teori bidang miring berbasis microcomputer based laboratoy (mbl). *Faktor Exacta*, 9(2), 114–118.
- Budi, E. (2015). Kajian Fisis pada Gerak Osilasi Harmonis. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 1(2), 59–66.
- Ginoga, R. (2020). Simple Harmonic Motion in A Spring Can be Used to Prove The Value of The Acceleration of Gravity of The Earth. *Dinamika Pembelajaran*, 2(1), 82–90.
- Indrayana

- , I. P., Julian, T., & Triyana, K. (2017). Pengujian Akuisi Data Sensor Ultrasonik HC-SR04 dengan Mikrokontroler ATmega8535. *UNI ERA*, 6(1).
- Kinchin, J. (2016). Using Tracker to prove the simple harmonic motion equation. *Physics Education*, 51(5).
- Nurullaeli, & Astuti, I. A. D. (2019). Media Analisis Osilator Harmonik Pada Pegas Berbasis Graphic User Interface (Gui). *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 244. <https://doi.org/10.24127/jpf.v7i2.1806>
- Saraswati, D. L. (2016). Penggunaan Logger Pro untuk Analisis Gerak Harmonik Sederhana pada Sistem Pegas Massa. *Faktor Exacta*, 9(2), 119–124.
- Tirtasari, Y., Latief, D. F. E., & Amahoru, A. H. (2016). Penggunaan Teknik Video Tracking Untuk Mengamati Fenomena Osilasi Terredam Pada Pegas. *Prosiding SNIPS 2016*, 785–794.
- Tong-on, A., Saphet, P., & Thepnurat, M. (2017). Simple Harmonics Motion experiment based on LabVIEW interface for Arduino. *IOP Conf. Series: Journal of Physics*, 1–6.
- Widyaningrum, K., & Prastowo, T. (2015). Penentuan Percepatan Gravitasi Bumi Lokal Dengan Bantuan Sistem Pegas-Massa Dan Sensor Ultrasonik. *Jurnal Inovasi Fisika*, 04(2009), 55–60.
- Yanti, Y., Mulyaningsih, N. N., & Saraswati, D. L. (2020). Pengaruh Panjang Tali , Massa Dan Diameter Bandul terhadap Periode dengan Variasi Sudut. *STRING (SATuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 5(1), 6–10.
- Yulkifli, Yohandri, & Hatthoahira. (2017). Rancang Bangun Set Eksperimen Gerak Harmonis Sederhana Menggunakan Sensor Ping dan Photodiode Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Aplikasi Fisika*, 13(3), 78–85.