

Pembelajaran Gerak Harmonik Sederhana Menggunakan Magnetometer pada *Smartphone*

Ade Yeti Nuryantini
ade.yeti@uinsgd.ac.id

Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan,
UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia
Jl. Cimencrang, Cimenerang, Kec. Gedebage, Kota Bandung, Jawa Barat 40292

Abstrak – Untuk memahami konsep gerak harmonik sederhana (GHS) di sekolah menengah atas (SMA) dapat dilakukan melalui percobaan getaran pegas menggunakan magnetometer pada *smartphone*. Percobaan memerlukan aplikasi magnetometer pada *smartphone* android, magnet kancing, pegas, plastisin yang akan digunakan sebagai beban, mistar, dan *holder stand smartphone*. Magnet dan beban digantungkan pada ujung pegas dan ditarik sejauh 2 cm, sehingga pegas bergetar. Percobaan dilakukan untuk lima beban yang berbeda (30-gram, 40-gram, 50-gram, 60-gram, dan 70-gram). Sensor magnetometer yang diletakkan di bawah pegas akan menghasilkan visual GHS dengan menampilkan grafik medan magnet (B) terhadap waktu (t). Melalui grafik B vs t dapat dianalisis pengertian GHS, gaya pemulih, satu getaran penuh, periode, frekuensi, amplitudo, hubungan periode dengan massa beban dan menentukan nilai konstanta pegas. Diharapkan pemanfaatan sensor pada *smartphone* menjadi alternatif metoda percobaan bagi guru dalam menyampaikan konsep abstrak kepada siswa.

Kata Kunci: amplitudo, gaya pemulih, konstanta pegas, medan magnet, periode, pegas.

I. PENDAHULUAN

Smartphone dapat digunakan sebagai alat percobaan di sekolah. Pemanfaatan *smartphone* sebagai alat percobaan menarik perhatian karena di dalamnya memiliki banyak aplikasi dan sensor [1]–[8]. Aplikasi dan sensor pada *smartphone* dapat membantu guru dalam menyampaikan konsep abstrak kepada peserta didik.

Salah satu konsep Fisika yang abstrak adalah pada materi gerak harmonik sederhana (GHS). Pembelajaran materi GHS untuk sekolah menengah atas (SMA) sesuai dengan kurikulum yang berlaku di Indonesia dilakukan dengan menganalisis hubungan antara gaya dan getaran dalam kehidupan sehari-hari. Kegiatan pembelajaran GHS dapat melalui kegiatan percobaan getaran harmonis pada ayunan sederhana dan/atau getaran pegas berikut presentasi hasil percobaan serta makna fisisnya [9].

Telah banyak ahli yang meneliti aplikasi dan sensor pada *smartphone* untuk mempelajari konsep GHS, misalnya yang dilakukan Castro-Palacio, dkk., dengan cara menganalisis secara kuantitatif osilasi ganda menggunakan sensor akselerometer [9]. Sans, dkk., mempelajari gerakan osilasi harmonik dan teredam sederhana pegas yang dihubungkan pada slider menggunakan sensor cahaya [5]. Suwarno mempelajari fenomena getaran osilasi teredam

menggunakan batang kayu yang diberi magnet dan batang aluminium [4]. Fernandes, dkk., mempelajari gerakan osilasi pendulum tidak harmonik dengan sudut besar menggunakan sensor akselerasi [1]. Kuhn dan Vogt melaporkan penggunaan magnetometer pada *smartphone* untuk menentukan nilai gravitasi bumi [10]. Pili, dkk., menggunakan sensor cahaya pada *smartphone* untuk menentukan kecepatan gravitasi melalui gerakan osilasi pendulum [3], [8].

Namun, publikasi dari para ahli tersebut tidak merangkum secara utuh seluruh konsep GHS yang dipelajari di SMA yang sesuai dengan kurikulum yang berlaku di Indonesia. Belum ditemukan rujukan yang mengarah pada pemanfaatan *smartphone* sebagai alat percobaan GHS secara utuh dan rinci, sehingga banyak guru yang masih bingung dan belum banyak memanfaatkan *smartphone* sebagai alat percobaan [11]. Padahal, percobaan GHS menggunakan *smartphone* memudahkan guru dalam menyampaikan konsep-konsep abstrak GHS kepada peserta didik [6], [12].

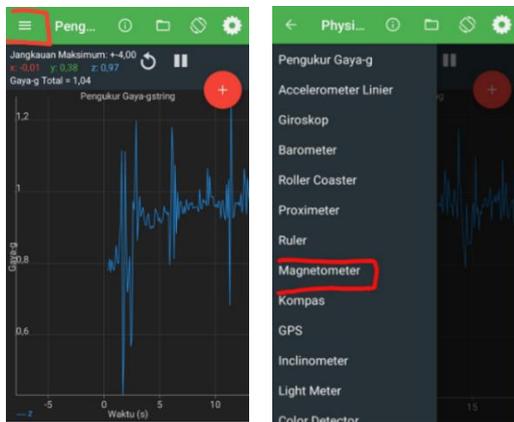
Artikel ini menyajikan percobaan GHS menggunakan sensor magnetometer pada *smartphone* berikut presentasi data hasil percobaan serta makna fisisnya untuk menganalisis konsep GHS secara utuh dari awal hingga akhir. Konsep GHS yang dibahas adalah konsep yang ditemukan dalam buku teks fisika khas yang berlaku di SMA, seperti pengertian GHS, gaya pemulih, satu getaran penuh,

periode, frekuensi, amplitudo, hubungan periode dengan massa beban dan menentukan nilai konstanta pegas. Diharapkan, artikel ini dapat menjadi rujukan bagi guru di sekolah untuk melakukan percobaan GHS menggunakan *smartphone*.

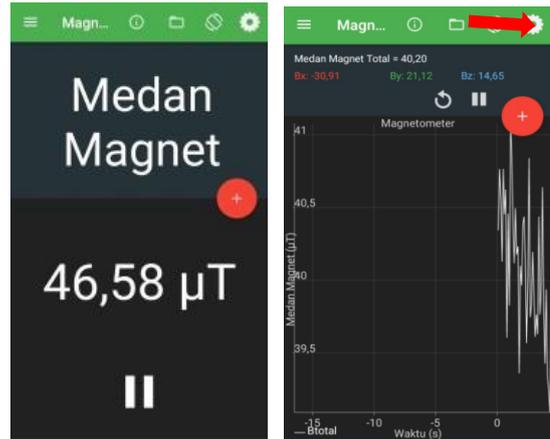
II. METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan bahan yang diperlukan pada percobaan GHS adalah *smartphone* android, magnet kancing, pegas, plastisin yang akan digunakan sebagai beban, mistar, dan *holder stand smartphone*. Pada *smartphone* android, sensor magnetometer yang digunakan pada percobaan diperoleh dari aplikasi *Physic Toolbox Sensor Suite* yang dapat diunduh secara gratis dari *Google Play Store* (<https://www.vieyrasoftware.net/physics-toolbox-sensor-suite>)

Sensor magnetometer dipilih dari aplikasi *Physic Toolbox Sensor Suite* dengan cara mengklik garis tiga di sebelah atas kiri (lihat Gambar 1). Tampilan magnetometer pada android yang digunakan pada percobaan adalah tampilan berupa grafik. Tampilan grafik dipilih dengan cara mengklik roda di sebelah kanan atas dan kemudian mencentang "Menampilkan Grafik" seperti tampak pada Gambar 2.

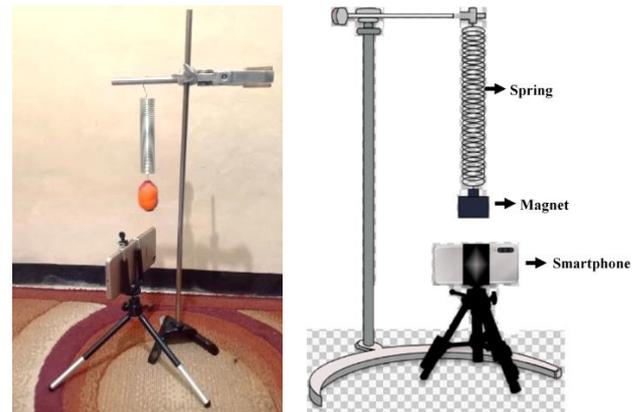


Gbr. 1 Tampilan *physics toolbox sensor suite* dengan beragam sensor.



Gbr. 2 Jenis tampilan hasil pengukuran magnetometer.

Percobaan GHS dilakukan dengan cara menggantungkan salah satu ujung pegas pada statif dan ujung pegas yang lainnya digantungkan beban beserta magnet seperti pada Gambar 3. *Smartphone* diletakkan sejajar dengan pegas yang digantungkan.



Gbr. 3 Rangkaian Percobaan GHS.

Beban pada ujung pegas ditarik ke bawah sejauh 2 cm. Bersamaan dengan melepaskan tarikan pegas, sensor magnetometer dinyalakan untuk memulai merekam getaran pegas dengan cara memilih tanda + berwarna merah bulat pada layar *smartphone*. Perekaman data getaran pegas dilakukan selama 20 detik. Kemudian, data getaran pegas disimpan dalam bentuk file .csv untuk selanjutnya diekstrak dan diolah pada program *excel/spreadsheet*. Percobaan dilakukan untuk lima beban yang berbeda (30-gram, 40-gram, 50-gram, 60-gram, dan 70-gram).

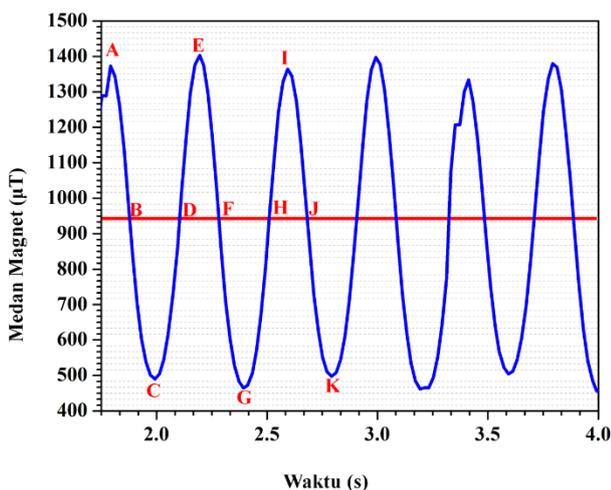
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas pertama yang dilakukan melalui percobaan adalah mendapatkan data visual getaran pegas yang terukur dengan magnetometer pada *smartphone*. Gaya yang bekerja pada benda yang digantungkan pada pegas adalah $F = -ky$. Dari Hukum II Newton, diperoleh persamaan:

$$ma + ky = 0 \quad (1)$$

Penyelesaian persamaan (1) merupakan persamaan fungsi sinusoidal: $y(t) = A \sin(\omega t + \theta)$ [13], [14] sehingga GHS ditunjukkan sebagai gelombang sinusoidal [3], [7]–[10].

Hasil perekaman sensor magnetometer untuk percobaan getaran dengan beban 30-gram yang ditarik sejauh 2 cm diperoleh grafik sinusoidal medan magnet (B) terhadap waktu (t) yang tampak pada Gambar 4.



Gbr. 4 Visual hasil pengukuran magnetometer getaran pegas dengan beban 30-gram yang ditarik sejauh 2 cm.

Pegas yang bergetar menghasilkan gerakan osilasi, yaitu peristiwa memanjang/memendeknya pegas, sehingga terjadi perubahan posisi beban dari posisi seimbang. Posisi seimbang ditunjukkan dengan garis merah pada Gambar 4. Pegas mempunyai panjang alami, yaitu ketika pegas belum ditarik. Pada posisi tersebut, tidak ada gaya yang bekerja pada benda ($F = 0$). Posisi benda saat pegas tidak memberikan gaya pada benda dikatakan seimbang [13], [14].

Jika pegas direntangkan ke bawah sejauh A, pegas akan memberikan gaya sebesar $F = -kx$ pada benda yang bekerja dalam arah mengembalikan massa ke posisi seimbang. Gaya

ini disebut gaya pemulih, yang besarnya berbanding lurus dengan simpangannya [13], [14].

Sensor magnetometer pada *smartphone* dapat merekam data perubahan besarnya medan magnet (B) terhadap waktu (t) dari gerakan osilasi beban yang digantungkan pada ujung pegas (Gambar 4). Sumbu-X pada grafik Gambar 4 menunjukkan waktu (t) dan sumbu-Y menggambarkan perubahan besarnya medan magnet (B). Grafik gerakan osilasi berulang yang terjadi, dapat digunakan oleh peserta didik untuk menganalisis pengertian GHS.

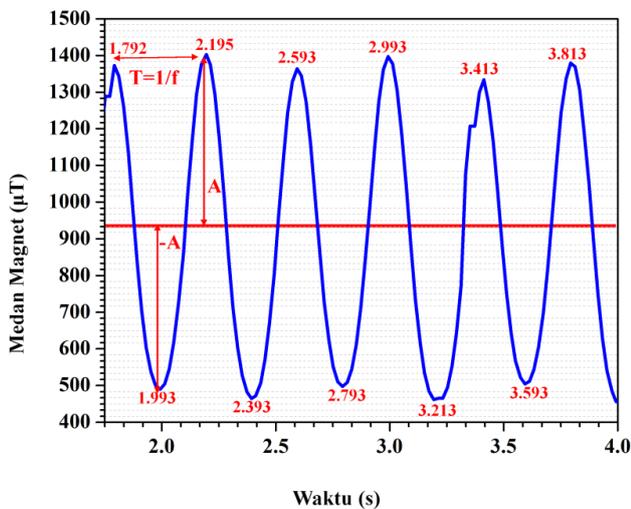
Pada GHS, pegas melakukan getaran penuh yang disebut satu panjang gelombang (λ). Jika pegas ditarik sejauh 2 cm ke arah bawah mendekati sensor magnetometer, nilai medan magnetnya paling besar (posisi A pada Gambar 4). Ketika pegas dilepaskan, magnet pada ujung pegas bergerak menjauhi sensor magnetometer, sehingga medan magnet mengecil seiring dengan menjauhnya magnet pada ujung pegas terhadap sensor magnetometer. Nilai medan magnet terkecil terukur di posisi C, yaitu pada saat posisi magnet berada paling jauh dari sensor magnetometer. Medan magnet akan kembali membesar seiring dengan Bergeraknya magnet mendekati sensor magnetometer, sehingga mencapai titik E. Dari grafik medan magnet (B) terhadap waktu (t) pada Gambar 4, satu panjang gelombang digambarkan dari titik A menuju ke titik E dan seterusnya secara berulang.

Perioda pada peristiwa osilasi merupakan waktu yang diperlukan benda untuk melakukan satu getaran penuh. Perioda dari Gambar 4 sama dengan interval waktu antara dua puncak (atau lembah) berurutan [10] yaitu waktu yang diperlukan dari titik A ke E atau dari titik B ke F atau dari titik C ke G (lihat Gambar 4). Dengan demikian, data perioda dapat diperoleh dari selisih waktu untuk setiap puncak gelombang (lihat Gambar 5). Perioda rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan 5 pasang puncak berturut-turut. Besarnya perioda rata-rata getaran pegas dengan beban 30-gram yang ditarik sejauh 2 cm adalah sebesar $(0,4042 \pm 0,429\%)$ sekon seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Perioda juga dapat dihitung menggunakan persamaan 2 [7]. Dengan t adalah waktu yang diperlukan untuk bergetar dan n adalah banyaknya getaran yang terbentuk.

$$T = \frac{t}{n} \quad (2)$$

Frekuensi getaran didefinisikan sebagai banyaknya getaran setiap satu detik. Frekuensi merupakan kebalikan dari perioda ($T = 1/f$). Dengan demikian, besarnya frekuensi rata-rata getaran pegas dengan beban 30-gram yang ditarik sejauh 2 cm adalah sebesar 2,474 Hz.



Gbr. 5 Visual getaran pegas hasil pengukuran magnetometer pada pegas dengan beban 30-gram yang ditarik sejauh 2 cm.

TABEL 1 DATA WAKTU YANG DIPERLUKAN UNTUK MENEMPUH SATU GETARAN PENUH PADA PEGAS DENGAN BEBAN 30 GRAM YANG DITARIK SEJAUH 2 CM

Puncak ke:	Waktu (s)	Selisih waktu (s)
1	1,792	-
2	2,195	0,403
3	2,593	0,398
4	2,993	0,400
5	3,413	0,420
6	3,813	0,400
Rata-rata		(0,4042 ±0,429%)

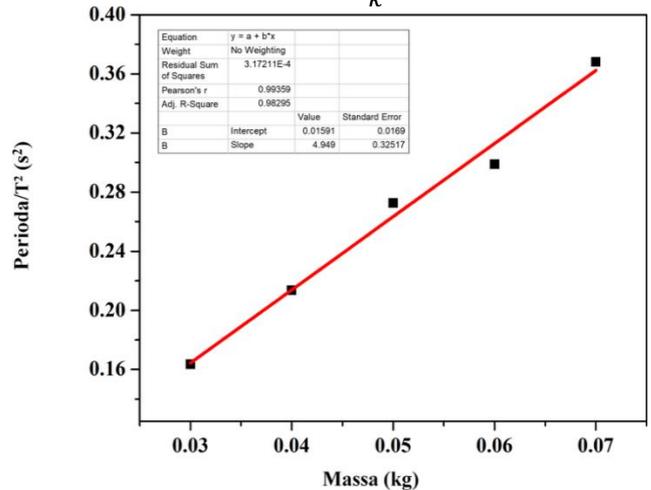
Melalui data visual getaran pegas pada Gambar 5, dapat ditentukan pula amplitudo getaran pegas. Amplitudo menggambarkan titik terjauh atau terdekat magnet dari sensor magnetometer. Pada Gambar 5 amplitudo digambarkan dengan lambang A dan $-A$ adalah amplitudo pada sisi berlawanan dari normal [7].

Untuk menganalisis pengaruh massa beban (m) terhadap perioda getaran pegas (T), dilakukan percobaan GHS dengan massa beban

yang berbeda yaitu 30-gram, 40-gram, 50-gram, 60-gram, dan 70-gram yang ditampilkan dengan grafik massa (m) terhadap kuadrat perioda (T^2) pada Gambar 6. Ada pengaruh massa beban (m) terhadap kuadrat perioda getaran pegas (T^2) secara linier, sebagaimana persamaan 4.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (3)$$

$$T^2 = 4\pi^2\frac{m}{k} \quad (4)$$



Gbr. 6 Grafik massa (m) terhadap perioda (T^2) dengan variasi massa: 30-gr, 40-gr, 50-gr, 60-gr dan 70-gr.

Dari grafik m vs T^2 pada Gambar 6 dapat pula ditentukan nilai konstanta pegas [15]. Dengan memasukkan kemiringan pada persamaan 4 akan diperoleh nilai konstanta pegas sebesar $(7,969 \pm 0,524)$ N/m.

IV. KESIMPULAN

Penggunaan *smartphone* sebagai salah satu instrumen percobaan GHS dapat menjadi salah satu solusi dan inovasi dalam pembelajaran Fisika. Hasil percobaan yang dilakukan menggunakan *smartphone* menunjukkan nilai yang sesuai dengan konsep GHS secara teoritis. Konsep pada GHS dapat dieksplorasi melalui grafik visual hasil pengukuran magnetometer pada *smartphone*. Grafik sinusoidal medan magnet (B) terhadap waktu (t) dapat membantu peserta didik dalam memahami pengertian GHS, pengertian getaran, frekuensi, perioda, satu getaran penuh, dan panjang gelombang. Pengaruh massa beban (m) terhadap perioda getaran pegas (T) dan nilai konstanta pegas dapat ditentukan dengan membuat grafik masa beban (m) terhadap kuadrat perioda (T^2).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. C. Fernandes, P. J. Sebastião, L. N. Gonçalves, and A. Ferraz, "Study of large-angle anharmonic oscillations of a physical pendulum using an acceleration sensor," *Eur. J. Phys.*, vol. 38, p. 045004, 2017, doi: 10.1088/1361-6404/aa6c52.
- [2] A. M. B. Goncalves, C. R. Cena, and D. F. Bozano, "Driven damped harmonic oscillator resonance with an Arduino," *Phys. Educ.*, vol. 52, p. 043002, 2017.
- [3] U. Pili and R. Violanda, "A simple pendulum-based measurement of g with a smartphone light sensor," *Phys. Educ.*, vol. 53, p. 043001, 2018.
- [4] D. U. Suwarno, "Getaran osilasi teredam pada pendulum dengan magnet dan batang aluminium," *Pros. Skf*, pp. 100–107, 2015.
- [5] J. A. Sans, F. J. Manjón, A. L. J. Pereira, J. A. Gomez-Tejedor, and J. A. Monsoriu, "Oscillations studied with the smartphone ambient light sensor," *Eur. J. Phys.*, vol. 34, no. 6, pp. 1349–1354, 2013, doi: 10.1088/0143-0807/34/6/1349.
- [6] W. Z. Shi, J. Sun, C. Xu, and W. Huan, "Assessing the use of smartphone in the university general physics laboratory," *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.*, vol. 12, no. 1, pp. 125–132, 2016, doi: 10.12973/eurasia.2016.1424a.
- [7] J. Ostrander, "Wave function modelling of a pendulum-spring system exhibiting simple harmonic motion," *Phys. Educ.*, vol. 51, no. 1, p. 015016, 2016, doi: 10.1088/0031-9120/51/1/015016.
- [8] U. Pili, R. Violanda, and C. Ceniza, "Measurement of g using a magnetic pendulum and a smartphone magnetometer," *Phys. Teach.*, vol. 56, no. 4, pp. 258–259, 2018, doi: 10.1119/1.5028247.
- [9] J. C. Castro-Palacio, L. Velázquez-Abad, F. Giménez, and J. A. Monsoriu, "A quantitative analysis of coupled oscillations using mobile accelerometer sensors," *Eur. J. Phys.*, vol. 34, no. 3, pp. 737–744, 2013, doi: 10.1088/0143-0807/34/3/737.
- [10] J. Kuhn and P. Vogt, "Analyzing free fall with a smartphone acceleration sensor," *Phys. Teach.*, vol. 50, pp. 182–183, 2012.
- [11] A. Y. Nuryantini and R. A. Yudhiantara, "The Use of Mobile Application as a Media in Physics Learning," *J. Penelit. dan Pembelajaran IPA*, vol. 5, no. 1, pp. 72–83, 2019, doi: 10.30870/jppi.v5i1.3732.
- [12] A. Mazzella and I. Testa, "An investigation into the effectiveness of smartphone experiments on students' conceptual knowledge about acceleration," *Phys. Educ.*, vol. 51, no. 055010, pp. 1–10, 2016, doi: 10.1088/0031-9120/51/5/055010.
- [13] M. Kanginan, *Fisika 2, Untuk SMA/MA Kelas XI, Kurikulum 2013*. Jakarta: Erlangga, 2013.
- [14] P. A. Tipler and G. P. Mosca, *Physics for scientists and engineers: with modern physics*. Wh Freeman, 2010.
- [15] T. Pierratos and H. M. Polatoglou, "Study of the conservation of mechanical energy in the motion of a pendulum using a smartphone," *Phys. Educ.*, vol. 53, p. 015021, 2018.