

Pengukuran Percepatan Gravitasi Bumi Menggunakan Ayunan Matematis Berbantuan *ALS* (*Ambient Light Sensor*) pada Smartphone Android

Muhamad Ghoni Arif Munandar[✉], Sugiyanto

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Januari 2023

Disetujui Februari 2023

Dipublikasikan April 2023

Keywords: *simple pendulum, gravitational acceleration, ALS, Arduino Science Journals.*

Abstrak

Percepatan gravitasi bumi merupakan percepatan yang dialami oleh suatu benda akibat pengaruh medan gravitasi bumi yang arahnya menuju pusat bumi. Salah satu cara untuk mengukur percepatan gravitasi bumi adalah dengan memanfaatkan ayunan matematis. Pengukuran percepatan gravitasi bumi menggunakan ayunan matematis dapat diperoleh dengan menganalisis periode ayunan yang dialami bandul. Metode yang digunakan adalah memanfaatkan sensor cahaya (*Ambient Light Sensor*) pada smartphone android untuk membaca intensitas cahaya sekitar ketika bandul diayunkan. Nilai intensitas cahaya yang dibaca sensor smartphone didapatkan melalui aplikasi *Arduino Science Journals*. Nilai intensitas cahaya yang didapatkan digunakan untuk memperoleh periode ayunan setelah dianalisis menggunakan aplikasi spreadsheet. Pada percobaan ini digunakan dua buah smartphone, yaitu Samsung Galaxy A50 dan Vivo Y12 sebagai perbandingan dalam proses pengambilan data, satu buah statif yang dapat diatur ketinggiannya, bandul, tali, dan alat bantu berupa meteran dan tripod. Percepatan gravitasi yang diperoleh pada tempat penelitian berlangsung adalah $9,89 \pm 0,0283 \text{ m/s}^2$ dengan kesalahan relatif sebesar 0,29% menggunakan Samsung Galaxy A50 dan $9,72 \pm 0,154 \text{ m/s}^2$ dengan kesalahan relatif sebesar 1,58% menggunakan Vivo Y12.

Abstract

The acceleration experienced by an object as a result of the influence of the earth's gravitational field, which is directed towards the center of the earth, is referred to as gravitational acceleration. The use of mathematical pendulum is one method for measuring the acceleration of Earth's gravity. Analyzing the period of swing experienced by the pendulum allows for the calculation of gravity's acceleration using mathematical pendulum. When the pendulum is swung, a light sensor (Ambient Light Sensor) on an android smartphone is used to read the intensity of the ambient light. The Arduino Science Journals application is used to obtain the value of the light intensity sensor on the smartphone. The light intensity value obtained is used to obtain the swing period after being analyzed using a spreadsheet application. In this experiment, two smartphones, the Samsung Galaxy A50 and the Vivo Y12, were used as a comparison in the data collection process, as well as a height-adjustable stand, a pendulum, a rope, and tools in the form of a meter and a tripod. The acceleration of gravity measured at the site of the research was $9,89 \pm 0,0283 \text{ m/s}^2$ obtained by using the Samsung Galaxy A50 with a relative error of 0.29% and $9,72 \pm 0,154 \text{ m/s}^2$ by using the Vivo Y12 with a relative error of 1.58%.

PENDAHULUAN

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur percepatan gravitasi bumi adalah ayunan matematis. Pengukuran periode ayunan biasa dilakukan dengan metode manual menggunakan stopwatch. Hal tersebut memerlukan reaction time sehingga terdapat jeda waktu antara waktu yang terukur dengan waktu yang sebenarnya. Hal tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkan sensor yang terdapat pada smartphone android.

Sensor merupakan suatu perangkat yang mengubah besaran fisis menjadi besaran listrik (Chandra dan Arifianto dalam Prima, 2010). Penggunaan sensor juga terbukti memiliki kemampuan dalam mendeteksi jenis gerak objek dengan akurasi tinggi dan mampu mengurangi kesalahan data akibat fluktuasi data acak (Bedogni et al., 2012). Penggunaan sensor dalam pembelajaran menunjukkan bahwa sensor smartphone meningkatkan keterlibatan siswa dan memungkinkan mereka untuk melakukan penyelidikan ilmiah dan analisis dengan cara baru (Júnior et al., 2017)

Pemanfaatan sensor smartphone dalam kegiatan praktikum fisika telah banyak dilakukan, diantaranya oleh Kuhn dan Vogt (2013) yang memanfaatkan sensor microphone pada smartphone untuk menganalisis suara – suara yang dihasilkan oleh benda – benda di sekitar. Sementara itu, Braskén dan Pörn (2017) melakukan percobaan gerak rotasi dengan memanfaatkan

sensor Accelerometer dan Gyroscope pada smartphone. Monteiro (2014) memanfaatkan sensor pada smartphone guna menentukan hubungan kecepatan angular dengan percepatan sentripetal. Penelitian lain terkait pemanfaatan sensor smartphone diantaranya adalah gerak jatuh bebas (Vogt & Kuhn, 2012), getaran pada pegas (Kuhn & Vogt, 2012), serta osilasi bebas dan osilasi teredam (Carlos Castro-Palacio et al., 2013).

Percepatan gravitasi bumi merupakan percepatan yang dialami oleh suatu benda akibat pengaruh medan gravitasi bumi yang arahnya menuju pusat bumi (Afifah et al., 2015). Salah satu metode untuk menentukan percepatan gravitasi bumi adalah dengan menggunakan metode ayunan matematis. Ayunan matematis yang dimaksud disini merupakan gerak osilasi dari bandul sederhana. Osilasi merupakan gerak periodik yang terjadi pada sebuah sistem jika sistem tersebut diganggu dari posisi kesetimbangannya (Tipler, 1998). Periode pada gerak osilasi dapat ditentukan menggunakan persamaan 1.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1)$$

Persamaan untuk menentukan gravitasi bumi dengan metode ayunan matematis dapat diperoleh mengubah bentuk persamaan 1 menjadi

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} \quad (2)$$

persamaan 2 linear dengan gradien grafik m

$$m = \frac{4\pi^2}{T^2} \quad (3)$$

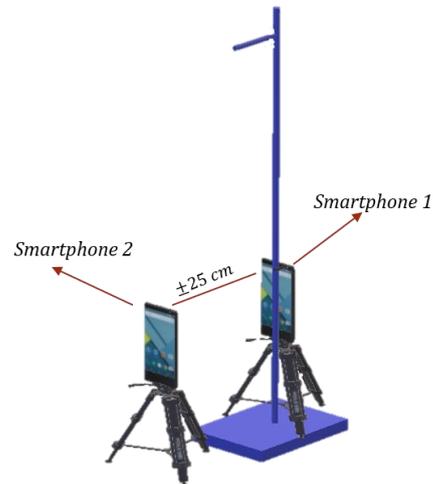
selain analisis menggunakan ralat grafik, penelitian ini juga menggunakan ralat pengamatan untuk metode analisis data. Persamaan untuk ralat pengamatan adalah

$$\Delta g = \sqrt{\frac{\sum (g_i - \bar{g})^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan percepatan gravitasi bumi dengan memanfaatkan ALS pada smartphone android. Sensor ALS pada penelitian ini digunakan sebagai pengganti stopwatch untuk memperoleh data periode ayunan agar hasil yang didapatkan lebih akurat. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali menggunakan sensor smartphone yang berbeda untuk membandingkan hasil yang didapatkan. Smartphone yang digunakan adalah Vivo Y12 sebagai sensor pertama dan Samsung Galaxy A50 sebagai sensor kedua.

METODE PENELITIAN

Percobaan dilakukan dengan memanfaatkan dua buah smartphone yang telah terpasang aplikasi Arduino Science Journal sebagai alat perekam data, sementara smartphone yang lain berfungsi sebagai sumber cahaya. Tugas dari smartphone 1 dan 2 bergantian untuk setiap data yang diambil. Ketika smartphone 1 yang bertugas merekam data, maka smartphone 2 yang bertugas menjadi sumber cahaya, begitupun sebaliknya. Selain smartphone, digunakan juga statif, tali, dan bandul serta alat bantu berupa tripod untuk menempatkan smartphone dan meteran untuk mengukur panjang tali. Rangkaian alat dan bahan percobaan dapat dilihat pada Gambar 1.

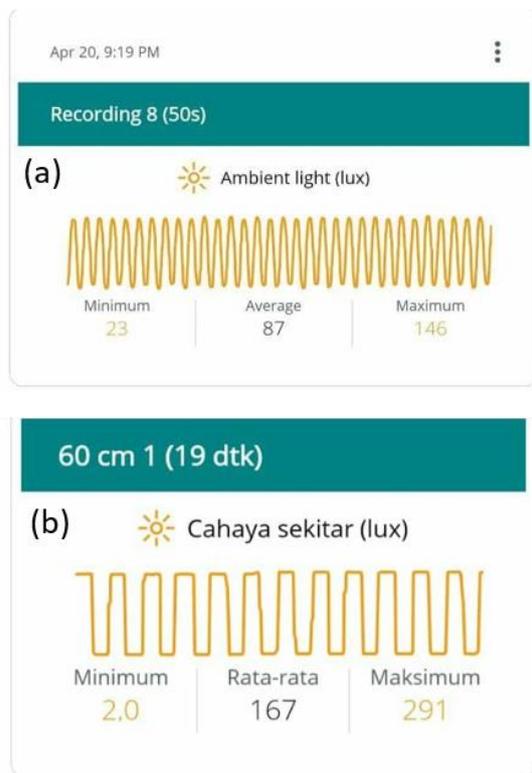


Gambar 1 Alat dan Bahan

Proses analisis data menggunakan persamaan (2) yaitu persamaan untuk menentukan persamaan percepatan gravitasi bumi berdasarkan periode osilasi bandul. Pengambilan data periode osilasi dilakukan dengan memanfaatkan sensor cahaya pada smartphone. Data yang diperoleh smartphone 1 kemudian dibandingkan dengan data yang diperoleh smartphone 2.

Ketika bandul diayunkan diantara sumber cahaya dan sensor, cahaya yang diterima sensor akan bertambah dan berkurang secara periodik sesuai dengan periode osilasi bandul. Aplikasi secara otomatis membuat plot grafik data intensitas cahaya terhadap waktu yang dapat dilihat pada Gambar 2. Selisih waktu antara amplitudo ke- n dengan $n+2$ merupakan periode osilasi bandul. Data grafik yang diperoleh dapat di ekspor ke

dalam format csv untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan program spreadsheet. Perhitungan periode pada program spreadsheet dilakukan dengan menghitung selisih waktu antara amplitudo ke-n dengan n+2.



Gambar 2 (a) Grafik sensor Samsung A50. (b) Grafik sensor Vivo Y12

PEMBAHASAN

Percobaan dilakukan dengan memvariasi panjang tali pada bandul. Panjang tali yang digunakan adalah 40 cm, 50 cm, 60 cm, 70 cm, dan 80 cm. Pengambilan data dilakukan dengan smartphone 1 terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan smartphone 2 untuk setiap panjang tali. Data yang didapatkan untuk setiap smartphone dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Data pada kedua tabel dianalisis menggunakan ralat pengamatan dan diperoleh hasil pengukuran percepatan gravitasi bumi menggunakan smartphone Samsung Galaxy A50 sebesar $9,89 \pm 0,0283 \text{ m/s}^2$ dengan

kesalahan relatif sebesar 0,29%. Sementara itu, pengukuran percepatan gravitasi bumi menggunakan Vivo Y12 mendapatkan hasil sebesar $9,72 \pm 0,154 \text{ m/s}^2$ dengan kesalahan relatif sebesar 1,58%. Salah satu penyebab perbedaan hasil tersebut adalah tingkat sensitivitas sensor yang berbeda antara satu smartphone dengan yang lain.

Tabel 1 Hasil pengukuran sensor Samsung Galaxy A50

Panjang Tali (m)	T1 (s)	T2 (s)	T (s)	g (m/s ²)
0,4	1,30	1,24	1,27	9,78
0,5	1,42	1,40	1,41	9,96
0,6	1,49	1,60	1,55	9,90
0,7	1,72	1,62	1,67	9,90
0,8	1,79	1,79	1,79	9,88

Tabel 2 Hasil pengukuran sensor Vivo Y12

Panjang Tali (m)	T1 (s)	T2 (s)	T (s)	g (m/s ²)
0,4	1,30	1,29	1,29	9,44
0,5	1,40	1,50	1,45	9,39
0,6	1,50	1,61	1,55	9,83
0,7	1,70	1,59	1,64	10,2
0,8	1,80	1,80	1,80	9,72

KESIMPULAN

Hasil pengukuran percepatan gravitasi yang didapatkan mempunyai kesalahan relatif yang rendah sehingga dapat diterapkan dalam kegiatan praktikum di laboratorium. Hal yang perlu diperhatikan untuk memperkecil kesalahan dalam kegiatan praktikum diantaranya adalah dengan memastikan panjang tali yang digunakan sesuai serta bandul berayun dengan sempurna. Ketepatan atau akurasi dalam penelitian ini tidak dapat dihitung karena tidak adanya data yang pasti tentang besaran percepatan gravitasi di lokasi penelitian. Aplikasi android yang digunakan untuk membaca nilai sensor dapat diunduh secara gratis di google play store, sementara smartphone dan komputer yang digunakan dapat diakses dengan mudah, sehingga kegiatan praktikum dengan memanfaatkan bantuan sensor pada smartphone dapat dilakukan dengan mudah oleh setiap orang.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, D. N., Yulianti, D., Agustina, N., Sri Lestari, R. D., & Nugraha, M. G. (2015). Metode Sederhana Menentukan Percepatan Gravitasi Bumi Menggunakan Aplikasi Tracker Pada Gerak Parabola Sebagai Media dalam Pembelajaran Fisika. *Prosiding Simposium Nasional Dan Pembelajaran Sains*, 2015(Snips), 304–305.
- Bedogni, L., Di Felice, M., & Bononi, L. (2012). By train or by car? Detecting the user's motion type through smartphone sensors data. *IFIP Wireless Days*. <https://doi.org/10.1109/WD.2012.6402818>
- Braskén, M., & Pörn, R. (2017). Studying rotational dynamics with a smartphone -accelerometer versus gyroscope. *Physics Education*, 52(4). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa737f>
- Carlos Castro-Palacio, J., Velázquez-Abad, L., Giménez, M. H., & Monsoriu, J. A. (2013). Using a mobile phone acceleration sensor in physics experiments on free and damped harmonic oscillations. *American Journal of Physics*, 81(6), 472–475. <https://doi.org/10.1119/1.4793438>
- Júnior, J. F., Carvalho, E., Ferreira, B. V., De Souza, C., Suhara, Y., Pentland, A., & Pessin, G. (2017). Driver behavior profiling: An investigation with different smartphone sensors and machine learning. *PLoS ONE*, 12(4), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174959>
- Kuhn, J., & Vogt, P. (2012). Analyzing spring pendulum phenomena with a smartphone acceleration sensor. *The Physics Teacher*, 50(8), 504–505. <https://doi.org/10.1119/1.4758162>
- Kuhn, J., & Vogt, P. (2013). Analyzing acoustic phenomena with a smartphone microphone. *The Physics Teacher*, 51(2), 118–119. <https://doi.org/10.1119/1.4775539>
- Monteiro, M., Cabeza, C., Marti, A. C., Vogt, P., & Kuhn, J. (2014). Angular velocity and centripetal acceleration relationship. *The Physics Teacher*, 52(5), 312–313. <https://doi.org/10.1119/1.4872422>
- Prima, B. (2010). Perancangan Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Pir (Passive Infra Red) Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi Elektronika*, 1, 1–11.
- Tipler, P. A. (1998). *FISIKA Untuk Sains dan Teknik*. Erlangga.
- Vogt, P., & Kuhn, J. (2012). Analyzing free fall with a smartphone acceleration sensor. *The Physics Teacher*, 50(3), 182–183. <https://doi.org/10.1119/1.3685123>