

PENGUKURAN PERCEPATAN GRAVITASI DI KOTA METRO

M. Barkah Salim, I Wayan Ochha Widiartha, Nyoto Suseno.

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Muhammadiyah Metro

Email: barkah_um@yahoo.co.id

Diterima: 13 Juli 2022. **Direvisi:** 22 Agustus 2022. **Disetujui:** 30 September 2022.

Abstrak

Percepatan gravitasi di kota Metro belumlah diketahui, sehingga peneliti mencoba untuk melakukan eksperimen terkait percepatan gravitasi kota metro. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan berapa nilai percepatan gravitasi di kota Metro. Jenis penelitian adalah kuantitatif dengan metode eksperimen yang didalamnya terdapat perhitungan numerik dan perhitungan nilai ralat/eror. Instrumen pengumpulan data pada penelitian menggunakan lembar observasi dan lembar angket. Pengumpulan data dilakukan di tiap kecamatan sebanyak 5 kali percobaan. Setelah itu mencari besar rata-rata di tiap kecamatan, selanjutnya melakukan perhitungan berbobot untuk mengetahui besar percepatan gravitasi di kota Metro. Dari hasil penelitian, besar percepatan gravitasi di kota Metro dengan bandul matematis sebesar $9,86\text{m/s}^2$ dengan nilai ralat $0,011\text{ m/s}^2$ dan dengan aplikasi CPU-Z sebesar $9,800\text{ m/s}^2$ dengan nilai ralat sebesar $0,003\text{m/s}^2$. Hasil penelitian dibuat dalam bentuk modul dan divalidasi. Hasil validasi menyatakan sangat layak dengan skor 83,03 %.

Kata Kunci: Gravitasi, Kota Metro, dan Modul

Abstract

The acceleration of gravity in the city of Metro is not yet known, so the researchers tried to conduct experiments related to the acceleration of gravity in the city of metro. The purpose of this study is to determine the value of the acceleration of gravity in the city of Metro. This type of research is quantitative with experimental methods in which there are numerical calculations and calculation of error/error values. The data collection instrument in this study used an observation sheet and a questionnaire sheet. Data collection was carried out in each sub-district for 5 trials. After that, look for the average size in each sub-district, then do a weighted calculation to find out the magnitude of the acceleration of gravity in the city of Metro. From the results of the study, the magnitude of the acceleration of gravity in the city of Metro with a mathematical pendulum is 9.86 m/s^2 with an error value of 0.011m/s^2 and with the CPU-Z application of 9.800 m/s^2 with an error value of 0.003m/s^2 . The results of the study were made in the form of modules and validated. The validation results stated that it was very feasible with a score of 83.03 %.

Keywords: Gravity, Metro City, and Module.

PENDAHULUAN

Dalam pelajaran fisika, terdapat materi yang membahas tentang percepatan gravitasi. Issac Newton merupakan ilmuwan yang menemukan nilai percepatan gravitasinya melalui pemikirannya terhadap buah yang jatuh mengenai kepalanya. Dari kejadian tersebut, Newton menyimpulkan bahwa setiap daerah memiliki nilai percepatan gravitasi yang berbeda-beda. Namun jika di rata-ratakan, nilai percepatan gravitasi di bumi sebesar $9,831302275 \text{ m/s}^2$ (Rosdianto, 2017). Nilai percepatan gravitasi di setiap daerah bisa berbeda dikarenakan tinggi rendahnya suatu daerah tersebut. Terdapat beberapa kota di Indonesia telah diketahui besar percepatan gravitasinya, diantaranya: “Nilai percepatan gravitasi di Kotamobagu 9.8 m/s^2 dengan menggunakan percobaan gerak harmonik sederhana pada pegas” (Ginoga, 2020), “besar percepatan gravitasi di kota Tanjung Barat, Jayakarta, Jakarta sebesar $9,895 \pm 0,529 \text{ m/s}^2$ ” (Astuti, 2016), “Percepatan gravitasi di kota Flores sebesar $9,796 \text{ m/s}^2$ ” (Toda *et al.*,

2020), “nilai percepatan gravitasi lokal di kampus Universitas Sam Ratulangi kota Manado sebesar $(9,799 \pm 0,001) \text{ m/s}^2$ ” (Mosey & Lumi, 2016).

Kota Metro adalah salah satu kota yang berada di provinsi Lampung, kota ini merupakan kota terbesar kedua di Lampung dengan jarak 45 Km dari ibukota provinsi Lampung yaitu kota Bandar Lampung. Kota Metro terletak pada 105, 170- 105, 290 BT (Bujur Timur), dan 5,60- 5,80 LS (Lintang Selatan). Namun nilai percepatan gravitasi di Kota Metro ini belum di ketahui. Penelitian percepatan gravitasi di Kota Metro ini penting untuk dilakukan. Karena dari penelitian-penelitian sebelumnya belum terdapat penelitian yang mengukur percepatan gravitasi di kota Metro. Penelitian ini dapat mengetahui berapa besar percepatan gravitasi di kota Metro. Sehingga nilai percepatan gravitasi yang telah ditemukan dapat digunakan pertimbangan dalam bidang pembangunan saat akan merancang bangunan, di bidang pertanian dapat mengetahui tanaman apa yang dapat di tanam di daerah sesuai nilai

percepatan gravitasinya dan di bidang pendidikan, pada bagian materi gerak harmonis sederhana, siswa atau mahasiswa telah mengetahui besar percepatan gravitasi di kota Metro melalui modul yang disediakan.

Peneliti akan membahas sedikit tentang teori percepatan. Percepatan adalah perubahan kecepatan tiap satuan waktu. Percepatan terjadi akibat adanya perubahan kecepatan berbanding dengan waktu di tempuh. Percepatan memiliki nilai dan arah. Percepatan adalah merupakan terjadinya perubahan kecepatan setiap satuan waktu (Jati, 2021). Gravitasi merupakan gaya tarik bumi terhadap benda yang ada di bumi. Gravitasi adalah gaya tarik yang terjadi pada seluruh objek yang ada di atas permukaan bumi ke arah inti bumi. "Gravitasi adalah gaya tarik menarik yang terjadi antara semua partikel yang mempunyai massa di alam semesta. Fisika modern mendefinisikan gravitasi menggunakan Teori Relativitas umum dari Einstein, namun Hukum Gravitasi Universal Newton yang lebih sederhana merupakan hampir

yang cukup akurat dalam kebanyakan kasus (Fauzi, 2019).

Percepatan gravitasi Bumi adalah percepatan yang dialami oleh benda yang jatuh bebas dari ketinggian tertentu menuju permukaan Bumi. Berdasarkan literatur yang sudah ada, nilai rata-rata percepatan gravitasi Bumi adalah $9,8 \text{ m/s}^2$. Arah percepatan gravitasi adalah menuju pusat Bumi atau tegak lurus menuju permukaan tanah (Afifah *et al.*, 2015). Kutipan tersebut dapat disimpulkan bahwa percepatan gravitasi adalah suatu percepatan yang dialami oleh benda yang mengalami gaya tarik di atas permukaan bumi ke inti bumi, gaya tarik ini berupa benda apapun itu dengan besar massa berapapun jika dijatuhkan akan jatuh ke permukaan bumi karena ada gaya tarik ke inti bumi.

Gerak harmonik sederhana adalah gerak bolak balik benda melalui suatu titik keseimbangan tertentu dengan banyaknya jumlah osilasi benda dalam tiap satuan sekon yang konstan. Gerak harmonik sederhana terjadi akibat adanya gaya pemulih, dinamakan gaya pemulih, yaitu gaya yang selalu melawan perubahan

posisi benda agar kembali ke titik setimbang. Karena itulah terjadi gerak harmonik sederhana (Syahrul *et al.*, 2013).

gerak harmonik sederhana yaitu gerak bolak-baliknya suatu benda melewati titik keseimbangan tertentu dengan banyaknya getaran benda tersebut dalam tiap satuan detik. Gerak ini mengakibatkan benda berisolasi melalui titik keseimbangan karena adanya gaya pemulih yang bekerja pada sistem gerak harmonik tersebut. Contoh gerak harmonik sederhana yaitu pada bandul matematis. Ayunan matematis merupakan ayunan sederhana dari bandul yang diikat dengan benang yang memenuhi persamaan matematis tepatnya persamaan diferensial orde 2 (Suciarahmat, & Pramudya, 2015). Bandul berayun secara kontinue dan bersifat bolak balik. Gerak bolak-balik ini disebut dengan osilasi. Osilasi adalah gerak bolak-balik suatu benda dalam keadaan konstan tiap satuan waktu(sekon). Bandul matematis adalah sebuah titik yang di gantungkan pada tali ringan yang tidak mulur kemudian diayunkan

sehingga akan berisolasi (Hartati *et al.*, 2002). Panjang tali yang digunakan idealnya sepanjang 50 cm, dengan massa beban yang digunakan ideal 50 gram dan dengan menggunakan sudut kemiringan kurang dari 10^0 (Gani, 2021).

Android adalah sebuah sistem operasi yang telah menjadi salah satu kebutuhan pokok setiap orang. Hampir semua orang membutuhkan alat ini yang berguna sebagai alat komunikasi, mencari sumber informasi dan perkembangan berita terbaru, melakukan pekerjaan dan berbagai kegiatan atau aktivitas lainnya lagi. Android adalah sistem operasi berbasis linux yang dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh seperti telepon pintar dan komputer tablet (Enterprise, 2015). Android yang di maksud dalam penelitian ini yaitu penggunaan aplikasi CPU-Z yang terdapat di dalam andriod. CPU-Z adalah aplikasi sederhana yang dapat memetakan seluruh komponen yang terdapat pada Android. “ CPU-Z digunakan untuk melihat aspek ponsel secara lengkap” (Edy, & Zaky, 2015). Aplikasi ini terdiri dari lima tab sebagai berikut:

SoC, System, Battery, Sensor, dan About. Dari ke lima tab tersebut, peneliti menggunakan tab bagian Sensor.

Pada tab sensor, terdapat informasi tentang sensor yang terdapat pada android. Peneliti menggunakan sensorAK09911-gravity. Sensor AK09911-gravity adalah sensor yang terpasang pada Android dan dibaca oleh aplikasi CPU-Z yang berfungsi sebagai pengukur percepatan gravitasi. Cara penggunaannya cukup meletakkan Android di tempat yang datar pada lokasi yang di jadikan titik pengukuran.

METODE

Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan bidang penyelidikan yang berdiri sendiri (Rukin, 2019). Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Metode penelitian eksperimen merupakan salah satu metode kuantitatif, yang digunakan apabila peneliti ingin melakukan percobaan untuk mencari pengaruh variabel independent/ treatment/ perlakuan tertentu terhadap variabel

dependen/hasil/output dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2019). Metode eksperimen adalah metode pengambilan data dengan melakukannya secara langsung. Dalam penelitian ini, terdapat beberapa tahapan. Tahapan dalam penelitian ini yaitu : (1) melakukan identifikasi masalah di lapangan guna mengetahui lokasi sebelum dilakukan penelitian, (2) mengambil data dengan 2 sistem yakni dengan bandul matematis dan dengan aplikasi CPU-Z pada android dengan masing-masing sistem pengambilan data sebanyak 5 sampel, (3) melakukan analisis data terhadap hasil dari data yang di peroleh di lapangan dengan melakukan analisis tiap kecamatan lalu di analisis perhitungan berulang berbobot guna menentukan nilai percepatan gravitasinya, dan (4) menetapkan nilai percepatan gravitasi di kota Metro dengan dilakukan perhitungan nilai ralat/eror untuk melihat nilai eror yang lebih kecil, (5) membuat modul berupa modul hasil penelitian sebagai modul fisika. Untuk lebih jelas tahapan penelitian, bisa dilihat seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan dalam penelitian

No	Variabel	Teknik Penelitian	Metode Penelitian	Instrumen Penelitian	Keterangan
1	Identifikasi lokasi	Pra penelitian	observasi		Melakukan observasi sebelum melakukan penelitian
2	Pengukuran percepatan gravitasi menggunakan teknik bandul matematis dan CPU-Z pada android	kuantitatif	eksperimen	Lembar observasi	Melakukan pengambilan data di lokasi dengan 5 kali pengambilan data disetiap kecamatan
3	Modul	kuisisioner	Validasi ahli dan respon pengguna	Lembar validasi dan lembar respon pengguna	Modul yang telah divalidasi oleh validator dikatakan layak dengan kriteria 83,03 % dan sangat menarik digunakan dari uji respon pengguna dengan kriteria 96,44%

Persamaan yang digunakan dalam menghitung gravitasi menggunakan bandul matematis menggunakan persamaan :

$$g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2} \quad (1)$$

Untuk menghitung rata-rata percepatan gravitasi menggunakan persamaan :

$$\bar{g} = \frac{\sum g_i}{N} \quad (2)$$

Dan untuk menghitung ralatnya menggunakan persamaan :

$$s_g = \sqrt{\frac{\sum (g_i - \bar{g})^2}{N(N-1)}} \quad (3)$$

Keterangan persamaan:

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

l = panjang tali (m)

T = periode getaran (s)

N = banyak pengambilan data

Setelah menemukan besar rata-rata percepatan gravitasi dan nilai ralat di setiap kecamatan. Tahap selanjutnya menghitung nilai percepatan gravitasi di kota Metro dengan perhitungan analisis data rata-rata berbobot dengan tujuan menemukan besar percepatan gravitasi di kota Metro. Data perhitungan berbobot di ambil dari beberapa kelompok yang sama-sama melakukan pengukuran percepatan gravitasi (Chusni, 2017).

Persamaan yang digunakan dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$g = \frac{\frac{g_1}{sg1^2} + \frac{g_2}{sg2^2} + \frac{g_3}{sg3^2} + \frac{g_4}{sg4^2} + \frac{g_5}{sg5^2}}{\frac{1}{sg1^2} + \frac{1}{sg2^2} + \frac{1}{sg3^2} + \frac{1}{sg4^2} + \frac{1}{sg5^2}} \quad (4)$$

dan menghitung nilai ralat percepatan gravitasi dengan persamaan :

$$S_g = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{sg1^2} + \frac{1}{sg2^2} + \frac{1}{sg3^2} + \frac{1}{sg4^2} + \frac{1}{sg5^2}}} \quad (5)$$

Pengukuran percepatan gravitasi dengan menggunakan aplikasi CPU-Z menggunakan persamaan (6).

$$g = \sqrt{(g_x)^2 + (g_y)^2 + (g_z)^2} \quad (6)$$

Percobaan dilakukan sebanyak 5 kali. Untuk mencari ralat dan ralat

berbobotnya dilanjutkan menggunakan persamaan (2), (3), (4), dan (5).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kota metro memiliki lima kecamatan, yaitu kecamatan metro pusat, kecamatan metro timur, kecamatan metro selatan, kecamatan metro barat dan kecamatan metro utara. Dari percobaan menggunakan metode eksperimen, didapatkan data seperti pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Data Perhitungan Percepatan Gravitasi Dengan Bandul Matematis Di Tiap Kecamatan Kota Metro

No	Kecamatan	Ketinggian Daerah mdpl	g m/s ²	S _g m/s ²
1	Metro Pusat	43-57	9,89	0,02
2	Metro Timur	37-56	9,79	0,04
3	Metro Selatan	30-52	9,76	0,03
4	Metro Barat	40-56	9,89	0,03
5	Metro Utara	40-60	9,87	0,02

Tabel 3. Data perhitungan Percepatan Gravitasi Dengan Aplikasi CPU-Z di tiap kecamatan kota Metro.

No	Kecamatan	Ketinggian Daerah mdpl	g m/s ²	S _g m/s ²
1	Metro Pusat	43-57	9,80	0,00
2	Metro Timur	37-56	9,80	0,00
3	Metro Selatan	30-52	9,80	0,01
4	Metro Barat	40-56	9,80	0,00
5	Metro Utara	40-60	9,80	0,00

Berdasarkan data pada Tabel 2 dan Tabel 3, hal selanjutnya adalah dilakukan perhitungan untuk mencari percepatan gravitasi rata-rata

berbobot dan ralatnya. Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan data seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis nilai Percepatan Gravitasi Di Kota Metro

No	Metode	g m/s ²	S _g m/s ²
1	Bandul matematis	9,86	0,01
2	Aplikasi CPU-Z	9,80	0,00

MODUL

Pada bagian modul ini, berisi tentang data hasil eksperimen serta informasi terkait gravitasi di kota

metro. Dari modul yang telah dikembangkan di validasi, didapatkan data seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 . Hasil Validasi Modul Hasil Penelitian Oleh 3 Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Nilai (%)
1	Materi	86,66
2	Tampilan	85,55
3	Bahasa	75,55
	Rata-rata	83,03

Setelah didapatkan saran perbaikan dari 3 validator ahli, lalu di perbaiki oleh peneliti sesuai dengan saran yang didapatkan sebelum di berikan kepada

mahasiswa sebagai respon pengguna. Hasil penilaian respon pengguna terhadap modul hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil penilaian respon mahasiswa

No	Aspek Penilaian	Nilai (%)	Kategori
1	Tampilan	97,33	Sangat setuju
2	Penyajian Materi	96,00	Sangat setuju
3	Kemanfaatan	96,00	Sangat setuju
	Rata-rata jumlah keseluruhan	96,44	Sangat setuju

PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian dengan menetapkan nilai percepatan gravitasi di setiap kecamatan kota metro dengan menggunakan teknik bandul matematis dan aplikasi CPU-Z pada android. Alasan menggunakan teknik bandul matematis dan aplikasi CPU-Z pada android yaitu dengan

menggunakan apliasi CPU-Z pada android, peneliti memanfaatkan perkembangan teknologi, karena pada aplikasi CPU-Z terdapat komponen yang berfungsi untuk mengetahui nilai percepatan gravitasi pada sebuah daerah dengan sensor yang terdapat pada android dengan nilai ralat mendekati nol. Nilai percepatan

gravitasi yang didapatkan pada penelitian ini menghasilkan nilai percepatan gravitasinya dengan nilai tiap kecamatan yang berbeda-beda, karena tinggi permukaan tiap kecamatan berbeda-beda.

Nilai rata-rata percepatan gravitasi di kota Metro berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan perhitungan berbobot menghasilkan besar percepatan tetap di kota Metro dengan menggunakan bandul matematis sebesar $(\bar{g} \pm sg) = (9,86 \pm 0,01) \text{ m/s}^2$ dengan nilai eror 0,5 %, dan dengan menggunakan aplikasi CPU-Z sebesar $(\bar{g} \pm sg) = (9,80 \pm 0,00) \text{ m/s}^2$ dengan nilai eror sebesar 0,0%. Kedua hasil penelitian tersebut yang telah diketahui nilai erornya, nilai eror yang terkecil didapatkan dengan menggunakan aplikasi CPU-Z dengan nilai eror 0,00% sehingga dapat dikatakan besar percepatan gravitasi di kota Metro sebesar $(9,80 \pm 0,00) \text{ m/s}^2$.

Hasil validasi ahli media pada sumber belajar berupa modul hasil penelitian sebagai sumber belajar fisika terdapat 3 aspek yakni aspek materi, aspek tampilan dan aspek bahasa. Ketiga aspek penilaian

sumber belajar yaitu aspek penilaian materi mendapatkan nilai yang lebih besar yaitu 86,66 %, aspek cakupan tampilan yaitu 85,55%, dan nilai terendah terdapat pada aspek bahasa yaitu 75,55%. Hasil yang diperoleh dari lembar validasi adalah 83,03 % dengan interpretasi dikatakan sangat layak digunakan untuk dijadikan sumber belajar.

Setelah didapatkan nilai dari validasi ahli media, selanjutnya dilakukan validasi respon mahasiswa. penilaian respon mahasiswa menunjukkan bahwa dari ketiga aspek penilaian respon mahasiswa yaitu aspek penilaian Tampilan mendapatkan nilai yang lebih besar yaitu 97,33 %, aspek cakupan penyajian materi yaitu 96%, dan aspek kemanfaatan yaitu 96%. Hasil yang diperoleh dari angket respon mahasiswa adalah 96,44 %. Hal ini menunjukkan bahwasannya skala persentase kemenarikan modul hasil penelitian sangat setuju untuk digunakan sebagai sumber belajar.

Hal yang baik atau kelebihan dalam penelitian ini yaitu percepatan gravitasi kota metro sudah diketahui, pengambilan data menggunakan dua

cara menggunakan bandul matematis dan menggunakan sensor gravitasi android, dilakukan di lima titik berbeda.

Adapun kelemahan dalam penelitian ini adalah saat percobaan hambatan angin tidak bisa dihilangkan, penentuan waktu masih menggunakan *stop watch*.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan ini ditujukan kepada dosen Pendidikan Fisika UM Metro yang telah membantu dalam memvalidasi instrumen serta memberikan masukan. Ditujukan pula kepada Laboratorium Pendidikan Fisika UM Metro yang telah memfasilitasi alat dan bahan dalam penelitian ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat di ambil kesimpulan bahwa Nilai percepatan gravitasi dikota Metro yang telah dilakukan analisis perhotungan berulang berbobot dan dilakukan perhitungan lilai eror didapatkan nilai

percepatan gravitasi di kota Metro sebesar $(\bar{g} \pm sg) = (9,80 \pm 0,00) \text{ m/s}^2$.

Hasil penelitian yang di buat berupa modul yang telah melalui proses validasi dan dinyatakan sangat layakdengan kriteria penilaian sebesar 83,03% sebagai sumber belajar, dan uji respon pengguna yang telah dilakukan dinyatakan sangat menarik dengan kriteria penilaian sebesar 96,44%. Materi yang terkandung dalam modul ini berisi tentang bandul matematis dengan penemuan besar percepatan gravitasi di kota Metro.

Saran Bagi penelitian selanjutnya yaitu (1) alat yang digunakan untuk mengukur waktu pada bandul matematis diupayakan lebih baik lagi dengan timer otomatis agar hasil pengamatan dan pengambilan data lebih maksimal, (2) tali yang digunakan pada bandul matematis diupayakan tali yang tidak kaku dan berukuran kecil, dan (3) saat pengambilan data, diupayakan agar di ruangan tertutup agar bandul tidak terjadi gesekan dengan udara di luar ruangan

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.
- Gani, A. R. F. (2021). Hubungan Antara Variasi Sudut dengan Nilai Periode pada Bandul Menggunakan Mikrokontroler Arduino. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 6(2), 185-189.
- 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. http://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Faktor_Exacta/article/view/788
- Chusni, M. M. (2017). Penentuan Besar Percepatan Gravitasi Bumi Menggunakan Ayunan Matematis Dengan Berbagai Metode Pengukuran. *Scientiae Educatia*, 6(1), 47. <https://doi.org/10.24235/sc.educatia.v6i1.1346>
- Enterprise, J. (2015). *Mengenal Dasar-Dasar Pemrograman Android*. Elex Media Komputindo.
- Fauzi, M. (2019). *Praktikum Fisika Untuk Pgsd & Pgmi*. Duta Media Publishing.
- 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. <https://doi.org/https://doi.org/10.36412/dilan.v2i1.1759>
- Hartati, S., Harjoko, A., & Mulyana, A. T. (2002). Animasi Dan Visualisasi Eksperimen Bandul Matematis Dan Pegas Dengan Bahasa Pemrograman Turbo Pascal. In *Jurnal Fisika Indonesia2* (Vol. 6, pp. 41–60).
- Jati, B. M. E. (2021). *Pengantar Fisika 1* (II). GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS.
- Mosey, H. I. R., & Lumi, B. M. (2016). Penentuan Percepatan Gravitasi Lokal Di Universitas Sam Ratulangi Manado Berdasarkan Teori Getaran Harmonik. *Jurnal Ilmiah Sains*, 16(2), 104. <https://doi.org/10.35799/jis.16.2.2016.15150>
- Suciarahmat, A., & Pramudya, Y. (2015). Aplikasi Sensor Smartphone dalam Eksperimen Penentuan Percepatan Gravitasi. *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(55), 10-13.
- Rosdianto, H. (2017). Penentuan Percepatan Gravitasi Pada Percobaan Gerak Jatuh Bebas Dengan Memanfaatkan Rangkaian Relai. *SPEKTRA: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 2(2), 107. <https://doi.org/10.21009/spektra.022.03>
- Rukin, S. P. (2019). Metodologi Penelitian Kualitatif. Yayasan Ahmar Cendekia Indonesia.

- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Alfabeta.
- Syahrul, Adler, J., & Andriana. (2013). Pengukur Percepatan Gravitasi Menggunakan Gerak Harmonik Sederhana Metode Bandul. *Jurnal Teknik Komputer Unikom*, 2(2), 5–9.
- Toda, S., Mala Tati, M. Y., Bhoga, Y. C., & Astro, R. B. (2020). Penentuan Percepatan Gravitasi Menggunakan Konsep Gerak Jatuh Bebas. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 30–37. <https://doi.org/10.37478/optika.v4i1.367>
- Edy. W., & Zaki, A.. (2015). *Membuat game android dengan unity 3D*. Elex Media Komputindo.