

Akuisisi Data Pengukuran Percepatan Gravitasi Bumi Berbasis LabVIEW sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Fisika Dasar

Bardan Bulaka^{1*}, Sutrisnawati Mehora², Salman Alfaris³

^{1,2,3}Pendidikan Fisika, Universitas Sembilanbelas November, Kolaka, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/geoscienceed.v6i2.691>

Article Info

Received:

Revised:

Accepted:

Correspondence:

bardanbul@gmail.com

Abstract: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji alat peraga berbasis Arduino yang terintegrasi dengan *software* LabVIEW untuk pengukuran percepatan gravitasi Bumi melalui percobaan gerak osilasi ayunan bandul, yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran dalam mata kuliah Fisika Dasar. Alat peraga ini terdiri dari *hardware*, *software*, dan modul penuntun yang dirancang untuk mempermudah proses eksperimen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni dengan pendekatan metode *Research and Development* (R&D). Uji coba alat dilakukan di Laboratorium Dasar Fisika USN Kolaka, dengan pengujian dilakukan sebanyak lima kali percobaan untuk mengukur kesalahan relatif (ϵ). Hasil uji coba menunjukkan rata-rata kesalahan relatif sebesar 3,06%, yang mengindikasikan bahwa LabVIEW dapat mengolah data pengukuran dengan akurat. Uji validitas materi dan media oleh ahli menunjukkan skor indeks Gregory masing-masing sebesar 0,90 dan 0,89, yang masuk dalam kategori validitas "sangat tinggi", menandakan bahwa alat peraga ini layak digunakan. Berdasarkan tanggapan mahasiswa, uji coba terbatas dan uji coba luas menunjukkan bahwa alat peraga ini sangat praktis dan efektif, dengan skor rata-rata 96,74% dalam kategori "Sangat Praktis". Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan alat peraga berbasis LabVIEW tidak hanya meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang konsep percepatan gravitasi tetapi juga memberikan pengalaman praktis yang menarik dan interaktif dalam eksperimen fisika dasar.

Keywords: Alat Peraga; Arduino; Bandul; Geavitasi; LabVIEW; Ultrasonik.

Citation: Bulaka, B., Mehora, S., & Alfaris, S. (2025). Akuisisi Data Pengukuran Percepatan Gravitasi Bumi Berbasis LabVIEW sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Fisika Dasar. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi dan Geofisika (GeoScienceEd)*, 6(2), 652-657. doi: <https://doi.org/10.29303/geoscienceed.v6i2.691>

Pendahuluan

Dalam penggunaan sistem instrumentasi diberbagai kegiatan praktikum atau eksperimen, maka diperlukan suatu sistem akuisisi data untuk mengambil, mengolah, maupun menampilkan data dari suatu sensor yang terdapat pada komponen sistem instrumentasi yang digunakan (Sandi et al., 2018). Akuisisi data merupakan suatu sistem yang digunakan untuk mengambil, mengumpulkan dan

menyiapkan data yang sedang berjalan, kemudian data tersebut diolah lebih lanjut dalam komputer untuk keperluan tertentu. Penyaluran data dalam sistem akuisisi data biasanya dilakukan secara seri maupun paralel dari instrument ke computer (Setiawan, 2008).

Sistem akuisisi data atau *Data Acquisition* (DAQ) berfungsi sebagai jembatan antara lingkungan *analog* dan *digital*. DAQ banyak digunakan di laboratorium penelitian untuk pengujian dan pengukuran oleh

Email: bardanbul@gmail.com

ilmuwan dan insinyur, untuk otomasi di berbagai bidang industri dan sebagainya. Biasanya, DAQ adalah sistem yang cocok untuk mengukur sinyal arus dan tegangan. Data diperoleh oleh sensor atau transduser untuk diproses (Shiddiq et al., 2021).

Software DAQ LabVIEW sudah umum digunakan di laboratorium juga di industri sebagai *software* pengembang aplikasi akuisisi data, pemantauan juga kontroler yang menyediakan berbagai kemudahan sehingga proyek bisa lebih cepat diselesaikan dibandingkan pengembang aplikasi klasik. *Software* LabVIEW membuka kesempatan untuk terintegrasi (melalui protokol komunikasi klasik) dengan banyak perangkat keras termasuk Arduino, bahkan sudah beredar *Library LabVIEW Interface For Arduino (LVIFA base)* secara gratis, sehingga Praktikum DAQ mendekati standar industri bisa dilakukan dengan harga terjangkau. Saat ini LVIFA base telah dikembangkan menjadi LINX dari Markerhub (Bagenda & Rudati, 2020).

Fisika Dasar merupakan salah satu mata kuliah yang dalam pelaksanaannya terdapat pembahasan materi yang berkaitan gravitasi Bumi. Gravitasi ini merupakan sifat percepatan pada bumi yang menghasilkan benda jatuh secara bebas. Ketika suatu benda dilepaskan pada posisi ketinggian tertentu dari atas permukaan tanah Bumi, maka benda tersebut akan jatuh mengarah ke tanah atau menuju pusat Bumi dengan nilai percepatan tertentu. Jatuhnya benda tersebut karena adanya percepatan gravitasi Bumi (Mosey & Lumi, 2016).

Issac Newton merupakan ilmuwan yang menemukan nilai percepatan gravitasinya melalui pemikirannya terhadap buah yang jatuh mengenai kepalanya (Widiartha & Suseno, 2022). Setiap daerah di berbagai belahan Bumi memiliki nilai percepatan gravitasi yang berbeda-beda dikarenakan tinggi rendahnya suatu daerah tersebut. Namun jika di rata-ratakan, nilai percepatan gravitasi di bumi sebesar $9,831302275 \text{ m/s}^2$ (Rosdianto, 2017). Dalam menentukan nilai percepatan gravitasi dapat dicari dengan berbagai model penelitian seperti gerak harmonik sederhana dengan model bandul sederhana (Syahrul & Andriana, 2021) ataupun model gerak jatuh bebas.

Fisika Dasar juga merupakan salah satu mata kuliah yang dalam pelaksanaannya terdapat kegiatan praktikum atau melakukan eksperimen-eksperimen fisika. Pelaksanaan praktikum dalam fisika sangat penting dalam rangka mendukung pembelajaran dan memberikan penekanan pada aspek proses. Hal ini didasarkan pada tujuan pembelajaran fisika sebagai proses, yaitu meningkatkan kemampuan berpikir sehingga mahasiswa tidak hanya mampu dan terampil dalam bidang psikomotorik, melainkan juga mampu

berpikir sistematis, obyektif, dan kreatif (Syariffudin et al., 2022). Eksperimen untuk menentukan nilai percepatan gravitasi Bumi dilakukan juga dalam praktikum Fisika Dasar yang pelaksanaannya dilakukan di laboratorium fisika. Guna mendapatkan hasil atau nilai percepatan gravitasi sesuai dengan tujuan yang diharapkan, maka eksperimen atau praktikum tersebut harus didukung oleh sarana laboratorium yang memadai.

Peralatan praktikum fisika dapat juga dikombinasikan dengan beberapa perangkat keras (*hardware*) seperti mikrokontroler Arduino dan perangkat keras pendukungnya berupa sensor-sensor yang dapat terhubung (*interface*) dengan mikrokontroler Arduino tersebut. Manfaat mempelajari mikrokontroler ini adalah mahasiswa dapat memahami dasar-dasar sistem kerja dan penggunaan teknologi guna meningkatkan sumber daya manusia yang mahir teknologi di era digitalisasi dan industri 4.0 bahkan industri 5.0.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti di Laboratorium Fisika Universitas Sembilanbelas November Kolaka, pengambilan data praktikum fisika dalam hal ini data nilai percepatan gravitasi Bumi masih bersifat konvensional. Dimana untuk mendapatkan data tersebut harus menghitungnya terlebih dahulu secara manual sehingga proses ini dapat dikatakan relatif kurang efisien. Oleh karena itu, diperlukan sebuah proses akuisisi data untuk mendapatkan nilai percepatan gravitasi tersebut secara praktis dan efisien. Proses akuisisi data nilai percepatan gravitasi dapat dilakukan dengan cara digitalisasi. Pada proses digitalisasi penentuan nilai percepatan gravitasi nantinya akan menggunakan komputerisasi atau laptop digital yang telah terinstal *software* LabVIEW dan terhubung dengan perangkat keras lainnya seperti mikrokontroler Arduino dan sensor. Penggunaan media perangkat keras dan program LabVIEW dalam praktikum pengukuran percepatan gravitasi Bumi dalam penelitian ini nantinya diharapkan dapat memberikan pengalaman praktikum yang praktis dan efisien tanpa harus mengesampingkan proses matematis.

Adapun beberapa hasil penelitian yang relevan terkait media pembelajaran berupa alat peraga untuk mengukur percepatan gravitasi bumi dan penelitian menggunakan *software* DAQ LabVIEW dengan mikrokontroler Arduino sebagai perangkat kerasnya diantaranya yaitu: (1) Perancangan alat peraga gerak harmonik berupa bandul matematis menggunakan sensor photodiode berbasis Arduino (Syariffudin et al., 2022); (2) Rancang Bangun Alat Percobaan Ayunan Bandul Sederhana Berbasis Arduino (Sinaga, 2022); (3) Hubungan antara variasi sudut dengan nilai periode pada bandul menggunakan mikrokontroler Arduino

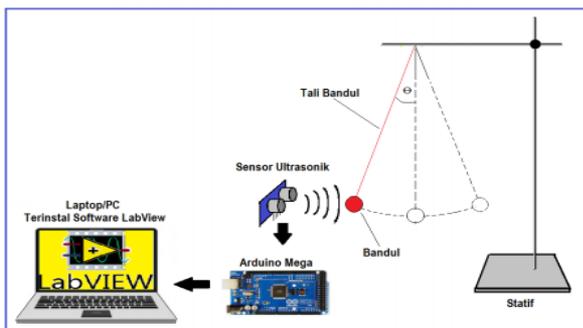
(Gani, 2021); (4) Pengembangan sistem akuisisi data menggunakan Arduino dan LabVIEW untuk eksperimen efek fotolistrik (Putri, 2019); Dan (5) Prototype sistem monitoring level air berbasis LabVIEW dan Arduino sebagai sarana pendukung praktikum instrumentasi sistem kendali (Suryantoro, 2019).

Dari hasil penelitian relevan yang menjadi rujukan tersebut, terlihat jika belum ada yang mengkombinasikan perangkat keras sensor ultrasonik dan mikrokontroler Arduino Mega untuk mengukur percepatan gravitasi Bumi yang perolehan data hasilnya belum terakuisisi oleh *software* LabVIEW. Oleh karena itu, unsur kebaruan dalam penelitian ini adalah akuisisi data percepatan gravitasi Bumi berbasis LabVIEW sebagai media pembelajaran pada mata Kuliah Fisika Dasar dengan menggunakan sensor ultrasonik dan Arduino Mega

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni dengan pendekatan metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Metode R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Prosedur dalam penelitian ini secara umum terdiri dari beberapa tahap yaitu peneliti melakukan analisis kebutuhan, mendesain produk yang dikembangkan, melakukan uji validitas dan evaluasi, dan menerapkan ke mahasiswa (Sugiyono, 2013).

Pada tahap desain produk yang dikembangkan, peneliti akan mendesain hardware dan software dimana alat dan bahan yang digunakan adalah berupa statif, bandul, *board* Arduino Mega, sensor ultrasonik, kotak/box, dan laptop yang telah terinstal *software* LabVIEW. Adapun rancangan sebuah sistem alat peraga yang dibuat adalah seperti pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Desain alat peraga gerak osilasi ayunan bandul berbasis berbdasis Arduino Mega dan *software* LabVIEW

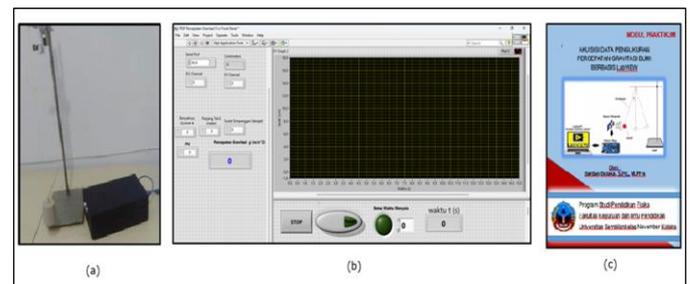
Subjek uji coba dalam penelitian ini terdiri dari subjek validitas dan subjek uji kepraktisan. Adapun kriteria untuk validitas dan uji coba kepraktisan dan keefektifan yaitu ahli media, ahli materi, dan mahasiswa. Jenis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data yang bersifat kuantitatif. Untuk penguimpulan data digunakan beberapa instrument yaitu lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media, lembar dan lembar angket kepraktisan. Sedangkan teknik analisis data dalam penelitian ini yaitu analisis deskriptif kuantitatif.

Untuk indikator capaian yang ditargetkan pada penelitian ini adalah sebagai yaitu: (1) Program LabVIEW dapat mengolah data hasil pengukuran pada alat peraga ayunan bandul sehingga diperoleh nilai percepatan gravitasi bumi; (2) Kelayakan produk valid jika hasil analisis kesepahaman pakar menunjukkan indeks Gregory ≥ 0.8 atau berada pada kategori sangat tinggi (Retnawati, 2016); (3) Sangat Praktis jika tanggapan mahasiswa memperlihatkan skor $\geq 81\%$ dengan kriteria “Sangat Praktis” dan atau “sangat mendukung” (Martin et al., 2022).

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Uji Kesalahan Relatif Alat

Setelah alat peraga gerak osilasi ayunan bandul untuk menentukan percepatan gravitasi (g) berbasis Arduino yang terintegrasi dengan *software* LabVIEW dirancang, maka setelah itu dilakukan pembuatan alat baik dari segi hardware maupun *software* termasuk modul penuntun penggunaan alat. Adapun hasil pembuatan alat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. (a) Alat peraga (*hardware*), (b) Program LabVIEW (*software*), dan (c) Modul penuntun

Setelah pembuatan *hardware*, *software*, dan modul penuntun penggunaan alat peraga, maka setelah itu dilakukan uji coba di Laboratorium Dasar Fisika USN Kolaka. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kesalahan relatif (ϵ) terhadap pengambilan data. Setiap percobaan dilakukan sebanyak lima kali secara berulang, dimana setiap pengujian dilakukan pada perlakuan yang sama diaman sudut simpangan $\theta=15^\circ$, panjang tali $l = 0,5$ m, dan banyaknya ayunan $n = 10$

kali. Adapun hasil uji coba alat dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil uji coba alat peraga

No	t (s)	g (m/s ²)	ϵ (%)
1	14,53	9,34	4.69%
2	14,54	9,33	4.80%
3	14,32	9,62	1.84%
4	14,29	9,66	1.43%
5	14,37	9,55	2.55%

Berdasarkan data pada Tabel 1, diperoleh rata-rata kesalahan relatifnya adalah 3,06%. Nilai persentase tersebut menunjukkan bahwa Program LabVIEW dapat mengolah data hasil pengukuran pada alat peraga ayunan bandul sehingga diperoleh nilai percepatan gravitasi Bumi dengan kesalahartan relatif yang cukup rendah.

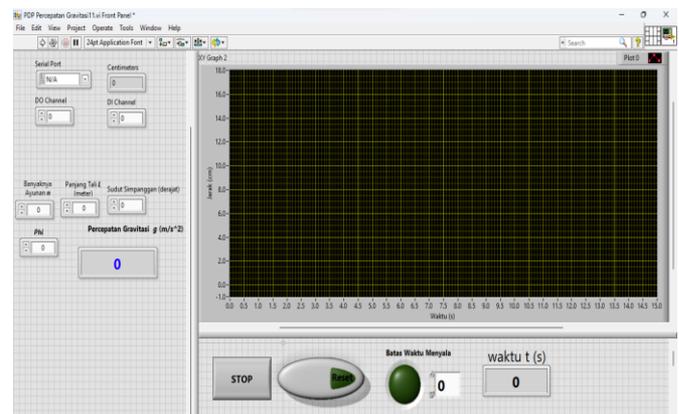
2. Hasil Uji Validasi Ahli

Uji validasi ini dilakukan untuk melihat kelayakan materi dan media pada alat peraga yang dikembangkan. Untuk validasi ahli materi dilakukan kepada dua orang dosen dari Program Studi Pendidikan Fisika FKIP USN Kolaka, sedangkan validasi ahli media dilakukan oleh dua orang dosen Sistem Informasi USN Kolaka. Validasi materi dan media dilakukan dengan cara memberikan lembar angket validasi sesuai dengan kisi-kisi instrumen kepada para ahli tersebut.

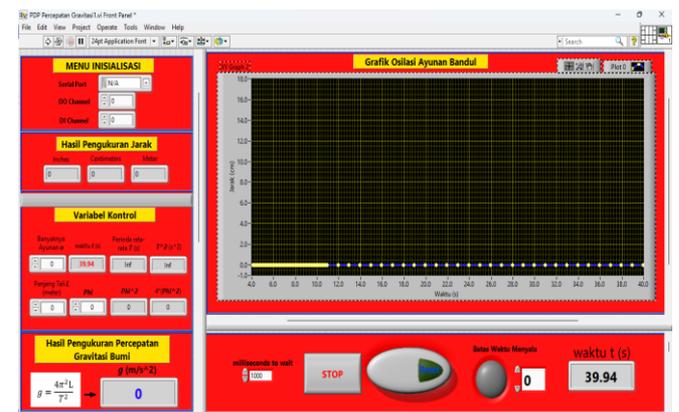
Berdasarkan hasil analisis data angket validasi materi yang dilakukan oleh dosen ahli materi terhadap alat peraga, diperoleh skor atau indeks Gregory 0,90. Sedangkan hasil analisis data terhadap angket validasi ahli materi, diperoleh skor 0,89. Berdasarkan hasil dari kedua validasi tersebut baik validasi ahli materi maupun validasi ahli media, memiliki skor yang berada pada nilai ≥ 0.80 dan termasuk dalam kriteria validasi "sangat tinggi". Hasil tersebut menunjukkan bahwa alat peraga sebagai media pembelajaran atau eksperimen akuisisi data pengukuran percepatan gravitasi Bumi berbasis *software* LabVIEW layak digunakan. Hasil validasi yang menyatakan alat peraga layak digunakan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hasil respon mahasiswa tersebut juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Martin dkk (2022) dengan judul penelitian "Pengujian Validasi Alat Peraga Instalasi Listrik 1 Phase dalam Perkuliahan Fisika Dasar 2" yang kesimpulan penelitiannya yaitu alat peraga yang telah dikembangkan telah memenuhi prosedur validitas dengan kategori "Sangat Valid".

Dalam angket validasi ahli materi dan ahli media, peneliti juga meminta saran dan masukan kepada kedua ahli tersebut terkait alat yang

dikembangkan. Dalam memberikan masukan, dosen ahli materi memberikan saran agar rumus dan indikator variabel-variabel yang terkait rumus di dalam perhitungan percepatan gravitasi Bumi dimunculkan pada tampilan program LabVIEW agar mahasiswa lebih mengetahui proses perhitungan rumus untuk menentukan percepatan gravitasi Bumi. Sedangkan ahli materi, memberikan masukan yaitu tampilan layar program LabVIEW dibuat berwarna agar lebih menarik. Adapun hasil program LabVIEW sebelum dan sesudah diberi masukan oleh kedua ahli seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut ini.



Gambar 3. Tampilan program LabVIEW sebelum direvisi



Gambar 4. Tampilan program LabVIEW etelah direvisi

3. Respon Mahasiswa terhadap Alat Peraga

Pada tahap ini dilakukan uji coba untuk mengetahui respon kepraktisan mahasiswa terhadap alat peraga yang dikembangkan. Pada tahap ini dilakukan dua kali uji coba yaitu uji coba terbatas dan uji coba lebih luas. Kedua uji coba tersebut dilakukan dengan memberikan angket kepada mahasiswa yang memprogram mata kuliah Fisika Dasar. Angket tersebut memuat penialain mahasiswa terhadap alat peraga yang digunakan pada saat praktikum dengan

jumlah indikator penilaian sebanyak 20 butir pertanyaan.

Untuk uji coba terbatas, alat peraga diterapkan pada sebuah kelas mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika USN Kolaka dimana jumlah mahasiswanya sebanyak 7 (tujuh). Sedangkan uji coba skala luas diujikan kepada kelas prodi lain yang juga sama memprogram mata kuliah Fisika Dasar. Jumlah Adapun hasil penilaian pada uji coba setelah alat peraga diterapkan sebelum dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil angket kepraktisan mahasiswa setelah alat peraga diujicobakan

Respon nden	Skor	Skor Maks.	%	Kriteria
R1	98	100	98	Sangat Praktis
R2	90	100	90	Sangat Praktis
R3	97	100	97	Sangat Praktis
R4	100	100	100	Sangat Praktis
R5	100	100	100	Sangat Praktis
R6	99	100	99	Sangat Praktis
R7	94	100	94	Sangat Praktis

Berdasarkan hasil respon mahasiswa seperti pada Tabel 2 yang melibatkan 7 orang mahasiswa responden, diperoleh bahwa rata-rata persentase skor dari keseluruhan responden adalah 96,86% dari skor maksimum 100 dengan kategori "Sangat Praktis". Selain itu, dari angket yang diberikan juga terdapat respon dari mahasiswa berupa tanggapan atau komentar yang dituliskan oleh mahasiswa yaitu pengukuran percepatan gravitasi Bumi dengan menggunakan program sangat praktis dan efektif. Komentar yang diberikan mahasiswa terhadap alat peraga tersebut menjadi masukan buat peneliti dalam merevisi alat peraga sebelum diterapkan pada uji coba luas.

Pada hasil respon mahasiswa terhadap alat peraga pada uji coba luas melibatkan 16 orang mahasiswa sebagai responden dari kelas yang berbeda, maka diperoleh bahwa rata-rata persentase skor dari keseluruhan responden adalah 96,63% dari skor maksimum 100 dengan kategori "Sangat Praktis".

Dari kedua hasil respon mahasiswa terhadap alat peraga baik hasil uji coba terbatas maupun uji coba luas, maka memperlihatkan bahwa persentase rata-rata skor tanggapan mahasiswa sebesar 96,74% dengan kategori "Sangat Praktis" atau dalam hal ini respon mahasiswa sangat mendukung terhadap alat peraga akuisisi data pengukuran percepatan gravitasi Bumi berbasis LabVIEW sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Fisika Dasar. Hasil respon mahasiswa yang diperoleh dalam penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Arvan dkk. (2022)

dengan judul "Perancangan Alat Peraga Gerak Harmonis Berupa Bandul Matematis Menggunakan Sensor Photodiode berbasis Arduino" yang kesimpulan dari tanggapan respon mahasiswanya mendapat persentase dalam kategori baik (Syarifudin et al., 2022).

Kesimpulan

Bersasarkan tujuan dan metode yang dilakukan pada penelitian ini serta hasil dan pembahasan yang diperoleh, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu: (1) Program LabVIEW dapat mengolah data hasil pengukuran pada alat peraga ayunan bandul sehingga diperoleh nilai percepatan gravitasi bumi dengan rata-rata kesalahan relatifnya adalah 3,06%; (2) Alat peraga gerak osilasi bandul untuk menentukan percepatan gravitasi Bumi yang hasil pengukurannya terakuisisi oleh program LabVIEW layak digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Fisika Dasar khususnya pada praktikum penentuan percepatan gravitasi Bumi dengan indeks Gregory hasil validasi ahli materi sebesar 0,90 dengan kriteria validasi "sangat tinggi" dan indeks Gregory hasil validasi ahli media sebesar 0,89 dengan kriteria validasi "sangat tinggi"; (3) Alat peraga juga efektif digunakan karena hasil persentase rata-rata skor dari tanggapan mahasiswa sebesar 96,74% dengan kategori "Sangat Praktis".

Ucapan Terimakasih

Kami dari tim peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek) atas dukungan pendanaan penelitian melalui program DRTPM 2024. Dukungan ini menjadi dorongan yang signifikan dalam upaya kami untuk melaksanakan penelitian yang bermutu dan berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan serta solusi bagi permasalahan di masyarakat. Kami berharap hasil dari penelitian ini dapat memenuhi harapan dan memberikan manfaat yang luas sesuai dengan tujuan bersama. Kami juga menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Sembilanbelas November Kolaka atas dukungan dan fasilitasi yang diberikan dalam terlaksananya penelitian ini. Peran serta dan dukungan dari LPPM menjadi faktor penting dalam memastikan kelancaran serta keberhasilan penelitian ini. Semoga kolaborasi ini terus terjalin dan memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan inovasi di masa mendatang serta kemajuan Universitas Sembilanbelas November Kolaka.

Daftar Pustaka

- Ash Shiddiq, A. A., Setiowati, S., & Atmojo, Y. (2021). Akuisisi data pengukuran temperatur berbasis LABVIEW. *SNTE*, 5(2), 224–227
- Bagenda, D. N., & Rudati, P. S. (2020). Akuisisi Data Menggunakan Labview Dengan Arduino Sebagai Perangkat Keras Berbiaya Rendah. *Gema Teknologi*, 20(4), 105–112. <https://doi.org/10.14710/gt.v20i4.26233>
- Gani, A. (12 2021). Hubungan Antara Variasi Sudut dengan Nilai Periode pada Bandul Menggunakan Mikrokontroler Arduino. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 6, 185. doi:10.30998/string.v6i2.11308
- Martin, Hartini, T. I., & Ermawati, I. R. (2022). Pengujian Validasi Alat Peraga Instalasi Listrik 1 Phase dalam Perkuliahan Fisika Dasar 2. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 6(2), 107–112. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v6i2.1667>
- 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), 104–107. <https://doi.org/10.35799/jis.16.2.2016.15150>
- Putri, R. C. W. (2019). Pengembangan Sistem Akuisisi Data Menggunakan Arduino dan LabVIEW untuk Eksperimen Efek Fotolistrik. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, 6(2).
- R. Setiawan, R. (2008). *Teknik Akuisisi Data*. Yogyakarta. Indonesia: Graha Ilmu.
- Retnawati, H. (2016). *Analisis kuantitatif instrumen penelitian (panduan peneliti, mahasiswa, dan psikometrian)*. Parama publishing.
- Rosdianto, H. (2017). Penentuan Percepatan Gravitasi Pada Percobaan Gerak Jatuh Bebas Dengan Memanfaatkan Rangkaian Relai. *Spektra: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 2(2), 107–112. <https://doi.org/10.21009/SPEKTRA.022.03>
- Sandi, H. A., Sudjadi, S., & Darjat, D. (2018). Perancangan Sistem Akuisisi Data Multisensor (Sensor Oksigen, Hidrogen, Suhu, Dan Tekanan) Melalui Website Berbasis Android. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 7(2), 457–463. <https://doi.org/10.14710/transient.v7i2.457-463>
- Sinaga, I. H. (2022). *Rancang Bangun Alat Percobaan Ayunan Bandul Sederhana Berbasis Arduino* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Sugiyono, D. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*.
- Suryantoro, H. (08 2019). Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1, 20. doi:10.22146/ijl.v1i3.48718
- Syahrul, S., Adler, J., & Andriana, A. (2021). Pengukur Percepatan Gravitasi Menggunakan Gerak Harmonik Sederhana Metode Bandul. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, 2(2), 5–9. Retrieved from <https://ojs.unikom.ac.id/index.php/komputika/article/view/5165>
- Syariffudin, A., Ashari, A., & Pratiwi, U. (2022). Perancangan Alat Peraga Gerak Harmonik Berupa Bandul Matematis Menggunakan Sensor Photodiode Berbasis Arduino. *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*, 2(01), 196–207.
- Widiartha, I., & Suseno, N. (09 2022). Pengukuran Percepatan Gravitasi Di Kota Metro. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10, 201. doi:10.24127/jpf.v10i2.5697