

Pengembangan Modul Eksperimen Fisika Berbantuan Phyphox Dalam Pengukuran Konstanta Pegas

Muhammad Sayyadi^{1*}, Moh Ahsan², Sholikhan³, Chandra Sundaygara⁴

^{1,3,4}Prodi Pendidikan Fisika, Universitas PGRI Kanjuruhan Malang

²Prodi Teknik Informatika, Universitas PGRI Kanjuruhan Malang

Email : sayadi@unikama.ac.id, ahsan@unikama.ac.id, sholikhan@unikama.ac.id,
chandrakirana@unikama.ac.id

* Corresponding Author

Received: 28 November 20224; Accepted: 2 Desember 2024; Published: 31 Desember 2024

Abstrak. Pada abad 21 perangkat ajar perlu terintegrasi dengan perkembangan teknologi. Perangkat ajar fisika didalamnya perlu mengandung unsur pendekatan scientific berbasis teknologi. Salah satu yang perlu diperhatikan dan dikembangkan adalah modul praktikum. Penggunaan modul praktikum yang tepat dan mengandung unsur teknologi di dalamnya akan menciptakan suasana yang menyenangkan sehingga menambah minat peserta didik dalam bereksperimen. Salah satu perangkat ajar yang dibutuhkan berupa pengembangan modul pembelajaran. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan modul berbantuan phyphox untuk menentukan nilai konstanta pegas dengan metode statis, dinamis, dan berbantuan phyphox. Teori yang digunakan dalam pengembangan modul adalah analyze, design, develop, implement, dan evaluate yang disingkat ADDIE. Modul divalidasi oleh 3 validator dengan uji terbatas pada 12 mahasiswa. Hasil yang didapat dari validator tentang isi materi, media, maupun dari responden dengan kriteria layak. Semakin besar pemuluran pada pegas, maka nilai k yang di dapatkan akan semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa nilai k berbanding terbalik dengan besar kecilnya simpangan atau pertambahan panjang pada pegas (Δx).

Kata Kunci: phyphox; teknologi; konstanta pegas.

Copyright © 2024 Jurnal Terapan Sains dan Teknologi

How to cite: Sayyadi, M., Ahsan, M., & Sholikhan., Sundaygara, C. (2024). Pengembangan Modul Eksperimen Fisika Berbantuan Phyphox Dalam Pengukuran Konstanta Pegas. *Jurnal Terapan Sains dan Teknologi*, 6 (4), 311-318. <https://doi.org/10.21067/jtst.v6i4.11242>

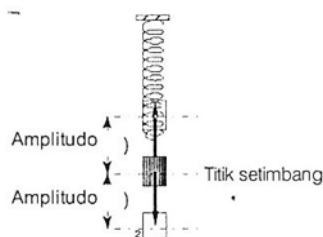
Pendahuluan

Kurikulum merdeka belajar mengajarkan pendidik maupun peserta didik agar dapat memaknai permasalahan tertentu, sehingga perlu adanya inovasi dalam pembelajaran agar proses pembelajaran tetap hidup serta berjalan bersama dengan perkembangan zaman. Kemajuan zaman juga menuntut proses pembelajaran selalu beriringan kemajuan teknologi, sebab peserta didik pada abad ini (abad 21) sudah mengenal teknologi sejak dini dan memberikan pengaruh besar kepada kehidupan manusia termasuk peserta didik (Zulfitria, 2018). Peran pendidik (dosen) sangat dibutuhkan dalam menyusun perangkat pembelajaran sesuai dengan latar belakang mahasiswa yang sudah mengenal teknologi sebelum di bangku sekolah. Pengetahuan mahasiswa tentang teknologi dari dasar hingga pendidikan tinggi memerlukan perhatian terutama dalam memilih metode atau modul yang cocok dan sesuai dengan harapan peserta didik. Selain dari aspek teknologi, pemilihan metode pembelajaran perlu disesuaikan dengan materi yang akan diajarkan khususnya pada mata kuliah fisika yang bersifat eksperimental.

Pada dasarnya fisika merupakan ilmu pengetahuan yang disertai dengan pembuktian melalui proses eksperimental untuk menjawab maupun menemukan konsep. Proses eksperimental adalah tindakan yang dapat meningkatkan keefektifan dan hasil belajar (Majid, A., Rochman, 2014). Melalui kegiatan eksperimen dapat membantu mahasiswa mampu menghubungkan hasil-hasil pengamatan dan menarik kesimpulan dari percobaan yang dilakukan (Hamid et al., 2022). Penemuan ini didukung oleh penelitian sebelumnya bahwa proses menemukan konsep melalui kegiatan praktikum dapat membantu peserta didik menghubungkan teori yang dipelajari dengan hasil percobaan yang relevan dengan peristiwa yang dialami siswa di dalam kehidupan sehari-hari sehingga konsep yang dipejari dapat dipahami dengan mudah (Dari & Nasih 2019). Hal ini disebabkan bahwa belajar fisika mempelajari tentang alam (Johari & Muslim, 2018). Dalam pelaksanaan praktikum fisika untuk membuktikan peristiwa yang berkaitan dengan fenomena kehidupan perlu adanya keterlibatan teknologi agar pada pelaksanaan tidak membuat peserta didik jenuh.

Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian bahwa menggunakan metode praktikum atau eksperimen dalam pembelajaran fisika akan lebih menarik (Ardhuha, Wahyudi, dan Kosim, 2013). Pelaksanaan praktikum yang dikolaborasikan dengan teknologi akan membuat pembelajaran tambah hidup, sehingga banyak aplikasi virtual (maya) dapat digunakan untuk membantu siswa (Sujanem et al., 2019). Dalam penerapan metode ini, perangkat yang cocok bahkan menjadi pegangan sehari-hari mahasiswa yaitu *smartphone*. Selain itu, kemampuan yang dimiliki *smartphone* sangat tinggi dengan fungsi penggunaannya menyerupai komputer (Imam, 2019). Pada *smartphone* ada salah satu fitur atau aplikasi pembelajaran fisika yang mudah di install dalam *smartphone* adalah *phyphox*. Aplikasi *phyphox* mampu mengintegrasikan berbagai jenis sensor ke dalam *smartphone*, PC, maupun laptop untuk melakukan pengukuran secara eksperimental. Aplikasi *phyphox* (physical phone experiments) dirilis dalam Google's Play Store dan Apple's App Store pada bulan September tahun dua ribu enam belas (Staacks, Hütz, Heinke, & Stampfer, 2018). Aplikasi *phyphox* dirancang sebagai sarana penunjang percobaan-percobaan fisika sederhana (Nurfadilah et al., 2019). Pada saat membuka aplikasi *phyphox* terdapat fitur Remote access yang berfungsi sebagai fitur pengendali jarak jauh untuk mempermudah pengguna dalam pengambilan dan analisis data. Pemanfaatan aplikasi yang didalamnya terdapat sensor dapat membantu pengguna dalam meminimalisir kesalahan dalam pengukuran serta dapat membantu proses pembacaan data hasil praktikum. Aplikasi *phyphox* dapat membantu ketajaman hasil pengukuran konstanta pegas serta dapat menentukan hubungan antara besarnya gaya (F) dan simpangan (Δx). Hubungan dari besaran gaya, simpangan, dan konstanta dapat ditulis dengan persamaan $F = -k\Delta x$.

Pada persamaan $F = -k\Delta x$ dimana F merupakan gaya yang diberikan, Δx adalah pertambahan panjang pegas dan k adalah konstanta pegas yang digunakan dalam percobaan. Pada persamaan ini juga terdapat tanda (-) menunjukkan bahwa gaya yang ditimbulkan berlawanan dengan simpangan. Gaya yang ditimbulkan oleh pegas sebagai gaya pemulih yang menyebabkan terjadinya osilasi selama tidak ada gesekan dari luar yang mempengaruhi. Konstanta pegas dapat dihitung dengan metode statis pada persamaan $k = F/\Delta x$.



Pada saat pegas berpegait diberi beban kemudian ditarik dengan simpangan kebawah kemudian dilepaskan, maka akan kelihatan gaya pemulih yang bekerja. Besarnya gaya pemulih yang ditimbulkan oleh osilasi sebanding dengan simpangan namun aranya selalu berlawanan. Secara matematis periode osilasi yang ditimbulkan oleh gaya pemulih dapat ditulis dengan persamaan :

$$T = t/n \quad (1)$$

Akibat yang ditimbulkan oleh osilasi pegas yang mengalami percepatan sehingga konsep fisika yang berlaku adalah Hukum 2 Newton dengan persamaan:

$$\sum F = F_{\text{pemulih}} \quad (2)$$

$$m \cdot a = -k \cdot \Delta x \quad (3)$$

$$\text{dimana } a = -m \cdot \omega^2$$

$$-\omega^2 \cdot m = -k \quad (4)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (5)$$

$$T^2 = 4\pi^2 \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (6)$$

Dari persamaan diatas kemudian di dapat persamaan $k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$, sehingga penentuan konstanta pegas didapatkan dengan metode dinamis yaitu pengukuran dilakukan secara berulang ulang. Pada persamaan diatas dimana k merupakan nilai konstanta pegas yang digunakan pada saat percobaan, m adalah massa beban pengait dan T adalah periode yang ditimbulkan pada saat pegas melakukan osilasi.

Berdasarkan hasil uraian tentang cara memperoleh konstanta pegas untuk menentukan nilai konstanta pegas, maka perlu dilakukan pengembangan modul praktikum. Pengembangan modul dilakukan dengan 3 lembar kerja tiga metode yang berbeda yaitu: metode statis, dinamis, dan berbantuan aplikasi phyphox. Pengembangan modul berbantuan aplikasi *phyphox* diharapkan mampu menambah tingkat pemahaman peserta didik (mahasiswa) dalam penentuan konstanta pegas serta untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Metode Penelitian

Pengembangan (Research and Development) yang dilakukan pada penelitian ini adalah menyempurnakan modul praktikum sebelumnya. Modul yang digunakan dalam percobaan hukum Hook cenderung menggunakan metode statis. Metode penelitian yang digunakan mengacu pada teori ADDIE (analyze, design, develop, implement, dan evaluate) (Risalat al., 2022). Tahapan ADDIE yang pertama pada penelitian ini dimulai dari proses analisis kinerja mahasiswa dengan cara mengumpulkan informasi tentang pelaksanaan praktikum hukum hook serta memberikan solusi terkait masalah yang dihadapi mahasiswa, kemudian menganalisis kebutuhan untuk menentukan kompetensi yang perlu dipelajari oleh mahasiswa. Pada tahap desain (rancangan), peneliti membuat rancangan modul praktikum penentuan konstanta pegas ke dalam tiga jenis metode yaitu : metode statis, dinamis, dan metode menggunakan aplikasi pada smartphone (*phyphox*). Lanjutan dari tahap ini adalah melakukan penyusunan instrumen penelitian seperti lembar validasi materi, media dari dosen ahli media. Hasil dan saran dari dosen ahli materi maupun media akan dilanjutkan pada proses perbaikan modul sesuai masukan dan saran dari validator. Pada tahap pengembangan (*Development*), modul yang dikembangkan dengan bantuan *phyphox* akan divalidasi oleh ahli materi maupun ahli media. Tujuan dari dilakukan validasi ahli

adalah untuk mengetahui kelayakan modul yang sudah di rancang, sehingga kualitas modul dianggap layak untuk digunakan. Pada tahap Implementasi modul praktikum berbantuan *phyphox*, dilakukan uji coba terbatas pada mahasiswa program studi pendidikan fisika. Uji coba terbatas ini dilakukan pada kelompok kecil dengan jumlah mahasiswa sebanyak 12 orang, untuk mengetahui respon terhadap modul praktikum yang sudah dirancang. Pada tahap ini, mahasiswa diwajibkan menginstal aplikasi *phyphox* pada HP peserta didik. Peneliti menyampaikan memberikan materi yang berkaitan dengan konsep hukum hook, kemudian memberi arahan kepada mahasiswa terkait dengan 3 metode praktikum yang akan dilakukan. Pengarahan dilakukan dengan cara memberi petunjuk berupa pemilihan alat dan bahan dengan mengambil 3 pegas dengan jenis dan konstanta yang sama, namun metode yang digunakan berbeda-beda. Tahap akhir yang digunakan pada penelitian ini adalah evaluasi (*evaluation*). Pada tahap ini dilakukan untuk memperbaiki kekurangan modul berdasarkan dari saran validator maupun dari hasil uji coba, sehingga terbentuk hasil akhir berupa modul praktikum hukum Hook yang layak untuk digunakan oleh mahasiswa dan peneliti lain.

Subjek penelitian yang dilibatkan dalam penelitian ini adalah mahasiswa program studi Pendidikan fisika Universitas PGRI Kanjuruhan Malang angkatan 2024/2025. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan lembar instrumen validasi dan lembar angket. Instrumen validasi dibagi menjadi dua bagian yang terdiri dari lembar penilaian materi dan lembar penilaian media. Instrumen yang kedua berupa angket, instrumen ini digunakan untuk mengetahui dan mengukur respon mahasiswa terhadap modul praktikum yang dikembangkan.

Hasil dan Pembahasan

Produk yang dihasilkan dari penelitian pengembangan ini berupa modul praktikum berbantuan *phyphox* dalam pengukuran konstanta pegas. Permasalahan yang terjadi dilapangan, mahasiswa masih sering mengalami kesulitan dalam menentukan persamaan/perbedaan antara metode percobaan statis dan dinamis untuk menentukan konstanta pegas. Mahasiswa kebanyakan menganggap konstanta pegas didapat hanya dengan metode statis. Tiga metode yang berkumpul jadi satu dalam satu modul akan menambah pengetahuan dan kemampuan siswa dalam menganalisis data hasil percobaan, hal ini karena ada tiga metode yang diterapkan dengan tujuan yang sama. Pengembangan modul ini juga berfungsi sebagai pegangan asisten, maupun praktikan ketika akan melakukan pengukuran konstanta pegas. Hal ini sangat membantu mahasiswa dalam melakukan praktikum mandiri di laboratorium. Adapun tahapan pembahasan pada penelitian ini beruntun mulai dari analisis sampai dengan tahap evaluasi.

Pada tahap analisis, peneliti melakukan analisis kebutuhan dan analisis kinerja. Temuan yang diperoleh dari hasil analisis kebutuhan adalah modul praktikum yang digunakan dalam menentukan konstanta pegas hanya mencakup langkah-langkah dengan pendekatan metode statis. Adapun langkah-langkahnya dilakukan dengan cara menggantungkan sebuah pegas pada statif dan kemudian dilakukan pengukuran panjang pegas. Pada saat pegas diberikan beban pengait, kemudian dilakukan pengukuran pertambahan panjang pegas akibat dari pemuluran. Hasil yang didapat dari proses pengukuran (Δx), kemudian dihitung konstanta pegas dengan mengukur massa beban agar dapat menghitung besarnya gaya (F). Berhubung modul perlu adanya pengembangan, sehingga perlu tambahan metode dinamis dan *phyphox* dalam modul praktikum.

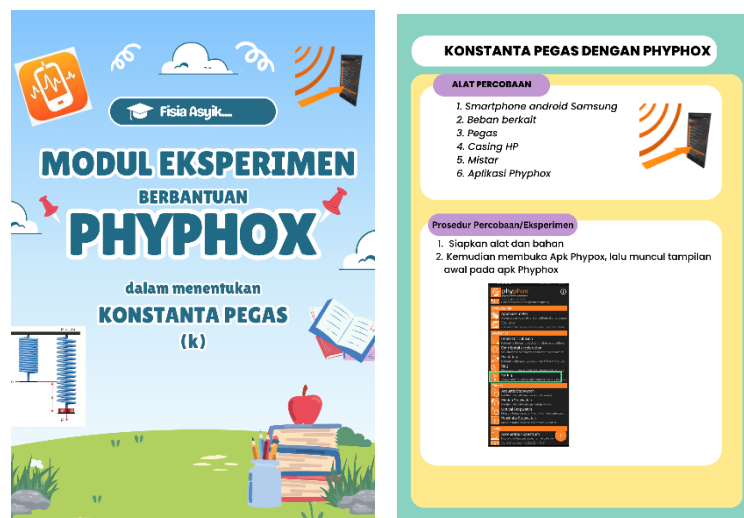
Pada analisis kinerja, peneliti melakukan analisis terhadap kendala yang dialami mahasiswa saat melakukan praktikum. Hasil wawancara yang dilakukan kepada praktikan, mereka sulit menganalisis persamaan maupun perbedaan antara penentuan konstanta pegas yang di dapat dengan metode statis maupun dinamis. Masalah yang sering dialami, mahasiswa menganggap antara penentuan konstanta pegas hanya dapat ditemukan melalui konsep hukum Hook, padahal konstanta pegas juga dapat ditentukan melalui percobaan gerak harmonik

sederhana dan penggunaan aplikasi melalui smartphone (*phyphox*). Berdasarkan dari temuan ini, sehingga peneliti mengembangkan modul praktikum berbantuan *phyphox* dalam pengukuran konstanta pegas.

Pada tahap desain, peneliti telah melakukan penyusunan modul praktikum terhadap masalah yang didapatkan pada tahap analisis. Pada tahap ini, metode yang digunakan oleh peneliti adalah statis dan dinamis serta disempurnakan dengan metode yang menggunakan smartphon (*phyphox*) dalam pelaksanaan paktikum. Hal ini bertujuan agar memperkuat pemahaman dan ketajaman analisis mahasiswa dalam menentukan konstanta suatu pegas.

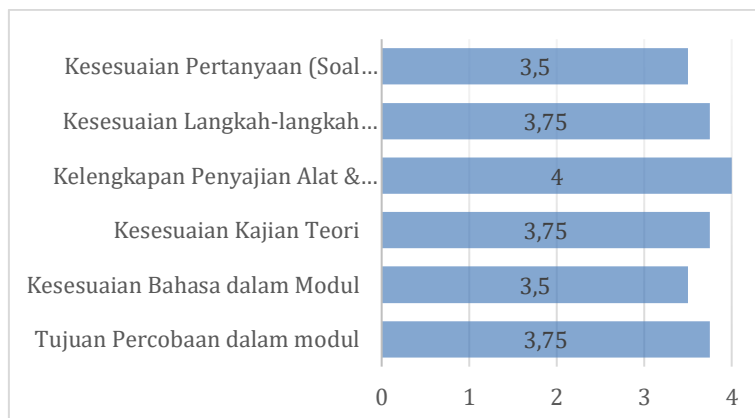
Pada tahap rancangan modul, terdiri dari empat tahapan seperti mengkaji materi, memilih format yang sesuai, merancang cover modul, serta penyusunan instrumen. Kajian materi disesuaikan dengan buku sumber seperti buku yang dikarang oleh serway, halliday serta buku-buku pendukung lainnya. Format modul yang digunakan dalam penelitian terdiri dari tiga bagian pokok yang terdiri dari tahap pendahuluan, isi, dan penutup (Fatmawati et all, 2021). Modul yang disusun pada penelitian ini terdiri dari delapan tahapan yaitu membuat tujuan praktikum, kajian materi, menulis dan menyebutkan alat dan bahan percobaan, persiapan alat dan bahan praktikum, perhitungan hasil dan grafik, menjawab pertanyaan, dan menyimpulkan hasil. Modul dilengkapi dengan petunjuk penggunaan aplikasi *phyphox*.

Pada tahap pengembangan (*development*), modul yang sudah didesain kemudian dilakukan validasi instrument oleh ahli media dan ahli materi. Pengujian kelayakan produk juga dilakukan dengan memberikan angket uji terbatas kepada mahasiswa. Pada tahap pengembangana ini, ada lembar khusus untuk saran sebagai dasar peneliti untuk melakukan perbaikan pada modul. Berikut ini tampilan rancangan modul praktikum yang dikembangkan.



Gambar 1. Tampilan Cover dan Langkah Kegiatan Praktikum

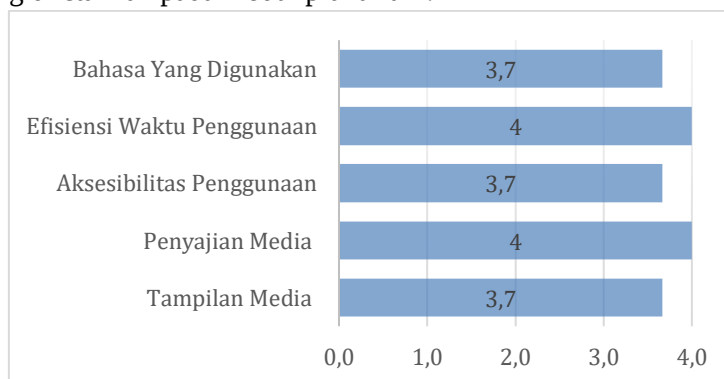
Modul praktikum yang sudah dikembangkan dan dilanjutkan tahap validasi ahli materi. Tujuan dilakukan validasi materi yaitu agar dapat pengesahan maupun pengakuan dari pihak lain tentang kesesuaian modul dengan kebutuhan yang diperlukan. Kesesuaian modul sangat menentukan layak atau tidaknya dipergunakan oleh mahasiswa. Pada tahap penilaian materi pada modul, peneliti memberikan hasil pengembangan modul kepada validator untuk dinilai. Validator yang dipilih memang ahli dibidang ilmu fisika dan benar-benar menguasai hukum Hook dan gerak harmonik sederhana pada pegas. Saran dan masukan dari ahli materi dapat membantu dalam penyempurnaan modul. Berikut ini hasil yang diberikan oleh validator kepada peneliti kemudian diungkapkan dalam bentuk grafik.



Gambar 2. Grafik Validasi Modul

Hasil yang diberikan oleh ahli materi menunjukkan kesesuaian pertanyaan dan bahasa mendapatkan nilai terendah dibandingkan indikator yang lain, namun masih termasuk kategori layak untuk digunakan. Pada indikator tujuan percobaan, kesesuaian langkah-langkah praktikum, kesesuaian penyajian teori sudah mendekati penilaian sempurna dengan nilai 3,75 dan dinyatakan layak untuk digunakan. Pada indikator tahap penyajian alat dan bahan sudah dikatakan sempurna, karena mulai tahap persiapan dan kesediaan alat dan bahan memang lengkap sehingga bisa dikatakan sangat layak untuk digunakan. Pada tahap kesesuaian bahasa dan pertanyaan yang ada di dalam modul, peneliti melakukan perbaikan sesuai dengan saran dari ahli materi.

Setelah diperoleh hasil dari ahli materi, selanjutnya hasil pemaparan nilai yang ditunjukkan oleh ahli media. Penilaian validasi yang dilakukan oleh ahli media bertujuan untuk memeriksa dan melihat kesesuaian materi dengan media yang digunakan. Media yang berupa alat, bahan, dan aplikasi yang digunakan dalam praktikum apa sudah sesuai dengan materi maupun kajian materi yang diletakkan pada modul praktikum.

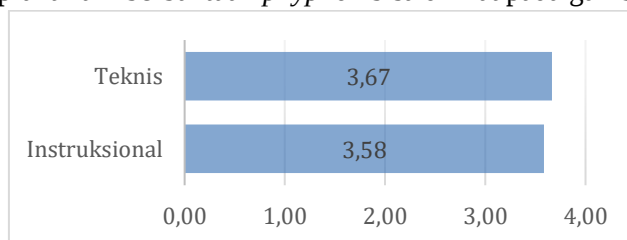


Gambar 2. Grafik Validasi Media

Hasil validasi yang dilakukan oleh ahli media, dari keempat indikator mulai dari bahasa pada aplikasi media phyphox mendapatkan nilai 3,7, efisiensi waktu pada saat penggunaan dengan nilai 4, aksesibilitas penggunaan media dengan nilai 3,7, penyajian media dengan nilai 4, dan tampilan media dengan nilai 3,7. Hal ini menunjukkan bahwa media yang digunakan layak untuk dilakukan uji coba kepada peserta didik (mahasiswa). Saran yang dilontarkan ahli media, pada tahap langkah-langkah praktikum berbantuan phyphox menggunakan kalimat (bahasa) yang mudah di pahami. Dengan kalimat yang mudah dipahami, sehingga penggunaan media dapat diterapkan di luar kampus (rumah/kos).

Hasil uji coba terbatas dilakukan kepada 12 mahasiswa. Uji coba modul dilakukan untuk mengetahui kemampuan mahasiswa dalam menggunakan modul praktikum. Uji coba modul dilakukan kepada mahasiswa Angkatan 2024 yang sedang menempuh mata kuliah dasar-dasar

instrumentasi. Pemilihan peserta dilakukan secara heterogen yang terdiri dari kemampuan tinggi, sedang dan rendah. Pada kegiatan pengamatan, peneliti dibantu oleh asisten praktikum. Setelah proses praktikum selesai, mahasiswa diminta untuk mengisi angket sebagai bentuk respon terhadap modul yang digunakan. Pada tahap ini, peneliti ingin mengetahui kepraktisan modul praktikum terhadap respon mahasiswa yang dituangkan dalam bentuk angket. Berikut ini hasil uji coba kepraktisan modul praktikum berbantuan *phyphox* bisa dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Uji Coba Modul

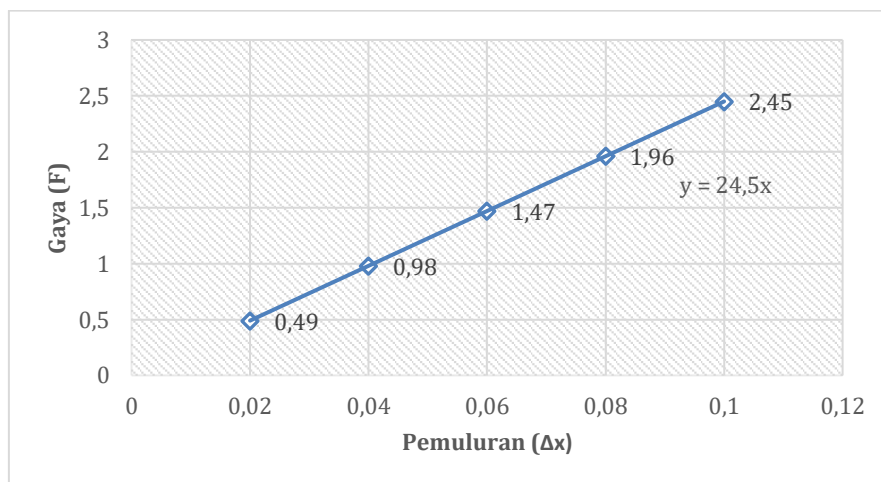
Pada hasil uji coba terbatas, nilai rata-rata yang diberikan responden terhadap modul praktikum yaitu pada aspek kualitas instruksional mendapatkan nilai rata-rata sebesar 3,58 dan pada aspek teknis mendapat nilai rata-rata 3,67. Hal ini menunjukkan bahwa modul eksperimen berbantuan *phyphox* layak untuk digunakan oleh peserta didik. Nilai minimal yang diberikan responden yaitu mendapat angka 3 dan maksimal angka 4 sesuai aturan skala likert. Pada kualitas instruksional, penggunaan media *phyphox* dalam modul mampu menumbuhkan rasa ingin tahu mahasiswa, aplikasi *phyphox* juga bisa digunakan di luar ruangan, dan bahasa yang digunakan pada modul mudah dicerna. Pada kualitas teknis, tampilan media di dalam modul mampu menarik minat praktikan, langkah-langkah penggunaan media yang tertuang di dalam modul mudah dipahami, dan teks yang disajikan mudah dibaca oleh praktikan (peserta didik).

Tahap ke empat pada penelitian ini yaitu implementasi (*implementation*), pada tahap ini dilakukan uji kelayakan modul kepada 12 mahasiswa program studi pendidikan fisika yang sedang menenempuh mata kuliah dasar-dasar instrumentasi. Mahasiswa yang diujicobakan dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga kelompok, kelompok pertama melakukan praktikum menggunakan metode statis, kelompok kedua menggunakan metode dinamis, dan kelompok ketiga menggunakan aplikasi *phyphox*. Setiap kelompok akan bergantian untuk mencoba setiap metode praktikum. Berikut ini salah satu sampel pada saat melakukan praktikum.



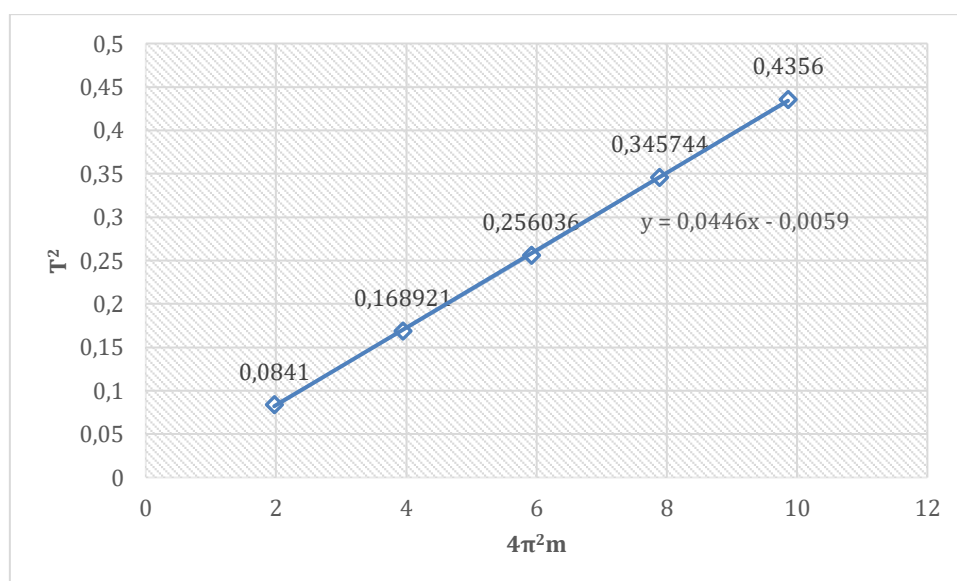
Gambar 4. Skema praktikum berbantuan *phyphox*

Hasil praktikum yang dilakukan dengan metode statis dapat disajikan melalui proses pengukuran tunggal dan berulang. Pengukuran pertambahan panjang (pemuluran) dan simpangan pada pegas menggunakan penggaris dengan Nilai Skala Terkecil (NST) 1 mm atau 0,1 cm. Beban yang digunakan adalah beban berkaitan dengan skala minimum beban 10 gram dan skala maksimum beban 50 gram. Beban pengait dapat ditambahkan sesuai dengan massa yang diinginkan oleh praktikan. Berikut ini grafik hubungan gaya (F) dan pertambahan panjang (Δx).



Gambar 5. Grafik Hubungan F- Δx

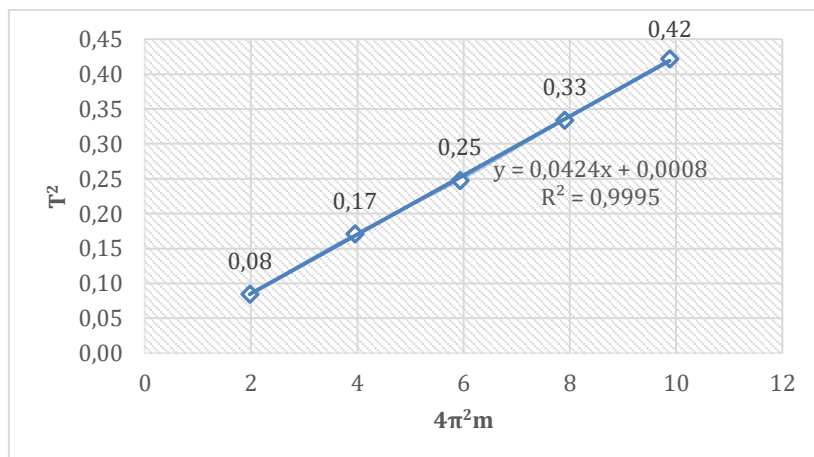
Setelah melakukan percobaan statis, kemudian dilakukan analisis untuk menentukan konstanta pegas yang dilakukan dengan metode dinamis. Simpangan yang diberikan sebesar 20 mm, dengan jumlah gerakan 10 kali untuk mendapatkan periode hasil dari osilasi pada pegas. Berikut ini grafik yang ditampilkan pada percobaan dinamis.



Gambar 5. Grafik konstanta pegas dengan metode dinamis

Data yang ditunjukkan pada gambar 4 dan gambar 5 menunjukkan hasil plotting hubungan massa dengan kuadrat periode pada simpangan 20 mm. Hasil plotting menunjukkan nilai gradien atau kemiringan sebesar 0,0446, sehingga $1/k = 0,0446$ maka nilai k berdasarkan grafik 5 diperoleh dengan cara $k = 1/0,0446 = 22,42 \text{ N/m}$.

Metode akhir yang digunakan dalam tahap uji coba modul adalah proses pelaksanaan praktikum dilakukan dengan berbantuan aplikasi *phyphox*. Pada aplikasi ini menggunakan *smartphone* yang digantungkan pada pegas dan statif. Adapun massa *smartphone* yang digunakan sebesar 191 gram ketambahan massa beban pengait. Adapun besaran yang ditunjukkan pada aplikasi *phyphox* adalah besarnya frekuensi ketika pegas diberi simpangan sebesar 20 mm. Berikut ini grafik yang diperoleh dari proses gerak harmonik sedemikian berbantuan *phyphox*.



Gambar 5. Grafik Nilai Konstanta Pegas Berbantuan phyphox

Hasil plotting menunjukkan nilai gradien atau kemiringan sebesar 0,0424, sehingga $1/k = 0,0424$. Untuk mendapatkan nilai k berdasarkan grafik 5 diperoleh dengan cara $k = 1/0,0424 = 23,58 \text{ N/m}$.

Hasil semua data yang diperoleh dari praktikum dengan metode statis, dinamis, maupun berbantuan phyphox dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil konstanta pegas (k) dengan penggunaan tiga metode

Penggunaan Metode	Nilai k (N/m)		Ralat Relatif	Ketelitian
	Hitungan	Grafik		
Statis	$24,36 \pm 0,16$	24,5	0,64%	99,36%
Dinamis	$23,21 \pm 0,11$	22,42	0,49%	99,51%
Phyphox	$23,44 \pm 0,14$	23,58	0,61%	99,39%

Konstanta pegas yang ditunjukkan dari hasil percobaan menunjukkan ketelitian yang signifikan. Pada saat proses pengambilan data, semakin besar beban penggait yang ditambahkan maka simpangan yang diberikan oleh pegas juga bertambah. Dari kasus ini menandakan bahwa semakin besar pemuluran pegas, maka konstanta pegas akan semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa konstanta pegas berbanding terbalik dengan simpangan (pertambahan panjang).

Hasil perolehan konstanta pegas yang ditunjukkan pada tabel 1 menunjukkan perbedaan hasil praktikum dengan tiga metode yang berbeda dengan jenis pegas yang sama. Perbedaan hasil dalam pengamatan, biasa ditemukan pada saat melakukan praktikum. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor error, seperti penggunaan stopwatch pada saat menghitung besaran waktu, kurangnya konsentrasi pada saat melakukan pengukuran dan faktor-faktor lainnya diluar kontrol peneliti. Data konstanta pegas yang ditunjukkan oleh *phyphox* menunjukkan ketelitian yang baik sekali karena sesuai dengan ketetapan alat pabrik yang melalui proses QC dengan konstanta pegas 23-24 N/m, hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa penggunaan aplikasi *phyphox* dapat meminimalisasi kesalahan dalam pengukuran (Widiastuti et al., 2022).

Pada tahap akhir penelitian yaitu evaluasi (*evaluation*), tahap ini peneliti melakukan evaluasi terhadap modul praktikum yang sudah dikembangkan. Dari hasil evaluasi proses pada saat pelaksanaan praktikum, antusias dan motivasi mahasiswa bertambah. Hal ini juga sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa penerapan aplikasi *phyphox* dalam pembelajaran mampu meningkatkan motivasi siswa (Giudice, 2018). Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Sahlan et al, 2021 bahwa penggunaan aplikasi *phyphox* dalam pembelajaran fisika juga dapat meningkatkan semangat dan motivasi belajar peserta didik. Penggunaan aplikasi *phyphox* dapat membantu peserta didik melakukan percobaan di luar sekolah (rumah), hal ini didukung oleh temuan sebelumnya bahwa penggunaan aplikasi *phyphox* pada smartphone dapat digunakan pada pembelajaran mandiri dan *blended learning* (Novitasari et al, 2021). Saran dan masukan dari

validator maupun responden akan tetap menjadi temuan sebagai pengembangan pada modul yang akan datang. Pada tahap implementasi pada modul ini hanya dilakukan pada pengukuran tunggal, sehingga perlu dilakukan uji lanjutan untuk pengukuran berulang.

Penutup

Berdasarkan perolehan data hasil penelitian, diperoleh pengembangan modul eksperimen berbantuan *phyphox* untuk menentukan konstanta pada pegas. Modul tersusun dari delapan tahapan yaitu membuat tujuan praktikum, kajian materi, menulis dan menyebutkan alat dan bahan percobaan, persiapan alat dan bahan praktikum, perhitungan hasil dan membuat grafik, menjawab pertanyaan, dan menyimpulkan hasil. Modul dilengkapi dengan petunjuk penggunaan aplikasi *phyphox* dan menggunakan tahapan dari teori ADDIE (*analyze, design, develop, implement, dan evaluate*). Pada tahap implementasi dilakukan uji coba terbatas pada 12 mahasiswa yaitu statis, dinamis, dan aplikasi *phyphox*. Hasil konstanta pegas metode statis didapat $k = (24,36 \pm 0,16)$, dinamis $k = (23,21 \pm 0,11)$, dan *phyphox* besarnya nilai $k = 23,44 \pm 0,14$. Semakin besar pemuluran pada pegas, maka nilai k yang di dapatkan akan semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa nilai k berbanding terbalik dengan besar kecilnya simpangan atau pertambahan panjang pada pegas (Δx).

Daftar Pustaka

- Ardhuha j., Wahyudi, dan Kosim. (2013): Pengembangan panduan praktikum fundamental of physics II sebagai bahan ajar untuk mendukung pelaksanaan praktikum pada program khusus PGMIPABI di FKIP Unram: Jurnal Kependidikan, 12(1), 37-41.
- Dari, R. W., & Nasih, N. R. 2019. Identifikasi Tingkat Kps Mahasiswa Praktikum Pembiasan Kaca Plan Paralel Menggunakan Panduan Praktikum Berbasis E-Modul. JIFP (Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya), 3(2), 47-57.
- Fatmawati, I., Handhika, J., & Kurniadi, E. (2021). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Setrada (Seni Tari Dan Drama) Materi Getaran Gelombang Dan Bunyi. Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika, 8(1), 14-24.
- Giancoli. (2001). Fisika Jilid I (terjemahan), Jakarta: Erlangga
- Giudice Johari, G. Lo. 2018. *Davvero prof prendiamo i nostri cellulari? Fisica in Mobile Learning*.
- Halliday, David dan Resnick. (2012). Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1, Jakarta: Erlangga, 419.
- Hamid, A., dan Syukri, M., & Shalina, P. (2022). Pengembangan Modul Praktikum Fisika Dasar I Berbasis Keterampilan Proses Sains. Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika, 9 (2), 143-153
- Imam. (2019). Pengaplikasian Smartphone Sebagian Media Komunikasi Interpersonal di Kalangan Pegawai di Kementrian Agama Kabupaten Aceh Barat. Malaysia: Internasional Journal of Islamic Studies and Social Sciences, 1(2), 344-369.
- Johari, A. H., & Muslim. 2018. *Application of experiential learning model using simple physical kit to increase attitude toward physics student senior high school in fluid*. Journal of Physics: Conference Series, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012032> 1013(1).
- Majid, A., Rochman, C. 2014. Pendekatan Ilmiah Dalam Implementasi Bandung: Rosda Karya.
- Novitasari, S., Tulandi, D. A., & Lolowang, J. (2021). Pengembangan Panduan Praktikum Online Menggunakan Smartphone Berbasis Aplikasi Phypox. Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika, 2(1), 35-42.
<https://doi.org/10.53682/charmsains.v2i1.77>
- Nurfadilah, N., Ishafit, I., Herawati, R., & Nurulia, E. (2019). Pengembangan Panduan Eksperimen Fisika Menggunakan Smartphone dengan Aplikasi Phyphox Pada Materi Tumbukan. Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika, 10(2), 101-107.
<https://doi.org/10.26877/jp2f.v10i2.4019>

- Risal, Zef, Rachman Hakim dan Aminol Rosid Abdullah. *Metode Penelitian Dan Pengembangan Research and Development (R&D) Konsep, Teori-Teori, dan Desain Penelitian*. Malang: Literasi Nusantara Abadi, 2022.
- Sahlan, S., Widodo, W., & Ishafit, I. (2021). Pengaruh Model Experiential Learning Berbantuan Aplikasi Phyphox Terhadap Motivasi Belajar Fisika Di Sma. Karst: JURNAL PENDIDIKAN FISIKA DAN TERAPANNYA, 4(2), 76–82. <https://doi.org/10.46918/karst.v4i2.1142>
- Staacks, S., Hütz, S., Heinke, H., & Stampfer, C. 2018. *Advanced tools for smartphone-based experiments: Phyphox*. Physics Education, 53(4), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aac05e>
- Sujanem, R., Suswandi, I., & Yasa, P. (2019). Pemanfaatan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Android Bagi Guru-Guru Fisika SMA. International Journal of Community Service Learning, 3(4), 279. <https://doi.org/10.23887/ijcsl.v3i4.22551>
- Zulfitria, Z. (2018). Pola Asuh Orang Tua Dalam Penggunaan Smartphone Pada Anak Sekolah Dasar. Jurnal Holistika, 1(2).
- Widiastuti, Y., Latief F. 2022. Analisis Eksperimen Penentuan Konstanta Pegas Menggunakan Metode Statis, Dinamis, Aplikasi Phypox Dalam Pembelajaran Fisika. Proceeding Seminar Nasional IPA XII. 1-11. <https://proceeding.unnes.ac.id/snipa/article/view/1330>