

ANALYSIS OF SIMPLE HARMONIC MOTION CONCEPT IN SPRINGS USING THE PHET APPLICATION

Ranny Chairiyah

rannychairiyah@gmail.com

Universitas Riau

ABSTRAK

Gerak Harmonik Sederhana (GHS) merupakan salah satu materi yang penting untuk dipelajari dalam fisika. Materi ini merupakan dasar-dasar dalam memahami berbagai gejala yang lebih kompleks, seperti osilasi dan redaman. Ada beberapa kasus yang dapat kita analisis sebagai gerak harmonik, salah satunya ialah pegas. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis gerak pada pegas untuk mendapatkan persamaan geraknya, baik yang teredam maupun tidak teredam. Dan menganalisis apa saja energi yang dikerjakan oleh pegas dengan bantuan aplikasi PhET.

Kata Kunci: Gerak Harmonik sederhana, pegas, redaman, aplikasi persamaan diferensial orde dua PhET Colorado.

PENDAHULUAN

Pendidikan selalu menjadi isu yang menarik untuk dibahas. Walaupun pendidikan sifatnya selalu berkembang dari zaman ke zaman, namun tidak sedikit permasalahan pendidikan yang harus ditangani. Permasalahan ini terdiri dari banyak aspek diantaranya ialah sistem pendidikan, kurikulum dan pemerataan pendidikan. Kesenjangan pendidikan di daerah perkotaan dan pedesaan masih sangat kental baik dari segi kualitas dan kuantitas guru, sarana prasarana, serta kebersihan sekolah yang mendukung kenyamanan dalam proses belajar dan sebagainya.

Seperti yang dikemukakan oleh Robert Chambers (1932) kesenjangan sosial merupakan semua gejala yang terjadi di seluruh lapisan masyarakat. Gejala ini muncul karena adanya perbedaan keuangan atau ekonomi antara masyarakat yang berada di wilayah tertentu. Perbedaan ekonomi menjadi persoalan utama yang menyebabkan kesenjangan dalam pendidikan yang tentunya berpengaruh pada kesenjangan sarana prasarana dalam laboratorium sekolah. Fasilitas laboratorium menjadi sesuatu yang vital dalam proses belajar karena siswa dapat mempraktikkan dan mengimplementasikan apa yang sudah dijabarkan oleh guru di kelas. Oleh karena itu perlu adanya terobosan yang membuat kegiatan di dalam laboratorium menjadi efisien dan mobilitas rendah, terlebih di era pandemi saat ini.

Praktikum dalam proses pembelajaran fisika sangat penting, terlebih praktikum materi dinamika. Karena peserta didik dapat melihat dan memahami secara langsung lewat praktikum. Salah satu terobosan yang dapat dilakukan ialah dengan menggunakan aplikasi Phet. Dengan memanfaatkan teknologi, peserta didik dapat dengan mudah dan efisien dalam menjalankan praktikum tanpa keluar rumah yang tentunya menghemat biaya serta meminimalisir mobilitas guna menekan angka kasus positif covid-19 di Indonesia. Phet merupakan salah satu aplikasi yang menyediakan animasi pembelajaran pada fisika, biologi dan beragam ilmu pengetahuan alam lain dalam bentuk animasi dan blog. Didalam aplikasi Phet, terdapat sub-sub file yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan. Media ini dapat menampilkan suatu materi dengan gamblang sehingga peserta didik dengan mudah memahami materi tersebut. Didalam Phet, pengguna dapat memanipulasi kegiatan-kegiatan yang berkenaan dengan eksperimen, yaitu

dengan meng-klik tombol yang tersedia pada tab ribbon. Penggunaan aplikasi Phet sangat dibutuhkan karena mudah digunakan, efisien, dan menggunakan teknologi mutakhir yang aman, baik untuk peserta didik maupun guru. Pada kesempatan kali ini, saya akan menganalisis gerak osilasi pada pegas, dengan bantuan aplikasi Phet.

Gerak Harmonik Sederhana adalah gerak periodik atau gerak berulang melalui titik setimbang dengan periode dan frekuensi konstan. Ketika suatu partikel bergerak berulang dan pada lintasan yang sama, maka partikel tersebut bergerak osilasi. Menurut Paul A. Tripler (1991) osilasi dapat terjadi bila sebuah sistem diganggu dari posisi kesetimbangan stabilnya. Karakteristik gerak osilasi yang paling dikenal adalah gerak tersebut bersifat periodic, yaitu berulang-ulang. Banyak contoh gerak osilasi diantaranya ialah senar alat music yang bergetar, bandul yang berayun ke kiri dan ke kanan, pegas yang bergerak naik turun, dan semacamnya.

Gerak harmonik menjadi sangat penting pada kelas sekolah menengah atas karena menjadi materi wajib pada mata pelajaran fisika. Materi ini umumnya dipraktikan pada bandul dan pegas. Biasanya pengukuran dilakukan dengan metode konvensional yang memerlukan alat-alat yang simpel dan tidak terlalu kompleks. Sejatinya, gerak harmonik dalam kehidupan nyata tidak ada, dikarenakan kondisi bumi yang memiliki atmosfer membuat apapun benda yang bergerak mengalami gesekan yang membuat sewaktu-waktu benda yang bergerak osilasi akan diam. Untuk memudahkan pemahaman konsep, pada bagian gerak osilasi kurang teredam, anggap saja benda tidak mengalami gesekan eksternal atau berada dalam ruangan vakum udara yang membuat pegas berosilasi dengan kontinu atau tidak akan berhenti osilasi.

Praktikum dalam proses pembelajaran fisika sangat penting, terlebih praktikum materi dinamika. Karena peserta didik dapat melihat dan memahami secara langsung lewat praktikum. Salah satu terobosan yang dapat dilakukan ialah dengan menggunakan aplikasi Phet. Dengan memanfaatkan teknologi, peserta didik dapat dengan mudah dan efisien dalam menjalankan praktikum tanpa keluar rumah yang tentunya menghemat biaya serta meminimalisir mobilitas guna menekan angka kasus positif covid-19 di Indonesia. Phet merupakan salah satu aplikasi yang menyediakan animasi pembelajaran pada fisika, biologi dan beragam ilmu pengetahuan alam lain dalam bentuk animasi dan blog. Didalam aplikasi Phet, terdapat sub-sub file yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan. Media ini dapat menampilkan suatu materi dengan gamblang sehingga peserta didik dengan mudah memahami materi tersebut. Didalam Phet, pengguna dapat memanipulasi kegiatan-kegiatan yang berkenaan dengan eksperimen, yaitu dengan meng-klik tombol yang tersedia pada tab ribbon. Penggunaan aplikasi Phet sangat dibutuhkan karena mudah digunakan, efisien, dan menggunakan teknologi mutakhir yang aman, baik untuk peserta didik maupun guru. Pada kesempatan kali ini, saya akan menganalisis gerak osilasi pada pegas, dengan bantuan aplikasi Phet.

Gerak Harmonik Sederhana adalah gerak periodik atau gerak berulang melalui titik setimbang dengan periode dan frekuensi konstan. Ketika suatu partikel bergerak berulang dan pada lintasan yang sama, maka partikel tersebut bergerak osilasi. Menurut Paul A. Tripler (1991) osilasi dapat terjadi bila sebuah sistem diganggu dari posisi kesetimbangan stabilnya. Karakteristik gerak osilasi yang paling dikenal adalah gerak tersebut bersifat periodic, yaitu berulang-ulang. Banyak contoh gerak osilasi diantaranya ialah senar alat music yang bergetar, bandul yang berayun ke kiri dan ke kanan, pegas yang bergerak naik turun, dan semacamnya.

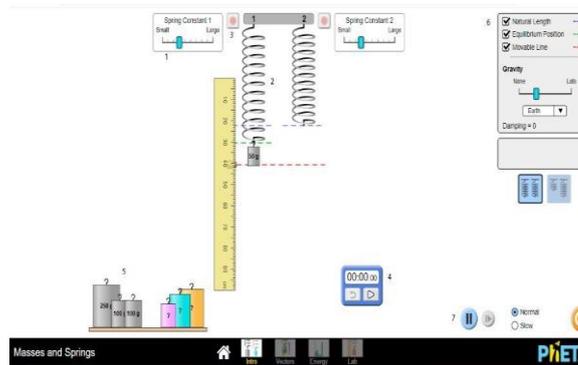
Gerak harmonik menjadi sangat penting pada kelas sekolah menengah atas karena menjadi materi wajib pada mata pelajaran fisika. Materi ini umumnya dipraktikan pada bandul dan pegas. Biasanya pengukuran dilakukan dengan metode konvensional yang memerlukan alat-alat yang simpel dan tidak terlalu kompleks. Sejatinya, gerak harmonik dalam kehidupan nyata tidak ada, dikarenakan kondisi bumi yang memiliki atmosfer membuat apapun benda yang bergerak mengalami gesekan yang membuat sewaktu-waktu benda yang bergerak osilasi akan diam. Untuk memudahkan pemahaman konsep, pada bagian gerak osilasi kurang teredam,

anggap saja benda tidak mengalami gesekan eksternal atau berada dalam ruangan vakum udara yang membuat pegas berosilasi dengan kontinu atau tidak akan berhenti osilasi.

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut: (1) Tahap persiapan; (2) penyusunan instrumen; (3) melakukan eksperimen; (4) analisis data; (5) penarikan kesimpulan.

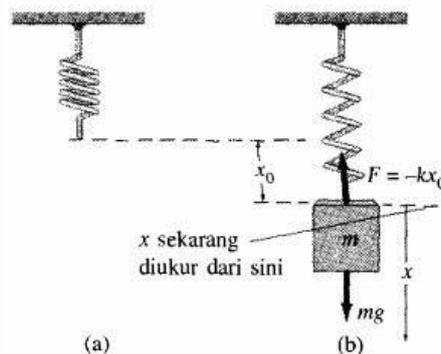
Alat yang diperlukan ialah komputer beserta peranti pendukung operasinya dan internet. Komputer digunakan sebagai media untuk membuka aplikasi Phet, dan internet sebagai penghubung jaringan. Sistematika penelitian disusun sedemikian rupa pada gambar 1.1. Untuk pengukuran pegas, disediakan variable massa 50 gram, 100 gram, dan 250 gram serta diberikan simpangan sebesar 10 cm. Setelah itu, analisis data terhadap waktu untuk mendapatkan persamaan gerakanya.



Gambar 1.1 Ilustrasi gerak osilasi pegas pada aplikasi PhET.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat, massa beban pada gerak harmonis pegas sangat berpengaruh pada osilasi pegas. Berikut grafik panjang simpangan pegas terhadap waktu untuk masing-masing berat yaitu 50 gram, 100 gram, dan 250 gram. Namun sebelum itu kita hitung terlebih dahulu berapa simpangannya yang dijabarkan sebagai berikut:



Untuk kasus sistem yang tidak teredam sama sekali Sesuai hukum newton II $\sum F = ma$, maka:

$$\sum F = ma$$

$$-kx_0 = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

$$D^2x + \frac{k}{m}x = 0$$

$$D_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$D_{1,2} = \frac{-0 \pm \sqrt{0^2 - 4(1)\left(\frac{k}{m}\right)}}{2(1)}$$

$$D_{1,2} = 0 \pm \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$D_{1,2} = 0 \pm \omega i$$

$$(D + \omega i)(D - \omega i) = 0$$

$$x = A \sin(\omega t + \gamma)$$

Setelah didapat persamaan simpangannya, berikut tabel periode osilasi pada masing-masing beban yang didapat dari hasil percobaan pada aplikasi Phet.

No	Massa beban	Periode	Frekuensi
1	50 gram	2,89 sekon	0,34 Hz
2	100 gram	4,16 sekon	0,24 Hz
3	250 gram	6,46 sekon	0,15 Hz

Setelah didapat data periode dari masing-masing beban, kita dapat mengetahui frekuensi sudutnya yaitu :

$$\omega = 2\pi f$$

Untuk $m = 50$ gram, $\omega = 2,1 \text{ rad/s}$

Untuk $m = 100$ gram $\omega = 1,5 \text{ rad/s}$

Untuk $m = 250$ gram $\omega = 0,9 \text{ rad/s}$

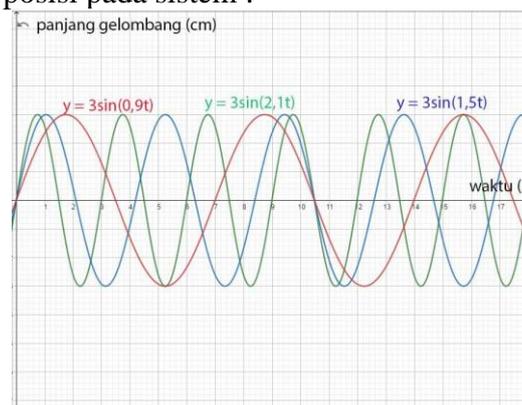
Setelah didapat frekuensi sudut untuk masing-masing benda, kita dapat menentukan persamaan simpangannya yaitu sebagai berikut :

Untuk $m = 50$ gram, $x = 3 \sin(2,1t) \text{ cm}$

Untuk $m = 100$ gram, $x = 3 \sin(1,5t) \text{ cm}$

Untuk $m = 250$ gram, $x = 3 \sin(0,9t) \text{ cm}$

Berikut grafik dari fungsi posisi pada sistem :



Setelah didapat fungsi posisi dari pegas, kita dapat mencari kecepatan yang berupa turunan pertama dari fungsi posisi dan percepatannya yang berupa turunan kedua dari fungsi posisi atau turunan pertama dari fungsi kecepatan. Berikut penjabarannya :

$$v = \frac{dx}{dt}$$

Untuk $m = 50$ gram, $x = 3 \sin(2,1t) \text{ cm}$

$$v = \frac{dx}{dt} \rightarrow v = \frac{d(3 \sin(2,1t))}{dt} \rightarrow v = 6,3 \cos(2,1t) \text{ cm/s}$$

Untuk $m = 100$ gram, $x = 3 \sin(1,5t) \text{ cm}$

$$v = \frac{dx}{dt} \rightarrow v = \frac{d(3 \sin(1,5t))}{dt} \rightarrow v = 4,5 \cos(1,5t) \text{ cm/s}$$

Untuk m = 250 gram, x = 3 sin (0, 9t) cm

$$v = \frac{dx}{dt} \rightarrow v = \frac{d(3 \sin(0,9t))}{dt} \rightarrow v = 1,8 \cos(0,9t) \text{ cm/s}$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

Untuk m = 50gram, x = 3 sin (2, 1t) cm

$$a = \frac{dv}{dt} \rightarrow a = \frac{d(6,3 \cos(2,1t))}{dt} \rightarrow a = 13,23 \sin(2,1t) \text{ cm/s}^2$$

$$a = 13,23x \text{ cm/s}^2$$

Untuk m = 100 gram, x = 3 sin (1, 5t) cm

$$a = \frac{dv}{dt} \rightarrow a = \frac{d(4,5 \cos(1,5t))}{dt} \rightarrow a = -6,75 \sin(1,5t) \text{ cm/s}^2$$

$$a = -6,75x \text{ cm/s}^2$$

Untuk m = 250 gram, x = 3 sin (0, 9t) cm

$$a = \frac{dv}{dt} \rightarrow a = \frac{d(1,8 \cos(0,9t))}{dt} \rightarrow a = -3,78 \sin(0,9t) \text{ cm/s}^2$$

$$a = -3,78x \text{ cm/s}^2$$

Energi yang bekerja sebagai berikut :

Bila sebuah benda bergerak osilasi pada sebuah pegas, energy kinetic dan energy potensial sistem benda berubah terhadap waktu, sementara energy total sistem konstan (dengan mengangap tidak ada gesekan pada sistem). Energi potensial pegas dengan konstanta k dan teregang sejauh x dari kesetimbangannya ialah sebagai berikut:

$$dW = F dx$$

$$dW = kx dx$$

$$\int dW = \int kx dx$$

$$U = \frac{1}{2} kx^2$$

Energi kinetic sebuah benda bermassa m yang bergerak dengan kelajuan v pada pegas ialah sebagai berikut :

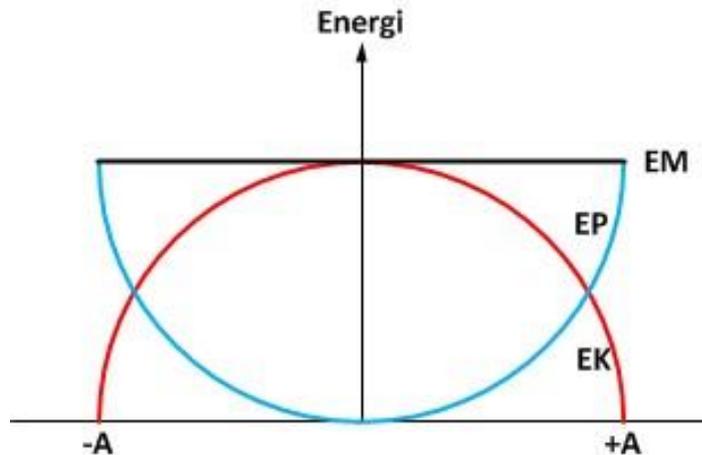
$$K = \frac{1}{2} mv^2$$

Energi total adalah penjumlahan energi kintetik dan energi potensial pegas sebagai berikut :

$$E_{total} = U + K$$

$$E_{total} = 21_ kx^2 + 12_ mv^2$$

Pada amplitudo maksimum benda memiliki simpangan maksimum yang menyebabkan nilai energy potensial pegas di posisi ini maksimum akan tetapi benda tidak memiliki kecepatan yang mengakibatkan energi kinetiknya nol. Sebaliknya saat benda pada posisi setimbang, nilai kecepatannya maksimum yang menyebabkan nilai energy kinetiknya juga maksimum, namun energy potensial pegasnya bernilai nol karena nilai simpangannya nol. Maka didapatpersamaan sebagai berikut :



saat posisi benda di simpangan maksimum $E_{total} = \frac{1}{2}kA^2$

saat posisi benda di titik kesetimbangan $E_{total} = \frac{1}{2}mv_{maks}^2$

Berikut energi total yang terdapat pada masing-masing persamaan :

- Untuk $m = 50\text{gram}$, $x = 3 \sin(2, 1t)\text{cm}$

$$v = \frac{dx}{dt} \rightarrow v = \frac{d(3 \sin(2,1t))}{dt} \rightarrow v = 6,3 \cos(2,1t) \text{ cm/s}$$

$$\text{Maka } v_{maks} = 6,3 \text{ cm/s} \rightarrow 0,063 \text{ m/s}$$

$$E_{total} = \frac{1}{2}mv_{maks}^2 \rightarrow E_{total} = \frac{1}{2}(0,05)(0,063)^2$$

$$E_{total} = 9,9225 \cdot 10^{-5} \text{ joule}$$

- Untuk $m = 100 \text{ gram}$, $x = 3 \sin(1, 5t) \text{ cm}$

$$v = \frac{dx}{dt} \rightarrow v = \frac{d(3 \sin(1,5t))}{dt} \rightarrow v = 4,5 \cos(1,5t) \text{ cm/s}$$

$$\text{Maka } v_{maks} = 4,5 \text{ cm/s} \rightarrow 0,045 \text{ m/s}$$

$$E_{total} = \frac{1}{2}mv_{maks}^2 \rightarrow E_{total} = \frac{1}{2}(0,1)(0,045)^2$$

$$E_{total} = 10,125 \cdot 10^{-5} \text{ joule}$$

- Untuk $m = 250 \text{ gram}$, $x = 3 \sin(0, 9t) \text{ cm}$

$$v = \frac{dx}{dt} \rightarrow v = \frac{d(3 \sin(0,9t))}{dt} \rightarrow v = 1,8 \cos(0,9t) \text{ cm/s}$$

$$\text{Maka } v_{maks} = 1,8 \text{ cm/s} \rightarrow 0,018 \text{ m/s}$$

$$E_{total} = \frac{1}{2}mv_{maks}^2 \rightarrow E_{total} = \frac{1}{2}(0,25)(0,018)^2$$

$$E_{total} = 4,05 \cdot 10^{-5} \text{ joule}$$

Untuk kasus sistem teredam

$$\Sigma F = ma$$

$$-ky - lv = ma$$

$$ma + lv + ky = 0$$

$$m \frac{d^2y}{dt^2} + l \frac{dy}{dt} + ky = 0$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{l}{m} \frac{dy}{dt} + \frac{k}{m} y = 0$$

Missal $2 \frac{l}{m} = b$, maka:

$$D^2y + D2by + \omega^2y = 0$$

$$D_{1,2} = \frac{-2b \pm 2\sqrt{b^2 - \omega^2}}{2}$$

$$D = -b \pm \sqrt{b^2 - \omega^2}$$

Terdapat tiga kemungkinan tipe akar persamaan yang akan didapat, bergantung pada selisih antara nilai b^2 dan ω^2 . Terdapat tiga kondisi terkait kekuatan redaman yaitu sebagai berikut :

Kurang teredam

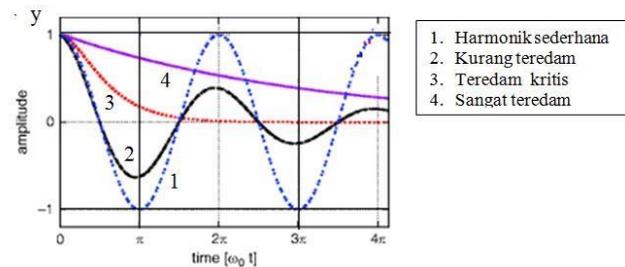
Kondisi kurang teredam terjadi akibat nilai $b^2 > \omega^2$

Teredam kritis

Kondisi teredam kritis terjadi akibat nilai $b^2 = \omega^2$

Sangat teredam

Kondisi sangat teredam terjadi akibat nilai $b^2 < \omega^2$



KESIMPULAN

Dengan menganalisis gerak pegas menggunakan bantuan aplikasi Phet tentunya mempermudah jalannya eksperimen, karena dengan mudah dan cepat kita dapat melihat gerakan pegas lalu mencari persamaan gerak pegas yang didapat dari data periode osilasi masing-masing sistem. Karena eksperimen dilakukan secara virtual tentunya peserta didik akan merasakan perbedaan yang signifikan saat menjalankan eksperimen offline. Karena prosedur pengambilan data pada eksperimen langsung dan virtual berbeda. Diharapkan penggunaan aplikasi Phet ini, dapat memberikan gambaran pada peserta didik pada eksperimen yang dilaksanakan secara langsung. Tujuan eksperimen virtual pegas ini ialah untuk memahami dinamika gerak osilasi pada pegas dengan mobilitas yang sangat ditekankan, karena situasi pandemi saat ini yang tidak memungkinkan peserta didik menjalankan eksperimen tatap muka disekolah karena dapat membahayakan diri sendiri dan lingkungan sekitar dari penularan virus Covid-19, serta membuat peserta didik belajar menggunakan media teknologi sebagai sarana eksperimen.

Osilasi yang terjadi pada pegas, sangat bergantung pada massa beban. Setiap variasi

beban yang diberikan menunjukkan perubahan panjang dan periode pegas. Dari grafik-grafik diatas dapat kita lihat perbedaan panjang pegas dan periode yang berbeda pada masing-masing beban. Semakin besar massa dari beban, semakin lambat pegas beresilasi. Pada massa 50 gram ditunjukkan kecepatan osilasi pegas cukup cepat. Sedangkan pada beban bermassa 250 gram osilasi pegas panjang gelombang relatif panjang dengan frekuensi kecil, artinya benda bergerak lebih lambat dibandingkan beban 50 gram. Begitu juga pada usaha yang dikerjakan pegas, semakin besar massanya semakin kecil pula usaha yang dikerjakan pegas.

Sejatinya, gerak harmonik dalam kehidupan sehari-hari hampir mustahil terjadi, dikarenakan bumi memiliki atmosfer atau partikel udara yang menyebabkan benda mengalami gesekan. Oleh karena itu, telah dijabarkan pula situasi yang terjadi pada gerak osilasi pegas yang teredam karena sesuai di kehidupan nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Alim, JA. (2020). Analysis of Scientific Communication Skills By Using Big Books In Elementary Schools, jilid 1655 terbitan 1. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1655/1/012048>
- Alim, JA. (2021). Item Analysis of Heat Transfer Concept Using Rasch Model In Elementary School, jilid 2049 terbitan 1. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2049/1/012058>
- Alim, JA. (2021). Tunjuk Ajar: Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan. Pengembangan Media Big Book Pada Materi Konduktor Siswa Kelas V Sekolah Dasar, jilid 5 terbitan 1. <https://doi.org/10.31258/jta.v5i1.43-56>
- Alim, JA. (2021). Item Analysis Using Rasch Model On Geometry For Grade 1, jilid 13 terbitan 2. <https://doi.org/10.14421/al-bidayah.v13i2.697>
- Alim, JA. (2022). Analisis pengetahuan Matematika, Didaktika, Dan Teknologi Calon Guru Sekolah Dasar Menggunakan Rasch Model, jilid 10 terbitan 3. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v10i3.1042>
- Alim, JA. (2022). Student's Perception in Virtual Experiment Using PhET Simulation, jilid 10 terbitan 3.
- Alim, JA. (2023). Jurnal Eksperimental: Media Ilmiah Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah. Analisis Pemahaman Konsep Matematika Dalam Materi Perkalian Pada Siswa Sekolah Dasar, jilid 12 terbitan 1. <https://doi.org/10.31258/jta.v5i1.43-56>
- Aminnudin, Ahmad. (2007). Aplikasi Persamaan Differensial Orde II. Retrieved 2021, from https://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR.PEND.FISIKA/AHMAD_AMINNUDIN/2_Sistem_Osilasi_Pegas.pdf.
- Mudjiarto Rosmawati dan Krips, Ferina. (2016). Matematika Fisika I (hlm. 113-122). Bandung: ITB Press.
- San, Choi El-Fauzi. (2020). 2 sistem osilasi pegas. Retrieved 2021, from file:///D:/KERJAKAANQUE%202020%20update/downloadan%20mei/APLIKASI_PERSAMAAN_DIFFERENSIAL_ORDE_2.pdf.
- Tippler, Paul A. 1991. PHYSICS for scientist and Engineers Edisi 3 (hlm. 426-440). Jakarta, Indonesia: Erlangga.