Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika Indonesia

Original Research Paper

Analisis Faktor yang Menyebabkan Penyimpangan Galvanometer dan Kondisi Lampu dengan Hukum Faraday Menggunakan Laboratorium Virtual PhET

Amalia Darozatun Rahmawati[1*], Adam Malik[2]

[1,2] Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sunan Gunung Djati, Bandung, Indonesia

Article history
Received: June 4st, 2024
Revised: June 21st, 2024
Accepted: June 27st, 2024

*Corresponding Author: Rahmawati, A.D., UIN Sunan Gunung Djati, Bandung, Indonesia

Email: amaliadaroztaunr@gmail.com

Abstract: This study aims to explore the concept of Faraday's Law by allowing us to understand what factors can affect the deviation of the galvanometer needle and lamp conditions. The method used is experimental method using PhET virtual laboratory. This study shows that there are factors that affect the deviation of the galvanometer needle, namely the orientation of the poles on the magnet that is moved near or away from the coil. This is due to Lenz's law which states that the direction of the induced electric current is always opposite to the direction of the flux shift the magnet that produces it. Meanwhile, the factors that influence the condition of the lamp are the number of turns in the coil and the speed of movement of the magnet when approaching or away from the coil. This is due to Faraday's law which states that if there is a change in magnetic flux in the coil, it will produce an induced electromotive force which will flow an electric current. to the lights.

Keywords: Galvanometer, Faraday's Law, PhET Virtual Laboratory

Pendahuluan

Fisika sebagai salah satu ilmu yang dapat membantu siswa dalam memperoleh kemampuan untuk berpikir analitis. Dalam implementasinya, fisika menggunakan berbagai peristiwa alam sebagai penerapan prinsip-prinsipnya (Erviani et al., 2017; Harefa, 2022), yang berkaitan dengan objek yang kompleks (Erlangga et al., 2023). Fisika merupakan disiplin ilmu yang menyelidiki gejala-gejala alam, baik makro maupun mikro, serta saling keterkaitannya dalam upaya menentukan hubungan sebab-akibat antara gejala-gejala tersebut dengan keadaan realitas (Supardi et al., 2015). Oleh karena itu, fisika dapat membantu seseorang untuk belajar bernalar dan berpikir, sehingga dapat meningkatkan pengetahuan dan kemampuan berpikirnya.

Pembelajaran fisika memerlukan kegiatan eksperimen laboratorium, yang tentunya membutuhkan ruang laboratorium (Tuhusula et al., 2020). Karena, kegiatan yang bersifat praktikum atau eksperimental dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk secara mandiri meneliti hal-hal yang ingin mereka pelajari (Gaffar, 2016; Rizki et al., 2021). Sehingga dalam pelaksanaanya, fisika memerlukan media pembelajaran sebagai sarana untuk memvisualisasikan proses belajar.

Kemajuan informasi dan teknologi yang pesat dapat memberikan lebih banyak pilihan bagi guru untuk menggunakan media pembelajaran yang berbeda (Rizaldi et al., 2020). Seperti, program komputer yang digunakan untuk melakukan eksperimen dengan menggunakan *software* yang dikenal sebagai simulasi atau laboratorium virtual (Saputra et al., 2017).

Laboratorium virtual merupakan salah satu perangkat pembelajaran digital dengan meniru praktikum di dunia nyata yang terdiri dari beberapa instrumen laboratorium virtual yang dikendalikan oleh perangkat keras komputer (Santoso, 2009). Misalnya simulasi Physics Education and Technology (PhET) yang menawarkan simulasi dengan lebih realistis dalam mengamati fenomena yang ada, untuk membantu siswa memahami topik-topik abstrak dalam fisika (Verdian et al., 2021; Wuryaningsih & Suharno, 2014).

Simulasi PhET mendukung teknik interaktif dan konstruktivis, sehingga dapat memberikan umpan balik, dan menghasilkan karya kreatif dengan menekankan hubungan antara fenomena di dunia nyata dan ilmu pengetahuan yang mendasarinya (Adams et al., 2006; Prihatiningtyas et al., 2013). Sehingga, guru dapat memiliki media pembelajaran yang inovatif, menarik, dan produktif yang dapat

© 2024 The Author(s). This open access article is distributed under a Lisensi Creative Commons Attribution ShareAlike 4.0 International License.

memfasilitasi pembelajaran jarak jauh (Theasy et al., 2021).

Simulasi PhET merupakan media pembelajaran yang cocok untuk memahami hukum-hukum fisika, seperti induksi elektromagnetik. Karena dalam konsep induksi elektromagnetik, mata manusia tidak mungkin dapat melihat secara langsung besaran-besaran yang diteliti, seperti induksi GGL, medan magnet, fluks magnet, ataupun induksi arus (Maghfiroh & Darsono, 2023). Oleh karena itu, diperlukan sebuah simulasi yang dapat menggambarkan fenomena induksi elektromagnetik ini seperti virtual laboratorium.

Dalam hukum-hukum dasar elektromagnetik terdapat hukum Faraday yang membahas mengenai induksi (Giancoli, 2001). Faraday menyatakan bahwa medan magnet yang berfluktuasi dapat menciptakan arus listrik dalam sebuah rangkaian (Amelia et al., 2015). Dalam elektromagnetisme, hukum Faraday memiliki peran sentral yang mencakup konsep-konsep yang kaya akan aplikasi praktis. Hukum ini, menyajikan dasar teoritis untuk memahami hubungan antara perubahan medan magnetik dan induksi arus listrik.

Menurut hukum Faraday, setiap perubahan dalam medan magnet kumparan akan menghasilkan peningkatan atau penurunan gaya gerak listrik (GGL). Hal tersebut dinyatakan oleh persamaan (1), yang mana setiap perubahan dalam medan magnet kumparan akan menghasilkan GGL induksi yang sebanding dengan laju perubahan fluks (Susilo et al., 2021).

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

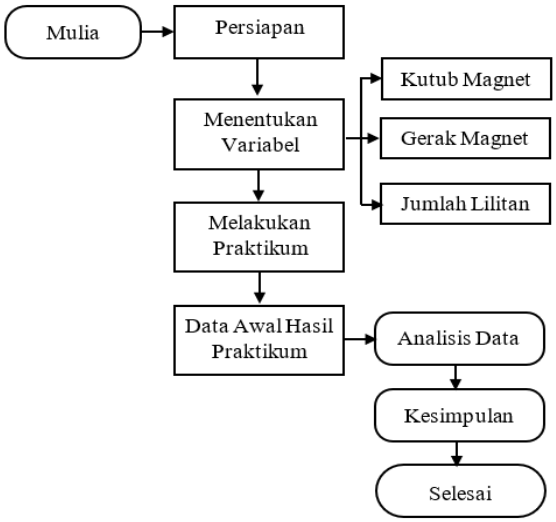
Hukum Faraday menyatakan bahwa besarnya arus listrik yang diinduksi dalam suatu konduktor sebanding dengan laju perubahan fluks magnetik yang melintasinya. Sehingga dalam penelitian ini, kita dapat mengaitkan hukum Faraday dengan perubahan tingkat pencahayaan lampu. Di mana ketika medan magnetik di sekitar kumparan berubah, hukum Faraday memprediksi bahwa akan ada perubahan dalam arus listrik yang mengalir melalui rangkaian.

Beberapa penelitian sebelumnya yang telah mempelajari hubungan kecepatan putar generator dan cahaya yang dihasilkan, menunjukkan bahwa semakin terang cahaya yang dihasilkan disebabkan oleh semakin cepatnya generator itu berputar, adapun redup terang disebabkan karena adanya sudut simpangan nyaris tak terlihat (Handi et al., 2019). Namun masih terdapat ruang untuk penelitian lebih lanjut dalam menggambarkan hukum Faraday dengan variasi parameter yang praktis seperti menggunakan laboratorium virtual.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi konsep Hukum Faraday dengan cara yang praktis dan aplikatif, khususnya dalam konteks penerangan. Dengan menerapkan pendekatan eksperimental dengan menggunakan laboratorium virtual PhET sebagai alat simulasi yang memungkinkan kita untuk memahami apa saja faktor yang dapat mempengaruhi terhadap penyimpangan jarum galvanometer dan kondisi lampu. Penggunaan laboratorium virtual PhET memberikan kesempatan untuk mengamati secara langsung faktor perubahan-perubahan dengan menggunakan konsep teoritis hukum Faraday ke dalam ranah eksperimental yang dapat dipahami dengan lebih baik.

Metode

Praktikum ini dilakukan pada laboratorium virtual dengan menggunakan *website* laboratorium virtual PhET. Laboratorium virtual ini dibuat untuk memungkinkan siswa melakukan praktikum dimanapun dan kapanpun yang dapat menghemat alat dan bahan (Fatimah et al., 2020). Metode ekperimental digunakan pada penelitian ini dengan menggunakan laboratorium virtual PhET (Marpaung et al., 2021). Metode ini memanfaatkan variabel-variabel terkontrol untuk mengamati dampaknya terhadap variabel lain dalam hubungan sebab-akibat (Hamdani et al., 2019; Ramdhan, 2021). Dengan menggunakan metode ini, peneliti memodifikasi satu atau beberapa variabel untuk mengatur variabel terkait lainnya dan kemudian melacak bagaimana perubahan tersebut mempengaruhi variabel dependen (Bonok et al., 2023).



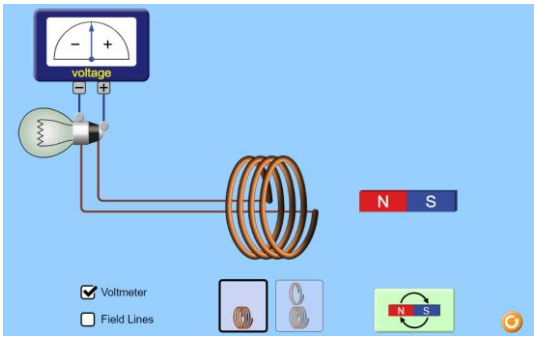
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

DOI: 10.29303/jppfi.v6i1.261

Penelitian ini menggunakan laptop dan *website* laboratorium virtual PhET sebagai alat dan bahannya. Adapun langkah-langkah dan variabel penelitian digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 1.

Pengumpulan data diambil saat praktikum berlangsung dengan menggunakan website laboratorium virtual PhET bagian *Faraday's Law* (https://phet.colorado.edu/en/simulations/faradays-law). Untuk mengetahui faktor apa saja yang dapat memengaruhi penyimpangan jarum galvanometer dan kondisi lampu, peneliti menggunakan menggunakan dua jenis lilitan sebagai kumparan, yaitu dua lilitan dan empat lilitan; orientasi kutub magnet, yaitu U-S dan S-U; dan dua gerakan magnet, yaitu cepat dan lambat.

Adapun simulasi hukum Faraday dengan menggunakan laboratorium virtual PhET ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Simulasi Hukum Faraday

Hasil dan Pembahasan

Analisis ini menggunakan simulasi laboratorium virtual PhET sebagai media praktikum yang bertujuan untuk menemukan faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kondisi nyala lampu. Dalam pengujian hubungan ini, didapatkan hasil kondisi lampu dengan perbedaan antara gerak magnet yang keluar-masuk kumparan secara cepat dan lambat dengan beberapa kali pengulangan.

Analisis Faktor yang Menyebabkan Penyimpangan Jarum Galvanometer

Hasil dari praktikum untuk mengetahui arah penyimpangan jarum galvanometer dengan menggunakan orientasi kutub magnet, gerakan magnet, dan lilitan kumparan yang berbeda. Didapatkan data dari percobaan praktikum yang setelah dianalisis diperoleh hasil yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Kutub Magnet dan Gerakan Magnet terhadap Arah Galvanometer

Kutub Magnet	Gerakan Magnet	Jarum Galvanometer	
		Lilitan 2	Lilitan 4
U-S	Cepat	Saat mendekati kumparan: Ke kiri (Negatif). Saat menjauhi kumparan: Ke kanan (Positif)	
	Lambat		
S-U	Cepat	Saat masuk mendekati: Ke kanan (Positif). Saat menjauhi kumparan: Ke kiri (Negatif)	
	Lambat		

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada kutub magnet U-S, arah jarum galvanometer menyimpang ke arah kiri ketika magnet digerakkan mendekati kumparan, sedangkan arah jarum galvanometer menyimpang ke arah kanan ketika magnet digerakkan menjauhi kumparan, kondisi ini sama atau tidak ada perbedaan pada kedua lilitan. Adapun pada kutub magnet S-U, arah jarum galvanometer menyimpang ke arah kanan ketika magnet digerakkan mendekati kumparan, sedangkan arah jarum galvanometer menyimpang ke arah kiri ketika magnet digerakkan menjauhi kumparan, kondisi ini sama atau tidak ada perbedaan pada kedua lilitan.

Hal ini disebabkan karena penyimpangan jarum galvanometer dipengaruhi oleh kutub magnet yang dimasukkan ke dalam kumparan. Hukum Lenz menyatakan bahwa arah arus listrik yang diinduksi selalu berlawanan dengan arah pergeseran fluks magnetik yang menghasilkannya. Oleh karena itu, jika magnet U-S menembus kumparan, fluks magnet di dalam kumparan akan naik sehingga jarum galvanometer akan menyimpang ke kiri, begitupun sebaliknya pada magnet S-U (Mardiansyah, 2012).

Analisis Faktor yang Menyebabkan Kondisi Lampu

Setelah mengetahui arah jarum galvanometer, selanjutnya kita dapat mengetahui kondisi lampu pada rangkaian. Hasil dari praktikum untuk mengetahui kondisi lampu dengan menggunakan orientasi kutub magnet, gerakan magnet, dan lilitan kumparan yang berbeda. Didapatkan data dari percobaan praktikum yang setelah dianalisis diperoleh hasil yang tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Kutub Magnet dan Gerakan Magnet terhadap Kondisi Lampu

Kutub Magnet	Gerakan Magnet	Kondisi Lampu	
		Lilitan 2	Lilitan 4
U-S	Cepat	Terang	Sangat Terang
	Lambat	Redup	Terang
S-U	Cepat	Terang	Sangat Terang
	Lambat	Redup	Terang

Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah lilitan, maka kondisi lampu akan semakin terang. Hukum Faraday menyatakan bahwa ketika terjadi perubahan fluks magnet di dalam kumparan, maka akan menghasilkan gaya gerak listrik induksi (Al Farisi et al., 2021). Menurut (Hayati & Nana, 2017) terdapat tiga faktor yang dapat menentukan besarnya GGL induksi yaitu: jumlah lilitan kumparan, kecepatan gerakan magnet, dan kuat magnet batang yang digunakan.

Sehingga, ketika magnet digerakkan mendekati atau menjauhi kumparan, maka fluks magnetik akan berubah lebih cepat dan GGL menjadi lebih besar. GGL yang dihasilkan oleh kumparan akan mengalirkan arus listrik ke lampu yang akan menyebabkan lampu menyala. Semakin besar GGL, maka lampu menjadi lebih terang. Sedangkan semakin kecil GGL, semakin kecil pula arus listrik yang mengalir ke lampu, sehingga lampu menjadi lebih redup. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa semakin banyak jumlah lilitan kawat, maka ggl yang dihasilkan akan semakin besar dan cahaya lampu yang dihasilkan juga semakin terang (Prasojo, 2002).

Kesimpulan

Berdasarkan eksplorasi pada virtual laboratorium PhET yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa faktor yang mempengaruhi penyimpangan jarum galvanometer adalah orientasi kutub pada magnet yang digerakkan mendekati atau menjauhi kumparan, hal ini dikarenakan hukum Lenz yang menyatakan bahwa arah arus listrik yang diinduksi selalu berlawanan dengan arah pergeseran fluks magnetik yang menghasilkannya. Sedangkan faktor yang mempengaruhi kondisi lampu adalah jumlah lilitan pada kumparan dan kecepatan gerakan magnet saat mendekati atau menjauhi kumparan, hal ini dikarenakan hukum Faraday yang menyatakan bahwa apabila terdapat perubahan fluks magnet di dalam kumparan, maka akan menghasilkan gaya gerak listrik induksi yang akan mengalirkan arus listrik ke lampu.

Daftar Pustaka

Adams, W. K., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Dubson, M., Finkelstein, N. D., & Wieman, C. E. (2006). New Instrument For Measuring Student Beliefs About Physics and Learning physics: The Colorado Learning Attitudes About Science Survey. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, *2*(1), 1–14. https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.010101

Al Farisi, A. S., Wenda, A., Liliana, & Miefthawati, N. P. (2021). Analisa Pengaruh Jumlah Lilitan Stator Terhadap Generator Magnet Permanen Fluks Radial Tiga Fasa. *Power Elektronik : Jurnal Orang Elektro*, *10*(2), 65. https://doi.org/10.30591/polektro.v10i2.2588

Amelia, A., Rustana, C. E., & Nasbey, H. (2015). Pengembangan Set Praktikum Faraday pada Materi Induksi Elektromagnetik. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, *4*(1), 93–96. http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/prosidingsnf/article/view/4988

Bonok, Z., Abdussamad, S., & Gude, D. (2023). Persepsi Mahasiswa Teknik Elektro Dengan Pre Eksperimental Laboratory Virtual Pada Praktikum Teknik Telekomunikasi Dasar. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, *5*(1), 94-100Bonok, Z., Abdussamad, S., Gude, D. (2023). https://doi.org/10.37905/jjeee.v5i1.14416

Erlangga, S. Y., Poort, E. A., Manasikana, O., & Dimas, A. (2023). Meta-Analisis: Effect Size Model Pembelajaran Berbasis Masalah pada Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS) dan Pemahaman Konseptual Siswa Dalam Fisika. *COMPTON: Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, *9*(2), 185–198.

Erviani, F. R., Sutarto, S., & Indrawati, I. (2017). Model Pembelajaran Instruction, Doing, Dan Evaluating (MPIDE) Disertai Resume Dan Video Fenomena Alam Dalam Pembelajaran Fisika Di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, *5*(1), 53–59.

Fatimah, Z., Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan*

Geofisika (GeoScienceEd Journal), *1*(2). https://doi.org/10.29303/goescienceedu.v1i2.45

Gaffar, A. A. (2016). Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Siswa Kelas X Pada Materi Invertebrata. *Bio Educatio*, *1*(1), 18–25.

Giancoli, D. C. (2001). *Fisika Jilid 2 Edisi 5*. Penerbit Erlangga.

Hamdani, M., Prayitno, B. A., & Karyanto, P. (2019). Meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui metode eksperimen. *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning*, *16*(1), 139–145.

Handi, Nurhidayat, M. A., & Nana. (2019). *Generator Mini sebagai Pembangkit Energi Listrik Serderhana*. https://osf.io/preprints/inarxiv/7b2tz/

Harefa, E. B. (2022). Efektivitas Pembelajaran Daring Mata Kuliah Fisika Di Perguruan Tinggi. *Educativo: Jurnal Pendidikan*, *1*(1), 75–83. https://doi.org/10.56248/educativo.v1i1.12

Hayati, A. R., & Nana. (2017). Penerapan Model Demonstrasi Dalam Pembelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Pada Materi Induksi Elektromagnetik. *Pendidikan FIsika*, 1–5.

Maghfiroh, A., & Darsono, T. (2023). *Pengembangan Perangkat Praktikum GGL Induksi Elektromagnetik Berbasis Discovery Learning Berbantuan Visual Analyser*. *12*(2), 38–58.

Mardiansyah, R. (2012). Potensi Medan Elektromagnetik Sebagai Sumber Pembangkit Tenaga Listrik. In *Universitas Indonesia: Vol. vol.1* (pp. 1–8).

Marpaung, R. R., Aziz, N. R. N., Purwanti, M. D., Sasti, P. N., & Saraswati, D. L. (2021). Penggunaan Laboratorium Virtual Phet Simulation Sebagai Solusi Praktikum Waktu Paruh. *Journal of Teaching and Learning Physics*, *6*(2), 110–118. https://doi.org/10.15575/jotalp.v6i2.12213

Prasojo, C. (2002). Pengaruh Jumlah Lilitan Kawat pada Dinamo terhadap Gaya Gerak Listrik Induksi dan Intensitas Cahaya Lampu Pijar [Universitas Jember]. In *Universitas Jember*. http://www.nber.org/papers/w16019

Prihatiningtyas, S., Prastowo, T., & Jatmiko, B. (2013). Implementasi Simulasi PhET dan KIT Sederhana untuk Mengajarkan Keterampilan Psikomotor Siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *2*(1), 18–22.

Ramdhan, M. (2021). *Metode Penelitian* (A. A. Effendy (ed.)). Cipta Media Nusantara.

Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). PhET: Simulasi Interaktif dalam Proses Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *5*(1), 10–14. https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.103

Rizki, I. A., Citra, N. F., Saphira, H. V., Setyarsih, W., & Putri, N. P. (2021). Eksperimen Dan Respon Mahasiswa Terhadap Praktikum Fisika Non-Laboratorium Menggunakan Aplikasi Tracker Video Analysis Untuk Percobaan Kinematika Gerak. *Journal of Teaching and Learning Physics*, *6*(2), 77–89. https://doi.org/10.15575/jotalp.v6i2.12640

Santoso, H. (2009). *Pengaruh Penggunaan Laboratorium Riil dan Laboratorium Virtuil Pada Pembelajaran Fisika Ditinjau dari Kemampuan Berpikir Kritis Siswa*. UNS (Sebelas Maret University).

Saputra, T. B. R. E., Nur, M., & Purnomo, T. (2017). Pengembangan Pembelajaran Inkuiri Berbantuan PhET untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Journal of Science Education And Practice*, *1*, 20–31.

Supardi, S. U. S., Leonard, L., Suhendri, H., & Rismurdiyati, R. (2015). Pengaruh Media Pembelajaran dan Minat Belajar Terhadap Hasil Belajar Fisika. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, *2*(1).

Susilo, S., Yusuf, Y., Ula, S., Hermawan, B. A., & Ghifari, M. R. (2021). Pengaruh Variasi Diameter dan Jumlah Lilitan Tembaga terhadap Tegangan Listrik yang Dihasilkan pada Alat Peredam Kejut Regeneratif Skala Laboratorium. *J-Proteksion*, *5*(2), 25–31. https://doi.org/10.32528/jp.v5i2.4356

Theasy, Y., Bustan, A., & Nawir, M. (2021). Penggunaan Media Laboratorium Virtual PhET Simulation untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Mahasiswa pada Mata Kuliah Eksperimen Fisika Sekolah. *Variabel*, *4*(2), 39.

https://doi.org/10.26737/var.v4i2.2607

Tuhusula, T. S., Pattana, B., Randai, E., Wateriri, D. R., & Walukow, A. F. (2020). Eksperimen Mengginakan Virtual Lab Berbasis PhET Simulation dalam Pembelajaran Fisika pada Materi Gerak Parabola. *Jurnal Pendidikan FIS*, *9*(2), 128–135.

Verdian, F., Jadid, M. A., & Rahmani, M. N. (2021). Studi Penggunaan Media Simulasi PhET dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, *1*(2), 39. https://doi.org/10.52434/jpif.v1i2.1448

Wuryaningsih, R., & Suharno. (2014). Penerapan Pembelajaran Fisika dengan Media Simulasi PhET pada Pokok Bahasan Gaya untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VIIIA SMPN 6 Yogyakarta. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIIIHFI Jateng & DIY*, *April*, 400–402.