

<b>Makalah Pendamping</b>	<b>Peran Pendidik Dalam Menumbuhkan Literasi Sains dan Digital diEra Normal Baru</b>	<b>ISSN : 2527-6670</b>
-------------------------------	--	-------------------------

## **Kendala Mahasiswa Dalam Menggunakan Simulasi Virtual Phet Pada Pembelajaran Praktikum Gelombang Selama Pandemi Covid-19**

**Rani Yatin Ulfah<sup>1</sup>, Hadma Yuliani<sup>2</sup>, Luvia Rangi Nastiti<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya, JL. G. Obos Komplek Islamic Centre,  
Palangkaraya 73112, Kalimantan Tengah-Indonesia, Telp. (0536) 3239447/  
e-mail: <sup>1</sup>[raniyatinsentu@gmail.com](mailto:raniyatinsentu@gmail.com) ; <sup>2</sup>[hadma.yuliani@iain-palangkaraya.ac.id](mailto:hadma.yuliani@iain-palangkaraya.ac.id) ;  
<sup>3</sup>[anggi@iain-palangkaraya.ac.id](mailto:anggi@iain-palangkaraya.ac.id)

### **Abstrak**

Pandemi Covid-19 telah mempengaruhi system pendidikan. Pembelajaran tatap muka dialihkan ke sistem pembelajaran daring salah satunya pembelajaran fisika. Pada pembelajaran fisika simulasi PhET digunakan agar konsep dapat tersampaikan dengan baik. Meskipun demikian, penggunaan simulasi virtual memiliki kekurangan yang mengakibatkan adanya kendala. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kendala mahasiswa dalam menggunakan simulasi virtual PhET pada pembelajaran praktikum gelombang selama pandemi Covid-19. Penelitian ini merupakan penelitian R&D (Research and Development) yang terbatas pada tahap define. Subjek penelitian adalah mahasiswa Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Palangkaraya terdiri atas 20 orang. Angket berbasis online digunakan sebagai instrument penelitian. Deskriptif kualitatif digunakan untuk menganalisis data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kendala mahasiswa dalam menggunakan simulasi virtual PhET pada pembelajaran praktikum gelombang sebesar 23,53% berasal dari dosen/pembimbing, 41,18% dari program simulasi virtual PhET, dan 35,29% dari mahasiswa. Kendala bersumber dari dosen/pembimbing meliputi pelatihan (67%) dan penerapan (37%) simulasi virtual PhET. Panduan (50%), fitur (30%), akses (15%), dan bahasa (5%) merupakan kendala dari program simulasi virtual PhET. Sedangkan kendala berasal dari mahasiswa meliputi simulasi virtual PhET (85%) dan konsep gelombang (15%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kendala mahasiswa dalam pembelajaran praktikum gelombang menggunakan simulasi PhET selama masa pandemi Covid-19 signifikan.

**Kata kunci:** *Kendala Mahasiswa, PhET, Praktikum Gelombang, Pandemi Covid-19.*

### **Pendahuluan**

Pandemi Covid-19 sejak diumumkan pertama kali pada awal Maret 2020 telah mempengaruhi keadaan beberapa sektor sehingga dihasilkan berbagai perubahan dan pembaharuan kebijakan baru [1]. Salah satunya pada sektor pendidikan dihasilkan beberapa kebijakan oleh pemerintah provinsi dan daerah [2].

Berdasarkan Surat Edaran Kemendikbud Nomor 4 tahun 2020, pendidikan Indonesia memberlakukan sistem belajar dari rumah melalui pembelajaran daring atau jarak jauh. Sistem ini diterapkan sejak pertengahan Maret 2020 dengan mengalihkan pembelajaran tatap muka secara langsung ke sistem daring.

Pembelajaran daring merupakan pembelajaran berbasis internet sebagai wadah untuk menyalurkan ilmu pengetahuan [3]. Pembelajaran ini dilakukan secara tidak langsung melalui platform yang ada untuk membantu proses belajar mengajar meskipun dari jarak jauh [4].

Pembelajaran daring menuntut mahasiswa untuk melakukan aktivitas belajar secara mandiri [5]. Mahasiswa diharapkan agar bersikap aktif dan kritis mempelajari topik pembelajaran [6] sehingga hasil belajar lebih baik [7].

Salah satu pembelajaran yang menerapkan sistem daring adalah pembelajaran fisika. Pembelajaran fisika adalah pembelajaran berbasis penyelidikan berkaitan dengan pengembangan kreativitas mahasiswa dalam mencari tahu dan berbuat sehingga lebih aktif untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, pemahaman konsep dan aplikasinya [8]. Kajian pembelajaran fisika meliputi hal-hal sulit dan tidak dapat dijelaskan secara verbal atau abstrak. Oleh karena itu, media pembelajaran layak diperlukan untuk menunjang proses belajar [9].

Penggunaan media belajar pada pembelajaran fisika berbasis daring selama pandemi Covid-19 memiliki tantangan tersendiri terutama kegiatan praktikum [10]. Pada pembelajaran praktikum, media belajar yang ditemukan masih minim dan terbatas pada alat praktikum yang digunakan secara langsung. Padahal pembelajaran ini mengharuskan adanya media belajar baru, aktif, dan konstruktif yang mendukung proses pembelajaran jarak jauh. Oleh sebab itu, diperlukan praktikum virtual untuk memenuhi tuntutan tersebut [11].

PhET (Physics Education Technology) merupakan media pembelajaran berbasis virtual lab yang dianggap mampu menjawab tantangan pembelajaran fisika selama masa pandemi Covid-19 [11]. PhET digunakan untuk membuat simulasi komputer dari fenomena-fenomena nyata fisika melalui model-model konseptual fisis [12] sehingga konsep abstrak dapat tersampaikan dengan baik [13]. Meskipun demikian, PhET memiliki kendala dalam penggunaannya.

Beberapa kendala saat menggunakan PhET disajikan dalam penelitian ini. Kendala tersebut dilihat dari beberapa aspek selama pandemi Covid-19 berlangsung. Beda penelitian ini dengan penelitian lain yakni hanya terfokus pada pembelajaran praktikum gelombang menggunakan PhET. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi. Dengan adanya penelitian ini pembelajaran daring menggunakan PhET diharapkan dapat dilaksanakan lebih baik lagi.

### **Metode Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian Research and Development (R&B) dengan model pengembangan 3D (define, design, and develop) yang terbatas pada tahap define. Tahap define digunakan untuk mengidentifikasi kendala mahasiswa dalam menggunakan simulasi virtual PhET pada pembelajaran praktikum gelombang selama pandemi Covid-19. Penelitian ini dilakukan secara daring. Subjek penelitian terdiri atas 20 orang mahasiswa program studi tadaris fisika Institut Agama Islam Negeri Palangkaraya.

Angket digunakan sebagai teknik pengumpulan data dengan pedoman kuesioner sebagai instrument penelitiannya. Data dianalisis menggunakan teknik deskriptif kualitatif. Deskriptif kualitatif merupakan teknik analisis yang digunakan untuk mendeskripsikan secara sistematis fakta dan karakteristik subjek dan objek penelitian dengan tepat.

Komponen yang terdapat dalam kuesioner memuat beberapa pernyataan tentang sumber kendala mahasiswa pada pembelajaran praktikum gelombang selama menggunakan PhET. Sumber-sumber tersebut selanjutnya diklasifikasikan menjadi 3 aspek yang berasal dari dosen/pembimbing, program simulasi PhET, dan mahasiswa.

penelitian, termasuk desain penelitian, prosedur penelitian (dalam bentuk algoritma, Pseudocode atau lainnya), bagaimana untuk menguji dan akuisisi data. Deskripsi program penelitian harus didukung referensi, sehingga penjelasannya bisa diterima secara ilmiah.

### Hasil dan Pembahasan

Data dari hasil jawaban angket dengan koresponden menunjukkan bahwa kendala mahasiswa terbagi menjadi tiga kategori yaitu kendala bersumber dari dosen/pembimbing, simulasi virtual PhET dan mahasiswa. Ketiga kategori selanjutnya dihitung presentase kemunculannya dalam jawaban-jawaban responden disajikan melalui tabel berikut.

**Tabel 1.** Sumber kendala mahasiswa dalam menggunakan PhET selama Pandemi Covid-19

Sumber Kendala	Presentase
Dosen/Pembimbing	24%
PhET	41%
Mahasiswa	35%

Berdasarkan sumber kendala di atas diperinci kembali menjadi 3 klasifikasi kendala mahasiswa dalam menggunakan simulasi virtual PhET selama pandemi Covid-19. Pengelompokkan jawaban koresponden adalah sebagai berikut. Kendala pertama berasal dari dosen/pembimbing pada pembelajaran praktikum gelombang. Kendala ini diakibatkan karena tidak adanya pelatihan/pengenaalan PhET oleh pengajar dan penerapan PhET dianggap kurang tepat karena mahasiswa belum pernah mengaplikasikannya.

**Tabel 2.** Kendala mahasiswa berasal dari Dosen/Pembimbing

Bentuk Kendala	Presentase
Pelatihan/Pengenalan	67%
Penerapan	33%

Kendala selanjutnya berasal dari simulasi virtual PhET. Kendala pertama berkaitan dengan panduan praktikum gelombang PhET kurang memadai. Kendala kedua akibat terbatasnya fitur percobaan PhET. Kendala ketiga berkaitan dengan akses PhET dan kendala keempat akibat keterbatasan bahasa. Kendala ini disajikan melalui tabel berikut.

**Tabel 3.** Kendala mahasiswa berasal dari simulasi virtual PhET

Bentuk Kendala	Presentase
Panduan	50%
Fitur	30%
Akses	15%
Bahasa	5%

Kendala terakhir berasal dari kemampuan mahasiswa. Kendala ini dikategorikan menjadi 2 bagian. Pertama, kendala akibat kurangnya pemahaman mahasiswa terhadap konsep gelombang. Kedua, kendala akibat kurangnya pemahaman mahasiswa terhadap pengoperasian PhET. Kendala ini disajikan dalam tabel berikut.

**Tabel 3.** Kendala mahasiswa berasal dari simulasi virtual PhET

Bentuk Kendala	Presentase
Konsep Gelombang	85%
PhET	15%

### 1. Kendala Mahasiswa Bersumber dari Dosen/Pembimbing

Kendala mahasiswa dari dosen/pembimbing diuraikan sebagai berikut. Pertama, presentase kendala mahasiswa akibat kurangnya pelatihan/pengenalan terhadap penggunaan PhET sebesar 67%. Terbatasnya ruang komunikasi antara dosen dan mahasiswa selama wabah Covid-19 dengan sistem pembelajaran daring menyebabkan pelatihan ataupun pengenalan PhET sulit dilakukan.

Berdasarkan hasil penelitian tentang peningkatan kompetensi guru melalui pelatihan PhET simulation bagi guru MGMP Fisika kabupaten Serang mengungkapkan bahwa pelatihan simulasi virtual PhET sangat dibutuhkan untuk menunjang pengetahuan terhadap pengelolaan laboratorium virtual agar mudah dipahami penggunaannya. Pelatihan ini bertujuan untuk mendukung proses belajar yang optimal [14]. Oleh sebab itu, perlu adanya pelatihan/pengenalan PhET terlebih dahulu [15].

Kedua, presentase kendala dalam menggunakan simulasi virtual PhET akibat belum pernah diterapkan oleh dosen/pembimbing pada mahasiswa sebesar 33%. PhET pertama kali digunakan oleh mahasiswa pada mata kuliah praktikum gelombang dengan sistem pembelajaran jarak jauh. Mahasiswa sebelumnya belum pernah mendapatkan pengalaman belajar menggunakan simlasi ini sehingga pengeahuan terhadap PhET sangat kurang.

Penelitian tentang pengembangan perangkat pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing berbantuan simulasi PhET dalam pembelajaran IPA menungkapkan bahwa pengajar perlu memberikan informasi mengenai langkah-langkah pembelajaran untuk membiasakan penggunaan PhET sebelum diterapkan [16]. Dengan demikian keterampilan mahasiswa dalam menggunakan PhET akan lebih baik sehingga ketuntasan hasil belajar diharapkan tercapai dari segi afektif maupun psikomotor [17].

### 2. Kendala Mahasiswa Bersumber dari Simulasi Virtual PhET

Kendala mahasiswa bersumber dari simulasi virtual PhET diperinci sebagai berikut. Pertama, presentase kendala mahasiswa menggunakan PhET akibat panduan praktikum gelombang kurang memadai sebesar 50%. Mahasiswa kesulitan menggunakan fitur yang ada. Hal ini menyebabkan informasi abstrak tidak diketahui dengan jelas sehingga pemahaman terhadap konsep gelombang kurang. Oleh karena itu, panduan praktikum sangat diperlukan.

Penelitian tentang desain modul praktikum mandiri tentang gerak parabola menggunakan simulasi PhET "Projectile Motion" memaparkan bahwa media beserta panduannya sangat diperlukan untuk mencapai kompetensi pembelajaran [18]. Panduan mendukung kegiatan praktikum agar terlaksana dengan efisien dan efektif sehingga percobaan lebih mudah dilaksanakan melalui petunjuk-petunjuk didalamnya [18, 19]. Salah satu jenis panduan praktikum yang dapat digunakan adalah panduan virtual [20]. Panduan ini ditemukan dalam program simulasi virtual PhET. Panduan praktikum PhET memiliki kelebihan yaitu dapat meningkatkan aktivitas mahasiswa. Meskipun demikian, panduan ini terbatas kelengkapan petunjuknya. Hal ini bertujuan agar mahasiswa dapat mengeksplorasi sendiri langkah percobaan yang diperlukan [21].

Kendala kedua adalah terbatasnya fitur percobaan, presentase oleh mahasiswa sebesar 30%. Fitur percobaan PhET topik gelombang terbatas pada skala batang dan alat laboratorium sehingga variasi variabel terbatas. Hal ini sejalan dengan penelitian tentang How and Why Do High School Teachers Use PhET Interactive Simulation? yang

melibatkan 2000 koresponden dari kalangan guru. Penelitian menunjukkan bahwa kapabilitas fitur PhET terbatas walaupun dinilai sangat berguna untuk membuat rancangan percobaan selanjutnya [22].

Fitur simulasi virtual PhET bersifat interaktif dan visualisatif sehingga efektif untuk meningkatkan pemahaman terhadap konsep abstrak fisika, bahkan yang bertentangan dengan intuisi. Meskipun demikian, simulasi virtual tidak memerlukan perencanaan masalah teknis seperti dalam kondisi nyata dan cenderung diabaikan sehingga kemampuan berpikir kurang [23].

Presentase kendala ketiga berhubungan dengan akses untuk melakukan simulasi dan pengunduhan sebesar 5%. PhET memuat 17 simulasi topik gelombang. Simulasi ini bersifat interaktif yang dapat diunduh secara gratis dan dapat diakses secara online maupun offline [24]. Meskipun dapat diakses secara offline, penggunaan PhET secara online masih sangat dibutuhkan. Keadaan ini kurang mendukung mahasiswa yang tinggal di pedesaan untuk melakukan pembelajaran dari rumah karena tidak memperoleh jaringan stabil,

Presentase kendala keempat yaitu bahasa oleh mahasiswa sebesar 5%. Simulasi maupun lembar pengamatan aktivitas PhET dapat diterjemahkan dari bahasa Inggris ke dalam bahasa lainnya. Indonesia merupakan salah satu dari 57 jenis pilihan bahasa. Penggunaan bahasa Indonesia dalam fitur simulasi PhET cukup lengkap sedangkan pada lembar pengamatan aktivitas dianggap masih kurang memadai karena terbatas hanya pada topik tertentu. Penelitian tentang rancangan laboratorium virtual untuk Pembelajaran Fisika SMA menyatakan bahwa PhET baru saja diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia sekitar tahun 2018 lalu [25].

### 3. Kendala Mahasiswa Bersumber dari Mahasiswa

Kendala saat menggunakan PhET pada pembelajaran praktikum gelombang selama pandemi Covid-19 disebabkan oleh kurangnya kemampuan mahasiswa adalah sebagai berikut. Pertama, kendala akibat kurangnya pemahaman konsep gelombang oleh mahasiswa sebesar 15%. Hal ini berdampak pada rendahnya keterampilan mahasiswa dalam mengaplikasikan konsep yang ada melalui simulasi PhET.

Penelitian tentang peningkatan pemahaman konsep fisika dan aktifitas mahasiswa melalui PhET simulation menjelaskan bahwa pemahaman konsep merupakan salah satu keberhasilan dalam mempelajari sains. Pemahaman konsep dapat tercapai apabila informasi abstrak telah dikenal dan diketahui. Jika informasi abstrak telah dipahami maka konsep dapat diaplikasikan. Berdasarkan pernyataan tersebut setidaknya mahasiswa harus mengenal konsep atau materi sebelum mengaplikasikannya pada simulasi virtual PhET [26].

Kendala kedua akibat kurangnya pemahaman terhadap simulasi virtual PhET oleh mahasiswa sebesar 85%. Kendala tersebut disebabkan karena prosedur percobaan pada lembar pengamatan aktivitas PhET pada topik gelombang dinilai kurang memadai. Oleh sebab itu, bahan ajar pendukung diperlukan untuk menuntun mahasiswa untuk mengolah rancangan sesuai dengan topik percobaan.

LKM (Lembar Kerja Mahasiswa) merupakan salah satu bahan ajar yang dapat digunakan pada pembelajaran fisika berbasis praktikum [27]. Penggunaan ini bertujuan agar praktikum dapat dilakukan secara teratur dan terorganisir sehingga mudah dipahami. Pada pemanfaatan simulasi PhET berbasis laboratorium virtual diperlukan adanya LKM agar maksud simulasi mudah dimengerti sehingga tujuan pembelajaran tercapai [28]. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Masril yang mengungkapkan bahwa LKM berpengaruh terhadap pencapaian kompetensi pengetahuan dan keterampilan mahasiswa [24].

### Kesimpulan

Kendala yang dialami mahasiswa dalam menggunakan simulasi virtual PhET pada pembelajaran praktikum gelombang sebesar 23,53% berasal dari dosen/pembimbing

meliputi pelatihan dan penerapan PhET, 41,18% dari program simulasi virtual PhET yaitu panduan, fitur, akses, bahasa, dan 35,29% dari mahasiswa yakni konsep gelombang dan PhET. Dengan demikian terdapat hasil yang signifikan terhadap kendala mahasiswa dalam menggunakan PhET pada pembelajaran praktikum gelombang.

### Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Institut Agama Islam dan Program Studi Fisika atas bantuannya dalam penyelesaian penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- [1] Dian, R. A. U. K., dkk. (2020). Pendidikan dalam Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Sinetesia*, 10(1), 42-48.
- [2] Yulita, P. 2020. Dampak Positif Pembelajaran Online dalam Sistem Pendidikan Indonesia. Pasca Pandemi Covid-19. *Adalah: Buletin Hukum dan Keadilan*, 4(1), 49-56.
- [3] Albitar, S. S. 2020. Implementasi Pembelajaran Daring untuk Meningkatkan Mutu Pendidikan sebagai Dampak Diterapkannya Social Distancing. *Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia METALINGUA*, 5(1), 31-34.
- [4] Gusty, dkk. (2020). *Belajar Mandiri: Pembelajaran Daring di Tengah Pandemi Covid-19*. Semarang: Yayasan Kita Menulis.
- [5] Aan H, dkk. (2020). Analisis Aktivitas Belajar Daring Mahasiswa Pada Pandemi Covid-19. *Jurnal Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M)*.
- [6] Rafiq, B. (2020). Kemandirian Belajar Mahasiswa Tadris Matematika FTIK IAIN Palu Selama Masa Pembelajaran Daring. *Jurnal Pembelajaran matematika dan Sains*, 1(1), 1-9.
- [7] Rinaldo, A. P., & Inne, M. P. (2019). Hasil Belajar Sejarah Indonesia Melalui Pembelajaran Aktif Tipe Everyone is A Teacher Here Berdasarkan Kemandirian Belajar. *Jurnal Pendidikan Sosial*, 6(1), 20-31.
- [8] Suyido, M. N., & Leny Y. (2016) Keterlaksanaan Model Scientific Creativity Learning (SCL) untuk Melatihkan Kreativitas Ilmiah Mahasiswa dalam Pembelajaran Fisika. *Prosiding Seminar Nasional II Masif II Tahun 2016*, 263-268.
- [9] Muhammad, R. A. K., & Euis, I. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan Software Autoplay Media Studio pada Materi Gelombang Elektromagnetik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 8(1), 121-126.
- [10] Eka, S., & Luluk, S. (2020). Penggunaan Media Pembelajaran Secara Daring terhadap Pemahaman Belajar Mahasiswa. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 121-128
- [11] Rivo, A. K., Mochammad, R. R., & Dinar, M. F. (2020). Analisis Kemenarikan Media Pembelajaran PhET berbasis Virtual Lab pada Materi Listrik Statis Selama

- Perkuliahan Daring Ditinjau dari Perspektif Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan IPA*, 1(1), 19-28.
- [12] Cicyn, R. (2019). Studi Penggunaan PhET Interactive Simulation dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, 6(2), 71-75.
- [13] Teguh, B. R. E. S., Muhammad, N., & Tarzan, P. (2019). Pengembangan Pembelajaran Inkuiri Berbantuan PhET untuk melatih Keterampilan Proses Sains Siswa *Journal of Science Education and Practice*, 1(1), 20-31.
- [14] Yoga, B. B., Irnin, A. D. A., & Dasmo, D. (2019). Peningkatan Kompetensi Guru melalui Pelatihan PhET Simulation bagi Guru MGMP Fisika Kabupaten Serang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat J-ABDIPAMAS*, 3(2), 55-62.
- [15] Muhammad, S. Z. (2014). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri (Inquiry Learning) Menggunakan PhET Simulation untuk Menurunkan Miskonsepsi Siswa Kelas XI Ppada Materi Fluida Statis di SMAN Kesamben Jombang. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JPF)*, 1(1), 103-107.
- [16] Jounne, M. S., Muslimin, I., & Tjipto, P. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Inkuiri Terbimbing Berbantuan Simulasi PhET dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 34(1), 25-36.
- [17] Egidias D. (2020) Pembelajaran Group Investigation Berbantuan Simulasi PhET dalam Pembelajaran Fisika. *Prosiding Seminar Nasional Rekarta 2020: Menciptakan Inovasi Pendidik Menuju Kemandirian Bangsa di Era 5.0*. 141-154.
- [18] Sundari. (2017) Pengembangan Panduan Praktikum IPA SMP Berbasis Model Collaborate Teamwork Learning. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(3), 47-58.
- [19] Isnaini, A. (2020). Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Berbasis Guided Inquiry untuk megoptimalkan Hands On Mahasiswa Semester II Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo Tahun Akademik 2013/2014. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(1), 24-28.
- [20] Oki, P., & Harjito. (2019). Pengembangan Panduan Praktikum Virtual Larutan Penyangga untuk Menunjang Pelaksanaan Praktikum Nyata. *Journal of Chemistry in Education*, 8(2), 1-8.
- [21] Perkins, K., dkk. (2006). PhET: Interactive Simulations fir Teching and Learning Physics. *Journal of The Physics Teacher*, 44(1), 18-23.
- [22] Price, M. A. (2014) How Do and Why Do High School Teachers Use PhET Interactive Simulation?. *Proceedings of The 2014 Physics Education Research Conference*
- [23] Fadil, A., Neset, I., & Oliver, Z. (2014). Real Experiments versus PhET Simulation for Better High School Students' Understanding of Electrostatic Charging. *European Journal of Physics Education*, 5(1), 59-70.

- 
- [24] Supurwoko, dkk. (2017). Virtual Lab Experiments: Physics Education Technology (PhET) Photo Electric Effect for Senior High School International. *Journal of Science and Applied Science: Conf Series*, 2(1), 381-386.
- [25] Masril & Hidayati. M. (2018). Rancangan Laboratorium Virtual untuk Pembelajaran Fisika SMA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 2(1), 71-77.
- [26] Elisa, S., Ainun, M. & Rizky, A. (2017). Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika dan Aktivitas Mahasiswa melalui PhET Simulation. *Jurnal Penelitian Tindakan Kelas dan Pengembangan Pembelajaran*, 1(1), 15-20.
- [27] Ni, N. S. P. V., dkk. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis LKM Ceria untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Mahasiswa Calon Guru Fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Lensa*, 5(1), 18-22.
- [28] Antomi, S. (2016). Pembelajaran Pengantar Fisika Kuantum dengan Memanfaatkan Media PhET Simulation dan LKM melalui Pendekatan Saintifik: Dampak pada Minat dan Penguasaan Konsep Mahasiswa. *Jurnal Pendidika Fisika Al-Biruni*, 5(1), 53-60.