Penerapan Simulasi PhET terhadap Hasil Belajar Mahasiswa pada Mata Kuliah Fisika II di Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Papua

Sri Wahyu Widyaningsih dan Irfan Yusuf*
Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Papua
*i.yusuf@unipa.ac.id

DOI: 10.20527/bipf.v6i2.4908

ABSTRAK: Pemahaman konsep Fisika di Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Papua sangat penting untuk mendukung bidang keahlian mereka dalam memahami materi yang lebih kompleks. Mata kuliah Fisika II terdiri dari berbagai macam konsep yang abstrak diantaranya pada materi listrik dan magnet. Penggunaan program komputer seperti media PhET sangat penting guna menjelaskan materi yang abstrak tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat hasil belajar mahasiswa setelah diterapkan media PhET dalam pembelajaran. Metode yang digunakan yaitu metode deskriptif yang diawali dengan pembuatan perangkat media dan lembar kerja mahasiswa serta melakukan analisis deskriptif hasil belajar setelah penerapan pembelajaran. Subjek uji coba dalam penelitian ini yaitu mahasiswa semester III yang memprogram mata kuliah Fisika II di Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Papua. Instrumen penelitian yaitu tes hasil belajar yang berjumlah 10 nomor soal benar salah dan 5 nomor soal essay. Hasil penelitian diperoleh bahwa penerapan media PhET efektif digunakan pada materi listrik dan magnet. Rata-rata hasil belajar mahasiswa yaitu 62 ± SD 18 (kategori baik). Berdasarkan penilaian tanggapan mahasiswa setelah pembelajaran diperoleh bahwa mahasiswa sangat senang belajar dengan menggunakan media PhET.

Kata Kunci: Media Phet, Hasil Belajar, Listrik dan Magnet

ABSTRACT: *Understanding the physics concept in Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Papua is very important to support their area of expertise in understanding the more complex material. Physics II consists of various abstract concepts such as electrical and magnetic materials. The use of computer programs such as PhET media is essential to explain the theoretical content. The study aims to see student learning outcomes after applied PhET media in learning. The method used was a descriptive method that begins with the manufacture of media tools and worksheets students and performs the descriptive analysis of learning outcomes after the application of learning. The test subject in this research was the third-semester students who program Physics II course in Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Papua. The research instrument was the result of learning test which amounts to 10 numbers of true-false and five essay numbers. The results obtained that the application of PhET media has been used efficiently in electrical and magnetic materials. Average student learning outcomes are 62 ± SD 18 (good). Based on the assessment of student responses after the learning obtained that students are delighted to learn by using PhET media.*

Keywords: *Media Phet, Learning Results, Electricity, and Magnet*

PENDAHULUAN

Fisika merupakan bagian dari sains yang mengkaji fenomena-fenomena yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Fisika merupakan ilmu yang mendasari berbagai keahlian (Widyaningsih & Yusuf, 2017). Salah satu bidang ilmu fisika yang dibutuhkan yaitu pada kajian ilmu kelautan yang membahas tentang konsep fluida, gelombang dan optik, termodinamika, listrik dan magnet, serta materi yang lainnya. Fisika merupakan mata kuliah yang wajib diprogram pada Program Studi di Universitas Papua salah satunya Program Studi Ilmu Kelautan yang terdiri dari Fisika I dan Fisika II. Materi yang terdapat pada mata kuliah Fisika I mencakup kajian Fisika secara makroskopik meliputi konsep kinematika dan dinamika, sedangkan mata kuliah Fisika II mencakup kajian mikroskopik mencakup kajian listrik dan magnet, serta pendahuluan Fisika Modern.

Permasalahan yang dihadapi oleh mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Papua selama mengikuti perkuliahan Fisika yaitu rendahnya pemahaman mereka terhadap materi kuliah Fisika II yang terdiri dari konsep fisika yang abstrak. Berbagai macam fenomena yang menjadi objek kajian Fisika II terdiri dari konsep fisika yang abstrak seperti pada materi listrik dan magnet. Peserta didik kesulitan dalam mengkaji konsep fisika tersebut karena sifatnya yang abstrak dan sulit dideskripsikan secara nyata (Widyaningsih & Yusuf, 2015).

Permasalahan lain yang dihadapi di Universitas Papua yaitu kurangnya sarana dan prasarana laboratorium untuk menunjang pelaksanaan kegiatan praktikum sehingga mahasiswa kesulitan dalam memahami materi pelajaran yang berdampak pada rendahnya hasil belajar mereka. Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, berbagai macam aplikasi atau program komputer dapat diterapkan dalam menunjang kegiatan praktikum (Maliza dkk., 2011) Terdapat program komputer yang dapat mensimulasikan berbagai fenomena abstrak menjadi nyata serta dapat diamati berbagai karakteristiknya (Asyhar dkk., 2017). Penggunaan simulasi komputer dalam pembelajaran dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik (Daesang dkk., 2013). Terdapat berbagai macam program yang disediakan secara bebas dan dapat digunakan dalam pembelajaran (Yusuf & Subaer, 2013). Salah satu program tersebut yaitu simulasi *Physics Education Technology* (PhET) yang berasal dari University of Colorado. Program PhET menyediakan berbagai macam simulasi materi sains, salah

satunya materi Fisika. Simulasi PhET dapat dijalankan dengan menggunakan berbagai sistem operasi komputer dan mudah dalam pengoperasiannya (Maesaroh dkk., 2016).

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dapat dirumuskan masalah penelitian yaitu bagaimanakah hasil belajar dan tanggapan mahasiswa setelah pembelajaran menggunakan simulasi PhET pada mata kuliah Fisika II di Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Papua. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil belajar dan tanggapan mahasiswa setelah pembelajaran menggunakan simulasi PhET pada mata kuliah Fisika II di Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Papua.

KAJIAN PUSTAKA

Media pembelajaran merupakan sarana penyampaian informasi dalam pembelajaran. Pemilihan media dalam pembelajaran harus tepat agar menarik dan materi pelajaran mudah dipahami oleh peserta didik (Mahyuddin dkk., 2017). Kemajuan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dapat dimanfaatkan oleh pengajar sebagai media pembelajaran yang dapat menarik dan meningkatkan hasil belajar peserta didik (Maimunah dkk., (2016). Penggunaan TIK dalam pembelajaran dapat berupa simulasi, multimedia interaktif, maupun laboratorium virtual yang dapat mensimulasikan fenomena yang abstrak (Debowska dkk., 2013).

Pembelajaran dengan memanfaatkan TIK dapat menjadi salah satu solusi dalam menjelaskan materi pelajaran yang abstrak seperti pada materi fisika (Yusuf & Widyaningsih, 2018). Aktivitas dan persepsi peserta didik dapat dikembangkan melalui penggunaan media TIK dalam pembelajaran (Azis & Yusuf, 2013).

Penggunaan media TIK dapat berupa penyajian animasi dan simulasi menggunakan komputer. Tujuan penggunaan animasi dan simulasi tersebut agar materi yang disampaikan tidak terlalu verbalis (Hatimah dkk, 2015). Salah satu penggunaan animasi dan simulasi yang dapat dijalankan secara langsung melalui *online* maupun *offline* yaitu media PhET. Media PhET menyajikan berbagai macam simulasi materi sains salah satunya simulasi fisika yang dapat menjeskan berbagai konsep fisika yang abstrak ataupun materi-materi yang sulit diadakan percobaannya di laboratorium nyata.

Simulasi yang terdapat pada media PhET yang digunakan dalam penelitian ini yaitu simulasi materi listrik dan magnet. Untuk memudahkan dan menuntun mahasiswa dalam mencari

besaran-besaran fisika pada simulasi PhET maka dikembangkan lembar hasil pengamatan yang harus diisi oleh mahasiswa selama kegiatan pembelajaran. Lembar kerja yang disediakan tersebut bersifat terbuka sehingga dituntut mahasiswa dapat menemukan sendiri langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mencari besaran-besaran fisika yang ditugaskan. Seperti pada materi rangkaian listrik, mahasiswa dituntut untuk dapat merangkai sendiri beberapa resistor secara seri dan paralel serta menentukan besarnya arus dan tegangan yang melewati setiap resistor. Penyajian lembar kerja yang menuntut peserta didik untuk mengeksplorasi dan menemukan sendiri suatu konsep, dapat meningkatkan kreatifitas dan hasil belajar mereka (Nurliawaty dkk., 2017).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif yang diawali dengan pembuatan perangkat media simulasi PhET dan lembar kerja mahasiswa. Sampling purposive dalam penelitian ini yaitu mahasiswa semester III yang memprogram mata kuliah Fisika II di Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Papua Semester Gasal 2017-2018. Pemilihan sampel tersebut untuk memberikan pemahaman konsep mata kuliah Fisika II kepada mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan terutama dalam penjelasan materi abstrak seperti listrik magnet yang selama ini belum pernah dilakukan percobaanya secara langsung di laboratorium.

Teknik analisis data berupa penyajian data kedalam tabel distribusi frekuensi dan grafik histogram yang menggambarkan sebaran nilai hasil belajar mahasiswa secara keseluruhan. Untuk memperoleh tabel distribusi frekuensi dengan panjang kelas yang sempurna, maka dilakukan koreksi dalam menentukan kelas interval/rentang berupa skor/nilai awal dan akhir dengan menggunakan Persamaan (1).

$$p.k = (r+1) + X \quad (1)$$

Keterangan:
p = panjang kelas
r = rentang
k = banyak kelas
X = skor/nilai penentu (skor/nilai awal dan skor/nilai akhir pada tabel)

Adapun ketentuan nilai X yang diperoleh yaitu jika:

1. X = 0, maka skor/nilai awal diambil data terkecil.
2. X = 2, maka 2 dibagi 2 = 1 (skor/nilai awal yang diambil yakni data terkecil dikurangi 1, dan skor/nilai akhir pada tabel bertambah 1).
3. X = 3, maka 3 dibagi 2 = 1,5 (dibulatkan menjadi 1 & 2 atau 2 & 1,

yang penting jumlahnya 3). Jika yang dipilih adalah 1 & 2, maka skor/nilai awal sebagai titik acuan yang diambil yakni data terkecil dikurangi 1 dan skor/nilai akhir pada tabel akan bertambah 2, demikian pula sebaliknya (Ali & Khaeruddin, 2012).

Nilai X yang diperoleh pada persamaan (1) selanjutnya ditentukan interval kelasnya dan dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan program SPSS versi 20.

Penilaian hasil belajar mahasiswa setelah penerapan media PhET dilakukan pengkategorian sebagaimana pada Tabel 1.

Tabel 1 Kriteria Interpretasi Skor

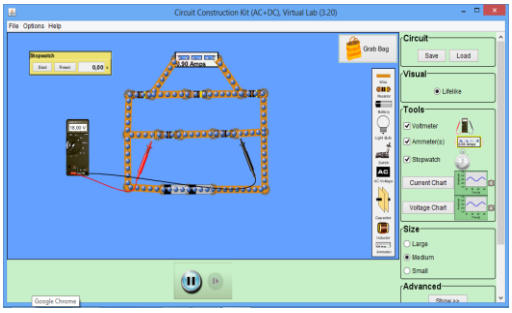
Persentase (%)	Predikat
0-25	Sangat Kurang
26-50	Kurang
51-75	Baik
76-100	Sangat Baik

(Riduwan, 2011)

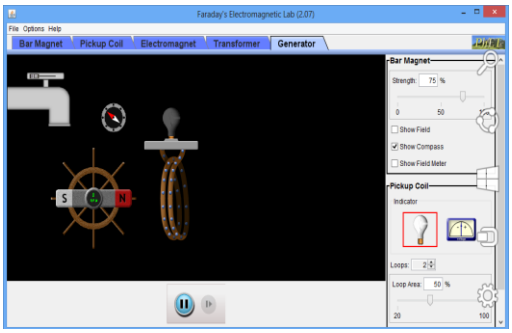
HASIL DAN PEMBAHASAN

Media simulasi PhET materi listrik dan magnet terdiri dari perangkat simulasi berupa percobaan rangkaian listrik dan magnet yang dapat dijalankan secara virtual sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1 dan 2.

Media simulasi PhET yang digunakan dapat menjalankan percobaan secara virtual. Penggunaan simulasi komputer yang dapat menjalankan percobaan secara virtual sangat baik diterapkan dalam pembelajaran (Mahanta & Sarma, 2012).



Gambar 1 Tampilan simulasi PhET Rangkaian Listrik



Gambar 2 Tampilan simulasi PhET Elektromagnetik

Media simulasi PhET yang digunakan dilengkapi dengan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang berisi prosedur, isian hasil pengamatan, analisis data, dan evaluasi berupa pertanyaan yang berkaitan dengan materi listrik magnet yang terdapat pada simulasi PhET. Penggunaan LKM dimaksudkan untuk mengarahkan mahasiswa dalam menjalankan simulasi PhET sehingga tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan data. Menurut Yusuf dkk., (2015) bahwa penggunaan media simulasi berbantuan lembar kerja yang

berorientasi keterampilan berpikir dapat mengembangkan aktivitas belajar peserta didik. Lebih lanjut menurut Nurliawaty dkk., (2017) bahwa penggunaan lembar kerja berorientasi keterampilan berpikir, efektif dalam mengembangkan kemampuan peserta didik dalam penyelesaian masalah.

Penilaian hasil belajar mahasiswa setelah pembelajaran menggunakan media simulasi PhET dapat disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi dengan penentuan kelas interval menggunakan persamaan (1) sehingga diperoleh skor/nilai awal dan akhir yang sempurna. Berdasarkan perhitungan tersebut, selanjutnya dilakukan analisis data menggunakan program SPSS versi 20 sehingga diperoleh hasil analisis pada Tabel 2.

Tabel 2 Distribusi Frekuensi Hasil Belajar Mahasiswa

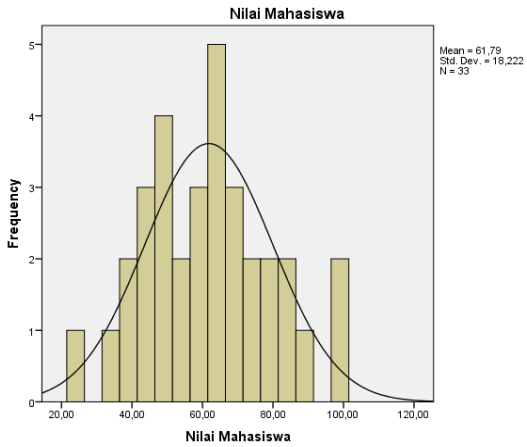
Kelas Interval	Frequency	Valid (%)	Cumulative Percent
24-38	3	9,1	9,1
39-53	8	24,2	33,3
54-68	11	33,3	66,7
69-83	7	21,2	87,9
84-98	4	12,1	100,0
Total	33	100,0	

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa sebagian besar nilai mahasiswa yaitu 11 orang berada pada interval 54-68 sedangkan pada interval terendah yaitu 3 orang paling sedikit diantara interval lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi hasil belajar mahasiswa lebih cenderung berada pada kategori tinggi. Tingginya hasil belajar peserta didik mengindikasikan tingginya kemampuan berpikir mereka dalam memahami materi pelajaran (Tanujaya, 2016).

Berdasarkan penelusuran penilaian diperoleh bahwa mahasiswa yang berada pada kategori rendah adalah mereka yang kurang aktif dalam belajar terutama dalam melakukan percobaan secara virtual menggunakan media PhET. Oleh karena itu sangat penting bagi pengajar dalam pengorganisasian kelompok secara heterogen. Pembentukan kelompok secara heterogen bertujuan agar mahasiswa yang berkemampuan tinggi dapat saling berbagi dengan mereka yang berkemampuan rendah sehingga terjadi berbagai interaksi dalam rangka membangun pemahaman mereka terhadap materi yang dipelajari. Aktivitas peserta didik dalam belajar meliputi proses kontruktivisme yaitu mereka diharapkan dapat membangun pemahaman mereka terhadap materi pelajaran (Mumu dkk., 2017). Hal inilah yang merupakan dampak pengiring dari tujuan pembelajaran yaitu selain tercapainya tujuan pembelajaran secara langsung juga dapat mengembangkan karakter yang baik seperti kerjasama, saling menghargai dan bertanggung jawab. Sebagaimana menurut Pangkali dkk., (2016) bahwa pembelajaran secara

kelompok seperti pembelajaran kooperatif dapat menumbuhkan saling kerjasama dan rasa tanggung jawab serta interaksi yang baik antar peserta didik.

Gambaran hasil belajar mahasiswa secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3 yang menunjukkan bahwa sebaran nilai mahasiswa mengikuti kurva normal yaitu sebagian besar mahasiswa memiliki sebaran nilai rata-rata. Namun, jika dibandingkan lebih banyak mahasiswa yang memiliki nilai tinggi daripada yang memiliki nilai rendah. Keberhasilan proses pembelajaran ditentukan oleh luaran berupa tingginya hasil belajar peserta didik setelah pembelajaran (Tanujaya, 2017).



Gambar 3 Hasil Belajar Mahasiswa

Rata-rata hasil belajar mahasiswa yaitu 62 ± SD 18 atau berada pada kategori baik yang menunjukkan bahwa penerapan media PhET efektif digunakan pada materi listrik dan magnet. Menurut Gündoğdu dkk., (2011) bahwa penggunaan simulasi komputer efektif diterapkan dalam pembelajaran, memudahkan guru dalam penyajian materi dan mengembangkan pemahaman peserta didik terhadap konsep materi yang dikaji. Lebih lanjut Sumargo & Yuanita (2014) mengungkapkan bahwa penggunaan simulasi PhET merupakan hal baru bagi peserta didik yang dapat meningkatkan motivasi belajar. Prihatiningtyas dkk., (2013) juga menegaskan bahwa penerapan simulasi PhET dalam pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar psikomotorik peserta didik.

Berdasarkan hasil wawancara kepada mahasiswa setelah dilakukan pembelajaran diperoleh bahwa mahasiswa senang belajar dengan menggunakan media PhET. Mereka dapat mengeksplorasi lebih lanjut percobaan yang dilakukan tanpa khawatir kerusakkan alat dibandingkan jika dilakukan secara langsung di laboratorium nyata. Sebagaimana menurut Setiadi & Muflika, (2012) bahwa penggunaan simulasi PhET ysng mendukung dilakukannya percobaan secara virtual dapat mengembangkan keterampilan peserta didik dalam bereksperimen serta sebagai solusi dalam mengatasi keterbatasan sarana dan prasarana percobaan di laboratorium nyata.

SIMPULAN

Berdasarkan tujuan dan pembahasan maka diperoleh simpulan bahwa penerapan simulasi PhET efektif diterapkan pada mata kuliah Fisika II di Program Studi Ilmu Kelautan dengan kategori baik dan hasil belajar yang diperoleh mahasiswa sebesar 62 ± SD 18. Berdasarkan penilaian tanggapan mahasiswa setelah pembelajaran diperoleh bahwa mahasiswa sangat senang belajar dengan menggunakan media PhET.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, S., & Khaeruddin. (2012). *Evaluasi Pembelajaran*. Makassar: UNM.

Asyhar, N., Mujasam, M., Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Multimedia Interaktif Pada Materi Gerak Parabola di SMA. In *Prosiding Seminar Nasional UNCOK, 3(1), 18-27.*

Azis, A., & Yusuf, I. (2013). Aktivitas dan Persepsi Peserta Didik dalam Implementasi Laboratorium Virtual pada Materi Fisika Modern di SMA. *Berkala Fisika Indonesia*, *5*(2), 37–42.

Daesang, K., K, D.-J., & Woo-Hyung, W. (2013). Cognitive Synergy in Multimedia Learning. *International Education Studies*, *6*(4), 76–84.

Debowska, E., Girwidz, R., Greczyło, T., Kohnle, A., Mason, B., Mathelitsch, L., Silva, J. (2013). Report and recommendations on multimedia materials for teaching and learning electricity and magnetism. In *Eur. J. Phys, 34 L47–L54*.

Gündoğdu, K., Silman, F., & Ozan, C. (2011). A Com¬parative Study on Perception of Teachers on the Use of Computers in Elementary Schools of Turkey and T.R.N.C. *International Online Journal of Educational Sciences*, *3*(1), 113–137.

Hatimah, H., Zainuddin, Z., & Mahardika, A. I. (2015). Komparasi Penggunaan Media Animasi dengan Media Slide terhadap Hasil Belajar IPA Siswa Kelas VII di SMP Negeri 15 Banjarmasin. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, *3*(1), 66–73.

Maesaroh, A., Sinon, I. L. S., & Yusuf, I. (2016). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Multimedia Interaktif pada Materi Gelombang di SMA Negeri 1 Manokwari. *Jurnal Pancaran Pendidikan*, *5*(2), 77–90.

Mahanta, A., & Sarma, K. K. (2012). Online Resource and ICT-Aided Virtual Laboratory Setup. *Inter-National Journal of Computer Applications*, *52*(6), 44–48.

Mahyuddin, R. S., Wati, M., & Misbah, M. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Zoomable Presentation Berbantuan Software Prezi pada Pokok Bahasan Listrik Dinamis. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, *5*(2).

Maimunah, M., An'nur, S., & Misbah, M. (2016). Perbedaan Hasil Belajar Siswa Antara yang Menggunakan Media Slide dan Video Edukasi

pada Pokok Bahasan Listrik Dinamis di SMP Negeri 10 Banjarmasin. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, *4*(1), 82–90.

Maliza, S., Jack, S., Bohari, Z., & Jusoff, K. (2011). Use of Information and Communication Technol¬ogy in Enhancing Teaching and Learning. *International Education Studies*, *4*(2), 153–156.

Mumu, J., Prahmana, R. C. ., & Tanujaya, B. (2017). Construction and reconstruction concept in Mathematics Instruction. In *Journal of Physics: Conference Series, 943(2017) 012011, 1-7*.

Nurliawaty, L., Yusuf, I., & Widyaningsih, S. . (2017). Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Solving Polya. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, *6*(1), 72–81.

Pangkali, T., Sinon, I. L. S., & Widyaningsih, S. W. (2016). Penerapan Model Kooperatif Tipe TPS terhadap Hasil Belajar Kognitif dan Aktivitas Peserta Didik pada Materi Gelombang Mekanik Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Kabupaten Sorong. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, *5*(2), 173–182.

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

Riduwan. (2011). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.

Setiadi, R., & Muflika, A. A. (2012). Eksplorasi Pemberdayaan Courseware Simulasi PhET untuk Membangun Keterampilan Proses Sains Siswa SMA. *Jurnal Pengajaran MIPA*, *17*(2), 258–268.

Sumargo, E., & Yuanita, L. (2014). Penerapan Media Laboratorium Virtual (PhET) pada Materi Laju Reaksi dengan Model Pengajaran Langsung. *Unesa Journal of Chemical Education*, *3*(1), 119–133.

Tanujaya, B. (2016). Development of an Instrument to Measure Higher Order Thinking Skills in Senior High School Mathematics Instruction. *Journal of Education and Practice, 7(21), 144-148.*, *7*(21), 144–148.

Tanujaya, B. (2017). Application of assessment as learning in Mathematics Instruction. In *Proceedings of the 5th South East Asia Development Research (SEA-DR) International Conference 2017. 140-143*.

Widyaningsih, S. ., & Yusuf, I. (2015). Penerapan Pembelajaran Listrik Dinamis Model Kooperatif Tipe STAD Menggunakan Pendekatan CTL dengan Integrasi Nilai-Nilai Karakter terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Pancaran Pendidikan*, *4*(2), 223–234.

Widyaningsih, S. W., & Yusuf, I. (2017). Implementasi Metode Peer Teaching dan Brainstorming untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa pada Mata Kuliah Fisika Dasar Universitas Papua. In *Prosiding Seminar MIPA Open UNM, 236-239*.

Yusuf, I., & Subaer, S. (2013). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Media Laboratorium Virtual Pada Materi Dualisme Gelombang Partikel di SMA Tut Wuri Handayani Makassar. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 2(2), 189-194.*, *2*(2), 189–194.

Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2018). Implementasi Pembelajaran Fisika Berbasis Laboratorium Virtual terhadap Keterampilan Proses Sains dan Persepsi Mahasiswa. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, *6*(1), 18–28.

Yusuf, I., Widyaningsih, S. W., & Purwati, D. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Modern Berbasis Media Laboratorium Virtual Berdasarkan Paradigma Pembelajaran Abad 21 dan Kurikulum 2013. *Jurnal Pancaran*, *4*(2), 189–200.