

PELATIHAN LABORATORIUM VIRTUAL CROCODILE PHYSICS 605 PADA MGMP FISIKA SMA KABUPATEN KARAWANG

Popi Purwanti^{1*)}, Dasmo²⁾, Sri Mayanty³⁾

^{1,2} Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Indraprasta PGRI

³ Pendidikan Matematika, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Indraprasta PGRI

Abstrak

Wabah Covid-19 menjadikan guru menggunakan sistem pembelajaran jarak jauh untuk melakukan pembelajaran. Pembelajaran jarak jauh memiliki sejumlah kendala terutama dalam kegiatan praktikum yang mestinya dilakukan di laboratorium. Solusi untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan melakukan praktikum secara daring menggunakan laboratorium virtual. Salah satu laboratorium virtual yang mudah dipahami dan digunakan adalah Crocodile Physics 605. Tujuan pelatihan ini adalah untuk mensosialisasikan laboratorium virtual dengan menggunakan Crocodile Physics 605, dan mengukur tingkat pemahaman peserta dalam menggunakan Laboratorium Virtual Crocodile Physics 605 dalam pembelajaran. Sasaran dari pelatihan ini adalah guru MGMP fisika SMA Kabupaten Karawang. Pelatihan dilakukan dengan menggunakan metode diskusi dan tanya jawab secara daring. Sementara data diperoleh melalui kuesioner dan dokumentasi di tiap akhir pelatihan. Hasil akhir pada pelatihan ini menunjukkan bahwa guru MGMP fisika SMA Kabupaten Karawang dapat melakukan pembelajaran dengan menggunakan Laboratorium Virtual Crocodile Physics 605, hal tersebut dibuktikan melalui simulasi praktikum yang dibuat oleh para peserta. Selain itu, para peserta dapat memahami laboratorium virtual Crocodile Physics 605 dengan tingkat pemahaman mencapai 89,3%.

Kata Kunci: Laboratorium virtual, Crocodile Physics 605, Pembelajaran jarak jauh, MGMP fisika SMA.

Abstract

The Covid-19 outbreak has made teachers use a distance learning system to carry out learning. Distance learning has a number of obstacles, especially in practical activities that should be carried out in the laboratory. The solution to solve this problem is to do an online practicum using a virtual laboratory. One of the virtual laboratories that are easy to understand and use is Crocodile Physics 605. The purpose of this training is to socialize a virtual laboratory using Crocodile Physics 605 and measure the level of understanding of participants in using the Crocodile Physics 605 Virtual Laboratory in learning. The target of this training is the MGMP physics teacher at the Karawang Regency High School. The training was conducted using online discussion and question-and-answer methods. Meanwhile, data were obtained through questionnaires and documentation at the end of each training. The final result of this training shows that MGMP physics teachers at Karawang Regency SMA can do learning using the Virtual Crocodile Physics 605 Laboratory, this is proven through practical simulations made by the participants. In addition, the participants were able to understand the virtual laboratory of Crocodile Physics 605 with an understanding level of 89.3%.

Keywords: Virtual laboratory, Crocodile Physics 605, Distance learning, Physics MGMP.

Correspondence author: Popi Purwanti, popi.purwanti20@gmail.com, Jakarta, Indonesia.



This work is licensed under a CC-BY-NC

PENDAHULUAN

Virus Covid-19 masih melanda berbagai belahan dunia sampai dengan saat ini. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya perubahan-perubahan mendasar pada semua sektor termasuk pendidikan yaitu terkait pelaksanaan proses kegiatan belajar mengajar. Dalam masa pandemi Covid-19, kegiatan pembelajaran dilakukan sesuai dengan anjuran pemerintah yaitu dengan menerapkan pembelajaran jarak jauh dengan sistem dalam jaringan (daring) atau online (Herliandry et al., 2020; Nafrin & Hudaidah, 2021). Dengan kondisi seperti ini mendesak para pendidik mampu mengembangkan kreativitas terkait teknologi virtual yang ada supaya terjaganya kegiatan belajar mengajar yang sama seperti pembelajaran tatap muka terbatas di sekolah. Dalam praktiknya baik pendidik ataupun siswa dituntut untuk berperan aktif dan berinteraksi secara baik agar siswa dapat mendapatkan pengetahuan secara baik dan benar meskipun secara daring (online) (Churiyah & Sakdiyyah, 2020).

Terdapat beberapa aktivitas pembelajaran di sekolah terutama dalam pembelajaran Fisika, salah satunya ialah praktikum. Dengan adanya kegiatan praktikum dapat meningkatkan kemampuan psikomotor siswa. Selain itu, dengan adanya kegiatan praktikum dapat membantu siswa dalam menjelaskan konsep materi fisika (Purwanti & Saraswati, 2020; Setiawan, 2013). Konsep yang dijelaskan dengan menggunakan praktikum akan tertanam lebih lama karena siswa mencari teori dan pengetahuannya sendiri (Shintya Dewi et al., 2019). Sedangkan dalam pembelajaran jarak jauh, praktikum dapat dilakukan secara virtual. Praktikum dengan menggunakan laboratorium virtual memiliki banyak keuntungan diantaranya dapat dilakukan secara daring, dapat menghemat anggaran laboratorium dan mengurangi kecelakaan yang terjadi saat praktikum (Maryuningsih et al., 2019). Praktikum dengan menggunakan laboratorium virtual dilakukan melalui komputer atau laptop sehingga dapat mensimulasikan kegiatan praktikum di laboratorium seolah-olah nyata (Dasmo et al., 2019; Marpaung et al., 2021)

Dari beragam jenis laboratorium virtual, Crocodile Physics 605 menjadi salah satu software laboratorium virtual mudah untuk dioperasikan. Hal tersebut dikarenakan praktikum yang terdapat pada software Crocodile Physics 605 penjelasan yang mudah dipahami dan berhubungan dengan kegiatan sehari – hari (Novianto & Diana, 2019). Oleh karena itu, Crocodile Physics 605 mudah untuk digunakan baik untuk guru atau pendidik dan juga siswa sebagai peserta didik.

Menurut hasil observasi di lapangan berupa wawancara dengan ketua MGMP Fisika SMA Kabupaten Karawang sebagai mitra pengabdian, terdapat beberapa permasalahan diantaranya beberapa guru mengalami kesulitan dalam menjelaskan materi abstrak yang terdapat pada kegiatan praktikum fisika yang dilaksanakan secara daring (online). Sehingga pengenalan laboratorium virtual dengan Crocodile Physics 605 merupakan solusi untuk menjelaskan materi abstrak dan meningkatkan kreativitas guru fisika dalam melakukan praktikum SMA.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan dengan melakukan pelatihan penggunaan laboratorium virtual fisika dengan Crocodile Physics 605 pada MGMP Fisika SMA Kabupaten Karawang. Permasalahan utama yang harus dipecahkan yaitu terkait peningkatan kreativitas guru dalam menggunakan laboratorium virtual. Serta kebutuhan sarana dan prasarana laboratorium virtual untuk kegiatan praktikum.

Program kegiatan untuk memecahkan permasalahan tersebut diantaranya; pelatihan-pelatihan untuk mengatasi jenis laboratorium lainnya yang ditawarkan untuk bahan ajar guru mengenai praktikum virtual dalam kegiatan merancang, membuat dan menjelaskan praktikum virtual, serta langkah percobaan menyusun dan membuat praktikum fisika untuk siswa SMA dan guru akan diberikan tutorial dan pendampingan penggunaan laboratorium virtual Crocodile Physics 605.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini dilakukan secara online melalui aplikasi Zoom Conference dengan waktu pelaksanaan bulan November 2021. Peserta pelatihannya yaitu guru-guru di MGMP fisika SMA Kabupaten Karawang. Adapun tahap pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini adalah sebagai berikut; 1) pengamatan (observasi); 2) wawancara; 3) dokumentasi; 4) sosialisasi program pelatihan ; 5) latihan menggunakan laboratorium virtual dan 6) monitoring dan evaluasi. Pengamatan dan wawancara dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan mitra. Untuk mendukung kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan berkaitan dengan masalah yang diteliti maka dilengkapi dengan dokumentasi kegiatan. Kegiatan di isi dengan sosialisasi dan pelatihan guru-guru di MGMP fisika SMA Kabupaten Karawang. Selanjutnya, monitoring dan Evaluasi dilakukan untuk menganalisis hasil kegiatan berbentuk analisis kendala-kendala yang muncul selama kegiatan dan tindak lanjut penyelesaiannya sehingga kegiatan yang dilakukan dapat mencapai target sesuai tujuan kegiatan.

Adapun langkah – langkah dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dibagi menjadi 3 tahapan meliputi tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Tahap pelaksanaan terdiri dari wawancara awal kepada mitra, penentuan lokasi sasaran, dan berkomunikasi dengan ketua MGMP fisika SMA Kabupaten Karawang. Pada tahapan ini juga akan dimulai rancangan penyusunan rangkaian acara. Pada tahap ke dua yaitu tahap pelaksanaan, tahap pelaksanaan dilakukan selama dengan dua kali pelatihan dengan susunan kegiatan berupa pemberian materi supaya meningkatkan pemahaman guru-guru tentang laboratorium virtual, memberikan penjelasan dan pelatihan mengenai cara penggunaan laboratorium virtual Crocodile Physics 605 dan penyusunan modul. Pembuatan modul dimulai dengan menelaah materi pokok mata pelajaran fisika yang terdapat pada Crocodile Physics 605. Setelah itu, dilakukan pendampingan penggunaan Crocodile Physics 605 sehingga nantinya guru mitra mampu meningkatkan inovasi dan kreativitas untuk melakukan praktikum secara virtual. Pada tahap ketiga yaitu tahap evaluasi. Tahap ini dilakukan dengan melakukan komunikasi dengan mitra terkait dengan hasil desain pembelajaran dengan menggunakan Crocodile Physics 605.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pelatihan ini telah dilakukan terhadap guru – guru yang tergabung dalam Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Fisika Kabupaten Karawang sebagai mitra. Adapun jarak dari Universitas Indraprasta PGRI dengan mitra sejauh 77,1 km. Pihak mitra berkontribusi dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat diantaranya yaitu mengkoordinir guru – guru fisika yang akan mengikuti pelatihan; menyediakan sarana

dan prasarana untuk kegiatan pengabdian kepada masyarakat, serta mengkoordinir waktu berlangsungnya kegiatan pelatihan. Pelatihan dilakukan secara online menggunakan Zoom Conference. Dengan adanya partisipasi dari mitra, kegiatan pengabdian ini dapat berlangsung dengan sukses sesuai dengan rencana tim abdimas, sehingga tujuan awal dari kegiatan abdimas untuk menyelesaikan masalah yang ada di MGMP fisika SMA Kabupaten Karawang dapat tercapai.

Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan melalui tiga tahap. Tahap pendahuluan ini dilakukan untuk studi pendahuluan baik itu keadaan proses belajar mengajar dan memberikan kuesioner kepada Guru mengenai laboratorium virtual fisika yang dilakukan di MGMP fisika SMA Kabupaten Karawang. Kegiatan tersebut berupa wawancara dengan Ketua MGMP fisika SMA Kabupaten Karawang, Bapak Didi Winardi, S.Pd. Berdasarkan wawancara tersebut dapat disimpulkan untuk laboratorium virtual masih jarang dilaksanakan saat masa pandemi oleh guru. Paling banyak portal laboratorium virtual adalah PhET dan Laboratorium Maya Kemendikbud, dalam menerapkan praktikum sebagai media pembelajaran dengan siswa SMA saat pelaksanaan dan itu pun jarang. Sehingga peneliti menawarkan pelatihan laboratorium virtual dengan menggunakan Crocodile Physics 605. Merupakan Laboratorium virtual berbasis software juga bisa offline saat digunakan menggunakan laptop dan sebagai bahan ajar praktikum yang menarik untuk guru.

Dilanjutkan dengan tahap sosialisasi, kegiatan pelaksanaan pengabdian “PKM Laboratorium Virtual Fisika Dengan Crocodile Physics 605” telah dilaksanakan selama satu hari setiap bulannya meliputi bulan Oktober, November, dan Desember mulai pukul 09.00-12.00 WIB. Kegiatan PKM ini disebarluaskan melalui media social dengan media Flyer yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Flyer Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

Pada tahap pelaksanaan dibagi menjadi tiga bagian sesuai dengan waktu pelaksanaan acaranya. Pada pelaksanaan hari pertama, Rabu 20 Oktober 2021, kegiatan dimulai dan dibuka oleh pemandu acara yaitu Sri Endang Wahyuni, M.Si. Selanjutnya ada sambutan dari Ketua MGMP fisika SMA Kabupaten Karawang, bapak Didi

Winardi, S.Pd. yang memberikan ajakan kepada rekan gurunya untuk ikut serta dalam pelaksanaan kegiatan pelatihan praktikum fisika virtual. Narasumber pelatihan pada kegiatan pengabdian pada hari pertama adalah Sri Mayanty, M.Pd. Materi yang disampaikan pengetahuan praktikum virtual menggunakan Crocodile Physics 605. Pemberian materi selama 60 menit kemudian 30 menit berikutnya sesi tanya jawab. Kegiatan pelatihan hari ke satu meliputi: membimbing tentang cara mendownload software praktikum virtual dengan Crocodile Physics 605, menjelaskan jenis-jenis praktikum fisika virtual yang bisa digunakan salah satunya yaitu Crocodile Physics 605 sesuai kompetensi dasar pelajaran fisika. Setelah selesai pemberian materi kemudian ada sesi tanya jawab. Diperoleh beberapa pertanyaan yang dikemukakan oleh peserta pelatihan diantaranya pertanyaan tersebut mencerminkan bahwa guru masih belum paham terkait laboratorium virtual dengan Crocodile Physics 605 serta kreativitas guru yang dirasa kurang dalam praktikum virtual.



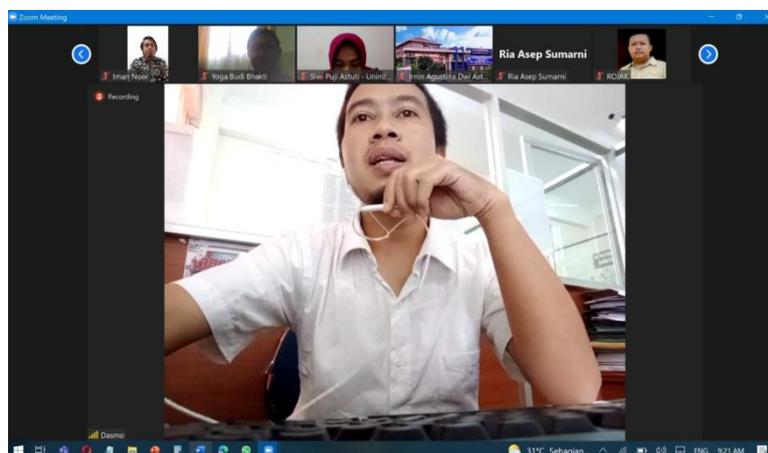
Gambar 3. Pemaparan Materi di hari pertama oleh ibu Sri Mayanty, M.Pd.

Narasumber kegiatan pengabdian hari kedua Kamis 18 November 2021 adalah Popi Purwanti, M.Pd. Penjelasan materi pada pelatihan ke dua meliputi simulasi penggunaan laboratorium virtual berupa Crocodile Physics 605 diberikan selama 60 menit kemudian dilanjut sesi tanya jawab selama 30 menit. Simulasi laboratorium virtual dengan Crocodile Physics 605 dilakukan secara online via zoom conference. Pada penjelasan materi ini dibahas terkait cara mengoperasikan laboratorium virtual dengan Crocodile Physics 605. Pada pemaparan materi dibahas tentang beberapa simulasi beberapa praktikum fisika kelas 11 SMA serta cara mengoperasikan analisis praktikum virtual dengan Crocodile Physics 605. Guru-guru sangat antusias untuk belajar mempraktekan simulasi tersebut. Supaya lebih jelas setiap guru diberikan link yang isinya berupa e-modul Praktikum Fisika dengan Crocodile Physics 605.



Gambar 4. Pemaparan Materi di hari kedua oleh ibu Popi Purwanti, M.Pd.

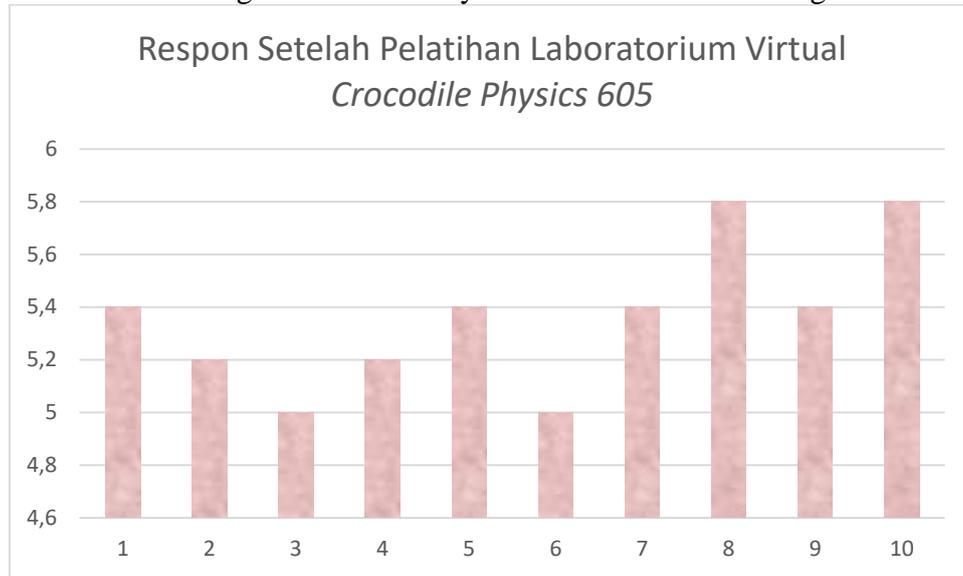
Pengabdian hari ketiga Rabu 15 Desember 2021 dengan narasumber Dasmu, M.Pd. Pada hari ketiga pelatihan, guru-guru sudah menguasai laboratorium virtual dengan Crocodile Physics 605, Penjelasan materi diberikan selama 60 menit, pada pelatihan ini dijelaskan bentuk soft file media praktikum Crocodile Physics 605 kemudian diberikan lembar kerja praktikum bagi peserta didik, tujuan praktikum, rumusan masalah, dasar teori, hipotesis, alat dan bahan, langkah percobaan, hasil percobaan, analisis percobaan, pertanyaan pemahaman dan kesimpulan. Sehingga guru-guru merasa tertarik dan mampu mengembangkan kreativitasnya bentuk tugas lembar soft file laboratorium virtual Crocodile Physics 605.



Gambar 5. Pemaparan Materi di hari ketiga oleh bapak Dasmu, M.Pd.

Untuk pelaksanaan selanjutnya yaitu mengumpulkan soft file laboratorium virtual dengan Crocodile Physics 605 oleh peserta pelatihan, Dalam pengumpulan lembar kerja praktikum ini secara online yaitu diberikan link yang disebarakan melalui WhatsApp. Dari hasil pengumpulan soft file terlihat antusias para guru dalam mengerjakan latihan yang terdapat dalam lembar kerja praktikum. Setelah itu, kami memberikan angket berupa instrumen respon untuk para guru terhadap pelatihan laboratorium virtual dengan Crocodile Physics 605. Selanjutnya selesai kegiatan ini, guru-guru mendapatkan sertifikat sebagai bukti telah melakukan pelatihan-pelatihan/

Berikut gambaran dari 10 pernyataan tentang respon guru setelah mengikuti pelatihan laboratorium virtual dengan Crocodile Physics 605 dalam bentuk diagram:



Gambar 6. Diagram hasil respon pada pelatihan laboratorium virtual *Crocodile Physics 605*

Berdasarkan penghitungan hasil angket terkait respon peserta pelatihan setelah mengikuti pelatihan-pelatihan laboratorium virtual dengan Crocodile Physics 605 ini, memperoleh hasil sebanyak 89,3% dengan kategori sangat baik.. Guru MGMP Fisika SMA Karawang merasa terbantu, selain itu juga memberikan wawasan yang lebih luas, meningkatkan kreativitas dalam mengajarkan laboratorium virtual dengan Crocodile Physics 605. Pelatihan yang diberikan dalam kegiatan pengabdian ini merupakan salah satu alternatif penyelesaian masalah yang dialami guru saat ini.

Secara kualitatif, pembelajaran dengan menggunakan laboratorium virtual Crocodile Physics 605 dapat membantu siswa untuk mengembangkan pengetahuannya terkait dengan konsep materi fisika yang diajarkan (Astuti et al., 2020; Kereh et al., 2020; Prastowo et al., 2021). Selain itu, pembelajaran dengan menggunakan laboratorium virtual Crocodile Physics mendorong kreativitas siswa untuk bereksprimen, karena beberapa percobaan pada aplikasi Crocodile Physics mudah dan berhubungan dengan kegiatan sehari – hari (Uluay, 2021; Ulukök & Sari, 2016). Oleh karena itu, laboratorium virtual Crocodile Physics 605 dinilai dapat membantu guru – guru dalam melakukan praktikum secara virtual (online) terutama saat pembelajaran jarak jauh ataupun untuk beberapa sekolah yang belum memiliki laboratorium yang lengkap.

SIMPULAN

Pelatihan kegiatan pengabdian masyarakat ini berlangsung lancar dan memberikan banyak ilmu untuk guru – guru tim MGMP Fisika SMA Kabupaten Karawang. Kegiatan pengabdian masyarakat ini merupakan solusi pembelajaran laboratorium virtual yang interaktif, inovatif, dan kreatif. Beragam media tersebut menuntut guru untuk mampu menggunakannya dalam setiap pembelajaran. Berdasarkan hasil angket terkait respon peserta pelatihan yang telah mengikuti kegiatan pelatihan

mendapatkan persentase 89,3% kategori sangat baik. Guru-guru MGMP Fisika SMA Karawang merasa pengetahuannya dan kreativitasnya bertambah terkait laboratorium virtual berupa Crocodile Physics 605. Pelatihan yang diberikan dalam kegiatan pengabdian ini merupakan salah satu solusi untuk permasalahan guru dalam berinovasi pada pembelajaran secara *online* untuk melaksanakan kegiatan praktikum di rumah.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, S. P., TW, A., & Handayani, S. (2020). Pemanfaatan media crocodile physics dalam pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika. *Navigation Physics : Journal of Physics Education*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.30998/npjpe.v1i1.189>
- Churiyah, M., & Sakdiyyah, D. A. (2020). Indonesia Education Readiness Conducting Distance Learning in Covid-19 Pandemic Situation. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding (IJMMU)*, 7(6), 491–507.
- Dasmo, D., Budi Bhakti, Y., & Napis, N. (2019). Pemanfaatan media pembelajaran Phet simulation dalam eksperimen fisika. *Navigation Physics : Journal of Physics Education*, 1(1), 18–21. <https://doi.org/10.30998/npjpe.v1i1.192>
- Herliandry, L. D., Nurhasanah, N., Suban, M. E., & Kuswanto, H. (2020). Pembelajaran Pada Masa Pandemi Covid-19. *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan*, 22(1), 65–70. <https://doi.org/10.21009/jtp.v22i1.15286>
- Kereh, C. T., Asryanty, W. O., & Sapulette, H. (2020). Penggunaan Software Crocoile Physics 6.0.5 dalam Pembelajaran Fisika Materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 7(1), 64–80. <https://doi.org/10.36706/jipf.v7i1.11055>
- Marpaung, R. R., Aziz, N. R. N., & Purwanti, P. (2021). Analisis Nilai Sudut Deviasi pada Prisma Menggunakan Software Crocodile Physics 605. *Schrodinger: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 2(1), 1–7.
- Maryuningsih, Y.-, Manfaat, B., & Riandi, R. (2019). Penerapan Laboratorium Virtual Elektroforesis Gel Sebagai Pengganti Praktikum Riil. Phenomenon : *Jurnal Pendidikan MIPA*, 9(1), 48–64. <https://doi.org/10.21580/phen.2019.9.1.3320>
- Nafrin, I. A., & Hudaidah, H. (2021). Perkembangan Pendidikan Indonesia di Masa Pandemi Covid-19. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(2), 456–462. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i2.324>
- Novianto, A., & Diana, N. (2019). Penerapan Program Crocodile Physics Sebagai Media Pembelajaran dalam Upaya Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v2i1.3969>
- Prastowo, S. H. B., Subiki, & Kamali, M. W. (2021). The implementation crocodile physics simulation media on senior high school student's scientific works skills in the materials of momentum and collisions. *Journal of Physics: Conference Series*, 1832(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1832/1/012051>
- Purwanti, P., & Saraswati, D. L. (2020). Analisis Nilai Kecepatan Tangki Riak dengan Laboratorium Virtual PhET dan Riil di Laboratorium Fisika. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 5(4), 321–327.

- Setiawan, A. (2013). Metode Praktikum Dalam Pembelajaran Pengantar Fisika Sma : Studi Pada Konsep Besaran Dan Satuan Tahun Ajaran 2012-2013. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1(3), 285–290.
- Shintya Dewi, D. A. K. D., Sastrawidana, D. K., & Wiratini, N. M. (2019). Analisis Pengelolaan Alat Dan Bahan Praktikum Pada Laboratorium Kimia Di Sma Negeri 1 Tampaksiring. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 3(1), 37. <https://doi.org/10.23887/jjpk.v3i1.21162>
- Uluay, G. (2021). Digital Simulation Experiences of Pre-service Science Teachers: An Example of Circuits. *International Journal of Progressive Education*, 17(3), 14–30. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2021.346.2>
- Uluök, Ş., & Sari, U. (2016). The Effect of Simulation-assisted Laboratory Applications on Pre-service Teachers' Attitudes towards Science Teaching. *Universal Journal of Educational Research*, 4(3), 465–474. <https://doi.org/10.13189/ujer.2016.040301>