

PEMANFAATAN DIGITAL VIRTUAL LABORATORY PADA KELOMPOK MASYARAKAT RT.09/03 PONDOK RANGON KOTA JAKARTA TIMUR

Selli Mariko¹⁾, Ek Ajeng Rahmi Pinahayu²⁾, Luh Putu Widya Adnyani³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, FTIK, Universitas Indraprasta PGRI

Abstrak

Kegiatan PKM (Pengabdian Kepada Masyarakat) yang dilakukan oleh Tim PKM Universitas Indraprasta PGRI merupakan salah satu kewajiban dalam melaksanakan tri dharma. Mitra Kegiatan PKM adalah kelompok masyarakat RT.09 RW.03 yang berprofesi sebagai guru. Kegiatan PKM dilandasi dari permasalahan yang dihadapi Mitra yaitu: 1. Keterbatasan waktu dalam melakukan pembelajaran; 2. Kurangnya penjelasan dan feedback terhadap materi pembelajaran; 3. Kurangnya peserta didik dalam melakukan kegiatan eksperimen di sekolah; 4. Kurangnya peserta didik dalam melakukan observasi dari hasil eksperimen. Permasalahan tersebut muncul sebagai salah satu dampak dari kegiatan pembelajaran yang dilakukan secara hybrid pasca pandemi Covid 19. Solusi yang ditawarkan tim PKM memecahkan permasalahan tersebut adalah pemanfaatan web aplikasi digital virtual laboratory. Metode yang digunakan oleh tim PKM Unindra adalah memberikan pelatihan kepada Mitra PKM. Mitra PKM adalah kelompok masyarakat RT.09 RW.03 Kelurahan Pondok Rangon Jakarta Timur. Materi yang disampaikan adalah metode penyusunan Lembar Kinerja Peserta Didik (LKPD) yang disesuaikan menggunakan PhET Interactive Simulation sebagai pengganti kegiatan praktikum di sekolah. Adapun bentuk pelaksanaan kegiatan ini adalah tutorial secara online dengan menjelaskan materi yang sudah dikembangkan oleh Tim PKM. Kegiatan PKM disambut dengan antusias yang baik karena memberikan dampak yang baik pada kelompok masyarakat yang berprofesi sebagai guru. Adapun beberapa dampak positif yang teramati adalah peserta pelatihan dapat mengembangkan LKPD untuk digital virtual laboratory menggunakan PhET Interactive Simulation.

Kata Kunci: *Web Aplikasi, Digital Virtual Laboratory, PhET Interactive Simulation*

Abstract

The PKM (Community Service) activities carried out by the PKM Team at Indraprasta University PGRI are one of the obligations in carrying out the tri dharma. PKM activities are based on the problems faced by Partners, namely: 1. Limited time in conducting learning; 2. Lack of explanation and feedback on learning materials; 3. Lack of students in carrying out experimental activities at school; 4. Lack of students in making observations from experimental results. This problem arose as one of the impacts of learning activities carried out in a hybrid manner after the Covid 19 pandemic. The solution offered by the PKM team to solve this problem is the use of a digital virtual laboratory web application. The method used by the PKM team is to provide training to PKM Partners. PKM partners are community groups from RT.09 RW.03 Pondok Rangon Village, East Jakarta. The material presented is a method for preparing Student Performance Sheets (LKPD) which are adapted to use the PhET Interactive Simulation as a substitute for practicum activities at school. The form of implementation of this activity is an online tutorial by explaining the material that has been developed by the PKM Team. PKM activities were welcomed with good enthusiasm because they had a good impact on community groups who work as teachers. Some of the positive impacts observed were the training participants being able to develop worksheets for digital virtual laboratories using the PhET Interactive Simulation.

Keywords: *Web Application, Digital Virtual Laboratory, PhET Interactive Simulation*

Correspondence author: *Selli Mariko, sellimariko.unindra@gmail.com, Jakarta, Indonesia*



This work is licensed under a CC-BY-NC

PENDAHULUAN

Mendengar kata “Pondok Rangan” yang langsung terlintas pada pikiran kita adalah TPU (Tempat Pemakaman Umum). Hal ini tidak dapat dipungkiri karena TPU di pondok rangan ini adalah salah satu pemakaman yang terbesar di Jakarta. Kelurahan pondok rangan memiliki penduduk kurang lebih sebanyak 30.260 jiwa dengan luas wilayah sekitar 366,015 Ha. Wilayah Kelurahan Pondok Rangan merupakan daratan dengan nilai strategis karena berhubungan langsung dengan jalur perlintasan alternatif dari kawasan Cileungsi (Jonggol), Kranggan (Bekasi), dan Kelurahan Harjamukti (Depok). Masyarakat yang ada di Pondok Rangan juga memiliki berbagai macam lapangan pekerjaan mulai dari Pengusaha, Pedagang, ASN, TNI Polri, Guru, Karyawan dan sebagainya. Pada kegiatan PKM (Pengabdian Kepada Masyarakat) yang dilaksanakan oleh Tim PKM Unindra, yang menjadi Mitra PKM/ sasaran kegiatan adalah kelompok masyarakat dengan profesi sebagai guru di kelurahan Pondok Rangan khususnya RT. 09 RW. 03.



Gambar 1. Peta RW. 03 Kelurahan Pondok Rangan (sumber. Sekretariat RW. Pondok Rangan)

Tugas utama orang yang memiliki profesi sebagai guru adalah mendidik melalui proses pembelajaran. Proses belajar mengajar pada hakikatnya adalah sebuah proses transfer ilmu pengetahuan, yaitu proses penyampaian informasi dari narasumber pengetahuan melalui media tertentu kepada peserta didik. Masyarakat Pondok Rangan yang berprofesi sebagai guru, ada yang mengalami permasalahan dalam kegiatan pembelajaran, khususnya dalam melaksanakan tanggung jawab dengan kegiatan praktikum. Hal ini dikarenakan pada saat pandemic Covid 19 pemerintah membuat kebijakan supaya kegiatan pembelajaran dapat dilaksanakan dengan sistem hybrid yaitu pembelajaran yang mengkombinasikan tatap muka dan pembelajaran dengan sistem dalam jaringan. Pasca pandemic berakhir maka kegiatan pembelajaran dilaksanakan dengan Hybrid System. Akan tetapi kegiatan praktikum masih belum dapat dilaksanakan dengan maksimal. Keadaan ini mengakibatkan tidak tuntasnya materi kegiatan praktikum yang seharusnya dilaksanakan guru di sekolah. Oleh karena itu Tim PKM beserta mitra PKM mencoba melakukan tindakan preventif khususnya

dalam kegiatan praktikum untuk menanggulangi permasalahan tersebut. Bagaimanapun kegiatan praktikum merupakan bagian penting pada proses pembelajaran sebagai salah satu cara memberikan pemahaman kepada peserta didik. Menurut beberapa hasil penelitian yang dilakukan oleh ahli, ada banyak manfaat dari proses eksperien atau praktikum. Kegiatan praktikum sangat baik dalam mengembangkan peserta didik supaya dapat berpikir kritis, sistematis dan logis. Menurut Nisa (2017:67) pembelajaran dengan metode praktikum dapat meningkatkan pemahaman dan hasil belajar siswa menjadi baik. Hal ini dibuktikan dengan nilai yang diperoleh siswa adalah 45,4% nilai 86-100, 36,4 % nilai 70-85, 18,2 % nilai 56-70, 0% nilai 0-55. Hasil penelitian ini diperoleh berdasarkan evaluasi kegiatan praktikum pada materi Zat Tunggal dan Campuran. Selain itu peserta didik memberikan respon atau tanggapan yang positif pada penerapan metode pembelajaran praktikum pada mata pelajaran IPA.

Untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh Mitra, maka Tim PKM memberikan solusi melalui dasar berbagai kajian literatur dan hasil penelitian yang didapatkan melalui berbagai jurnal. Solusi tersebut adalah pemanfaatan web aplikasi digital virtual library yang dapat diakses secara online melalui tautan <https://phet.colorado.edu/in/>. Web aplikasi ini dapat diproses secara offline dengan cara registrasi dan mengunduh file web aplikasinya. PhET Simulation sudah terbukti memiliki peran yang positif dalam mendukung kegiatan praktikum, apalagi diterapkan pada saat pembelajaran secara daring. Anonim (2022) menyebutkan bahwa PhET merupakan web aplikasi yang menyediakan simulasi fisika, kimia, matematika dan sains yang menyenangkan, gratis dan interaktif. Kami secara ekstensif menguji dan mengevaluasi setiap simulasi untuk memastikan efektivitas pendidikan. Tes ini meliputi wawancara siswa dan observasi penggunaan simulasi di kelas. PhET interactive simulation dikembangkan dalam HTML5 (dengan beberapa simulasi lama di Java atau Flash), dan dapat dijalankan secara online atau diunduh ke komputer Anda. Semua simulasi adalah open source sehingga memungkinkan simulasi ini gratis untuk semua siswa dan guru.

Tim PKM Unindra memilih PhET Interactive Simulation sebagai salah satu solusi dalam mengatasi permasalahan mitra atas dasar beberapa hasil riset dan studi literatur yang sudah dibuktikan. Menurut Masitta, Donuata, Ete, & Rusdin (2020:143) peningkatan pemahaman konsep fisika yang diajarkan menggunakan PhET interactive simulation lebih tinggi dari yang diajarkan tanpa menggunakan PhET interactive simulation. Penggunaan media virtual dalam melakukan eksperimen atau praktikum memudahkan peserta didik dalam memahami konsep getaran dan gelombang melalui gambaran konsep abstraknya. Hal ini membuktikan bahwa pemahaman konsep fisika peserta didik dapat ditingkatkan melalui penggunaan PhET interactive simulation. Selain itu, dengan memanfaatkan PhET interactive simulation sebagai laboratorium virtual, masyarakat memiliki banyak sekali momentum. Selain itu, menurut Hermansyah, Gunawan, & Herayanti (2015:101) terdapat beberapa keuntungan yang diperoleh dari proses belajar mengajar yang telah dilakukan dengan menggunakan laboratorium virtual, antara lain (1) lebih ekonomis karena tidak membutuhkan bangunan lab, alat-alat dan bahan-bahan seperti pada laboratorium konvensional, (2) menambah motivasi dalam proses belajar mengajar, (3) siswa mempunyai keterampilan pemecahan masalah dan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran ataupun dalam permasalahan sehari-hari.

Selain itu menurut Rizaldi, Jufri, & Jamaluddin (2020:13) beberapa hal mengapa PhET interactive simulation perlu dioptimalkan pemanfaatannya: 1) Media simulasi

PhET interactive simulation efektif digunakan untuk membantu pendidik dan peserta didik dalam mempelajari konsep-konsep fisika, 2) media simulasi PhET interactive simulation sangat baik digabungkan dengan model pembelajaran inkuiri, dan 3) media simulasi PhET interactive simulation memiliki kelebihan yaitu efektif dalam menjelaskan konsep fisika yang sifatnya abstrak dan tampilannya menarik. Oleh karena itu, untuk mendukung kegiatan praktikum pasca pandemic covid 19, seorang guru perlu membuat instrument pembelajaran online maupun offline. Salah satunya adalah membuat Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan prosedur bagaimana menggunakan simulasi virtual laboratory. Salah satu simulasi interaktif yang dapat digunakan adalah Physics Education and Technology (PhET).

Mengingat pentingnya praktikum pada kegiatan pembelajaran, maka perlu berbagai macam dukungan dan sarana supaya praktikum dapat berjalan dengan baik. Wahyudiati (2016: 166) Usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas pelaksanaan praktikum yaitu dengan peningkatan kualitas pendamping, evaluasi rutin sebelum dan sesudah praktikum, dan meningkatkan koordinasi dengan antara laboran, pendamping, guru/ pengampu dan pihak sekolah. Sedangkan berkaitan dengan faktor yang mempengaruhi kualitas pelaksanaan praktikum perlu adanya motivasi yang tinggi dari peserta didik, selain itu perlu adanya peningkatan ketersediaan sarana dan prasarana.

METODE PELAKSANAAN

Sasaran kegiatan PKM yang dilaksanakan oleh Tim PKM Unindra adalah kelompok masyarakat yang berprofesi sebagai Guru. Tempat pelaksanaan kegiatan mencakup RT.09 RW.03 Kelurahan Pondok Rangun, Kecamatan Cipayung, Kota Jakarta Timur. Pelaksanaan kegiatan PKM mulai dari tahap observasi, tahap pelaksanaan dan tahap evaluasi dilaksanakan dalam satu semester yaitu dari periode April 2022 sampai Agustus 2022. Metode yang digunakan pada setiap tahapan kegiatan PKM dijelaskan seperti berikut:

Tahap Observasi

Pada tahap observasi, metode pelaksanaan yang digunakan adalah wawancara dan pengamatan langsung di lapangan. Adapun narasumber yang digunakan untuk memperoleh data adalah ketua RT.03 Pondok Rangun dan sebagian kelompok masyarakat yang berprofesi sebagai guru. Setelah mendapatkan hasil analisis dari data observasi, untuk selanjutnya Tim PKM Unindra menggunakan metode Studi Literatur untuk mencari solusi atas hasil observasi yang sudah dilakukan.

Tahap Pelaksanaan

Pada tahap pelaksanaan, metode yang digunakan oleh tim PKM adalah *drill and practice* yang dilakukan secara *online*. Bentuk kegiatannya adalah pelatihan online diberikan kepada mitra PKM dengan jadwal yang sudah disepakati. Sarana dan prasarana yang digunakan pada kegiatan tahap ini adalah materi yang dikembangkan oleh Tim PKM, jaringan internet dan laptop.

Tahap Evaluasi

Pada tahap evaluasi, maka Tim PKM melakukan reviewing atau peninjauan kembali. Adapun metode yang digunakan adalah Management by Object (MBO). Tim melakukan peninjauan kembali untuk melihat sejauh mana ketercapaian kegiatan PKM berlangsung. Pada tahap ini tim PKM membuat indicator-indikator ketercapaian untuk melihat apa yang sudah dan belum tercapai. Hasilnya digunakan untuk memperbaiki kegiatan PKM periode selanjutnya.

Selain itu terdapat komponen eksternal yang sangat penting dalam mensukseskan pelaksanaan kegiatan PKM, yaitu peran dari Mitra PKM. Sebagai bentuk dukungan dari mitra untuk mensukseskan kegiatan PKM, bantuan diberikan dalam bentuk *in Kind*. Bentuk partisipasi mitra PKM yang paling utama adalah dukungan dari Ketua RT.03. Ketua RT adalah mitra terdepan dalam mensukseskan kegiatan PKM di lapangan terutama dalam menjaga keamanan, ketertiban, dan membantu pengurusan administrasi di lapangan selama berlangsungnya kegiatan PKM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Target utama atau *outcome* kegiatan PKM ini adalah jasa. Secara spesifik, jasa yang menjadi *outcome* dari kegiatan ini adalah meningkatkan kemampuan (*soft skill*) Mitra PKM dalam menggunakan media pembelajaran pasca pandemic Covid 19. Pasca pandemic Covid 19 kegiatan pembelajaran dilaksanakan dengan sistem *hybrid*. Kegiatan pembelajaran dengan sistem *hybrid* tidak memungkinkan kegiatan praktikum dilaksanakan di sekolah maupun rumah. Oleh karena itu Tim PKM Unindra, mencoba melakukan transfer ilmu pengetahuan kepada Mitra PKM supaya dapat memanfaatkan *Digital Vitual Library* dan menyusun LKPD yang sesuai untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Kegiatan PKM dilakukan oleh Tim secara daring (dalam jaringan) dengan menggunakan aplikasi *Zoom Meeting*. Bentuk kegiatan utama yang dilakukan oleh Tim PKM adalah pelatihan secara *online*. Materi pelatihan mencakup 2 aspek utama yaitu: 1. Pengembangan LKPD dan 2. Penggunaan Web Aplikasi "*PhET Interactive Simulation*".



Gambar 2. Kegiatan PKM Secara *Online* Oleh Pemateri 1



Gambar 3. Kegiatan PKM Secara *Online* Oleh Pemateri 2

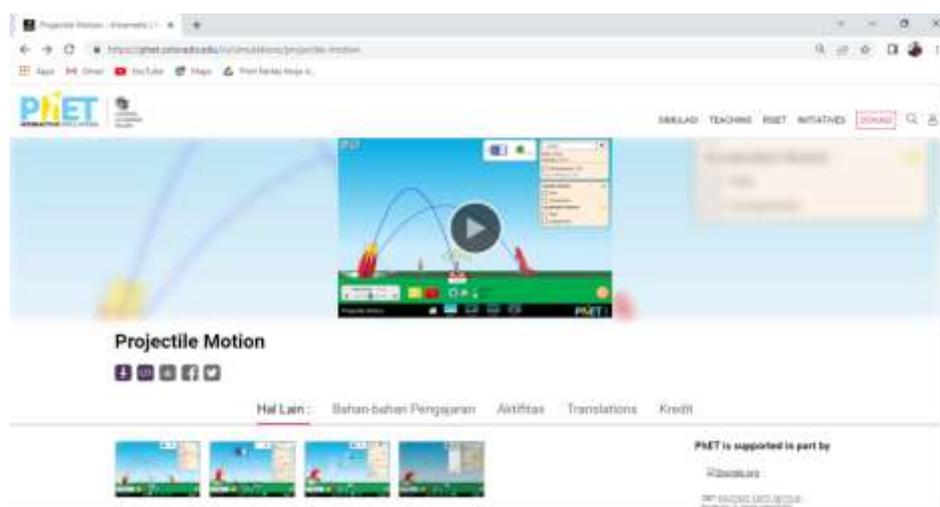
Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Sebagian besar LKPD yang disusun oleh Mitra PKM, saat ini tidak sesuai digunakan untuk peserta didik dalam kegiatan pembelajaran sistem *hybrid*.

Pembelajaran dengan sistem ini, sangat dibutuhkan kemandirian dari peserta didik dalam mengikuti materi yang diajarkan. Oleh karena itu diperlukan penyesuaian LKPD yang dapat digunakan peserta didik dalam pembelajaran jarak jauh/ pembelajaran mandiri. Mengacu pada hasil studi literatur dan hasil penelitian, maka Tim PKM menentukan pengembangan LKPD terbaik pada kegiatan praktikum dengan sistem hybrid adalah LKPD dengan pendekatan saintifik 5M. Menurut Supraswan (2020) Pendekatan saintifik berkaitan erat dengan metode saintifik (metode ilmiah) yang melibatkan kegiatan pengamatan atau observasi yang dibutuhkan untuk perumusan hipotesis atau mengumpulkan data. Metode ilmiah pada umumnya dilandasi dengan pemaparan data yang diperoleh melalui suatu kegiatan pengamatan atau percobaan. Selanjutnya, Ayu (2018) menjelaskan lebih lanjut dengan mengemukakan bahwa pendekatan 5M dalam pembelajaran memiliki prinsip bahwa pembelajaran yang dilakukan menekankan kepada proses: 1. Mengamati, 2. Menanya, 3. Mengumpulkan informasi/eksperimen, 4. Mengasosiasikan/menalar, dan 5. Mengkomunikasikan.

PhET Interactive Simulator

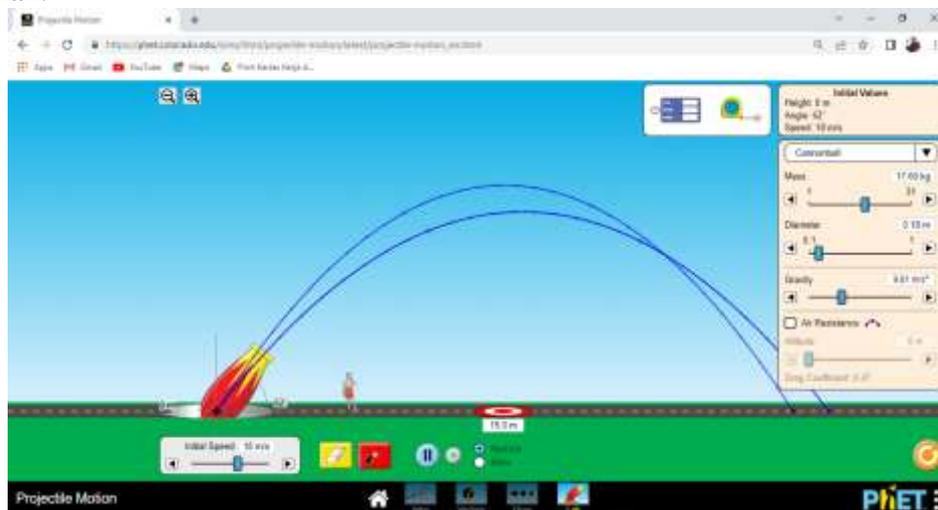
Menurut Sugiharti & Sugandi (2020) Kegiatan praktikum di laboratorium pasca pandemic Covid 19 tidak memungkinkan dilaksanakan. Ada alternatif untuk kegiatan praktikum pada masa pandemi ini yaitu dengan penggunaan media praktikum online yaitu laboratorium virtual. Mengacu pendapat ahli tersebut Tim PKM mengangkat ide bahwa salah satu solusi praktikum menggunakan laboratorium virtual. Adapun aplikasi yang dipilih oleh Tim PKM adalah "*PhET Interactive Simulation*". Ini merupakan situs penyedia simulasi pembelajaran fisika, biologi, kimia, dan matematika, yang dapat digunakan secara gratis untuk pembelajaran di kelas maupun individu yang dirancang secara interaktif sehingga pembelajaran dapat dilakukan secara langsung. Menurut Dewa, Mukin, & Pandango (2020) adanya *PhET Interactive Simulation*, peserta didik dapat melakukan eksperimen-eksperimen karena telah disediakan serangkaian peralatan dan bahan yang diharapkan akan menjadikan peserta didik lebih memahami konsep ataupun fenomena tertentu berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan.



Gambar 4. Simulasi Gerak 2 Dimensi dengan "*PhET Interactive Simulation*"

Melihat pada Gambar 3 di atas, merupakan salah satu contoh bentuk simulasi yang digunakan untuk menjelaskan materi fisika yaitu gerak 2 dimensi. Untuk menggunakan aplikasi ini dapat dijalankan melalui berbagai macam perangkat. Hal ini

dikarenakan aplikasi dikembangkan dengan HTML 5 yang memungkinkan web aplikasi ini dapat bekerja pada berbagai macam platform. Adapun keunggulan lainnya web aplikasi ini dapat berjalan *offline* tanpa harus *install* pada perangkat *hardware* yang digunakan.



Gambar 5. Analisis Variabel “PhET Interactive Simulation”

Layaknya sebuah media pembelajaran berupa simulasi interaktif maka pada aplikasi terdapat *variable dependent* dan *variable independent*. Pada Gambar 4 di atas menunjukkan berbagai macam variabel yang dapat dianalisis dan dapat dirubah nilainya. Apabila *variable independent* mengalami perubahan maka *variable dependent* juga akan mengalami perubahan. Perubahan tersebut dapat dilihat hasil dan prosesnya melalui simulasi yang di tunjukkan pada gambar 4. Di tampilan ini peserta didik dapat melakukan praktikum secara virtual. Peserta didik dapat melakukan pengamatan dan menuliskan hasil pengamatan praktikum virtual dengan mengacu LKPD yang dibuat oleh guru. Adanya LKPD yang tepat dan sesuai dengan jenis kegiatan praktikumnya, akan membantu peserta didik mandiri dalam proses pembelajaran.

Sebaik apapun metode dan media pembelajaran jarak jauh yang digunakan pada proses pembelajaran pasti ada kekurangannya. Proses transfer ilmu pengetahuan yang terbaik adalah interaksi secara langsung dari narasumber/ guru kepada peserta didik. Oleh karena itu, kegiatan PKM ini sangat penting bagi Mitra untuk membuka wawasan baru dalam menggunakan metode yang terbaik sesuai dengan kondisi peserta didik. Seperti yang disampaikan Dasmo, Saraswati, & Okyanida (2020:163) kegiatan pelatihan ini sedikit banyak telah membuka pemahaman guru tentang pentingnya model pembelajaran yang menarik bagi peserta didik. Selain itu menurut Puspita (2020) *PhET Interactive Simulation* sebagai media pembelajaran berbasis laboratorium virtual memiliki beberapa kekurangan antara lain: 1. Kemandirian peserta didik dalam melaksanakan proses pembelajaran akan mempengaruhi keberhasilan pembelajaran, 2. Tergantung pada kuota internet karena pembelajaran dilakukan dalam pembelajaran jarak jauh, 3. Tergantung kemampuan orang tua peserta didik dalam mendampingi saat pembelajaran berlangsung.

Evaluasi kegiatan PKM dilakukan dengan metode etno kualitatif. Sehingga hasil pengamatan PKM disajikan bukan berupa angka, tetapi berupa indikator – indikator ketercapaian dari kegiatan PKM. Adapun indikator ketercapaian kegiatan PKM ini meliputi: 1. Ketercapaian perencanaan kegiatan berupa koordinasi dengan Mitra

sehingga menghasilkan proposal kegiatan PKM. 2. Ketercapaian dalam penyusunan materi kegiatan oleh Tim PKM. 3. Ketercapaian tujuan utama PKM. 3. Ketercapaian proses administrasi kegiatan meliputi: dokumentasi, persuratan dan pelaporan. *Outcome* yang paling utama dari kegiatan PKM terhadap Mitra adalah transfer ilmu pengetahuan kepada Mitra. Evaluasi dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap peserta pelatihan pada kegiatan pelatihan. Hasilnya semua peserta mampu menggunakan PhET sebagai media praktikum secara virtual.

SIMPULAN

Mengacu pada tujuan, proses dan hasil pembahasan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM), maka dapat disimpulkan beberapa *point* utama berikut ini:

1. Kegiatan praktikum pasca pandemi Covid 19 yang dilaksanakan dengan sistem *hybrid learning* lebih efektif dilaksanakan dengan menggunakan *Digital Virtual Laboratory*. Hal ini dikarenakan peserta didik dapat melakukan praktikum tanpa harus hadir ke sekolah.
2. *PhET Interactive Simulation* merupakan web aplikasi yang menghasilkan sebuah simulasi yang dapat dihadirkan di ruang kelas ataupun saat pembelajaran dengan sistem *Hybrid Learning*. Untuk menjamin kesuksesan dalam menggunakan metode ini perlu kemandirian peserta didik dalam belajar. Oleh karena itu, guru harus mampu menyusun Lembar Kerja Peserta (LKPD) yang sesuai dengan metode pembelajaran yang digunakan.
3. *PhET Interactive Simulation* mampu meningkatkan kualitas hasil eksperimen, karena peserta didik dapat mengulang praktikum untuk memperjelas hasil pengukuran dan meningkatkan pemahaman terhadap materi yang diajarkan oleh guru.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2022). *About PhET Interactive Simulations*. University of Colorado. <https://phet.colorado.edu/in/about>, diakses: Senin, 22 Mei 2022.
- Ayu, C. C. (2018). *Media Pembelajaran Bola KUPINKHIU: Meningkatkan Hasil Belajar dengan Pendekatan Saintifik*. Gresik: Caremedia Communication.
- Dasmo, Saraswati, D. L., & Okyanida, I. Y. (2020). Peningkatan Kompetensi Guru Melalui Pembelajaran Peta Konsep (Mind Map). *Jurnal PkM: Pengabdian Kepada Masyarakat*. Vol.03, No. 02, pp.168- 154.
- Dewa, E., Mukin, M. U., & Pandango, O. (2020). Pengaruh Pembelajaran Daring Berbantuan Laboratorium Virtual Terhadap Minat dan Hasil Belajar Kognitif Fisika. *Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan*, vol.03, no.02, pp.351-359.
- Hermansyah, Gunawan, Herayanti. (2015). Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual Terhadap Penguasaan Konsep Dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Getaran Dan Gelombang. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, vol.01, No.02, pp.92-103.
- Masita, S. I., Donuata, P. B., Ete, A. A., & Rusdin, M. E. (2020). Penggunaan PhET Simulation Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, vol.05, no.02, pp.136-141.

- Nisa, U. M. (2017). Metode Praktikum untuk Meningkatkan Pemahaman dan Hasil Belajar Siswa Kelas V MI YPPI 1945 Babat pada Materi Zat Tunggal dan Campuran. *Proceeding Biology Education Conference*, pp.62-68.
- Puspita, I. (2020). PhET Application Program: Strategi Penguatan Pemahaman Pembelajaran Jarak Jauh pada Materi Radiasi Benda Hitam melalui Percobaan Berbantuan Lab Virtual dan Media Sosial. *Jurnal Pendidikan Madrasah*, vo.05, no.01, pp.56-68.
- Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin. (2020). PhET: Simulasi Interaktif Dalam Proses Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, vol.05, no.01, pp.10-14.
- Sugiharti, S., & Sugandi, M. K. (2020). Laboratorium Virtual: Media Praktikum Online untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa di Masa Pandemi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP UNMA*, pp.45-51.
- Suparsawan, I. K. (2020). *Kolaborasi Pendekatan Saintifik Model Pembelajaran STAD Geliatkan Peserta Didik*. Bandung: Tata Akbar.
- Wahyudiati, D. (2016). Analisis Efektivitas Kegiatan Praktikum Sebagai Upaya Peningkatan Hasil Belajar Mahasiswa. *Jurnal TATSQI Jurnal Pemikiran dan Penelitian Pendidikan*, vol.14, no.02, pp. 143-168.