

Pelatihan Penggunaan *PhET Simulation* untuk Meningkatkan Konseptual Fisika Siswa Konsep Listrik Searah (DC)

¹⁾Herman Semuel Wattimena*, ²⁾John Rafafy Batlolona

^{1,2)}Program Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia
Email Corresponding: hermanwattimena@gmail.com*

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Kata Kunci: Pemahaman Konsep Multimedia Pembelajaran <i>PhET Simulation</i> Listrik Searah (DC) Pembelajaran Fisika	<p>Siswa menganggap fisika sebagai mata pelajaran yang sulit untuk dipelajari karena beberapa konsep yang abstrak bagi siswa. Konsep listrik searah (DC) merupakan salah satu konsep yang menantang siswa karena sulit dipelajari. Penggunaan <i>PhET simulations</i> merupakan salah satu alternatif dalam menyampaikan konsep-konsep fisika. Pengajaran fisika yang efektif memerlukan penggunaan alat pengajaran yang baik dan beragam seperti multimedia di seluruh proses pembelajaran. Oleh karena itu tujuan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) adalah untuk melatih siswa dalam meningkatkan konseptual siswa khususnya materi listrik searah (DC). Dalam pembelajaran di kelas tidak semua guru dapat mengoperasikan dan merancang kegiatan pembelajaran yang menggunakan <i>PhET simulations</i>. Sasaran pelatihan ini adalah para siswa dan guru kelas 12 SMA Muhammadiyah Masohi. Metode yang digunakan adalah pelatihan dengan penggunaan teknologi dalam kegiatan pembelajaran. Kegiatan pelatihan ini berhasil memberikan pengetahuan dan pengalaman yang dibutuhkan tentang penggunaan <i>PhET simulations</i> dan terapanannya dalam pembelajaran di kelas. Pengetahuan dan pengalaman selama pelatihan diharapkan menciptakan pembelajaran fisika yang inovatif dan menyenangkan di SMA Muhammadiyah Masohi. Hasil akhir dari kegiatan pelatihan adalah siswa dan guru dapat memahami dan menerapkan media <i>PhET simulations</i> dalam merancang kegiatan pembelajaran di kelas. Keberhasilan kegiatan ini diukur melalui evaluasi setelah melaksanakan pelatihan berupa pemberian beberapa pertanyaan langsung kepada siswa siswa dan guru terkait penggunaan <i>PhET simulations</i>.</p>
Keywords: Conceptual Understanding Learning Multimedia <i>PhET Simulation</i> Direct current (DC) Physics Learning	<p>Students consider physics as a difficult subject to learn because some concepts are abstract to students. The concept of direct current (DC) electricity is one of the concepts that challenges students because it is difficult to learn. The use of PhET simulations is one alternative in delivering physics concepts. Effective physics teaching requires the use of good and diverse teaching tools such as multimedia throughout the learning process. Therefore, the purpose of community service activities (PkM) is to train students in improving student conceptualization, especially direct current (dc) electricity material. In classroom learning, not all teachers can operate and design learning activities that use PhET simulations. The target of this training is students and teachers of grade 12 of SMA Muhammadiyah Masohi. The method used is training with the use of technology in learning activities. This training activity succeeded in providing the knowledge and experience needed about the use of PhET simulations and its application in classroom learning. The knowledge and experience during the training are expected to create innovative and enjoyable physics learning at SMA Muhammadiyah Masohi. The final result of the training activity is that students and teachers can understand and apply PhET simulations media in designing learning activities in the classroom. The success of this activity is measured through an evaluation after carrying out the training in the form of providing several direct questions to students and teachers regarding the use of PhET simulations.</p>

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



I. PENDAHULUAN

Fisika selama ini dianggap sebagai disiplin ilmu yang abstrak dan terisolasi dari kehidupan sehari-hari siswa (Ramma et al., 2018). Oleh karena itu, guru perlu memperkenalkan berbagai alat pengajaran yang menarik untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap topik fisika yang abstrak tersebut. Guru yang ingin membantu siswa mengembangkan kompetensi fisika dan memilih teknologi sebagai alat untuk meningkatkan pengajaran mereka dan memotivasi siswa untuk memperoleh pemahaman yang lebih lengkap tentang konsep-konsep tersebut (Ndayambaje & Ngendahayo, 2014). Misalnya, alat-alat multimedia yang dapat digunakan untuk melengkapi penjelasan verbal tentang konsep-konsep guna memperjelas dan mengkonkretkan pengetahuan siswa (Kumar et al., 2019). Meskipun ada pendekatan-pendekatan alternatif ini, banyak guru memilih untuk mengajarkan mata pelajaran tersebut tanpa menggunakan alat-alat multimedia (Jones & Cuthrell, 2011). Pembelajaran berbasis multimedia meningkatkan partisipasi dan keterlibatan siswa, yang dapat berdampak positif pada pembelajaran dan sikap mereka (Mayer, 2014; Hoch et al., 2020). Bidang ilmu yang menjelaskan berbagai fenomena dan situasi yang terdapat di alam semesta adalah fisika. Dengan demikian, semua kejadian yang terjadi di sekitar kita dalam kehidupan sehari-hari berkaitan dengan fisika (Aykutlu et al., 2015). Fisika merupakan salah satu bidang yang penting untuk dikaji di era modern ini, yang dapat diterapkan dalam bidang teknologi dan rekayasa, yang tentunya bermanfaat bagi negara-negara berkembang (Solomon & Kediri, 2015). Akan tetapi, jumlah siswa yang mempelajari fisika lebih sedikit dibandingkan dengan mata pelajaran lain di jenjang pendidikan tinggi karena mata pelajaran ini dianggap sulit, membosankan, kurang disukai, dan tidak relevan (Saleh, 2021). Masalah-masalah tersebut muncul ketika siswa mengalami kesulitan untuk menghubungkan konsep fisika dengan kemampuan penalaran ilmiahnya untuk menjelaskan suatu fenomena yang disebabkan oleh tingkat kesulitan mata pelajaran, pengajaran yang tidak efisien, dan arahan yang tidak jelas (Srisawasdi & Kroothkeaw, 2014). Penelitian-penelitian terdahulu tentang fisika di Malaysia menunjukkan bahwa kurangnya pemahaman tentang konsep fisika telah menjadi fenomena yang serius di sekolah menengah atas (Abdullah & Shariff, 2008; Mat Karim & Karim, 2024). Siswa merasa kesulitan untuk memahami konsep dasar fisika, dan cenderung lebih berfokus pada operasi numerik (Najib et al., 2022).

Potensi alat multimedia terkait teknologi untuk mendukung pendekatan pengajaran yang biasa dan tradisional. Di antara sekian banyak alat pembelajaran multimedia yang memungkinkan simulasi interaktif teknologi pendidikan fisika (PhET). Beberapa studi fisika menggunakan *PhET Interactive Simulations (PhET Insim)* memiliki beberapa kelebihan seperti Kunnath & Kriek (2018) menemukan bahwa siswa berprestasi baik dalam efek fotolistrik saat terpapar pada pembelajaran simulasi komputer. Dalam studi ini, kami menguji dampak video YouTube dan simulasi PhET sebagai alat pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman konseptual optik geometris (Ndihokubwayo et al., 2020). Simulasi PhET membantu guru dan siswa untuk memvisualisasikan sesuatu yang tidak terlihat. Misalnya, sebuah penelitian oleh Perkins et al., (2006) menunjukkan bahwa simulasi PhET berguna untuk membantu siswa melihat gerakan tali saat mempelajari konsep gelombang. McKagan et al., (2008) menunjukkan bahwa simulasi PhET memengaruhi kinerja dan sikap siswa setelah mempelajari mekanika kuantum. Simulasi komputer juga ditemukan sesuai untuk memungkinkan siswa memahami konsep-konsep utama dalam elektromagnetisme (Kotoka & Kriek, 2014). Simulasi komputer adalah alat yang memungkinkan siswa untuk melihat konsep sains dalam lingkungan virtual. Simulasi menunjukkan apa yang akan divisualisasikan secara serupa di laboratorium konvensional. Oleh karena itu, simulasi yang baik dapat efektif dalam mendorong pemahaman cepat tentang topik-topik yang sulit (Wieman et al., 2008). Simulasi memiliki potensi untuk mengatasi konsepsi non-ilmiah dan memungkinkan pengembangan pemahaman yang eksplisit dan bersama (Wieman et al., 2010).

Sejak 2002, Simulasi Interaktif PhET di University of Colorado Boulder telah mengembangkan dan mempelajari desain serta penggunaan simulasi interaktif di ruang kelas untuk pengajaran dan pembelajaran STEM. Proyek ini didirikan oleh Pemenang Nobel Carl Wieman, yang telah menyaksikan bagaimana simulasi interaktif membantu membuat fisika yang rumit menjadi menarik dan mudah dipahami oleh audiens yang sangat beragam—mulai dari siswa sekolah menengah hingga fakultas fisika hingga masyarakat umum. Melalui inovasi, penelitian, dan kerja sama tim, tim PhET terus mengejar dan memajukan visi Carl untuk membuat pembelajaran STEM lebih menarik, mudah diakses, dan relevan bagi siswa yang beragam, dan melakukannya dalam skala besar. Saat ini, situs web PhET menampilkan koleksi lebih dari 150 simulasi pemenang penghargaan, yang mencakup topik dalam fisika, kimia, matematika, ilmu bumi, dan biologi, semuanya tersedia sebagai sumber daya pendidikan terbuka (gratis). Setiap *PhET Insim* menciptakan

lingkungan yang menarik, intuitif, seperti permainan untuk membantu siswa terlibat dalam praktik sains dan matematika untuk menyelidiki konsep sains dan matematika utama. Desainnya mendukung pelajar saat mereka mengajukan pertanyaan secara alami dan produktif, melakukan eksperimen, menemukan hubungan sebab akibat, merenungkan hasil, dan menguji ide mereka; dan didasarkan pada penelitian pendidikan untuk mengatasi kesulitan siswa yang diketahui (Perkins, 2020). Memahami bagaimana simulasi PhET memfasilitasi pemahaman yang lebih dalam, dengan siswa membuat pengamatan yang mendalam. Penggunaan keterampilan berpikir tingkat tinggi oleh siswa, pada fase analisis, evaluasi, dan kreatif, menunjukkan bahwa simulasi mendukung siswa Kelas 3 dalam proses pembelajaran mereka tentang konsep-konsep ilmiah. Penelitian ini menggarisbawahi kemanjuran mengintegrasikan *PhET Insim* ke dalam pendidikan sains dasar, yang meningkatkan pengetahuan siswa dengan mempromosikan keterlibatan aktif dan keterampilan memecahkan masalah. Mengintegrasikan simulasi ke dalam metodologi pengajaran muncul sebagai cara yang menjanjikan untuk memelihara keahlian ilmiah dan pemahaman holistik di antara siswa sekolah dasar (Rayan et al., 2023).

Hasil studi di University of British Columbia menunjukkan bahwa salah satu Profesor Fisika telah mengajar beberapa topik fisika, terutama menggunakan metode pengajaran ceramah. Ia mencatat bahwa banyak mahasiswa, terutama mereka yang bukan mahasiswa jurusan Fisika, merasa tidak nyaman dengan pendidikan Fisika dan konsep Fisika. Hal ini merupakan aspek pedagogi yang membingungkan bagi profesor tersebut. Untuk mengatasi masalah ini, ia sengaja mengintegrasikan simulasi PhET untuk mengubah praktik pengajarnya dan memaksimalkan peluang mahasiswa untuk belajar secara eksperiensial. Profesor tersebut berpikir bahwa penyertaan simulasi PhET akan memungkinkan mahasiswa untuk memvisualisasikan konsep Fisika dengan cara yang bermakna dan dengan demikian memberikan pengalaman belajar yang lebih baik (Saudelli et al., 2021). Simulasi ini menciptakan lingkungan seperti permainan, dapat digunakan untuk memodelkan skenario kehidupan nyata, dan tidak memerlukan banyak spesifikasi komputer. Aktivitas *PhET Insim* menawarkan lebih banyak cara bagi siswa untuk mempelajari fisika dengan cara yang menggelitik pikiran pelajar dengan visualisasi konsep fisika abstrak yang menggugah selera; Oleh karena itu, mereka mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep fisika (Ganasen, 2017). Fitur dan keunggulan ini menjadikan *PhET Insim* ideal untuk fisika di sekolah-sekolah Afrika karena dapat dengan mudah dimasukkan ke dalam pembelajaran arus utama. Simulasi ini murah, mengingat status sosial ekonomi sekolah-sekolah di negara-negara Afrika. Studi ini menyelidiki dampak pembelajaran berbasis simulasi PhET terhadap motivasi dan prestasi akademik siswa dalam mempelajari osilasi dan gelombang di antara siswa sekolah menengah Malawi (Banda & Nzabahimana, 2023).

II. MASALAH

Siswa di sekolah cenderung menjauhi fisika, baik yang berhubungan dengan mata pelajaran tersebut, baik secara langsung maupun tidak langsung, karena siswa menganggap mata pelajaran ini menakutkan dan sulit untuk dipelajari. Masalah ini bermula di kelas fisika yang masih menerapkan teknik mengajar konvensional dan kurang menggunakan metode belajar modern yang sesuai dengan abad ke-21. Pembelajaran fisika dengan menggunakan pembelajaran konvensional banyak menimbulkan perasaan negatif, seperti siswa merasa mata pelajaran tersebut tidak menarik, sulit dipahami, dan tidak relevan dengan situasi kehidupan nyata. Siswa merasa kesulitan memahami konsep dasar fisika dan sepenuhnya bergantung pada operasi numerik. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan perubahan, dari menggunakan metode yang berpusat pada guru menjadi berpusat pada siswa. Pengajaran menggunakan *PhET Insim* dilakukan untuk memudahkan siswa memahami suatu konsep atau teori dan menarik minat terhadap fisika. Pembelajaran *PhET Insim* lebih jelas dan efisien dibandingkan dengan pembelajaran konvensional yang tidak disertai animasi. Pembelajaran simulasi membuktikan bahwa siswa terlibat aktif dalam pembelajaran. Akan tetapi, pembelajaran berbasis *PhET Insim* pada jenjang sekolah menengah yang dilakukan di SMA Muhammadiyah Masohi masih sangat minim. Akibatnya, penerapan simulasi di sekolah belum sepenuhnya maksimal, meskipun sebagian besar sekolah telah memiliki laboratorium komputer yang dapat digunakan siswa. Oleh karena itu dengan kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) ini untuk melatih siswa dalam meningkatkan konseptual siswa khususnya materi listrik searah (DC).

III. METODE

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan pada siswa kelas 12 jurusan IPA di SMA Muhammadiyah Masohi. Adapun metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini adalah: 1) **Focus Group Discussion (FGD)**, Tahapan ini dilakukan secara online dengan melibatkan tim pengabdian, kepala sekolah dan guru fisika. FGD ini dilakukan untuk menggali permasalahan utama yang dihadapi dan mencari potensi solusi terhadap masalah tersebut. Pada tahapan ini juga tim melakukan asesmen terhadap ketersediaan jaringan internet selama proses pelatihan nanti. Hal ini karena harus menggunakan aplikasi *PhET InSim* yang membutuhkan jaringan internet; 2) **Pelatihan**, Pelatihan akan dilakukan dalam beberapa sesi, yaitu: 1). Pemberian materi tentang konsep listrik dinamis arus serah DC, 2). Pemberian soal-soal fisika listrik dinamis arus serah DC, 3). Pengenalana aplikasi *PhET InSim* melalui website 4). Konfirmasi hasil jawaban perhitungan secara manual dengan menggunakan *PhET InSim* agar siswa lebih memahami; 3) **Evaluasi**, Sebelum dan sesudah melaksanakan pelatihan siswa akan dikonfirmasi dengan beberapa pertanyaan sederhana dengan pertanyaan langsung agar pemateri dapat mengetahui sampai sejauh mana pemahaman siswa terkait materi akan disebarakan kuesioner untuk menilai sejauh mana para peserta menangkap materi *PhET InSim* yang diberikan. Dalam hal ini mengukur peningkatan minat belajar siswa-siswi setelah guru memanfaatkan aplikasi-aplikasi yang diajarkan untuk membuat materi pembelajaran yang interaktif. Pendampingan lanjutan dilakukan untuk memastikan guru tetap memperoleh bimbingan selama melakukan pembelajaran mandiri melalui materi-materi yang diberikan saat pelatihan. Kegiatan PkM ini didampingi oleh satu guru fisika yang mengajar di kelas 12.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pelatihan melibatkan dua dosen Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UNPATTI yakni Dr. Herman S. Wattimena, S.Pd., M.Si dan John R. Batlolona, S.Pd., M.Pd serta didampingi oleh salah satu guru mata pelajaran fisika yang mengajar di kelas 12. Sebelum kegiatan pelatihan dimulai para pemateri memberikan motivasi kepada siswa tentang pentingnya belajar fisika untuk saat ini dan di masa depan.



Gambar 1. Materi Pengantar Pelatihan

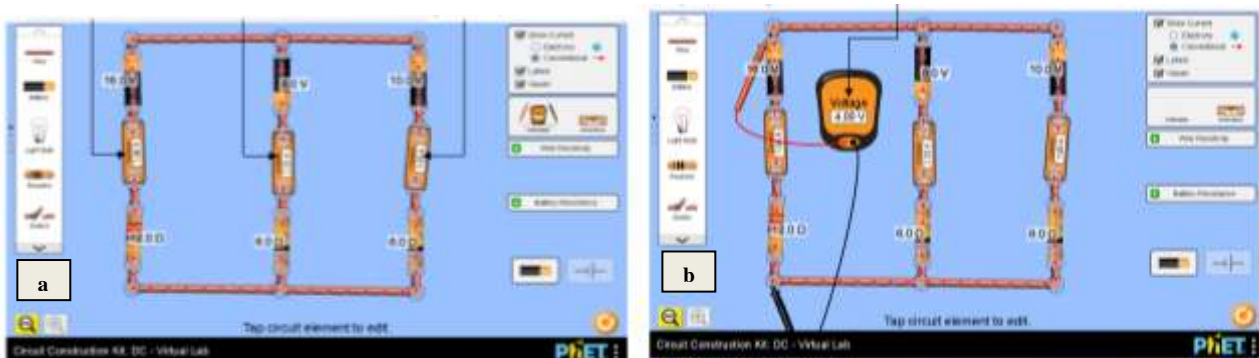
PhET InSim kini banyak digunakan dalam pengajaran fisika dan kimia. *PhET InSim* dapat digunakan dalam berbagai latar pendidikan, termasuk ceramah, aktivitas penyelidikan individu atau kelompok kecil, pekerjaan rumah, dan laboratorium. Di sini kami akan menyoroti beberapa cara untuk menggunakannya dalam pengajaran, berdasarkan penelitian¹ dan pengalaman kami dalam menggunakannya di kelas sekolah menengah dan perguruan tinggi. Di situs web kami, kami memiliki panduan yang lebih lengkap untuk menggunakan sim PhET di kelas <https://phet.colorado.edu/en/teaching-resources/tipsForUsingPhet>. dapat menjadi alat pembelajaran yang sangat efektif; namun, sim terbaik pun tidak serta-merta berhasil. *PhET InSim* adalah alat yang dapat meningkatkan kurikulum yang dirancang dengan baik dan upaya guru yang baik, tetapi tidak dapat menggantikannya. *PhET InSim* tetap harus menjadi bagian dari desain instruksional secara keseluruhan dan bergantung pada bimbingan tepat waktu dari guru. Simulasi dapat menjadi alat pembelajaran yang sangat efektif; namun, simulasi terbaik sekalipun tidak serta-merta berhasil. Simulasi merupakan alat yang dapat menyempurnakan kurikulum yang dirancang dengan baik dan upaya guru yang baik, tetapi tidak dapat menggantikannya. Simulasi harus tetap menjadi bagian dari keseluruhan desain instruksional dan bergantung pada bimbingan tepat waktu dari guru. Strategi dasar untuk menggunakan

simulasi secara efektif sesuai dengan strategi untuk semua pengajaran yang efektif. Strategi ini dibahas dalam pedoman kami untuk membuat aktivitas berbasis penyelidikan.



Gambar 2. Penyampaian Materi *PhET Simulation* Materi Listrik DC

Secara singkat, pedoman tersebut meliputi: 1) menetapkan tujuan pembelajaran tertentu; 2) mendorong siswa untuk menggunakan pemahaman dan penalaran; 3) menghubungkan dan membangun pengetahuan dan pemahaman siswa sebelumnya (termasuk mengatasi kemungkinan kesalahpahaman); 4) menghubungkan dan memahami pengalaman dunia nyata; 5) mendorong aktivitas kolaboratif yang produktif; 6) tidak terlalu membatasi eksplorasi siswa; 7) memerlukan penalaran/pembuatan makna dalam kata-kata dan diagram (misalnya beberapa representasi); dan 8) membantu siswa memantau pemahaman mereka. Simulasi PhET dapat membantu: memperkenalkan topik baru, membangun konsep atau keterampilan, memperkuat gagasan, dan memberikan tinjauan dan refleksi akhir. Simulasi unik karena dapat mengaburkan batasan antara kuliah, pekerjaan rumah, kegiatan di kelas, dan laboratorium, karena satu simulasi dapat digunakan dengan cara yang sama dalam semua hal tersebut. Simulasi juga dapat memberikan visualisasi umum antara siswa dan guru yang dapat memfasilitasi semua komunikasi dan instruksi (Perkins, 2020). Pasang rangkaian pada PhET circuit-construction-kit-dc seperti berikut: Perhatikan hasil pembacaan Amperemeter pada rangkaian, diperoleh: $i_1 = 1$ A $i_2 = 2$ A $i_3 = 1$ A



Gambar 3. a). Rangkaian pada PhET circuit-construction-kit-dc, b). menghitung $V_{AB} = 4\text{volt}$ dapat dibuktikan dengan merangkai komponen

Hasil pembuktian secara matematis dan virtual menunjukkan hasil yang sama. Hasil ini sejalan dengan studi di Jambi menunjukkan bahwa simulasi PhET dalam mempromosikan pembelajaran aktif dan

pemahaman konseptual dalam pendidikan fisika (Pranata, 2024). Selain itu studi di Filipina juga memberikan informasi bahwa strategi *PhET InSim* dapat meningkatkan kinerja mahasiswa (Taneo & Moleño, 2021). *PhET InSim* telah terbukti mendukung pemahaman siswa terhadap konsep yang terkait dengan konten simulasi, termasuk topik yang abstrak dan kompleks. Pengujian komparatif antara kelompok eksperimen dan kontrol menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam pertanyaan atau konten yang lebih kompleks. Pandangan siswa dari kelompok eksperimen juga sejalan dengan temuan ini, karena mereka setuju bahwa *PhET InSim* sebagai alat pembelajaran berbasis permainan dapat membantu mereka memahami materi. Desain *PhET InSim* yang terintegrasi, seperti visualisasi, interaktivitas, konteks, dan penggunaan komputasi yang efektif, telah terbukti efektif dalam membantu siswa memahami konsep abstrak dan berlawanan dengan intuisi (McKagan et al., 2008).

Pelatihan yang dikerjakan siswa dapat berimajinasi dalam menciptakan pemahaman mereka sendiri, berdasarkan interaksi antara apa yang telah mereka ketahui dan yakini, dan fenomena atau ide yang mereka temui. Beberapa studi telah membuktikan bahwa pengetahuan awal siswa tidak dapat diterima secara ilmiah, meskipun pengetahuan tersebut berperan dalam fondasi yang mereka gunakan untuk membangun informasi baru. Konsep siswa yang berbeda dari pandangan ilmiah disebut miskonsepsi. Meskipun miskonsepsi sering kali diabaikan oleh guru, miskonsepsi tersebut secara signifikan memengaruhi cara siswa membangun pengetahuan ilmiah untuk menginformasikan pemahaman mereka dan meningkatkan kualitas pembelajaran lebih lanjut (Batlolona et al., 2022). Akibat dari adanya kesalahpahaman adalah siswa mengalami kesulitan saat belajar. Kesalahpahaman menghambat pembelajaran, terutama untuk pembelajaran yang bermakna. Lebih dari sekadar menghafal fakta, hal itu terjadi saat siswa membuat hubungan dan mengaitkan antara pengetahuan baru dan pengetahuan sebelumnya. Namun, siswa merasa sulit untuk menghubungkannya (Rahmawati et al., 2022). Hasil studi di fisika di Maluku Tengah menunjukkan bahwa siswa masih memiliki miskonsepsi yang cukup tinggi. Oleh karena itu, diperlukan pembelajaran yang mendalam agar konsep fisika siswa menjadi baik dan tidak mudah dilupakan (Jamaludin & Batlolona, 2021). Animasi dan simulasi memainkan peran penting dalam memvisualisasikan level submikroskopis. Teknologi *PhET InSim* digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan seberapa dalam level pemahaman siswa setelah keadaan keseimbangan divisualisasikan dan menemukan kesalahpahaman siswa yang mungkin terjadi. Jumlah dan gaya bimbingan yang diberikan oleh instruktur dan materi pendukung merupakan faktor kunci dalam cara simulasi digunakan dan dipersepsikan oleh siswa (Akaygun & Jones, 2014). Selain itu, efektivitas pengajaran juga bergantung pada kualitas desain simulasi. Ketersediaan teks, audio, dan tata letak memengaruhi berbagai jenis representasi. Simulasi ini telah digunakan secara luas dalam pendidikan kimia karena memiliki keunggulan gratis dan mudah diakses secara daring. Simulasi interaktif dapat menyediakan akses dinamis ke berbagai tingkat representasi, sehingga membuat objek yang tidak dapat diamati secara langsung oleh mata menjadi terlihat (Watson et al., 2020).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi, dapat diperoleh kesimpulan bahwa siswa dan guru merasakan manfaat dan kemudahan dalam menggunakan *PhET InSim*. Secara keseluruhan, para siswa guru memahami dan sepakat bahwa penggunaan *PhET InSim* sangat bermanfaat dalam menambah pengetahuan dan keterampilan fisika dalam merancang model pembelajaran di kelas. Hasil akhir dari kegiatan pelatihan di SMA Muhammadiyah Masohi guru dapat menerapkan media *PhET InSim* dalam merancang kegiatan pembelajaran di kelas. Saran untuk kegiatan pelatihan selanjutnya yaitu melakukan kegiatan pelatihan implementasi PhET virtual laboratory yang diterapkan pada pembelajaran menggunakan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) yang memiliki keunggulan dan keterampilan siswa dalam kegiatan pembelajaran. Meningkatnya pemahaman konsep dasar serta penerapan menjadi bekal siswa dalam pembelajaran dan peningkatan keterampilan akademik siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S., & Shariff, A. (2008). The effects of inquiry-based computer simulation with cooperative learning on scientific thinking and conceptual understanding of gas laws. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(4), 387–398. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75365>
- Akaygun, S., & Jones, L. L. (2014). Learning with understanding in the chemistry classroom. *Learning with Understanding in the Chemistry Classroom*, 243–263. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4366-3>
- Ayutlu, I., Bezen, S., & Bayrak, C. (2015). Teacher opinions about the conceptual challenges experienced in teaching

- physics curriculum topics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 390–405. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.681>
- Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2023). The impact of physics education technology (PhET) interactive simulation-based learning on motivation and academic achievement among malawian physics students. *Journal of Science Education and Technology*, 32(1), 127–141. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3>
- Batlolona, J. R., Leasa, M., Papilaya, P. M., Jamaludin, J., & Taihuttu, J. (2022). Exploration of students' conceptual understanding and ethno-physics: a case study of tifa in the Tanimbar Islands, Indonesia. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(6), 2717–2727. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i6.2154>
- Ganasen, S. (2017). Overcoming students' misconceptions in science: strategies and perspectives from Malaysia. *Overcoming Students' Misconceptions in Science: Strategies and Perspectives from Malaysia*, 1–344. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-3437-4>
- Hoch, E., Scheiter, K., & Schüler, A. (2020). Implementation intentions for improving self-regulation in multimedia learning: why don't they work? *Journal of Experimental Education*, 88(4), 536–558. <https://doi.org/10.1080/00220973.2019.1628693>
- Jamaludin, J., & Batlolona, J. R. (2021). Analysis of students' conceptual understanding of physics on the topic of static fluids. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7, 6–13. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7ispecialissue.845>
- Jones, T., & Cuthrell, K. (2011). YouTube: Educational potentials and pitfalls. *Computers in the Schools*, 28(1), 75–85. <https://doi.org/10.1080/07380569.2011.553149>
- Kotoka, J., & Kriek, J. (2014). The impact of computer simulations as interactive demonstration tools on the performance of grade 11 learners in electromagnetism. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 18(1), 100–110. <https://doi.org/10.1080/10288457.2014.884263>
- Kumar, J. A., Muniandy, B., & Wan Yahaya, W. A. J. (2019). Exploring the effects of emotional design and emotional intelligence in multimedia-based learning: an engineering educational perspective. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 25(1–2), 57–86. <https://doi.org/10.1080/13614568.2019.1596169>
- Kunnath, B., & Kriek, J. (2018). Exploring effective pedagogies using computer simulations to improve Grade 12 learners' understanding of the photoelectric effect. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 22(3), 329–339. <https://doi.org/10.1080/18117295.2018.1531500>
- Mat Karim, S. N., & Karim, A. A. (2024). Need analysis for physics learning in secondary school as perceived by teachers. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 14(8), 768–784. <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v14-i8/22446>
- Mayer, R. E. (2014). Incorporating motivation into multimedia learning. *Learning and Instruction*, 29, 171–173. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.04.003>
- McKagan, S. B., Perkins, K. K., Dubson, M., Malley, C., Reid, S., LeMaster, R., & Wieman, C. E. (2008). Developing and researching PhET simulations for teaching quantum mechanics. *American Journal of Physics*, 76(4), 406–417. <https://doi.org/10.1119/1.2885199>
- Najib, M. N. M., Yaacob, A., & Md-Ali, R. (2022). Exploring the effectiveness of interactive simulation as blended learning approach in secondary school physics. *Proceedings*, 82, 1–9. <https://doi.org/10.3390/proceedings2022082103>
- Ndayambaje, I., & Ngendahayo, E. (2014). The use of computer based instructions to enhance Rwandan Secondary School Teachers' ICT competency and continuous professional development. *Rwandan Journal of Education*, 2(2), 56–70.
- Ndihokubwayo, K., Uwamahoro, J., & Ndayambaje, I. (2020). Effectiveness of PhET Simulations and YouTube Videos to Improve the Learning of Optics in Rwandan Secondary Schools. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 24(2), 253–265. <https://doi.org/10.1080/18117295.2020.1818042>
- Perkins, K. (2020). Transforming {STEM} Learning at Scale: {PhET} Interactive Simulations. *Childhood Education*, 96(4), 42–49. <https://doi.org/10.1080/00094056.2020.1796451>
- Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., Wieman, C., & LeMaster, R. (2006). PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics. *The Physics Teacher*, 44(1), 18–23. <https://doi.org/10.1119/1.2150754>
- Pranata, O. D. (2024). Physics education technology (PhET) as a game-based learning tool: A quasi-experimental study. *Pedagogical Research*, 9(4), em0221. <https://doi.org/10.29333/pr/15154>
- Rahmawati, Y., Zulhipri, Hartanto, O., Falani, I., & Iriyadi, D. (2022). Students' conceptual understanding in chemistry learning using phet interactive simulations. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 303–326. <https://doi.org/10.3926/jotse.1597>
- Ramma, Y., Bholoa, A., Watts, M., & Nadal, P. S. (2018). Teaching and learning physics using technology: Making a case for the affective domain. *Education Inquiry*, 9(2), 210–236. <https://doi.org/10.1080/20004508.2017.1343606>
- Rayan, B., Daher, W., Diab, H., & Issa, N. (2023). Integrating PhET simulations into elementary science education: a

- qualitative analysis. *Education Sciences*, 13(9), 1–17. <https://doi.org/10.3390/educsci13090884>
- Saleh, S. (2021). Malaysian students' motivation towards Physics learning. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 2(4), 223–232. <https://doi.org/10.30935/scimath/9414>
- Saudelli, M. G., Kleiv, R., Davies, J., Jungmark, M., & Mueller, R. (2021). PhET Simulations in undergraduate physics: constructivist learning theory in practice. *52 Brock Education Journal*, 31(1), 52–69. <https://journals.library.brocku.ca/brocked>
- Solomon, G. G., & Kedir, O. T. (2015). Problems in the teaching and learning of physics in the secondary and preparatory schools, the cases of Wolaita and Dwuro zones. *Global Journal of Human Social Science (G)*, 15(7), 1–5.
- Srisawasdi, N., & Kroothkeaw, S. (2014). Supporting students' conceptual development of light refraction by simulation-based open inquiry with dual-situated learning model. *Journal of Computers in Education*, 1(1), 49–79. <https://doi.org/10.1007/s40692-014-0005-y>
- Taneo, L. E., & Moleño, R. E. (2021). Students' performance using Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation strategy. *Journal of Education & Social Policy*, 8(2), 52–55. <https://doi.org/10.30845/jesp.v8n2p8>
- Watson, S. W., Dubrovskiy, A. V., & Peters, M. L. (2020). Increasing chemistry students' knowledge, confidence, and conceptual understanding of pH using a collaborative computer pH simulation. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(2), 528–535. <https://doi.org/10.1039/c9rp00235a>
- Wieman, C. E., Adams, W. K., Loeblein, P., & Perkins, K. K. (2010). Teaching physics using PhET Simulations. *The Physics Teacher*, 48(4), 225–227. <https://doi.org/10.1119/1.3361987>
- Wieman, C. E., Perkins, K. K., & Adams, W. K. (2008). Oersted Medal Lecture 2007: Interactive simulations for teaching physics: What works, what doesn't, and why. *American Journal of Physics*, 76(4), 393–399. <https://doi.org/10.1119/1.2815365>