

SOSIALISASI INTEGRASI TEKNOLOGI DALAM PEMBELAJARAN SAINS MENGUNAKAN *PHYSICS EDUCATION TECHNOLOGY* (PhET)

Ogi Danika Pranata*, Seprianto, Ismi Adelia, Siti Riva Darwata

Tadris Fisika, IAIN Kerinci

*ogidanika@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 11 Februari 2024

Disetujui : 11 Mey 2024

Kata Kunci :

Community-based Research,
Keseimbangan, Pemahaman
Konsep, Persepsi, PhET

ABSTRAK

Kegiatan pengabdian dilaksanakan dengan metode *community-based research* atau riset berbasis komunitas. Pengabdian diawali dengan pembentukan komunitas dan dilanjutkan dengan kegiatan sosialisasi dan aplikasi integrasi teknologi dalam pembelajaran sains. Akhirnya dilakukan evaluasi dalam bentuk tes pemahaman konsep dan survei persepsi siswa. Kegiatan telah dilaksanakan sesuai dengan rencana dan mencapai target yang diinginkan. Pertama, pemahaman konsep siswa melewati kriteria minimum (70.36). Walaupun demikian, masih ditemukan kesulitan yang dihadapi oleh siswa berhubungan dengan pemahaman konsep. Kesulitan ini perlu ditelusuri lebih lanjut. Kedua, persepsi siswa terhadap kegiatan tergolong sangat baik (84.00). Mereka menyadari bahwa integrasi teknologi menggunakan PhET dapat menciptakan pembelajaran yang menarik, meningkatkan motivasi belajar, membantu dalam memahami konsep, dan mendorong mereka untuk terlibat aktif dalam pembelajaran. Walaupun demikian, mereka masih meragukan apakah PhET dapat bermanfaat seperti yang mereka rasakan pada materi sains lainnya. Dengan demikian, kegiatan pembelajaran dengan integrasi PhET menjadi layak diterapkan dan dinilai kebermanfaatannya pada materi sains lainnya.

ARTICLE INFO

Article History :

Received : 11 February 2024

Accepted : 11 Mey 2024

Keywords:

Balancing Act, Community-based
Research, Conceptual
Understanding, Perception, PhET

ABSTRACT

The community engagement activity was conducted using the community-based research method. The engagement began with the formation of a community and continued with socialization activities and the application of technology integration in science education. Finally, an evaluation was conducted in the form of concept comprehension tests and student perception surveys. The activities were implemented according to plan and achieved the desired goals. Firstly, students' conceptual understanding surpassed the minimum criteria (70.36). However, difficulties were still encountered by students related to concept comprehension. These difficulties need to be further investigated. Secondly, students' perception of the activities was considered excellent (84.00). They acknowledged that integrating technology using PhET could create engaging learning experiences, enhance motivation to learn, assist in understanding concepts, and encourage them to actively engage in learning. However, they still doubted whether PhET could be as beneficial as they perceived it to be in other science topics. Thus, learning activities with PhET integration are deemed suitable and evaluated for their usefulness in other science topics.

1. PENDAHULUAN

Berbagai masalah dihadapi oleh siswa dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) atau sains di sekolah. Beberapa masalah utama seperti belum optimalnya pemahaman konsep, kurang menariknya pembelajaran sains di sekolah (Wieman & Perkins, 2006), aktivitas pembelajaran yang belum variatif (Cahyani & Pranata, 2023), kebosanan atau kejenuhan siswa dalam pembelajaran (D. H. Putri & Pranata, 2023; Utami et al., 2024), dan sebagainya.

Lebih lanjut, masalah tidak hanya dihadapi oleh siswa melainkan juga oleh pengajar dan sekolah. Sekolah dihadapkan dengan berbagai tantangan yang muncul karena perkembangan teknologi dan globalisasi yang terjadi dengan sangat pesat. Sekolah dan pengajar diharapkan mampu untuk meng-*update* dan menyesuaikan kurikulum (pembelajaran) yang merefleksikan kebutuhan siswa dalam menghadapi tantangan tersebut (OECD, 2018).

Pada satu sisi, perkembangan teknologi yang begitu cepat menjadi tantangan. Namun pada sisi lainnya teknologi dapat dimanfaatkan dengan maksimal untuk membantu dalam menyelesaikan masalah tersebut. Dalam sains, khususnya fisika telah hadir Simulasi *Physics Education Technology* (PhET) (Wieman & Perkins, 2006). Simulasi PhET memungkinkan siswa untuk mengeksplor berbagai fenomena melalui masalah atau pertanyaan yang mereka miliki dan menemukan jawabannya melalui simulasi (Podolefsky, Perkins, et al., 2010).

Lebih lanjut, terdapat banyak simulasi PhET yang dapat diakses secara terbuka (*open access*), baik secara *online* ataupun *offline*. Akses *online* dapat melalui link <https://phet.colorado.edu/>. Kemudian akses secara *offline* dapat diperoleh setelah instalasi ke gawai atau personal komputer. Jumlah simulasi yang dapat diakses terus berkembang dan bertambah banyak. Oleh karena itu pengajar dapat secara bebas menyesuaikan simulasi yang akan diterapkan dengan rencana dan konteks pembelajaran (Finkelstein et al., 2005).

Simulasi PhET juga telah banyak diterapkan dalam pembelajaran melalui berbagai desain, seperti pembelajaran di kelas, inkuiri mandiri dan berkelompok, tugas, dan kegiatan lab (Wieman et al., 2010). Simulasi PhET juga memungkinkan pengajar untuk menyesuaikan

tingkat kompleksitas simulasi dengan materi yang akan diajarkan dan kemampuan siswa (Podolefsky, Adams, et al., 2010).

Penerapan PhET juga dapat didesain untuk menghasilkan pembelajaran yang menarik dan bermanfaat bagi siswa. Contohnya seperti pembelajaran berbasis pada tantangan (*puzzle based learning*) dan permainan (*game-based learning*). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis pada tantangan (Pranata, 2023c) dan permainan (Pranata, 2023b) menarik dan bermanfaat bagi siswa.

Walaupun simulasi PhET telah hadir sebagai sumber belajar yang begitu bermanfaat sejak awal abad ke-21, masih banyak sekolah dan guru yang belum familiar dengan PhET. Dengan demikian, kegiatan sosialisasi integrasi teknologi dalam pembelajaran menggunakan PhET menjadi suatu langkah penting. Walaupun terbatas pada satu sekolah, kegiatan tersebut dapat mendukung peningkatan kualitas pendidikan secara lokal. Pasti tidak tertutup kemungkinan untuk kegiatan sosialisasi dalam skala yang lebih besar.

Kemudian sebagai pihak yang terlibat langsung dalam dunia pendidikan, khususnya pada tingkat sekolah, kita sebaiknya tidak hanya fokus pada bagaimana mengajar dan mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran. Kita juga sebaiknya mengetahui bagaimana persepsi siswa terhadap sains dan teknologi. Siswa yang tertarik dengan sains dan teknologi cenderung untuk melanjutkan studi dan berkarir pada bidang tersebut dan sebaliknya (A. L. Putri et al., 2024). Salah satu langkah aplikatif yang dapat dilakukan secara terus menerus adalah dengan mengintegrasikan teknologi dalam proses pembelajaran.

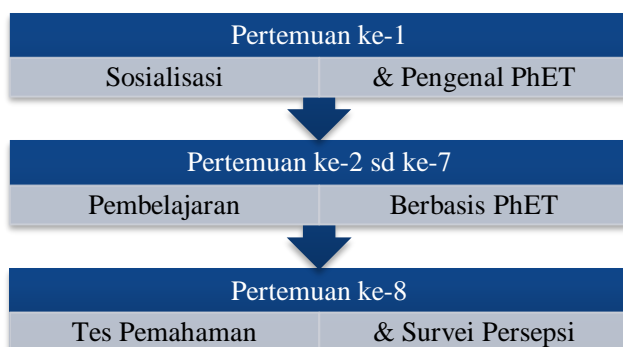
Penjelasan di atas dapat menjadi suatu bentuk analisis kebutuhan yang kuat untuk melaksanakan sosialisasi integrasi teknologi dalam proses pembelajaran, khususnya menggunakan simulasi PhET. Kegiatan sosialisasi yang akan dilaksanakan terbatas pada satu sekolah/madrasah dan pembelajaran pada beberapa konten atau materi Fisika. Harapannya sekolah mampu mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran secara mandiri. Selanjutnya, kegiatan dapat diperluas, baik materi ataupun sekolah tujuan.

2. METODE

Komunitas berbasis riset (*community based-research* atau CBR) diterapkan sebagai metode untuk pelaksanaan pengabdian. Pengabdian diawali dengan pembentukan komunitas antara program studi Tadris Fisika IAIN Kerinci (dosen dan mahasiswa) dan Pesantren Permata Nusantara Madani (pengajar dan siswa). Metode CBR mengutamakan kolaborasi, analisis kondisi dan kebutuhan, serta menciptakan perubahan (Strand et al., 2003). Anggota komunitas merencanakan kegiatan dalam bentuk kolaborasi untuk menganalisis kondisi pembelajaran dan membuka wawasan melalui integrasi teknologi dalam pembelajaran.

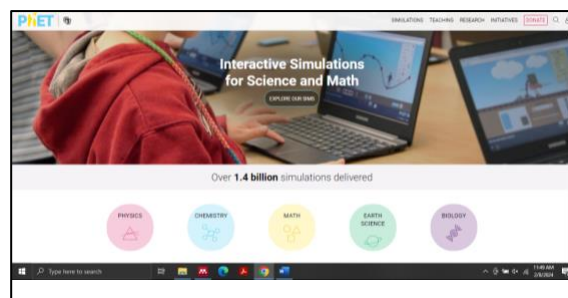
Selanjutnya aksi atau kegiatan pengabdian difokuskan pada sosialisasi dan aplikasi integrasi teknologi dalam pembelajaran Sains, khususnya Fisika. Integrasi teknologi dapat memanfaatkan simulasi yang telah tersedia dan terbuka untuk diakses (*open sources*).

Salah satu yang paling populer dalam bidang fisika adalah simulasi *Physics Education Technology* (PhET) yang dikembangkan oleh tim ahli dari Universitas Colorado (Perkins et al., 2012). Kegiatan sosialisasi dan penerapan PhET dalam pembelajaran dilaksanakan di Pesantren selama 8 kali pertemuan tatap muka. Terdapat 40 orang siswa yang mengikuti kegiatan. Rencana kegiatan ditunjukkan seperti pada Gambar 1.

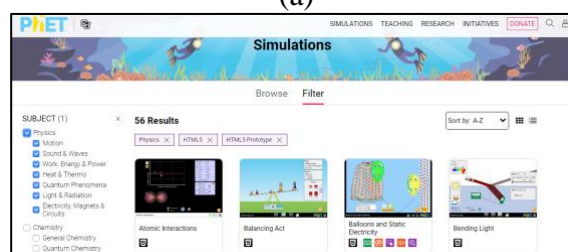


Gambar 1. Rencana Kegiatan Pengabdian

Pada pertemuan terakhir dalam sosialisasi dilakukan pengambilan data melalui tes mengenai pemahaman siswa terkait materi fisika (keseimbangan atau *balancing act*) ketika dipelajari menggunakan PhET. Simulasi tersebut berhubungan dengan keseimbangan pada jungkat-jungkit. Tampilan simulasi PhET ditunjukkan pada Gambar 2.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. Simulasi *Physics Education Technology* (PhET): (a) Tampilan Halaman Awal, (b) Kumpulan Simulasi, dan (c) Simulasi Keseimbangan (*Balancing Act*)

Selain itu respon siswa terkait integrasi teknologi dalam pembelajaran dikumpulkan melalui survei menggunakan angket persepsi singkat. Pernyataan angket melibatkan ide integrasi teknologi melalui PhET yang membuat proses pembelajaran menjadi lebih menarik, memotivasi, mendorong siswa untuk terlibat aktif, interaktif, mudah memahami materi, dan dapat memberikan manfaat untuk materi sains lainnya. Pernyataan didesain dengan respon berupa persetujuan siswa, mulai dari sangat setuju menuju sangat tidak setuju. Respon tersebut dikonversikan menjadi angka: 5 (sangat setuju) sampai dengan 1 (sangat tidak setuju).

Data yang telah dikumpulkan melalui tes dan angket kemudian dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk mengetahui bagaimana gambaran umum pemahaman siswa secara umum dan persepsi mereka terkait integrasi teknologi dalam pembelajaran menggunakan simulasi PhET.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian melalui riset berbasis komunitas telah dilaksanakan seperti rencana (Gambar 1). Kegiatan pengabdian fokus pada sosialisasi integrasi teknologi dalam proses pembelajaran menggunakan simulasi PhET. Pihak yang mewakili Program Studi Tadris Fisika IAIN Kerinci telah memberikan informasi dan aplikasi terkait integrasi teknologi dalam pembelajaran melalui simulasi PhET.

Hasil dari kegiatan pengabdian juga dapat ditunjukkan berdasarkan data pemahaman dan persepsi siswa terhadap pembelajaran. Namun data nilai dan respon angket dari 5 orang siswa tidak lengkap sehingga tidak dilibatkan dalam analisis. Dengan demikian analisis hanya melibatkan data dan respon dari 35 orang siswa.

3.1. Statistik Deskriptif I: Pemahaman Siswa

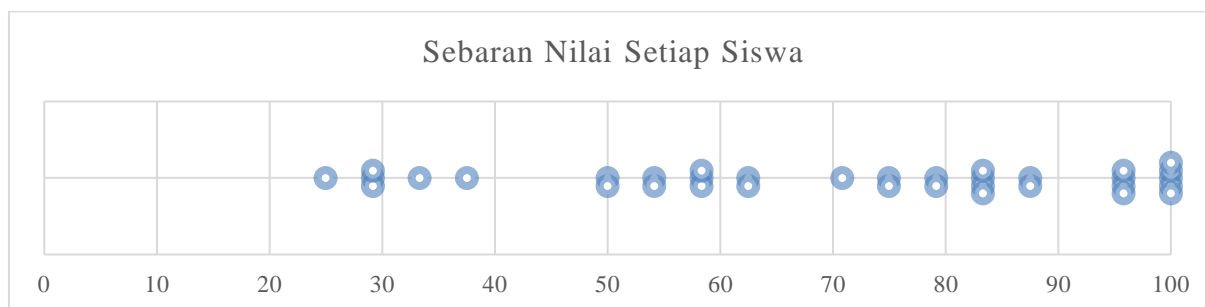
Hasil analisis statistik deskriptif untuk data nilai menunjukkan tingkat pemahaman siswa pada materi keseimbangan dalam pembelajaran menggunakan PhET seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Statistik Deskriptif I

Deskriptif Statistik	Hasil
N	35
Rentang	75.00
Nilai Minimum	25.00
Nilai Maksimum	100.00
Rata-rata	70.36
Standar Deviasi	24.22

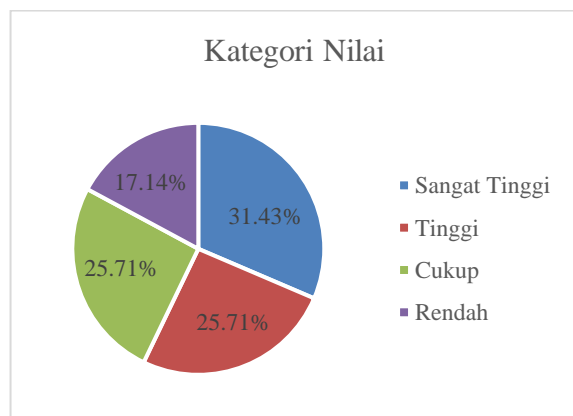
Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai siswa (70.36) telah melewati kriteria ketuntasan minimal untuk bidang studi IPA. Namun penting untuk diketahui bahwa nilai tersebut hanya merepresentasikan pemahaman siswa pada materi keseimbangan yang diajarkan menggunakan simulasi *Balancing Act* dalam PhET seperti pada Gambar 2c.

Lebih lanjut, tingkat pemahaman siswa juga dapat dipelajari dari sudut pandang nilai setiap siswa. Sebaran nilai setiap siswa ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Sebaran Nilai Setiap Siswa

Selanjutnya sebaran nilai siswa juga dapat dikelompokkan menjadi sangat tinggi (86-100), tinggi (71-85), cukup (51-70), dan rendah (kecil dan sama dengan 50) seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Kelompok Siswa Berdasarkan Nilai

Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4 dapat diketahui bahwa sebagian besar siswa (57.14%) siswa memiliki nilai yang tergolong tinggi dan sangat tinggi. Bahkan 5 orang siswa memiliki nilai yang sempurna (100). Walaupun demikian, masih ditemukan 6 orang siswa (17.14%) memiliki nilai yang tergolong rendah.

Kemudian berdasarkan analisis soal tes keseimbangan melalui simulasi PhET *Balancing Act* yang diberikan dapat diketahui bahwa terdapat tiga tipe soal yang berbeda. Berikut penjelasan masing-masing tipe soal.

- Pertama, *seimbang atau tidak*. Soal tipe ini meminta siswa untuk menentukan apakah sistem jungkat-jungkit sedang berada dalam keadaan seimbang atau tidak. Opsi untuk

tidak seimbang terbagi menjadi apakah jungkat-jungkit akan condong ke kanan (bergerak searah jarum jam) atau ke kiri (bergerak berlawanan arah jarum jam). Jadi terdapat tiga pilihan jawaban untuk soal ini.

- Kedua, *seimbangkan sistem*. Siswa diminta menempatkan satu objek dengan massa yang diketahui sehingga sistem dapat berada dalam keadaan yang seimbang. Terdapat 8 titik sebagai opsi atau pilihan untuk menempatkan objek mulai dari yang titik terdekat (nomor 1) dari titik pusat sampai dengan titik yang paling jauh (nomor 8).

- Ketiga, *tentukan massa objek*. Soal tipe ketiga meminta siswa untuk menentukan massa dari objek menggunakan jungkat-jungkit. Untuk dapat menentukan massa, siswa terlebih dahulu harus menentukan titik untuk menempatkan objek agar seimbang. Kemudian ketika telah seimbang, diperlukan perhitungan atau perbandingan dengan objek lain yang telah ada pada sistem untuk dapat menentukan massa dari objek yang ingin diketahui.

Sebaran data nilai siswa berdasarkan ketiga tipe soal ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Sebaran Nilai Setiap Siswa Berdasarkan Tipe Soal (1-3)

Berdasarkan Gambar 5 dapat disimpulkan bahwa siswa cenderung memiliki nilai yang lebih tinggi (pemahaman yang lebih baik) untuk tipe soal pertama (menentukan sistem seimbang atau tidak). Pemahaman siswa untuk tipe soal kedua dan tiga masih tergolong rendah. Dengan kata lain, siswa kesulitan ketika menempatkan benda agar menghasilkan keadaan seimbang dan menentukan massa objek.

Berdasarkan penjelasan tipe soal dapat disimpulkan bahwa tipe soal pertama memiliki opsi atau pilihan yang cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan tipe soal kedua dan ketiga. Jadi masuk akal ketika nilai siswa lebih tinggi untuk tipe soal pertama. Namun sebagai tindak lanjut temuan, faktor-faktor yang mempengaruhi pemahaman konsep siswa dapat ditelusuri lebih lanjut melalui pendekatan penelitian yang lebih sistematis, seperti menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental.

3.2 Statistik Deskriptif II: Persepsi Siswa

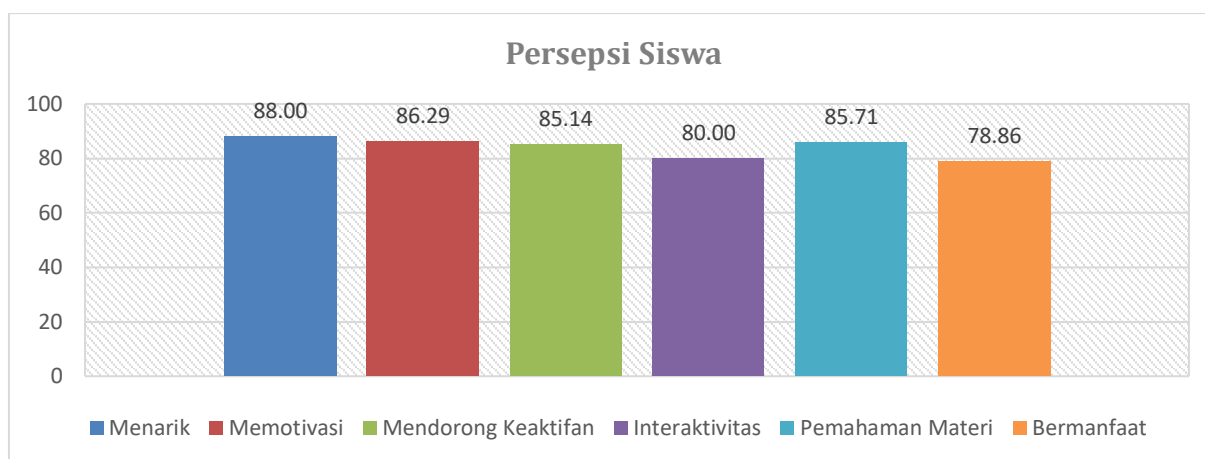
Selanjutnya data yang telah dikumpulkan terkait persepsi siswa terhadap integrasi

teknologi dalam pembelajaran juga dianalisis secara statistik deskriptif. Sebelum di analisis, data persepsi dalam skala 5 dikonversi menjadi skala 100. Hasil analisis persepsi siswa ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Statistik Deskriptif II

Deskriptif Statistik	Hasil
N	35
Rentang	36.67
Nilai Minimum	63.33
Nilai Maksimum	100.00
Rata-rata	84.00
Standar Deviasi	10.16

Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata skor persepsi siswa terhadap integrasi teknologi dalam pembelajaran menggunakan simulasi PhET tergolong tinggi, yaitu 84.00. Skor tersebut merupakan kombinasi dari skor persepsi siswa pada enam ide yang berbeda seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6. Persepsi Siswa

Skor tertinggi untuk persepsi ditunjukkan oleh ide mengenai PhET dapat membuat pembelajaran menjadi lebih menarik (88.00). Simulasi PhET “*Balancing Act*” yang diterapkan dapat menjadi media untuk menciptakan pembelajaran berbasis tantangan (*puzzle-based learning*) dan permainan (*game-based learning*). Pada awalnya, simulasi PhET dikembangkan dan terbukti sebagai media pembelajaran yang efektif dan dapat membuat pembelajaran menarik (Perkins et al., 2012). PhET juga diyakini dapat menciptakan pembelajaran yang menarik untuk berbagai tingkatan pendidikan dan ruang lingkup materi yang luas (Wieman & Perkins, 2006). Beberapa studi terbaru juga mengungkapkan bahwa PhET dapat menciptakan pembelajaran yang menarik seperti menggunakan lembar kerja yang berbasis PhET (Pranata & Seprianto, 2023) dan pembelajaran inkuiri berbasis PhET (Pranata, 2023a).

Kemudian diikuti oleh PhET yang dapat membuat siswa termotivasi untuk belajar (86.29), membantu dalam memahami materi pelajaran (85.71), dan mendorong siswa untuk aktif dalam proses pembelajaran (85.14). PhET telah terbukti dapat diterapkan untuk membantu siswa dalam proses akuisisi dan pemahaman konsep, misalnya pada materi rangkaian listrik (Finkelstein et al., 2005) dan gravitasi (Pranata, 2023a). Dalam mendukung pemahaman, PhET juga dapat diaplikasikan sebagai alat konfirmasi bagi siswa (Pranata, 2023d), dengan tujuan untuk mengetahui atau mengecek apakah ide atau jawaban mereka benar atau salah.

Persepsi dengan skor sedikit lebih rendah ditemukan berkaitan dengan interaktivitas atau interaksi yang terjadi di kelas (80.00) dan

bermanfaatnya PhET untuk materi sains lainnya (78.86). Setelah dipelajari lebih lanjut melalui wawancara dengan beberapa siswa, interaktivitas masih tergolong rendah karena siswa belum dapat mengakses PhET secara mandiri. Mereka hanya memperhatikan penjelasan pengajar melalui proyektor. Interaktivitas mungkin dapat ditingkatkan ketika mereka dapat mengakses simulasi secara mandiri, baik melalui gawai ataupun pembelajaran dilaksanakan di laboratorium komputer.

Walaupun telah dibuktikan bermanfaat dalam pembelajaran pada berbagai materi Fisika (termasuk sains) (Finkelstein et al., 2005), siswa memandang bahwa manfaat PhET masih perlu dibuktikan pada materi lain. Hasil ini diketahui karena kegiatan pembelajaran berbasis PhET yang diterapkan masih terbatas. Oleh karena itu, sebagai tindak lanjut, kegiatan sosialisasi perlu dan layak dilanjutkan dengan pendekatan yang sedikit berbeda. Pihak program studi tidak lagi berperan sebagai agen yang melakukan sosialisasi, tetapi berperan sebagai rekan untuk pengajar di Pesantren. Harapannya pengajar dapat menerapkan integrasi teknologi secara mandiri dengan tetap membuka ruang diskusi antar anggota komunitas.

3.3. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kampus (Perguruan Tinggi), IAIN Kerinci, yang telah memfasilitasi kegiatan pengabdian dan Pengelola Pesantren Permata Nusantara Madani yang telah bersedia membentuk komunitas dalam rangka meningkatkan kualitas pendidikan secara bertahap dan kontinu.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Kegiatan pengabdian melalui *community-based research* atau riset berbasis komunitas telah dilaksanakan sesuai dengan rencana dan berhasil mencapai target yang diinginkan. Bukti pencapaian kegiatan sosialisasi dan aplikasi integrasi teknologi dalam proses pembelajaran dapat ditunjukkan berdasarkan pemahaman konsep dan persepsi siswa terhadap kegiatan tersebut.

Pertama, pemahaman konsep siswa pada salah satu materi yang diajarkan dengan integrasi teknologi menggunakan PhET telah melewati kriteria minimum (70.36). Walaupun demikian, masih ditemukan masalah, kesulitan, dan tantangan yang dihadapi oleh siswa terkait pemahaman konsep. Contohnya, pada masalah yang melibatkan banyak opsi atau pilihan jawaban (tipe soal kedua) dan prosedur pemecahan yang kompleks (tipe soal ketiga). Masalah dan kesulitan yang ditemukan dapat dijadikan dasar untuk kegiatan penelitian dan pengabdian di masa mendatang.

Kedua, persepsi siswa terhadap kegiatan tersebut tergolong sangat baik (84.00). Mereka menyadari bahwa integrasi teknologi menggunakan PhET dapat menciptakan pembelajaran yang menarik, meningkatkan motivasi belajar, membantu dalam memahami konsep, dan mendorong mereka untuk terlibat aktif dalam pembelajaran. Walaupun demikian, mereka masih meragukan apakah PhET dapat bermanfaat seperti yang mereka rasakan pada materi sains lainnya. Dengan demikian, kegiatan pembelajaran dengan integrasi PhET menjadi layak diterapkan dan perlu dievaluasi kebermanfaatannya pada materi sains lainnya.

4.2. Saran

Kegiatan pengabdian yang telah dilaksanakan melalui sosialisasi dan aplikasi integrasi teknologi dalam pembelajaran terbukti bermanfaat bagi anggota komunitas, khususnya pihak sekolah (guru dan siswa). Kegiatan pengabdian dengan metode dan media (PhET) yang sama juga dapat diterapkan pada kegiatan pengabdian di tempat yang lain dan oleh komunitas yang lain yang identik. Tujuannya tetap sama, yaitu untuk menciptakan kolaborasi Perguruan Tinggi-Sekolah. Kemudian berusaha

memenuhi kebutuhan anggota, terciptanya perubahan sosial dalam komunitas, dan peningkatan kualitas pendidikan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Cahyani, V. D., & Pranata, O. D. (2023). Studi Aktivitas Belajar Sains Siswa di SMA Negeri 7 Kerinci. *Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(2), 137–148. <https://doi.org/10.24929/lensa.v13i2.317>
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Reid, S., & Lemaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.1.010103>
- OECD. (2018). The Future of Education and Skills: Education 2030. In *OECD Education Working Papers*. <https://www.oecd.org/education/2030-project/>
- Perkins, K., Moore, E., Podolefsky, N., Lancaster, K., & Denison, C. (2012). Towards research-based strategies for using PhET simulations in middle school physical science classes. *AIP Conference Proceedings*, 1413, 295–298. <https://doi.org/10.1063/1.3680053>
- Podolefsky, N. S., Adams, W. K., Lancaster, K., & Perkins, K. K. (2010). Characterizing complexity of computer simulations and implications for student learning. *AIP Conference Proceedings*, 1289, 257–260. <https://doi.org/10.1063/1.3515215>
- Podolefsky, N. S., Perkins, K. K., & Adams, W. K. (2010). Factors promoting engaged exploration with computer simulations. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(2), 1–11. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020117>
- Pranata, O. D. (2023a). Enhancing Conceptual Understanding and Concept Acquisition of Gravitational Force through Guided Inquiry Utilizing PhET Simulation. *Saintek: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(1), 44–52. <https://doi.org/10.31958/js.v15i1.9191>

- Pranata, O. D. (2023b). Penerapan Game-Based Learning Sebagai Alternatif Solusi Mengajar di Kelas Heterogen. *Jurnal Pengabdian Al-Ikhlash*, 8(3), 337–350. <https://doi.org/10.1119/1.3361987>
- Pranata, O. D. (2023c). Penerapan Puzzle-Based Learning untuk Mengajar Matematika dan Sains di Pasantren dengan Kelas Heterogen. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 10(2), 109–115.
- Pranata, O. D. (2023d). Physics Education Technology (PhET) as Confirmatory Tools in Learning Physics. *Jurnal Riset Fisika Edukasi Dan Sains*, 10(1), 29–35. <https://doi.org/10.22202/jrfes.2023.v10i1.6815>
- Pranata, O. D., & Seprianto, S. (2023). Pemahaman Konsep Siswa Melalui Skema Blended learning Menggunakan Lembar Kerja Berbasis Simulasi. *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika Dan Terapannya*, 6(1), 8–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.46918/karst.v6i1.1724>
- Putri, A. L., Pranata, O. D., & Sastria, E. (2024). Students Perception of Science and Technology in Science Learning: A Gender Comparative Study. *Jurnal Pijar Mipa*, 19(1), 44–50. <https://doi.org/10.29303/jpm.v19i1.6153>
- Putri, D. H., & Pranata, O. D. (2023). Eksplorasi Kejenuhan Siswa dalam Pembelajaran Sains Setelah Pandemi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains (JIPS)*, 4(2), 62–70. <https://doi.org/https://doi.org/10.37729/jips.v4i2.3367>
- Strand, K., Marullo, S., Cutforth, N., Stoecker, R., & Donohue, P. (2003). *Community-Based Research and Higher Education*. Jossey-Bass.
- Utami, A. F., Pranata, O. D., & Angela, L. (2024). Analisis Tingkat Kejenuhan Siswa Sebelum , Selama , dan Setelah Pembelajaran Sains. *PENDIPA Journal of Science Education*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.33369/pendipa.8.1.1-9>
- 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/10.1038/nphys283>