

Evaluasi Keterlibatan dan Hasil Belajar Matematika Mahasiswa dalam Pengajaran Berbasis e-Learning Berbantuan Simulasi PhET di Masa Transisi Pasca Pandemi Covid-19

Erpin Evendi*

Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Kependidikan, Universitas Islam Negeri Mataram, Indonesia

*Corresponding author: erpin_evendi@uinmataram.ac.id

Article History

Received : February 09th, 2022

Revised : March 16th, 2022

Accepted : March 25th, 2022

Abstrak: Studi saat ini bertujuan untuk mengevaluasi keterlibatan dan hasil belajar matematika mahasiswa dalam pengajaran berbasis *e-learning* berbantuan simulasi PhET di masa transisi pasca pandemi Covid-19. Desain eksperimen (*pretest-posttest control group design*) diaplikasi dalam studi ini, dimana dua kelompok sampel disiapkan dan terbagi ke dalam kelompok eksperimen (pengajaran berbasis *e-learning* berbantuan simulasi PhET) dan kelompok kontrol (pengajaran ekspositori tatap muka). Keterlibatan pembelajaran diukur menggunakan instrumen kuesioner pada aspek: motivasi, otonomi, kolaborasi, partisipasi, dan resolusi. Hasil belajar diukur menggunakan instrumen tes essay pada ranah pemahaman, penerapan, analisis, sintesis dan evaluasi. Data keterlibatan dan hasil belajar matematika dievaluasi dengan melakukan analisis deskriptif (parameter rata-rata, dan *n-gain* khusus untuk hasil belajar). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa keterlibatan dan hasil belajar mahasiswa dalam pembelajaran matematika berbasis *e-learning* berbantuan simulasi PhET lebih baik dari pada pengajaran tradisional dengan metode ekspositori. Akhirnya, temuan dalam studi ini terkait dengan pengimplementasian simulasi PhET dalam pembelajaran matematika dapat menjadi referensi pada pengaplikasiannya pada rutinitas pembelajaran dalam sistem *e-learning*, terutama untuk mendukung keterlibatan mahasiswa serta hasil belajar mereka yang lebih optimal.

Kata kunci: keterlibatan, hasil belajar, e-learning, simulasi PhET.

PENDAHULUAN

Krisis dunia akibat Covid-19 yang terjadi selama kurun waktu dua tahun (sejak dinyatakan sebagai pandemi global di tahun 2020) telah berdampak pada pemberlakuan *lockdown* di lembaga pendidikan, tidak terkecuali pada lembaga pendidikan tinggi (Ismail et al., 2022). *Lockdown* telah memulai transisi yang cepat dan adaptif dalam cara penyampaian pendidikan dan pembelajaran, dari mode penyampaian tatap muka ke *e-learning*. Hal ini juga berdampak pada penyesuaian proses pembelajaran sekaligus menjadi tantangan yang cukup besar dalam pengelolaan pembelajaran siswa (Calder et al., 2021). Saat krisis Covid-19 mampu menggeser pengajaran dan pembelajaran ke arah online, baik guru maupun siswa harus merespons dengan cepat kebutuhan akan keterlibatan mereka dalam platform *e-learning*. Pergeseran mendesak tidak hanya mengamankan guru untuk mengadopsi *e-learning*, tetapi memaksa setiap siswa untuk menggunakan sumber daya online dan mencapai

tujuan yang terkait dengan tugas-tugas pembelajaran mereka.

Saat ini hampir di seluruh dunia *lockdown* telah dicabut, walaupun kasus Covid-19 belum usai. Kami mengistilahkan ini sebagai masa transisi pasca pandemi Covid-19. Seiring dengan kebiasaan penggunaan sistem *e-learning* selama pandemi Covid-19, sepertinya penggunaannya semakin masiv di institusi pendidikan. Ini terkait dengan kemudahan pengaplikasiannya yang tidak terbatas ruang dan waktu, dapat sebagai mode pengajaran sinkron dan asinkron (*synchronous and asynchronous*) (Alhazbi & Hasan, 2021). Sebagai mode pengajaran yang relatif baru bagi kebanyakan pelaku pendidikan dan institusi pendidikan (dalam sorotan kami adalah pendidikan tinggi), maka penting bagi untuk mendapatkan wawasan tentang bagaimana *e-learning* berdampak pada pembelajaran, khususnya terkait dengan aspek hasil belajar dan keterlibatan mahasiswa dalam pembelajaran berbasis pada platform *e-learning*. Aspek keterlibatan mahasiswa dalam

pembelajaran adalah terkait dengan motivasi, otonomi, kolaborasi, partisipasi, dan resolusi (Moreno-Guerrero et al., 2020). Evaluasi keterlibatan mahasiswa menjadi temuan yang berharga karena sistem pendidikan ke depan berporos pada sistem e-learning dan multi konten digital yang menyertainya (Calder et al., 2021), dan yang paling utama adalah hasil belajar mahasiswa sebagai tujuan inti dari segala bentuk intervensi pembelajaran.

Sebelum pandemi Covid-19, perkembangan teknologi yang semakin maju sejak lama telah diprediksi. Akhirnya ini menjadi kenyataan saat ini (Alonso-García et al., 2019), dimana aplikasi teknologi di masyarakat menjadi cerminan fakta perkembangan teknologi di banyak bidang, termasuk dalam pembelajaran matematika (Moreno-Guerrero et al., 2020). Pengajaran dan pembelajaran matematika juga memerlukan pendekatan dan desain pedagogis yang efisien dan efektif serta penyesuaian untuk mengintegrasikan lingkungan belajar-mengajar online (*e-learning*) selama masa transisi pasca pandemi Covid-19. Ini bisa terealisasi jika informasi keterlibatan mahasiswa di eksplorasi lebih jauh yang menyangkut aspek-aspek motivasi, otonomi, kolaborasi, partisipasi, dan resolusi selama proses pembelajaran matematika di masa transisi pasca pandemi Covid-19.

Dalam pemanfaatannya, perkembangan proses belajar mengajar dipengaruhi oleh kemajuan teknologi secara langsung (Garrote Rojas et al., 2018). Pemanfaatan teknologi dapat menghasilkan ruang belajar baru dan dapat mempromosikan tindakan pedagogis yang inovatif sesuai kebutuhan (Li et al., 2019). Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran memungkinkan akses ke sejumlah besar informasi secara global (Nikolopoulou et al., 2019). Beberapa studi terdahulu telah menunjukkan hasil yang menjanjikan terkait pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran, antara lain dapat meningkatkan motivasi siswa, otonomi belajar, mendorong keterlibatan siswa dalam belajar, serta mendorong sikap yang baik terhadap konten yang dibelajarkan (Khine et al., 2017; Moreno-Guerrero et al., 2020).

E-learning merupakan bagian dari skema pembelajaran jarak jauh. Dalam beberapa studi, ada kekhawatiran dalam penerapannya, antara lain, penyajian sejumlah besar konten teoritis yang tidak interaktif berdampak pada banyak aspek pembelajaran (Viktorova, 2020). Siswa dapat sebagai penerima pasif jika kontak dengan

pengajar bersifat sporadis dan bertindak sebagai penyampai konten belaka (Moreno-Guerrero et al., 2020). Ini juga menjadi kekhawatiran ketika pembelajaran matematika harus dikondusikan dengan sistem *e-learning*. Perlu diketahui bahwa matematika adalah instrument dan merupakan dasar untuk memperoleh pengetahuan dari mata pelajaran lain (Lewis et al., 2017), dan dianggap sebagai penunjang dari semua bidang atau disiplin ilmu yang berkembang (Evendi & Verawati, 2021). Harapannya adalah ketika siswa atau mahasiswa belajar matematika maka kecerdasan mereka dapat berkembang (Paechter et al., 2017). Hanya saja, harapan ini bisa saja tidak terealisasi jika pembelajaran matematika dengan *e-learning* tidak dapat dioptimalkan.

Akhirnya, upaya menggabungkan teknologi dalam sistem pengajaran *e-learning* dilakukan, salah satunya adalah dengan simulasi PhET (Inayah & Masruroh, 2021). Sesuai dengan konteks studi saat ini, kami melihat peluang dalam meningkatkan performa hasil belajar matematika mahasiswa dengan menerapkan *e-learning* berbantuan simulasi PhET. Sebagaimana hasil studi sebelumnya bahwa simulasi PhET dapat meningkatkan hasil belajar (Arifin et al., 2022) dan mendukung penguasaan konsep yang mendalam pada pembelajar (Fan et al., 2018). Simulasi PhET juga mendukung keterlibatan pembelajar pada aspek konten materi yang diajarkan (Toli & Kallery, 2021).

Simulasi PhET umumnya digunakan dalam pembelajaran fisika dan dipandang sebagai simulasi interaktif yang mendukung penguasaan konsep (Fan et al., 2018). Namun, fitur baru di dalam PhET telah dikembangkan dan merambah pada banyak bidang ilmu termasuk matematika. Ini tentunya memberi peluang dalam penagaplikasiannya pada pembelajaran matematika. Studi saat ini bertujuan untuk mengevaluasi keterlibatan dan hasil belajar matematika mahasiswa dalam pengajaran berbasis *e-learning* berbantuan simulasi PhET di masa transisi pasca pandemi Covid-19.

METODE

Sesuai dengan tujuan studi ini untuk mengevaluasi keterlibatan dan hasil belajar matematika mahasiswa dalam pengajaran berbasis *e-learning* berbantuan simulasi PhET di masa transisi pasca pandemi Covid-19, maka variabel yang diukur adalah keterlibatan

mahasiswa dan hasil belajar mahasiswa. Studi ini menggunakan desain eksperimen (*pretest-posttest control group design*) (Fraenkel et al., 2012), dimana dua kelompok sampel digunakan. Kelompok sampel pertama sebagai kelompok eksperimen dan kelompok sampel kedua sebagai kelompok kontrol. Kedua kelompok sampel diberi perlakuan (*treatment*) pembelajaran yang berbeda, kelompok eksperimen diberi perlakuan pembelajaran e-learning berbantuan simulasi PhET, sedangkan kelompok kontrol dengan pembelajaran tatap muka dan mengandalkan metode ekspositori. Kedua kelompok (eksperimen dan kontrol) sebelum perlakuan diberi tes sebagai pretest (tes awal), dan setelah perlakuan diberi posttest (tes akhir).

Sampel penelitian adalah dua kelompok mahasiswa yang berasal dari universitas penyelenggara pendidikan matematika di Kota Mataram. Jumlah anggota sampel untuk kedua kelompok (eksperimen dan kontrol) adalah sama, masing-masing sebanyak 20 orang mahasiswa. Secara demografis, usia anggota kelompok sampel rata-rata adalah delapan belas tahun, dan jenis kelamin mereka relatif berimbang antara laki-laki dan perempuan. Aspek demografis hanya sebatas informasi karena dianggap bukan variabel yang mempengaruhi aspek yang diteliti. Mengingat keterbatasan fitur matematika pada simulasi PhET, maka pembelajaran terbatas pada materi vektor.

Studi ini fokus untuk mengukur keterlibatan mahasiswa dan hasil belajar kognitif mahasiswa. Aspek keterlibatan mahasiswa dalam pembelajaran yang diukur adalah terkait dengan motivasi, otonomi, kolaborasi, partisipasi, dan resolusi (Moreno-Guerrero et al., 2020). Keterlibatan mahasiswa diukur setelah dilakukan perlakuan pembelajaran pada kedua kelompok sampel. Kelima indikator keterlibatan pembelajaran diukur menggunakan kuesioner,

dimana skala psikometrik yang digunakan adalah skala Likert yang dikonversi ke dalam empat kategori persepsional, yaitu sangat kurang, kurang, cukup, dan tinggi. Hasil belajar diukur menggunakan instrumen tes dalam bentuk tes essay yang berjumlah 10 butir soal. Aspek hasil belajar kognitif yang diukur adalah: pemahaman (C2), penerapan (C2), analisis (C3), sintesis (C4), dan evaluasi (C6). Tiap indikator hasil belajar terdistribusi ke dalam dua soal. Peningkatan hasil belajar dinilai dari diferensiasi hasil tes awal dan tes akhir, ini dikalkulasi menggunakan persamaan $n\text{-gain}$ dengan tiga kriteria: rendah ($n\text{-gain} < 0.3$), sedang ($n\text{-gain} 0.3 - 0.7$), dan tinggi ($n\text{-gain} > 0.7$) (Hake, 1999).

Data keterlibatan mahasiswa pada aspek motivasi, otonomi, kolaborasi, partisipasi, dan resolusi dianalisis secara deskriptif, begitu juga dengan data hasil belajar. Secara deskriptif, hasil belajar dikalkulasi secara rata-rata pada tes awal - tes akhir pada kedua kelompok sampel, dan ditentukan skor $n\text{-gain}$ yang diperoleh secara rata-rata. Kriteria hasil belajar menurut skor rata-rata 0-20 (tidak baik), 21-40 (kurang), 41-60 (cukup), 61-80 (baik), dan 81-100 (sangat baik).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi keterlibatan dan hasil belajar matematika mahasiswa telah dilakukan, ini dalam kerangka pengajaran berbasis *e-learning* berbantuan simulasi PhET di masa transisi pasca pandemi Covid-19. Keterlibatan mahasiswa dievaluasi pada aspek-aspek motivasi, otonomi, kolaborasi, partisipasi, dan resolusi (Moreno-Guerrero et al., 2020). Hasil evaluasi keterlibatan mahasiswa dalam pengajaran berbasis e-learning berbantuan simulasi PhET disajikan pada Tabel 1. Evaluasi dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung dan dilakukan selama satu kali pada masing-masing kelompok sampel.

Tabel 1. Hasil evaluasi keterlibatan mahasiswa dalam pengajaran berbasis e-learning berbantuan simulasi PhET

| Kelompok | Aspek Keterlibatan | Skala Likert, n (%) | | | |
|------------|--------------------|---------------------|----------|-----------|----------|
| | | Sangat Kurang | Kurang | Cukup | Tinggi |
| Eksperimen | Motivasi | 2 (10.0) | 4 (20.0) | 10 (50.0) | 4 (20.0) |
| | Otonomi | 3 (15.0) | 1 (5.0) | 8 (40.0) | 8 (40.0) |
| | Kolaborasi | 1 (5.0) | 2 (10.0) | 12 (60.0) | 5 (25.0) |
| | Partisipasi | 2 (10.0) | 4 (20.0) | 12 (60.0) | 2 (10.0) |
| | Resolusi | 2 (10.0) | 2 (10.0) | 13 (65.0) | 3 (15.0) |
| Kontrol | Motivasi | 14 (70.0) | 4 (20.0) | 1 (5.0) | 1 (5.0) |
| | Otonomi | 12 (60.0) | 6 (30.0) | 1 (5.0) | 1 (5.0) |

| Kelompok | Aspek Keterlibatan | Skala Likert, n (%) | | | |
|----------|--------------------|---------------------|----------|----------|---------|
| | | Sangat Kurang | Kurang | Cukup | Tinggi |
| | Kolaborasi | 10 (50.0) | 5 (25.0) | 5 (25.0) | 0 (0.0) |
| | Partisipasi | 11 (55.0) | 5 (25.0) | 3 (15.0) | 1 (5.0) |
| | Resolusi | 12 (60.0) | 6 (30.0) | 1 (5.0) | 1 (5.0) |

Rangkuman hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata aspek keterlibatan mahasiswa dalam pembelajaran matematika pada kelompok eksperimen lebih baik dari pada kelompok kontrol. Artinya, keterlibatan mahasiswa lebih baik pada pengajaran berbasis e-learning berbantuan simulasi PhET jika dibandingkan dengan pengajaran ekspositori. Aspek motivasi terkait dengan identifikasi tingkat motivasi yang dicapai mahasiswa dalam pengembangan proses belajar mengajar. Otonomi berkaitan dengan tingkat kemandirian mahasiswa dalam mengembangkan tugas-tugas yang diberikan. Kolaborasi merujuk pada kemampuan bekerja sama mahasiswa dalam pengembangan tugas. Partisipasi terkait dengan identifikasi tingkat keterlibatan dan hubungan

mahasiswa dengan isi, dengan pengajar dan dengan sesama mahasiswa. Resolusi berkaitan dengan kemampuan mahasiswa untuk memberikan jawaban atas masalah dalam kinerja kegiatan pembelajaran.

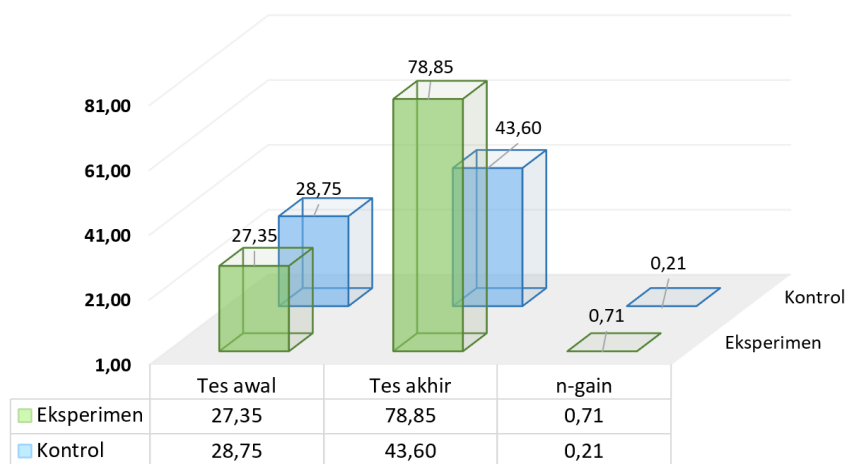
Selanjutnya, hasil analisis secara deskriptif terkait hasil belajar mahasiswa disajikan pada Tabel 2. Pada tes awal terlihat bahwa kedua kelompok sampel memiliki skor rata-rata yang hampir sama dan keduanya berada pada keiteria ‘kurang.’ Namun, pada tes akhir skor rata-rata dan kriteria hasil belajar dari keduanya berbeda, pada kelompok eksperimen memiliki skor rata-rata 78.85 dengan kriteria ‘baik’ sedangkan kelompok kontrol memiliki skor rata-rata hasil belajar sebesar 43.60 dengan kriteria ‘cukup.’

Tabel 2. Rangkuman hasil belajar mahasiswa

| Kelompok | n | Skor rata-rata dan kriteria | | | | n-gain | Kriteria |
|------------|----|-----------------------------|----------|-----------|----------|--------|----------|
| | | Tes awal | Kriteria | Tes akhir | Kriteria | | |
| Eksperimen | 20 | 27,35 | Kurang | 78,85 | Baik | 0.71 | Tinggi |
| Kontrol | 20 | 28,75 | Kurang | 43,60 | Cukup | 0,21 | Rendah |

Hasil pada Tabel 2 juga menunjukkan adanya perbedaan peningkatan skor (n-gain) hasil belajar mahasiswa pada kedua kelompok sampel. Kriteria n-gain pada kelompok eksperimen adalah ‘tinggi’ dengan skor n-gain

sebesar 0.71, sedangkan pada kelompok kontrol berkriteria ‘rendah’ dengan skor n-gain sebesar 0.21. Visualisasi rangkuman hasil analisis deskriptif pada hasil belajar mahasiswa disajikan pada Gambar 1.

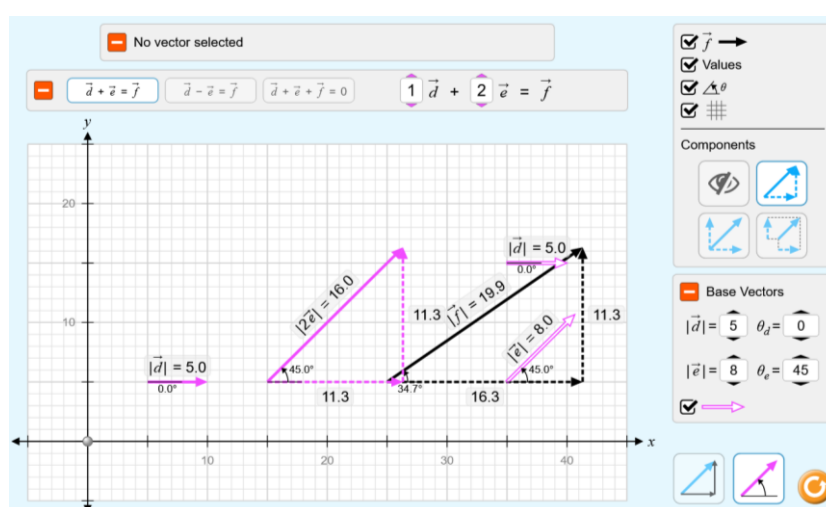


Gambar 1. Visualisasi rangkuman hasil analisis deskriptif pada hasil belajar mahasiswa

Visualisasi hasil pada Gambar 1 sudah sangat jelas menunjukkan bahwa pembelajaran dengan mengimplementasikan e-learning berbantuan simulasi PhET dalam pengajaran matematika (dikonduksikan pada kelompok eksperimen) lebih unggul dari pada pembelajaran tatap muka dengan metode ekspositori (dikonduksikan pada kelompok kontrol), bahkan diferensiasi peningkatan skor kedua kelompok terpaut sangat jauh.

Hasil analisis secara deskriptif telah meyakinkan bahwa keterlibatan dan hasil belajar matematika mahasiswa dalam pengajaran berbasis *e-learning* berbantuan simulasi PhET di masa transisi pasca pandemi Covid-19 lebih

unggul dari pada pembelajaran tatap muka dengan metode ekspositori. Temuan ini sejalan dengan hasil studi sebelumnya, dimana simulasi PhET dalam kerangka pembelajaran online dapat meningkatkan hasil belajar siswa (Arifin et al., 2022) dan mendukung penguasaan konsep yang mendalam (Fan et al., 2018). Dalam studi kami saat ini, walaupun intervensi pengajaran e-learning berbantuan simulasi PhET dilakukan dalam tempo yang relatif singkat, namun bukti empiris telah menunjukkan dampaknya terhadap peningkatan hasil belajar kognitif mahasiswa. Simulasi PhET dalam pembelajaran matematika yang dikonduksikan pada materi vektor seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Cuplikan tampilan simulasi PhET pada materi vektor

Dalam implementasinya dalam mode e-learning, tiap mahasiswa membuka simulasi PhET dan dipandu oleh dosen. Aktivitas mahasiswa terpantau atraktif dengan adanya simulasi PhET, dan mereka juga lebih mudah dalam mengikuti tiap instruksi dari dosen (tidak seperti pada pembelajaran tradisional dengan paper dan pensil). Ini salah satu kelebihan dari simulasi PhET ini. Pada akhirnya, bukti empiris dalam studi ini telah menunjukkan bahwa pembelajaran e-learning dengan berbantuan simulasi PhET lebih unggul dalam meningkatkan keterlibatan mahasiswa dan hasil belajar kognitif jika dibandingkan dengan pengajaran ekspositori. Keterlibatan mereka terlihat dominan pada aspek motivasi, otonomi, kolaborasi, partisipasi, dan resolusi dengan pembelajaran berbantuan simulasi PhET.

Hasil studi ini juga telah mampu memenuhi karakteristik pembelajaran *e-learning* sesuai ekpektasi yang merujuk pada temuan studi

terdahulu, dimana dalam implementasinya mempromosikan dialog dan interaktivitas kegiatan dalam suatu kelompok belajar, dan meningkatkan hubungan interpersonal antar mahasiswa siswa (Bakhouyi et al., 2019), mendorong kolaborasi aktif antar mahasiswa untuk mencapai tujuan pembelajaran (Sathiyamoorthi, 2020), dan dengan bantuan simulasi PhET terlihat bahwa motivasi belajar mahasiswa tumbuh karena pembelajaran yang dilakukan dipandang menarik oleh mahasiswa.

KESIMPULAN

Hasil evaluasi terkait dengan keterlibatan dan hasil belajar matematika mahasiswa dalam pengajaran berbasis *e-learning* berbantuan simulasi PhET di masa transisi pasca pandemi Covid-19 menunjukkan bahwa: (a) keterlibatan mahasiswa dalam pembelajaran matematika berbasis *e-learning* berbantuan simulasi PhET

lebih baik dari pada pengajaran tradisional dengan metode ekspositori, (b) peningkatan hasil belajar kognitif mahasiswa dalam pembelajaran matematika berbasis *e-learning* berbantuan simulasi PhET lebih baik dari pada pengajaran tradisional dengan metode ekspositori. Akhirnya, temuan dalam studi ini terkait dengan pengimplementasian simulasi PhET dalam pembelajaran matematika dapat menjadi referensi pada pengaplikasiannya pada rutinitas pembelajaran dalam sistem *e-learning*, terutama untuk mendukung keterlibatan mahasiswa serta hasil belajar mereka yang lebih optimal. Perlu dilakukan studi yang komprehensif terkait penerapan *e-learning* berbantuan simulasi PhET yang menjangkau materi matematika yang lebih luas serta aspek hasil belajar lain selain kognitif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah berkontribusi atas pelaksanaan dan kesuksesan penelitian ini, terutama yang paling penting adalah mahasiswa sebagai partisipan yang tergabung ke dalam kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

REFERENSI

- Alhazbi, S., & Hasan, M. A. (2021). The Role of Self-Regulation in Remote Emergency Learning: Comparing Synchronous and Asynchronous Online Learning. *Sustainability*, 13(19), 11070. <https://doi.org/10.3390/su131911070>
- Alonso-García, S., Aznar-Díaz, I., Cáceres-Reche, M.-P., Trujillo-Torres, J.-M., & Romero-Rodríguez, J.-M. (2019). Systematic Review of Good Teaching Practices with ICT in Spanish Higher Education. Trends and Challenges for Sustainability. *Sustainability*, 11(24), 7150. <https://doi.org/10.3390/su11247150>
- Arifin, M. M., Prastowo, S. B., & Harijanto, A. (2022). Efektivitas Penggunaan Simulasi PhET dalam Pembelajaran Online terhadap Hasil Belajar Siswa. *JURNAL PEMBELAJARAN FISIKA*, 11(1), 16–27. <https://doi.org/10.19184/jpf.v11i1.30612>
- Bakhoyi, A., Dehbi, R., Banane, M., & Talea, M. (2019). A Semantic Web Solution for Enhancing The Interoperability of E-learning Systems by Using Next Generation of SCORM Specifications. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 14(11), 174–185. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i11.10342>
- Calder, N., Jafri, M., & Guo, L. (2021). Mathematics Education Students' Experiences during Lockdown: Managing Collaboration in eLearning. *Education Sciences*, 11(4), 191. <https://doi.org/10.3390/educsci11040191>
- Cole, M. T., Swartz, L. B., & Shelley, D. J. (2020). Threaded Discussion: The Role It Plays in E-Learning. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 16(1), 16–29. <https://doi.org/10.4018/IJICTE.2020010102>
- Evendi, E., & Verawati, N. N. S. P. (2021). Evaluation of Student Learning Outcomes in Problem-Based Learning: Study of Its Implementation and Reflection of Successful Factors. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(SpecialIssue), 69–76. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7iSpecialIssue.1099>
- Fan, X., Geelan, D., & Gillies, R. (2018). Evaluating a Novel Instructional Sequence for Conceptual Change in Physics Using Interactive Simulations. *Education Sciences*, 8(1), 29. <https://doi.org/10.3390/educsci8010029>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research* (8th ed.). Mc Graw Hill.
- Garrote Rojas, D., Arenas Catilejo, J. Á., & Jiménez-Fernández, S. (2018). Las TIC como herramientas para el desarrollo de la competencia intercultural. *EDMETIC*, 7(2), 166–183. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i2.10533>
- Hake, R., R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. Indiana University: Woodland Hills, CA - USA.
- Inayah, N., & Masruroh, M. (2021). PhET Simulation Effectiveness as Laboratory Practices Learning Media to Improve Students' Concept Understanding. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 9(2), 152–162. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v9i2.2923>
- Ismail, I., Muliadi, A., & Verawati, N. N. S. P. (2022). Online Learning Interaction Patterns During the Covid-19 Pandemic:

- Prospective teachers' Perceptions. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 10(2), 373–381. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v10i2.5138>
- Khine, M. S., Ali, N., & Afari, E. (2017). Exploring relationships among TPACK constructs and ICT achievement among trainee teachers. *Education and Information Technologies*, 22(4), 1605–1621. <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9507-8>
- Lewis, K. L., Stout, J. G., Finkelstein, N. D., Pollock, S. J., Miyake, A., Cohen, G. L., & Ito, T. A. (2017). Fitting in to Move Forward: Belonging, Gender, and Persistence in the Physical Sciences, Technology, Engineering, and Mathematics (pSTEM). *Psychology of Women Quarterly*, 41(4), 420–436. <https://doi.org/10.1177/0361684317720186>
- Li, S., Yamaguchi, S., Sukhbaatar, J., & Takada, J. (2019). The Influence of Teachers' Professional Development Activities on the Factors Promoting ICT Integration in Primary Schools in Mongolia. *Education Sciences*, 9(2), 78. <https://doi.org/10.3390/educsci9020078>
- Moreno-Guerrero, A.-J., Aznar-Díaz, I., Cáceres-Reche, P., & Alonso-García, S. (2020). E-Learning in the Teaching of Mathematics: An Educational Experience in Adult High School. *Mathematics*, 8(5), 840. <https://doi.org/10.3390/math8050840>
- Nikolopoulou, K., Akriotou, D., & Gialamas, V. (2019). Early Reading Skills in English as a Foreign Language Via ICT in Greece: Early Childhood Student Teachers' Perceptions. *Early Childhood Education Journal*, 47(5), 597–606. <https://doi.org/10.1007/s10643-019-00950-8>
- Paechter, M., Macher, D., Martskvishvili, K., Wimmer, S., & Papousek, I. (2017). Mathematics Anxiety and Statistics Anxiety. Shared but Also Unshared Components and Antagonistic Contributions to Performance in Statistics. *Frontiers in Psychology*, 8, 1196. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01196>
- Qian, Y. (2018). Application Research of E-learning Network Teaching Platform in College English Reading Teaching. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 18(5), Article 5. <https://doi.org/10.12738/estp.2018.5.082>
- Sathiyamoorthi V. (2020). An Intelligent System for Predicting a User Access to a Web Based E-Learning System Using Web Mining. *International Journal of Information Technology and Web Engineering (IJITWE)*, 15(1), 75–94. <https://doi.org/10.4018/IJITWE.2020010106>
- Shakah, G. H., Al-Oqaily, A. T., & Alqudah, F. (2019). Motivation Path between the Difficulties and Attitudes of Using the E-Learning Systems in the Jordanian Universities: Ajloun University as a Case Study. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 14(19), 26–48. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i19.10551>
- Toli, G., & Kallery, M. (2021). Enhancing Student Interest to Promote Learning in Science: The Case of the Concept of Energy. *Education Sciences*, 11(5), 220. <https://doi.org/10.3390/educsci11050220>
- Viktorova, L. V. (2020). Educational Conditions for Implementation of Adults' Distance Learning of Foreign Languages. *Information Technologies and Learning Tools*, 75(1), 13–25. <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.2797>
- Wan, S., & Niu, Z. (2020). A Hybrid E-Learning Recommendation Approach Based on Learners' Influence Propagation. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 32(5), 827–840. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2019.2895033>
- Zhu, X., & Chen, Z. (2020). Dual-modality spatiotemporal feature learning for spontaneous facial expression recognition in e-learning using hybrid deep neural network. *The Visual Computer*, 36(4), 743–755. <https://doi.org/10.1007/s00371-019-01660-3>