

Efektivitas Media Pembelajaran Game Edukasi Berbasis Wordwall Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Usaha Dan Energi Di SMA Negeri 8 Tidore Kepulauan

Marwiya Muksin^{1*}, Nursanti Ali² dan Fahima Muhlis²

^{1,2,3}Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Bumi Hijra Tidore

Email Korespondensi outhor: muksinmarwiya@gmail.com

ABSTRAK

This study aims to determine the effectiveness of the Wordwall-based educational game as a learning media in improving students' learning outcomes on the topic of work and energy at SMA Negeri 8 Tidore Kepulauan. The issue addressed is the low physics learning outcomes due to the dominance of conventional teaching methods and the limited use of interactive media. This research employs a quantitative approach with a quasi-experimental design using a pretest-posttest control group model. The sample consists of two classes: the experimental class using Wordwall media and the control class using traditional whiteboard-based teaching. The research instrument was a multiple-choice test consisting of 30 validated items.

The results of the study show that the average post-test score in the experimental class increased significantly from 44.32 to 80.96, while in the control class it only increased from 61.86 to 67.71. The t-test results indicate that the t-count value of 3.271 is greater than the t-table value of 1.675, with a significance value of $0.002 < 0.05$. Therefore, there is a significant difference in student learning outcomes between the experimental class and the control class.

Therefore, it can be concluded that the use of Wordwall-based educational game media is effective in improving students' learning outcomes on the topic of work and energy. Wordwall has been proven to enhance motivation, engagement, and conceptual understanding in a more interactive and enjoyable learning environment.

Keywords: Wordwall, learning media, learning outcomes, work and energy, educational games, physics

PENDAHULUAN

Implementasi Kurikulum Merdeka menuntut pembelajaran yang berpusat pada siswa, adaptif, serta mampu memfasilitasi keterlibatan aktif dalam membangun pemahaman konseptual. Dalam konteks pembelajaran Fisika, tuntutan ini menjadi krusial karena karakteristik materi yang abstrak, kaya representasi matematis, dan memerlukan kemampuan mengaitkan fenomena kontekstual dengan model fisis formal (Docktor & Mestre, 2021; Redish, 2022). Salah satu materi yang kerap menimbulkan kesulitan adalah usaha dan energi, karena menuntut pemahaman relasional antara konsep usaha, energi kinetik, energi potensial, dan hukum kekekalan energi secara terpadu (Dega et al., 2020; Singh & Rosengrant, 2021).

Berbagai studi menunjukkan bahwa kesulitan siswa pada materi usaha dan energi tidak semata-mata disebabkan oleh kompleksitas konsep, tetapi juga oleh pendekatan pembelajaran yang masih dominan berorientasi pada ceramah dan latihan prosedural (Hestenes, Wells, & Swackhamer, 2020; Meltzer & Thornton, 2021). Pembelajaran konvensional yang minim visualisasi dan interaksi cenderung membatasi keterlibatan kognitif siswa serta menghambat terbentuknya pemahaman konseptual yang bermakna (de Jong et al., 2022). Kondisi ini berdampak pada rendahnya motivasi belajar dan capaian hasil belajar Fisika siswa, sebagaimana juga ditemukan dalam konteks pembelajaran di sekolah menengah.

Seiring dengan perkembangan teknologi pendidikan, pendekatan pembelajaran berbasis gamifikasi dan game-based learning semakin banyak direkomendasikan sebagai strategi untuk meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan hasil belajar siswa. Gamifikasi memanfaatkan elemen permainan seperti tantangan, skor, umpan balik instan, dan kompetisi sehat untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna (Dicheva et al., 2020; Zainuddin et al., 2020). Meta-analisis dan studi empiris terkini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis gim secara signifikan berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar dan motivasi siswa, khususnya ketika dirancang selaras dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik peserta didik (Karako et al., 2022; Sailer & Homner, 2023).

Dalam pembelajaran sains dan Fisika, media game edukasi digital juga dilaporkan efektif dalam membantu siswa memahami konsep abstrak melalui aktivitas interaktif yang mendorong eksplorasi dan refleksi (Chang et al., 2021; Widiyatmoko et al., 2023). Penggunaan kuis digital dan permainan edukatif memungkinkan siswa memperoleh umpan balik langsung, sehingga dapat memperbaiki miskonsepsi secara lebih cepat dibandingkan evaluasi konvensional (Wang et al., 2021).

Salah satu platform game edukasi yang banyak digunakan dalam pembelajaran adalah Wordwall. Platform ini memungkinkan guru merancang berbagai aktivitas interaktif berbasis gim, seperti kuis, pencocokan konsep, dan permainan acak, yang dapat dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran maupun asesmen formatif. Penelitian-penelitian terbaru menunjukkan bahwa penggunaan Wordwall berkontribusi positif terhadap keterlibatan belajar dan peningkatan hasil belajar siswa pada berbagai mata pelajaran (Fajaryati et al., 2024; Oktavia, 2025; Panis, 2025). Selain itu, Wordwall dinilai praktis dan mudah diintegrasikan dalam pembelajaran tatap muka maupun daring, sehingga relevan dengan kebutuhan pembelajaran pada era Kurikulum Merdeka (Aulia, 2025).

Meskipun demikian, kajian empiris mengenai efektivitas Wordwall masih menunjukkan beberapa keterbatasan. Pertama, sebagian besar penelitian berfokus pada jenjang pendidikan dasar atau pada mata pelajaran umum, sementara kajian pada konteks Fisika SMA dengan karakteristik materi konseptual-analitik masih relatif terbatas (Wulandari, 2025; Siswanto, 2025). Kedua, efektivitas Wordwall dalam meningkatkan hasil belajar kognitif siswa pada materi usaha dan energi belum banyak diuji melalui desain kuasi-eksperimen dengan kelompok kontrol yang sebanding. Ketiga, sejumlah studi gamifikasi melaporkan variasi hasil antar-

konteks pembelajaran, sehingga diperlukan penelitian berbasis kelas nyata untuk memperkuat validitas eksternal temuan (Sailer & Homner, 2023; Karako et al., 2022).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini penting dilakukan untuk mengkaji efektivitas penggunaan media game edukasi berbasis Wordwall dalam meningkatkan hasil belajar Fisika pada materi usaha dan energi. Penelitian ini dilaksanakan pada siswa kelas X SMA Negeri 8 Tidore Kepulauan sebagai respons terhadap rendahnya hasil belajar Fisika dan terbatasnya pemanfaatan media interaktif dalam pembelajaran. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi guru dalam memilih dan mengimplementasikan media pembelajaran berbasis gamifikasi yang selaras dengan Kurikulum Merdeka. Secara teoretis, penelitian ini diharapkan memperkaya kajian tentang pemanfaatan game edukasi digital dalam pembelajaran Fisika di tingkat sekolah menengah. Berdasarkan latar belakang tersebut, pertanyaan penelitian dirumuskan sebagai berikut: Apakah terdapat perbedaan hasil belajar Fisika pada materi usaha dan energi antara siswa yang belajar menggunakan media game edukasi berbasis Wordwall dan siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional? Seberapa besar peningkatan hasil belajar Fisika siswa pada materi usaha dan energi setelah diterapkan media game edukasi berbasis Wordwall dibandingkan dengan pembelajaran konvensional?

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuasi-eksperimen (*quasi experimental research*) dengan desain pretest–posttest control group design. Desain ini digunakan karena peneliti tidak memungkinkan untuk melakukan pengacakan subjek secara penuh, namun tetap dapat membandingkan pengaruh perlakuan secara objektif melalui pengukuran sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Berikut ini tabel desain penelitiannya:

Kelompok peserta didik	Pretest	Treatment	Posttest
Experimen	O_1	X_1	O_2
Control	O_3	X_2	O_4

Keterangan:

O_1 = Pretest kelompok yang diberikan perlakuan (eksperimen)

O_2 = Posttest kelompok yang diberikan perlakuan (eksperimen)

O_3 = Pretest kelompok yang tidak diberikan perlakuan (kontrol) .

Kelompok eksperimen diberikan perlakuan berupa pembelajaran Fisika menggunakan media game edukasi berbasis Wordwall, sedangkan kelompok kontrol diberikan pembelajaran Fisika menggunakan pembelajaran konvensional dengan media papan tulis. Variabel bebas

dalam penelitian ini adalah penggunaan media game edukasi berbasis Wordwall, sedangkan variabel terikatnya adalah hasil belajar Fisika siswa pada materi usaha dan energi.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah siswa kelas X SMA Negeri 8 Tidore Kepulauan pada semester ganjil tahun ajaran berjalan. Pemilihan subjek dilakukan dengan teknik purposive sampling, yaitu memilih dua kelas yang memiliki karakteristik kemampuan awal relatif setara berdasarkan nilai pretest.

Satu kelas ditetapkan sebagai kelas eksperimen, dan satu kelas lainnya sebagai kelas kontrol. Kelas eksperimen mengikuti pembelajaran menggunakan media game edukasi berbasis Wordwall, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran konvensional. Kesetaraan kemampuan awal kedua kelas dikontrol melalui analisis hasil pretest sebelum perlakuan diberikan.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Tes Hasil Belajar

Tes hasil belajar digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif siswa pada materi usaha dan energi. Tes disusun dalam bentuk soal objektif yang mencakup indikator pemahaman konsep, aplikasi rumus, dan penalaran fisis. Tes diberikan dua kali, yaitu:

- Pretest, untuk mengukur kemampuan awal siswa sebelum perlakuan
- Posttest, untuk mengukur hasil belajar siswa setelah perlakuan

Instrumen tes telah melalui proses validasi isi oleh ahli dan uji coba terbatas untuk memastikan reliabilitas dan tingkat kesukaran soal.

2. Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran berupa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), bahan ajar, serta media game edukasi berbasis Wordwall yang disesuaikan dengan kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran pada materi usaha dan energi.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

- Menyusun perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian
- Melakukan validasi instrumen oleh ahli
- Menentukan kelas eksperimen dan kelas kontrol

2. Tahap Pelaksanaan

- Memberikan pretest kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol
- Melaksanakan pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan media game edukasi berbasis Wordwall

- Melaksanakan pembelajaran pada kelas kontrol menggunakan metode konvensional
 - Perlakuan diberikan dalam beberapa pertemuan sesuai dengan alokasi waktu materi usaha dan energi
3. **Tahap Akhir**
- Memberikan posttest kepada kedua kelas
 - Mengumpulkan dan merekap data hasil penelitian
 - Melakukan analisis data untuk menjawab pertanyaan penelitian

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui:

1. **Tes**
Tes digunakan untuk memperoleh data kuantitatif berupa skor hasil belajar siswa pada pretest dan posttest. Data ini digunakan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar serta perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.
2. **Dokumentasi**
Dokumentasi digunakan untuk memperoleh data pendukung berupa daftar nama siswa, pembagian kelas, jadwal pembelajaran, dan foto kegiatan pembelajaran sebagai bukti pelaksanaan penelitian.

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif dan inferensial sebagai berikut:

1. **Analisis Statistik Deskriptif**
Analisis ini digunakan untuk mendeskripsikan data hasil belajar siswa, meliputi nilai rata-rata, nilai minimum, nilai maksimum, dan standar deviasi hasil pretest dan posttest pada masing-masing kelas.
2. **Uji Prasyarat Analisis**
Sebelum dilakukan uji hipotesis, data diuji terlebih dahulu melalui:
 - Uji normalitas, untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal
 - Uji homogenitas, untuk mengetahui kesamaan varians antara kelas eksperimen dan kelas kontrol
3. **Uji Hipotesis**
Untuk menguji perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol digunakan **uji-t** (*independent samples t-test*) pada taraf signifikansi 0,05. Selain itu, peningkatan hasil belajar dianalisis dengan membandingkan skor pretest dan posttest untuk melihat efektivitas perlakuan penggunaan media game edukasi berbasis Wordwall.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Tingkat pencapaian hasil belajar siswa dapat diketahui dengan menganalisis nilai tes pada materi usaha dan energi, yang meliputi nilai pre-test dan posttest. Pre-test diberikan sebelum pembelajaran dimulai, sementara posttest diberikan setelah proses belajar mengajar selesai. Pada kelas eksperimen, proses pembelajaran menggunakan media pembelajaran berbasis *wordwall*, sedangkan kelas kontrol diajarkan menggunakan media papan tulis.

Pembelajaran dimulai, sementara posttest diberikan setelah proses belajar mengajar selesai. Pada kelas eksperimen, proses pembelajaran menggunakan media pembelajaran berbasis *wordwall*, sedangkan kelas kontrol diajarkan menggunakan media papan tulis.

a. Hasil Belajar Kelas Eksperimen (X-1)

Data hasil belajar peserta didik pada kelas eksperimen diperoleh setelah diberikan perlakuan melalui pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran berbasis *Wordwall*. Rata-rata hasil belajar yang dimaksud adalah nilai rata-rata keseluruhan yang diperoleh dari pretest dan posttest. Penyajian nilai rata-rata ini bertujuan untuk mengetahui adanya perubahan atau peningkatan hasil belajar sebelum dan sesudah diberikan perlakuan dengan menerapkan media pembelajaran berbasis *Wordwall*.

Berikut adalah analisis statistik hasil belajar kelas eksperimen yang diolah dengan bantuan aplikasi SPSS versi 21.0.

Tabel 2. Deskripsi statistic hasil belajar kelas eksperimen

N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
25	20	80	44.32	16.770	281.227
25	40	96	80.96	13.822	191.040

Berdasarkan rata-rata dan perubahannya, diketahui bahwa nilai rata-rata hasil belajar pada pretest adalah 44,32, sedangkan nilai rata-rata hasil belajar pada posttest mencapai 80,96. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan hasil belajar siswa setelah diberikan pembelajaran dengan media pembelajaran berbasis *wordwall* pada siswa Kelas X-1. Diperoleh data bahwa nilai pretest pada kelas eksperimen memiliki nilai terendah (minimum) sebesar 20 dan nilai tertinggi (maksimum) sebesar 80. Sementara itu, setelah diberi perlakuan, nilai posttest mengalami peningkatan dengan nilai terendah (minimum) 40 dan nilai tertinggi (maksimum) 96. Perbandingan antara nilai pretest dan posttest pada kelompok eksperimen ditampilkan dalam diagram berikut.

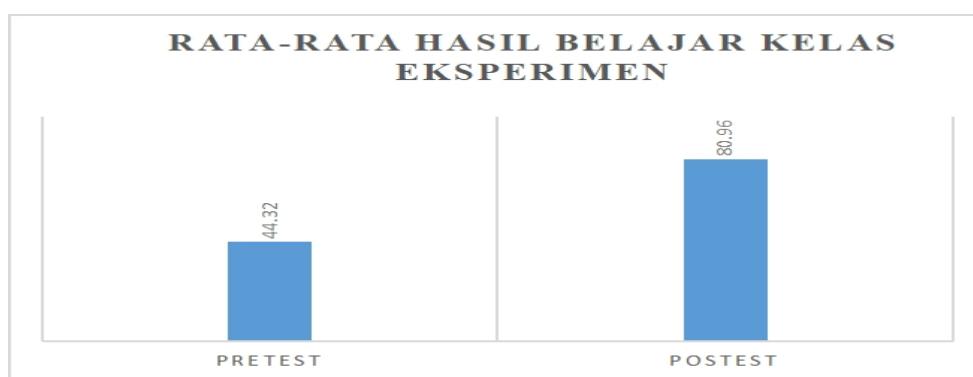


Diagram 4.1 nilai rata-rata pretest dan posttest belajar kelas eksperimen

b. Hasil Belajar Kelas Kontrol (X-2)

Pada saat diberikan soal post-test setelah pembelajaran dengan media pembelajaran papa tulis pada materi usaha dan energi, hasil belajar siswa di kelas kontrol menunjukkan bahwa sebanyak 9 siswa telah mencapai ketuntasan belajar, sedangkan 17 siswa lainnya belum tuntas. Data lengkap mengenai hasil belajar siswa pada pretest dan posttest di kelas kontrol dapat dilihat pada

Tabel 3. Deskripsi statistic hasil belajar kelas kontrol

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
Pre-Test- Kontrol	28	24	92	61.86	16.347	267.238
Post-Test Kontrol	28	28	96	67.71	15.470	239.323
Valid (listwise)	N28					

Berdasarkan hasil perhitungan statistik dengan menggunakan aplikasi SPSS 16.0, diketahui bahwa nilai pre-test kelas kontrol memiliki skor terendah (minimum) sebesar 24 dan skor tertinggi (maksimum) sebesar 92 . Rata-rata nilai pre-test adalah 61.86. Setelah diberikan perlakuan dan dilakukan post-test, nilai terendah yang diperoleh adalah 28, nilai tertinggi mencapai 96, dan rata-rata nilai posttest adalah 67,71. Perbandingan antara rata-rata nilai kelas kontrol sebelum (pretest) dan sesudah (posttest) perlakuan dapat dilihat pada diagram berikut:

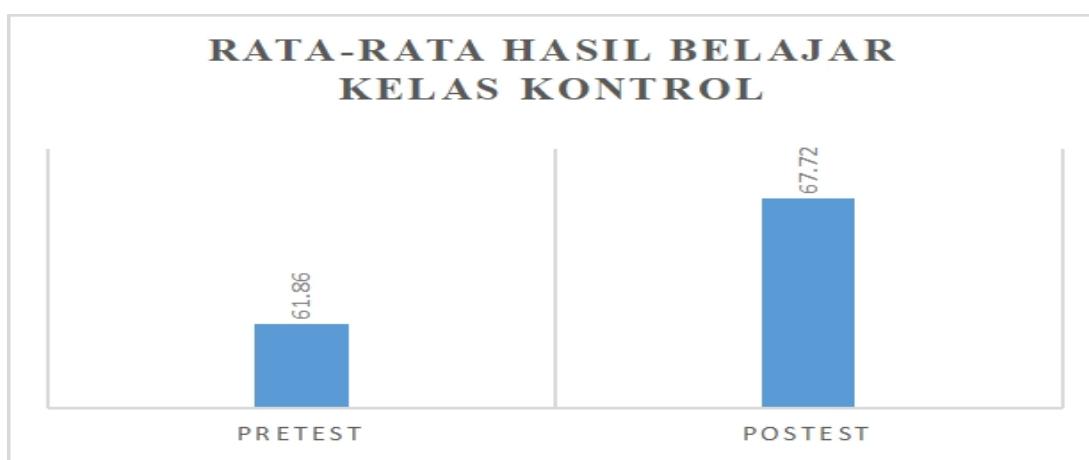


Diagram 1. nilai rata-rata pretest dan postest belajar kelas kontrol

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran Fisika menggunakan media game edukasi berbasis Wordwall memberikan peningkatan hasil belajar yang lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional pada materi usaha dan energi. Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi unsur gamifikasi dalam pembelajaran mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih efektif dalam mendukung pemahaman konsep Fisika yang bersifat abstrak. Secara teoretis, hasil ini sejalan dengan pandangan bahwa pembelajaran yang melibatkan aktivitas interaktif dan umpan balik langsung dapat memperkuat proses konstruksi pengetahuan siswa (de Jong et al., 2022; Redish, 2022).

Keunggulan pembelajaran berbasis Wordwall dalam penelitian ini dapat dijelaskan melalui teori active learning dan information processing theory. Wordwall menempatkan siswa sebagai subjek aktif yang harus merespons stimulus berupa soal, tantangan, dan umpan balik secara langsung. Kondisi ini mendorong terjadinya proses atensi, pengolahan informasi, dan penguatan memori jangka panjang secara lebih optimal dibandingkan pembelajaran konvensional yang cenderung pasif (Mayer, 2021; Slavin, 2020). Pada materi usaha dan energi, keterlibatan aktif tersebut membantu siswa membangun hubungan konseptual antara besaran fisis dan hukum-hukum yang mendasarinya.

Selain itu, temuan penelitian ini konsisten dengan teori motivasi belajar, khususnya self-determination theory, yang menekankan pentingnya kebutuhan akan kompetensi, otonomi, dan keterlibatan sosial dalam meningkatkan kualitas belajar siswa. Elemen permainan dalam Wordwall, seperti skor, tantangan, dan umpan balik instan, berkontribusi pada peningkatan rasa kompeten dan keterlibatan siswa selama pembelajaran (Ryan & Deci, 2020; Sailer & Homner, 2023). Hal ini menjelaskan mengapa siswa pada kelas eksperimen menunjukkan hasil belajar yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol.

Hasil penelitian ini juga memperkuat temuan-temuan empiris sebelumnya yang menyatakan bahwa gamifikasi dan game-based learning berdampak positif terhadap hasil belajar dan motivasi siswa. Meta-analisis yang dilakukan oleh Karako et al. (2022)

menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis gim secara signifikan meningkatkan pencapaian akademik siswa pada berbagai mata pelajaran. Demikian pula, Zainuddin et al. (2020) menegaskan bahwa gamifikasi yang dirancang dengan baik mampu meningkatkan keterlibatan kognitif dan afektif siswa, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan hasil belajar.

Dalam konteks pembelajaran Fisika, penggunaan media game edukasi digital juga dinilai efektif dalam membantu siswa memahami konsep-konsep yang sulit dan abstrak. Chang et al. (2021) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis gim memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar melalui eksplorasi dan refleksi, sehingga dapat mengurangi miskonsepsi konsep Fisika. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Widiyatmoko et al. (2023) yang menunjukkan bahwa media interaktif berbasis gim dapat meningkatkan pemahaman konsep energi dan literasi STEM siswa.

Secara khusus, penggunaan Wordwall sebagai sarana asesmen formatif dalam penelitian ini memungkinkan siswa memperoleh umpan balik secara langsung terhadap jawaban yang diberikan. Umpan balik cepat ini berperan penting dalam membantu siswa mengidentifikasi kesalahan dan memperbaiki pemahaman konsep secara berkelanjutan (Hattie & Timperley, 2021; Wang et al., 2021). Dengan demikian, Wordwall tidak hanya berfungsi sebagai media evaluasi, tetapi juga sebagai alat pembelajaran yang mendukung proses belajar itu sendiri.

Meskipun demikian, temuan penelitian ini perlu ditafsirkan secara proporsional. Peningkatan hasil belajar yang diperoleh tidak semata-mata disebabkan oleh penggunaan Wordwall sebagai media, tetapi juga dipengaruhi oleh desain pembelajaran, kesiapan guru, dan karakteristik siswa. Beberapa studi menunjukkan bahwa efektivitas gamifikasi dapat bervariasi tergantung pada konteks pembelajaran dan kualitas implementasinya (Sailer & Homner, 2023; Dicheva et al., 2020). Oleh karena itu, penggunaan Wordwall perlu dirancang secara terencana dan selaras dengan tujuan pembelajaran agar dampaknya optimal.

Secara keseluruhan, pembahasan ini menegaskan bahwa media game edukasi berbasis Wordwall merupakan alternatif strategis untuk meningkatkan hasil belajar Fisika, khususnya pada materi usaha dan energi. Temuan penelitian ini memperkuat landasan teoretis dan empiris tentang pentingnya pembelajaran interaktif dan gamifikasi dalam pembelajaran Fisika di tingkat sekolah menengah, serta relevan dengan tuntutan implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran aktif dan bermakna.

KESIMPULAN

Penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan bahwa peningkatan pemahaman konsep IPA siswa kelas VII MTs Darul Ulum Kota Ternate memiliki rata-rata *posttest* (0.582) lebih baik dibandingkan dengan *pretest* (0.415) artinya, model pembelajaran outdoor study memiliki pengaruh terhadap pemahaman konsep IPA dengan hasil perhitungan uji *Paired Sample T-Test* memperoleh nilai *sig* (2-tailed) $0.000 < 0.005$. dengan arti nilai rata-rata kegiatan pembelajaran sebelum dan sesudah perlakuan memiliki perbedaan. Peningkatan pemahaman konsep IPA siswa yang diukur menggunakan *N-Gain* dari hasil *pretest* mendapat 60.00, dan hasil rata-rata

posttest pemahaman konsep IPA mendapat 84.10. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil rata-rata *pretest* < hasil rata-rata *posttest* yakni 0.76 sehingga menunjukkan adanya perbedaan pada rata-rata pemahaman konsep IPA sebelum dan sesudah diberikan perlakuan dan dinyatakan efektif menggunakan pembelajaran *outdoor study*. Rekomendasi untuk peneliti selanjutnya dapat melihat kemampuan literasi sains siswa.

REFERENSI

- Aulia, D. P. (2025). Game-based learning berbantuan Wordwall untuk meningkatkan minat dan hasil belajar siswa sekolah dasar: Studi literatur. Social, Humanities, and Educational Studies (SHEs): Conference Series, 8(1), 112–120.
- Chang, C. Y., Liang, J. C., Chou, P. N., & Lin, G. Y. (2021). Is game-based learning better in flow experience and various types of cognitive load than non-game-based learning? A meta-analysis. Educational Psychology Review, 33(3), 911–942. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09585-9>
- de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2022). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. Science, 340(6130), 305–308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- Dega, B. G., Kriek, J., & Mogese, T. F. (2020). Students' conceptual understanding of energy in physics: A systematic review. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 16(1), em1804. <https://doi.org/10.29333/ejmste/109180>
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2020). Gamification in education: A systematic mapping study. Educational Technology & Society, 23(3), 1–18.
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2021). Synthesis of discipline-based education research in physics. Physical Review Physics Education Research, 17(2), 020101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020101>
- Fajaryati, D., Ratnawati, E., Bahari, Y., & Warneri. (2024). Utilization of Wordwall in formative assessment to improve students' learning outcomes in physics subjects. IJESS International Journal of Education and Social Science, 5(2), 89–98.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2021). The power of feedback. Review of Educational Research, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (2020). Force concept inventory. The Physics Teacher, 30(3), 141–158. <https://doi.org/10.1119/1.2343497>
- Karako, B., Eryılmaz, K., Turan Zpolat, E., & Yıldırım, Ö. (2022). The effect of game-based learning on student achievement: A meta-analysis study. Technology, Knowledge and Learning, 27(1), 207–222. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09471-5>
- Mayer, R. E. (2021). Multimedia learning (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>

- Meltzer, D. E., & Thornton, R. K. (2021). Resource letter ALIP-1: Active-learning instruction in physics. *American Journal of Physics*, 80(6), 478–496. <https://doi.org/10.1119/1.3678299>
- Oktavia, A. D. (2025). Learning with Wordwall: A quasi-experimental study on student engagement and learning outcomes. *INTEC: Information Technology Education Journal*, 4(1), 45–54.
- Panis, I. C. (2025). Gamification-based learning design with Wordwall to improve learning outcomes. *Jurnal Education Technology (JET)*, 9(1), 33–41.
- Redish, E. F. (2022). Teaching physics with the physics suite. John Wiley & Sons.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 101860. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860>
- Sailer, M., & Homner, L. (2023). The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 35(1), 77–112. <https://doi.org/10.1007/s10648-022-09637-0>
- Singh, C., & Rosengrant, D. (2021). Multiple-choice test of energy and momentum concepts. *American Journal of Physics*, 71(6), 607–617. <https://doi.org/10.1119/1.1571832>
- Slavin, R. E. (2020). *Educational psychology: Theory and practice* (12th ed.). Pearson Education.
- Wang, A. I., Zhu, M., & Sætre, R. (2021). The effect of digitized quizzes on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Computers & Education*, 166, 104155. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104155>
- Widiyatmoko, A., Munzil, & Prasetyo, Z. K. (2023). Virtual reality game-based learning to improve students' STEM literacy on energy concepts. *Journal of Physics: Conference Series*, 2476, 012032. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2476/1/012032>
- Wulandari, S. (2025). The utilization of Wordwall-based educational games on learning outcomes. *Proceedings of the International Conference on Educational Technology*, 3, 210–217.
- Zainuddin, Z., Chu, S. K. W., Shujahat, M., & Perera, C. J. (2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educational Research Review*, 30, 100326. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>