

ANALISIS PENINGKATAN HASIL BELAJAR GERAK LURUS MELALUI PENERAPAN SIMULASI OPHYSICS DALAM MODEL PROBLEM BASED LEARNING

Patrisia Vira^{1*}, Lia Angraeni¹, Nurussaniah Nurussaniah¹

¹ Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas PGRI Pontianak, Pontianak, Indonesia

*Email: patrisiavira943@gmail.com

Abstract: Physics learning, particularly on the topic of linear motion, often encounters challenges related to students' low conceptual understanding due to limited laboratory facilities and insufficient use of interactive learning media. Digital simulations such as oPhysics offer a promising alternative to virtual laboratories by providing concrete visualizations of kinematic phenomena. This study aims to analyze the improvement of students' learning outcomes on linear motion through the implementation of the oPhysics simulation integrated into a Problem Based Learning (PBL) model. The research employed a pre-experimental method with a One-Group Pretest-Posttest design involving 30 eleventh-grade students. The instrument consisted of seven validated multiple-choice items measuring cognitive abilities at levels C1-C4. Data were analyzed using the Wilcoxon Signed Rank Test after normality tests indicated non-normal distribution. The results show a significant improvement in students' learning outcomes, with the average score increasing from 34.20 to 74.58 and a significance value of $p = 0.000$ ($p < 0.05$). The integration of oPhysics within PBL allows students to manipulate motion variables and observe the effects directly, supporting deeper conceptual understanding and more effective problem-solving activities. These findings highlight that combining digital simulations with problem-based instructional approaches can enhance the quality of physics learning, particularly in understanding linear motion concepts.

Keywords: oPhysics simulation, Problem Based Learning, learning outcomes physics education, linear motion

1. Pendahuluan

Pendidikan abad ke-21 menuntut pembelajaran yang mampu mengembangkan keterampilan berpikir, kreativitas, dan literasi digital peserta didik. Upaya peningkatan kualitas pendidikan terus dilakukan melalui berbagai kebijakan, salah satunya Kurikulum Merdeka yang memberikan otonomi lebih besar kepada sekolah sekaligus mendorong integrasi teknologi digital dalam proses pembelajaran (Ledia & Bustam, 2023; Nursafinah et al., 2024). Peserta didik diharapkan mampu memanfaatkan perangkat digital untuk mengakses informasi, memahami konsep, dan memecahkan masalah secara mandiri (Blanc et al., 2025).

Namun, pembelajaran fisika di sekolah masih menghadapi sejumlah tantangan. Pada materi gerak lurus, banyak siswa mengalami kesulitan memahami hubungan antar variabel seperti perpindahan, kecepatan, dan percepatan karena pembelajaran yang dijalankan cenderung berpusat pada guru, minim

eksplorasi data, serta kurang memanfaatkan media interaktif yang dapat menampilkan perubahan gerak secara dinamis (Rahmadani et al., 2023). Selain itu, kegiatan praktikum yang mendukung pemahaman konsep sering terbatas oleh ketersediaan alat dan fasilitas laboratorium, sehingga siswa belum memiliki kesempatan untuk mengamati fenomena gerak secara langsung (Bernhard, 2018). Hambatan-hambatan ini berdampak pada rendahnya keterlibatan siswa dan kurang optimalnya hasil belajar.

Berbagai studi menunjukkan bahwa penggunaan simulasi digital seperti PhET, Physics Lab, dan platform serupa efektif meningkatkan pemahaman konsep fisika serta mendukung aktivitas penyelidikan ilmiah siswa dalam pembelajaran berbasis masalah (Febrianti et al., 2025; Rianti et al., 2024; Warneri et al., 2024). Namun, fokus penelitian tersebut umumnya berada pada penggunaan simulasi yang telah banyak digunakan secara luas, sedangkan oPhysics yang menyediakan simulasi kinematika yang lebih sederhana, manipulatif, dan langsung menghubungkan grafik, tabel, dan gerakan benda belum banyak dieksplorasi dalam konteks Problem Based Learning.

Selain itu, penelitian sebelumnya lebih banyak menekankan peningkatan pemahaman konsep melalui visualisasi fenomena fisika, tetapi belum banyak yang mengkaji bagaimana simulasi digital digunakan sebagai sumber data dalam proses pemecahan masalah kontekstual, padahal pemanfaatan data simulasi merupakan bagian penting dari pendekatan PBL (Banda & Nzabahimana, 2021; Park, 2020). Dengan kata lain, integrasi antara laboratorium virtual yang bersifat manipulatif dengan tahapan-tahapan PBL masih relatif kurang ditelaah secara mendalam, khususnya pada materi gerak lurus yang melibatkan hubungan kuantitatif antar variabel kinematika. Keterbatasan penelitian mengenai integrasi oPhysics dalam PBL ini menandai perlunya kajian empiris yang lebih terfokus untuk melihat seberapa jauh pendekatan tersebut dapat meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan hasil belajar gerak lurus melalui penerapan simulasi oPhysics dalam model Problem Based Learning (PBL) serta menguji perbedaan hasil belajar sebelum dan sesudah perlakuan.

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode pre-eksperimen dengan desain One-Group Pretest–Posttest Design. Desain ini melibatkan satu kelompok sampel yang diberikan tes awal (O_1), kemudian perlakuan berupa pembelajaran menggunakan simulasi oPhysics dalam model Problem Based Learning (X), dan selanjutnya diberi tes akhir (O_2). Desain ini dipilih untuk mengetahui perubahan hasil belajar siswa setelah perlakuan diberikan. Pemilihan desain ini mempertimbangkan keterbatasan konteks kelas sehingga kelompok kontrol tidak dapat diterapkan, namun kontrol internal tetap dijaga melalui prosedur pembelajaran yang seragam dan penggunaan instrumen yang tervalidasi. Subjek penelitian adalah 30 siswa kelas XI di salah satu sekolah tingkat menengah di Kalimantan Barat yang dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa kelas tersebut telah mempelajari materi prasyarat dan memiliki jadwal pembelajaran yang memungkinkan penerapan intervensi secara konsisten.

Instrumen yang digunakan adalah tes hasil belajar fisika berbentuk pilihan ganda berjumlah 7 butir yang mengukur kemampuan kognitif ranah C1–C4 sesuai taksonomi Bloom revisi. Instrumen diuji melalui validitas isi oleh dua ahli bidang pendidikan fisika dan pengukuran evaluasi untuk memastikan kesesuaian butir soal dengan indikator pembelajaran. Selain itu, analisis karakteristik butir dilakukan untuk menilai tingkat kesukaran dan daya pembeda, sehingga butir yang digunakan telah memenuhi kriteria instrumen yang layak. Pengumpulan data dilakukan melalui pretest dan posttest untuk mengukur peningkatan hasil belajar setelah intervensi. Data

terlebih dahulu diuji normalitasnya sebagai dasar penentuan teknik analisis. Mengingat data tidak berdistribusi normal, analisis dilakukan menggunakan uji non-parametrik Wilcoxon Signed Rank Test untuk mengetahui signifikansi perbedaan nilai pretest dan posttest.

3. Hasil dan Pembahasan

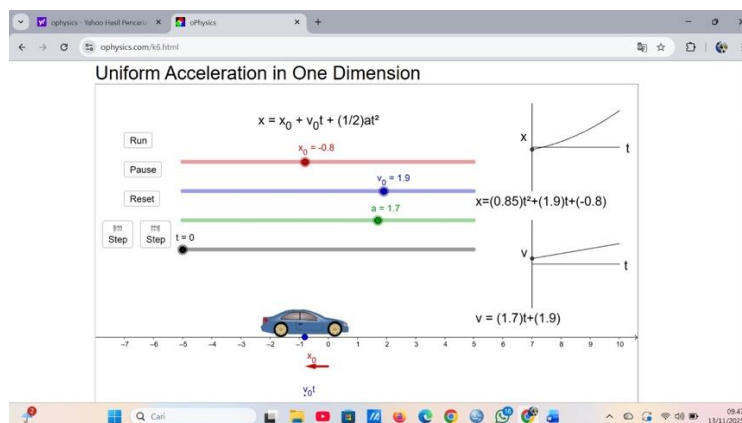
Deskripsi Intervensi Pembelajaran Menggunakan Simulasi oPhysics dalam PBL

Intervensi dalam penelitian ini berupa penerapan simulasi oPhysics yang dipadukan dengan model Problem Based Learning (PBL) pada materi gerak lurus. Pembelajaran dilaksanakan di ruang laboratorium komputer sehingga setiap siswa dapat mengakses simulasi secara mandiri melalui perangkat komputer. Gambar 1 menunjukkan suasana kelas saat pelaksanaan intervensi, di mana siswa berinteraksi langsung dengan simulasi dan guru berperan sebagai fasilitator yang memberikan arahan terkait tahapan pemecahan masalah.



Gambar 1. Pelaksanaan pembelajaran menggunakan simulasi oPhysics di laboratorium komputer

Proses pembelajaran diawali dengan penyajian masalah kontekstual untuk memancing rasa ingin tahu dan menstimulasi aktivitas berpikir kritis sesuai pendekatan PBL. Siswa kemudian diminta mengidentifikasi informasi penting, menentukan variabel kinematika yang relevan, serta merumuskan dugaan awal terhadap penyelesaian masalah. Setelah itu, simulasi oPhysics digunakan sebagai media eksplorasi untuk membantu siswa menguji dugaan mereka. Melalui simulasi tersebut, siswa dapat memanipulasi parameter seperti posisi awal, kecepatan awal, dan percepatan, kemudian mengamati perubahan yang terjadi pada grafik posisi terhadap waktu maupun grafik kecepatan terhadap waktu secara real time. Representasi tampilan simulasi yang digunakan dalam pembelajaran ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan simulasi oPhysics untuk konsep percepatan konstan dalam satu dimensi (memuat visualisasi mobil, grafik x-t dan v-t, serta kontrol variabel x_0 , v_0 , dan a)

Pada tahap analisis dan pengambilan keputusan, siswa diminta mendiskusikan hasil pengamatan, menghubungkan temuan dengan model matematis gerak lurus, serta menarik kesimpulan berdasarkan data simulasi. Seluruh proses dilakukan dengan bimbingan guru untuk memastikan pemahaman konsep berjalan secara sistematis tanpa mengurangi kemandirian siswa dalam menyelesaikan masalah. Intervensi ini dirancang untuk menciptakan pengalaman belajar berbasis eksplorasi digital yang aktif dan bermakna sehingga mendukung peningkatan penguasaan konsep gerak lurus dan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

Hasil Belajar Siswa Sebelum dan Sesudah Penerapan Simulasi oPhysics dalam PBL

Pengukuran hasil belajar dilakukan melalui pretest dan posttest untuk mengetahui perubahan pemahaman siswa sebelum dan sesudah penerapan simulasi oPhysics dalam model Problem Based Learning. Hasil pretest dan posttest secara detail disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai Pretest dan Posttest

Statistik	Pretest	Posttest
Rata-Rata	34,20	74,58
Nilai Tertinggi	85	100
Nilai Terendah	0	57
SD	26,18	12,72

Tabel 1 menyajikan perbandingan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah penerapan simulasi oPhysics dalam model Problem Based Learning (PBL). Secara keseluruhan terlihat adanya peningkatan yang signifikan pada seluruh indikator statistik. Nilai rata-rata meningkat dari 34,20 pada pretest menjadi 74,58 pada posttest, yang menunjukkan peningkatan penguasaan konsep gerak lurus setelah perlakuan diberikan. Nilai tertinggi naik dari 85 menjadi 100, sementara nilai terendah yang semula 0 meningkat menjadi 57, mengindikasikan bahwa tidak ada lagi siswa yang berada pada kategori kemampuan sangat rendah setelah intervensi. Selain itu, standar deviasi menurun dari 26,18 menjadi 12,72, yang berarti variasi nilai antarsiswa berkurang dan pemahaman konsep menjadi lebih merata. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan simulasi oPhysics dalam PBL tidak hanya meningkatkan capaian belajar secara keseluruhan, tetapi juga memperkecil kesenjangan pemahaman antar siswa.

Analisis Peningkatan Hasil Belajar Siswa

Sebelum dilakukan uji perbedaan, data pretest dan posttest diuji normalitasnya menggunakan uji Kolmogorov–Smirnov dan Shapiro–Wilk. Hasil menunjukkan bahwa kedua data memiliki nilai signifikansi $< 0,05$, sehingga tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, analisis inferensial dilakukan menggunakan uji non-parametrik Wilcoxon Signed Rank Test. Hasil lengkap uji Wilcoxon ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Non-Parametrik Wilcoxon Signed Ranks Test

Kategori / Statistik	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Nilai Statistik
Negative Ranks (Posttest < Pretest)	2	2,50	5,00	
Positive Ranks (Posttest > Pretest)	20	12,40	248,00	
Ties (Posttest = Pretest)	2	–	–	
Total	24			
Z				–3,960
Asymp. Sig. (2-tailed)				0,000

Tabel 2 menunjukkan hasil uji non-parametrik Wilcoxon Signed Rank Test yang digunakan untuk menganalisis perbedaan nilai pretest dan posttest. Berdasarkan tabel, terdapat 20 positive ranks, yaitu siswa yang nilai posttest-nya lebih tinggi dibandingkan pretest, dengan mean rank

sebesar 12,40 dan jumlah peringkat (sum of ranks) sebesar 248,00. Sementara itu, hanya terdapat 2 negative ranks, yakni siswa yang mengalami penurunan nilai, dengan mean rank 2,50 dan sum of ranks 5,00. Selain itu, terdapat 2 ties, yaitu siswa yang memperoleh nilai sama pada pretest dan posttest.

Nilai statistik uji menunjukkan $Z = -3,960$ dengan Asymp. Sig. (2-tailed) = 0,000, yang berarti nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan simulasi oPhysics dalam model Problem Based Learning memberikan pengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa.

Peningkatan hasil belajar siswa menunjukkan bahwa penggunaan simulasi oPhysics memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman konsep gerak lurus. Visualisasi fenomena kinematika melalui grafik, animasi, dan representasi gerak membantu siswa menghubungkan konsep matematis dengan fenomena fisik secara lebih konkret. Hal ini sejalan dengan temuan Antonio & Castro (2023) dan Verawati et al. (2022) yang melaporkan bahwa simulasi digital mampu memperkuat representasi mental siswa dan meningkatkan akurasi pemahaman konsep fisika. Penelitian Villaruel (2025) dan (Mufit et al., 2022) juga menunjukkan bahwa simulasi interaktif mengurangi miskonsepsi pada materi kinematika karena memungkinkan siswa memanipulasi variabel secara langsung dan mengamati perubahan yang terjadi secara real time.

Integrasi oPhysics dalam Problem Based Learning turut memperkuat proses pembelajaran karena mendorong aktivitas pemecahan masalah secara sistematis. Melalui PBL, siswa dituntut untuk menganalisis informasi, merumuskan hipotesis, melakukan eksplorasi, dan memvalidasi solusi menggunakan data simulasi. Model ini terbukti meningkatkan kemampuan berpikir kritis, penalaran ilmiah, dan kemandirian belajar. Pembelajaran aktif yang memfasilitasi penyelidikan mandiri serta pemanfaatan media digital terbukti mampu meningkatkan keterlibatan kognitif siswa (AlAli & Wardat, 2024; Husni et al., 2022; Prince & Felder, 2006; Rosbina et al., 2025). Selain itu, Fraser et al. (2014) menunjukkan bahwa penggunaan simulasi sebagai sumber data dalam konteks penyelesaian masalah menghasilkan pembelajaran yang lebih bermakna dibandingkan ceramah tradisional.

Temuan penelitian ini juga diperkuat oleh studi Simanjuntak et al. (2021) serta Roh & Kim (2015) yang menyatakan bahwa simulasi interaktif meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan kesuksesan akademik siswa dalam fisika. Peningkatan rata-rata nilai yang lebih dari 40 poin dan penurunan standar deviasi posttest menunjukkan bahwa penggunaan oPhysics dalam PBL tidak hanya meningkatkan capaian akademik secara keseluruhan, tetapi juga meratakan kualitas pemahaman antar siswa. Hal ini mencerminkan kesesuaian pendekatan ini dengan teori pembelajaran multimodal Mayer (2009), yang menegaskan bahwa penggabungan elemen verbal dan visual meningkatkan integrasi informasi dalam memori jangka panjang. Dengan demikian, kombinasi antara simulasi oPhysics dan PBL dapat dianggap sebagai pendekatan yang efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep, aktivitas berpikir kritis, serta hasil belajar siswa pada materi gerak lurus.

4. Simpulan dan Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan simulasi oPhysics dalam model Problem Based Learning memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa pada materi gerak lurus. Hal ini terlihat dari peningkatan nilai rata-rata yang sangat substantial, penurunan variasi nilai antar siswa, serta hasil uji Wilcoxon yang menunjukkan perbedaan signifikan antara pretest dan posttest ($p < 0,05$). Integrasi simulasi oPhysics dengan tahapan PBL mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena siswa tidak hanya melihat representasi fenomena gerak, tetapi juga menggunakannya sebagai data untuk menganalisis permasalahan kontekstual. Dengan demikian, kombinasi oPhysics dan PBL terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, serta kualitas keterlibatan belajar siswa. Berdasarkan hasil penelitian, guru disarankan memanfaatkan simulasi oPhysics sebagai

media pendukung dalam pembelajaran gerak lurus, terutama pada kondisi laboratorium yang terbatas. Penelitian selanjutnya dapat melibatkan kelompok kontrol untuk memperoleh perbandingan yang lebih kuat serta memperluas materi pada topik fisika lainnya. Selain itu, perlu diteliti pengaruh simulasi digital terhadap aspek non-kognitif seperti motivasi dan keterampilan berpikir kritis guna memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas penggunaan simulasi dalam pembelajaran fisika.

5. Daftar Pustaka

- AlAli, R., & Wardat, Y. (2024). Innovative teaching: Building engagement, critical thinking, and lifelong learning skills. *International Journal of Religion*, 5(10), 2152–2163. <https://doi.org/10.61707/fdpdx919>
- Antonio, R. P., & Castro, R. R. (2023). Effectiveness of virtual simulations in improving secondary students' achievement in physics: A meta-analysis. *International Journal of Instruction*, 16(2), 533–556. <https://e-iji.net/ats/index.php/pub/article/view/155>
- Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2021). Effect of integrating physics education technology simulations on students' conceptual understanding in physics: A review of literature. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2), 023108. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.023108>
- Bernhard, J. (2018). What matters for students' learning in the laboratory? Do not neglect the role of experimental equipment! *Instructional Science*, 46(6), 819–846. <https://doi.org/10.1007/s11251-018-9469-x>
- Blanc, S., Conchado, A., Benlloch-Dualde, J. V., Monteiro, A., & Grindei, L. (2025). Digital competence development in schools: A study on the association of problem-solving with autonomy and digital attitudes. *International Journal of STEM Education*, 12(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00534-6>
- Febrianti, T. J. C., Nasir, M., Fatmawati, S., & Bilad, M. R. (2025). The effect of the guided inquiry model using PhET simulation media on students' problem-solving ability in static fluid material. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 12(1), 72–81. <https://doi.org/10.12928/jrkpf.v12i1.1263>
- Husni, N. H. A., Jumaat, N. F., & Tasir, Z. (2022). Investigating student's cognitive engagement, motivation and cognitive retention in learning management system. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 17(09), 184–200. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i09.29727>
- Ledia, S., & Bustam, B. M. R. (2023). Implementasi kurikulum merdeka dalam meningkatkan mutu pendidikan. *Reslaj: Religion Education Social Laa Roiba Journal*, 5(6), 14–30. <https://doi.org/10.47467/reslaj.v5i6.273>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
- Mufit, F., Asrizal, A., Puspitasari, R., & N, A. A. (2022). Cognitive conflict-based e-book with real experiment video analysis integration to enhance conceptual understanding of motion kinematics. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(4), 626–639. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i4.39333>
- Nursafinah, S., Aisah, S., & Pricilia, H. (2024). Peran kurikulum merdeka untuk memajukan kualitas pembelajaran di sekolah. *Karimah Tauhid*, 3(8), 9050–9059. <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v3i8.14526>
- Park, M. (2020). Students' problem-solving strategies in qualitative physics questions in a simulation-based formative assessment. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0019-4>
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x>
- Rahmadani, U., Sundari, P. D., Hidayati, H., & Dewi, W. S. (2023). Systematic review of misconceptions in kinematics: Identification, causes, and remediation. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12), 1274–1283. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.4956>
- Rianti, R., Gunawan, G., Verawati, N. N. S. P., & Taufik, M. (2024). The effect of problem based learning model assisted by phet simulation on understanding physics concepts. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 12(1), 28–43. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v12i1.8783>

- Roh, Y. S., & Kim, S. S. (2015). Integrating problem-based learning and simulation: Effects on student motivation and life skills. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 33(7), 278. <https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000000161>
- Rosbina, A., Wardani, S., & Haryono, H. (2025). Development of web-based learning media with an inquiry model to enhance learning outcomes and student independence in elementary schools. *Journal of Innovation and Research in Primary Education*, 4(3), 673–683. <https://doi.org/10.56916/jirpe.v4i3.1354>
- Simanjuntak, M. P., Hutahaeen, J., Marpaung, N., & Ramadhani, D. (2021). Effectiveness of problem-based learning combined with computer simulation on students' problem-solving and creative thinking skills. *International Journal of Instruction*, 14(3). <https://eric.ed.gov/?id=EJ1304603>
- Verawati, N. N. S. P., Ernita, N., & Prayogi, S. (2022). Enhancing the reasoning performance of stem students in modern physics courses using virtual simulation in the LMS platform. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 17(13), 267–277. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i13.31459>
- Villaruel, S. A. L. (2025). Physics Education Technology (PhET) Interactive simulations in learning selected topics in physics among college students. *American Journal of Education and Technology*, 4(3), 12–21. <https://doi.org/10.54536/ajet.v4i3.4512>
- Warneri, W., Salam, U., Putri, W. A., Imandari, R. Z., Pratiwi, R. D., & Chairunnisa, T. (2024). Utilization, simulation and learning: The virtual laboratory learning media phet for outcomes learning. *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan*, 26(3), 960–970. <https://doi.org/10.21009/jtp.v26i3.49832>