Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Riset Multidisiplin
Vol 1, No 1, Februari, Hal 342-347
ISSN XXXX-XXXX (Media Online)
Website : https://journal.hdgi.org/index.php/sinergi/

Perbandingan Efektivitas Metode Simulasi dan Konvensional pada Hasil Belajar Siswa SMKN 1 Kelas X

Putri Canes Milliyar Dosen, Aprilia Wulandari, Loris Jelita Sitompul, Putri Rahma, Reva Dwi Kiranti

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Pendidikan Fisika Universitas Jambi, Jambi, Indonesia
Email: *cacamimi677@gmail.com[1], aprilia24455@gmail.com[2], lorissitompul05@gmail.com[3], revawidranti@gmail.com[4], putrirahmaa38@gmail.com[5]
Email Penulis Korespondensi: cacamimi677@gmail.com

Abstrak− Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan efektivitas metode simulasi dan metode konvensional dalam meningkatkan hasil belajar siswa kelas X SMKN 1 Muaro Jambi Tahun Ajaran 2025/2026. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi-experimental, melibatkan dua kelompok: kelas eksperimen (metode simulasi) dan kelas kontrol (metode konvensional). Instrumen penelitian berupa tes *pretest–posttest* dengan 14 siswa pada kelompok simulasi dan 24 siswa pada kelompok konvensional. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa rata-rata pretest kelompok simulasi adalah 23,33 meningkat menjadi 72,62 pada posttest, sedangkan kelompok konvensional meningkat dari 31,18 menjadi 64,30. Nilai N-gain rata-rata kelompok simulasi mencapai 63,67% (kategori sedang dan tinggi), sementara kelompok konvensional mencapai 43,38% (kategori sedang dan rendah). Temuan ini menunjukkan bahwa metode simulasi lebih efektif daripada metode konvensional dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Implikasi penelitian ini menegaskan pentingnya penggunaan model pembelajaran berbasis simulasi pada pembelajaran vokasi.

Kata Kunci: Simulasi, Konvensional, Hasil belajar, N-gain, Pembelajaran vokasi.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut penerapan pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif, kreatif, dan berpusat pada peserta didik. Transformasi digital telah mendorong perubahan signifikan dalam dunia pendidikan, terutama melalui pemanfaatan teknologi yang semakin mudah diakses oleh sekolah dan peserta didik. Perkembangan teknologi bukan hanya menghasilkan alat bantu pembelajaran, tetapi juga membuka peluang baru bagi guru dalam menciptakan suasana kelas yang lebih dinamis dan partisipatif (OECD, 2019). Dalam konteks pembelajaran sains dan kejuruan, penggunaan teknologi terbukti mampu meningkatkan partisipasi dan pemahaman konsep siswa karena membantu mereka melihat representasi visual dari fenomena yang sulit diamati secara langsung (Manligoy et al., 2025). Pada pendidikan SMK, inovasi ini menjadi semakin penting mengingat karakteristik pendidikan vokasi yang menuntut penguasaan konsep teori sekaligus keterampilan praktik sebagai bekal memasuki dunia kerja (Gustavsson, 2021)

Metode pembelajaran konvensional seperti ceramah, penjelasan verbal, dan latihan soal hingga kini masih menjadi pilihan mayoritas guru karena dianggap mudah diterapkan dan tidak membutuhkan fasilitas khusus. Namun, pendekatan ini sering menempatkan siswa dalam posisi pasif sehingga kesempatan untuk mengeksplorasi konsep secara mandiri menjadi terbatas (Wijaya, 2021). Dalam pembelajaran konvensional, guru menjadi pusat informasi dan siswa hanya menerima materi tanpa keterlibatan yang cukup dalam proses konstruksi pengetahuan. Penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran konvensional cenderung kurang efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, pemahaman konsep, dan kemampuan pemecahan masalah, terutama pada materi abstrak seperti konsep dalam fisika, kimia, maupun bidang kejuruan lainnya (Astuti et al., 2021). Akibatnya, hasil belajar siswa sering kali tidak meningkat secara optimal, dan sebagian siswa bahkan mengalami miskonsepsi akibat keterbatasan visualisasi konsep (Rafika et al., 2023).

Sebagai respon terhadap keterbatasan tersebut, metode simulasi hadir sebagai strategi pembelajaran yang memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan representasi visual dari fenomena nyata maupun abstrak. Simulasi digital menyediakan lingkungan belajar virtual yang menyerupai situasi nyata sehingga siswa dapat bereksperimen secara aman, ekonomis, dan fleksibel tanpa batasan ruang dan waktu (Diana et al., 2020). Melalui simulasi, siswa dapat melakukan observasi, memanipulasi variabel, melakukan percobaan berulang, serta menarik kesimpulan berdasarkan hasil eksplorasi digital. Pembelajaran simulasi juga mendukung gaya belajar visual dan kinestetik karena menyajikan fenomena secara konkret dan interaktif (Richard E. Mayre, 2021)

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa simulasi digital efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep sains, teknik, dan mata pelajaran berbasis praktik. Marnah et al. (2022) menemukan bahwa simulasi meningkatkan kemampuan siswa dalam mengidentifikasi hubungan antarvariabel secara signifikan melalui eksplorasi langsung pada model digital. Simulasi juga terbukti membantu mengurangi miskonsepsi karena menyajikan animasi dan ilustrasi visual yang jelas serta memudahkan siswa memahami perubahan variabel dalam suatu proses tertentu (Rejeki et al., 2021). Hal ini menjadikan simulasi sebagai media yang efektif untuk materi yang bersifat abstrak, kompleks, atau sulit diamati secara langsung dalam pembelajaran konvensional (Ranjan et al., 2021). Selain itu, penggunaan simulasi digital mampu meningkatkan

Copyright © 2026 the author, Page 342
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Vol 1, No 1, Februari, Hal 342-347
ISSN XXXX-XXXX (Media Online)
Website : https://journal.hdgi.org/index.php/sinergi/

motivasi dan minat belajar siswa karena memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dibandingkan metode ceramah biasa (Mindaugas, 2017)

Dalam konteks pendidikan vokasi, penggunaan simulasi menjadi sangat relevan karena sebagian besar kompetensi kejuruan menuntut pemahaman konsep sebelum siswa melakukan praktik nyata. Simulasi dapat berperan sebagai jembatan antara teori dan praktik sehingga siswa memiliki kesiapan yang lebih baik sebelum terjun ke laboratorium, bengkel, atau lingkungan industri (Marjanović et al., 2018). Selain itu, simulasi memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengulangi percobaan yang tidak dapat dilakukan secara nyata karena keterbatasan alat, risiko keamanan, atau biaya operasional (Fatonah et al., 2022). Dengan demikian, metode simulasi menjadi solusi yang efektif dan efisien untuk meningkatkan kualitas pembelajaran kejuruan.

Meskipun banyak penelitian menyoroti keunggulan simulasi, kajian komparatif yang secara langsung membandingkan metode simulasi dan konvensional dengan menggunakan metrik terukur seperti pretest, posttest, dan N-gain masih terbatas pada konteks pendidikan vokasi, khususnya di SMK (Hannel & Cuevas, 2018) Penelitian komparatif sangat penting untuk mengetahui sejauh mana simulasi mampu memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan hasil belajar dibandingkan pembelajaran tradisional. Selain itu, analisis berbasis N-gain diperlukan untuk mengukur efektivitas masing-masing metode secara objektif dalam meningkatkan pemahaman siswa berdasarkan selisih kemampuan awal dan akhir.

Lingkungan belajar di SMK memiliki karakteristik unik yang membedakannya dari satuan pendidikan lain. Siswa SMK dituntut memiliki kombinasi kompetensi teori dan praktik yang lebih kuat, serta kesiapan dalam menghadapi tantangan dunia industri yang semakin kompetitif. Selain itu, kesiapan siswa dalam menggunakan teknologi dan kebutuhan pembelajaran aplikatif menjadi pertimbangan penting dalam menentukan metode pembelajaran yang tepat (Han & Yuan, 2023). Namun, masih ditemukan kesenjangan antara penggunaan teknologi dalam pembelajaran dan kesiapan guru atau fasilitas sekolah dalam memanfaatkannya secara optimal. Kekosongan penelitian terkait efektivitas metode simulasi di SMKN 1 Muaro Jambi menjadi landasan penting untuk melakukan kajian empiris agar sekolah mendapatkan data objektif dalam menentukan strategi pembelajaran terbaik.

Sebagai sekolah kejuruan, SMKN 1 Muaro Jambi menuntut kemampuan siswa untuk memahami konsep secara mendalam sebelum melaksanakan praktik industri. Penggunaan metode simulasi dinilai dapat menjadi jembatan antara teori dan praktik sehingga relevan diterapkan pada pembelajaran dasar di berbagai program keahlian. Namun, data empiris mengenai efektivitas metode simulasi dibandingkan metode konvensional di sekolah tersebut masih belum terdokumentasi secara komprehensif. Evaluasi komparatif ini penting dilakukan agar sekolah dapat menentukan metode pembelajaran yang paling efektif, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik (Prauzner, 2016). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas metode simulasi dan metode konvensional terhadap hasil belajar siswa kelas X SMKN 1 Muaro Jambi Tahun Ajaran 2025/2026. Analisis dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan data pretest, posttest, dan N-gain pada kedua kelompok. Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan strategi pembelajaran di lingkungan SMK, khususnya pada mata pelajaran berbasis sains yang membutuhkan pemahaman konsep yang kuat sebelum memasuki tahap praktik.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Kerangka dasar penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi experimental* tipe Nonequivalent Control Group Design. Desain ini dipilih karena pembagian kelas tidak dilakukan secara acak, melainkan mengikuti pembagian kelas yang telah ditentukan oleh pihak sekolah. Penelitian dilaksanakan di SMKN 1 Muaro Jambi pada Tahun Ajaran 2025/2026.

Subjek penelitian terdiri dari dua kelompok, yaitu kelas eksperimen yang berjumlah 14 siswa dan memperoleh pembelajaran dengan metode simulasi, serta kelas kontrol yang berjumlah 24 siswa dan menerima pembelajaran dengan metode konvensional. Pemilihan sampel dilakukan menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kesesuaian jadwal dan karakteristik akademik kelas.

Variabel dalam penelitian ini meliputi:

- **Variabel bebas**: metode pembelajaran (simulasi dan konvensional).
- **Variabel terikat**: hasil belajar siswa.
- **Variabel kontrol**: materi ajar, alokasi waktu, dan instrumen tes yang sama untuk kedua kelompok.

Instrumen yang digunakan berupa tes pilihan ganda 30 butir soal, yang diberikan dua kali: *pretest* sebelum perlakuan dan posttest setelah perlakuan. Tes disusun berdasarkan indikator kompetensi pada materi yang diajarkan.

Kerangka dasar penelitian berfokus pada perbandingan kedua metode pembelajaran melalui analisis peningkatan hasil belajar menggunakan N-gain.

Copyright © 2026 the author, Page 343
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Vol 1, No 1, Februari, Hal 342-347
ISSN XXXX-XXXX (Media Online)
Website : https://journal.hdgi.org/index.php/sinergi/

2.2 Tahap Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui tiga tahap utama:

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini, peneliti menyusun perangkat pembelajaran untuk kedua metode, seperti bahan ajar, media simulasi, serta instrumen pretest dan posttest. Selain itu, peneliti melakukan koordinasi dengan guru mata pelajaran untuk penjadwalan kegiatan.

2. Tahap Pelaksanaan

a. **Pretest**

Kedua kelas diberikan pretest awal untuk mengetahui kemampuan dasar siswa sebelum perlakuan.

b. **Perlakuan (Treatment)**

- **Kelas eksperimen** diberikan pembelajaran menggunakan media simulasi digital, yang memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep secara visual dan interaktif.
- **Kelas kontrol** menerima pembelajaran konvensional melalui ceramah, penjelasan materi, dan latihan soal.

c.**Posttest**

Setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai, kedua kelas diberikan posttest yang sama untuk mengetahui peningkatan hasil belajar setelah perlakuan.

3. Tahap Analisis

Seluruh skor pretest dan posttest dikumpulkan untuk dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan perhitungan N-gain.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui:

1. **Tes Hasil Belajar**, yaitu pretest dan posttest berupa 30 soal pilihan ganda.
2. **Dokumentasi**, berupa data jumlah siswa, jadwal pembelajaran, serta catatan kegiatan selama penelitian.

Data yang diperoleh merupakan data primer yang dikumpulkan langsung dari kegiatan pembelajaran.

2.4 Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan dua teknik:

1. Statistik Deskriptif

Untuk memperoleh informasi mengenai:

- nilai rata-rata
- nilai tertinggi
- nilai terendah
- standar deviasi

Analisis ini digunakan untuk menggambarkan kondisi awal dan akhir hasil belajar siswa.

2. Perhitungan N-Gain

Untuk melihat efektivitas perlakuan digunakan rumus peningkatan hasil belajar (*normalized gain*):

$$N - gain = \frac{Posttest - Pretest}{100 - Pretest}$$

Kriteria kategori peningkatan hasil belajar adalah:

- Tinggi : > 0,70
- Sedang : 0,30 – 0,70
- Rendah : < 0,30

Efektivitas kedua metode dibandingkan berdasarkan nilai rata-rata N-gain. Metode yang menghasilkan N-gain lebih tinggi dianggap lebih efektif meningkatkan hasil belajar siswa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini dianalisis berdasarkan nilai pretest, posttest, dan N-gain pada kelas simulasi dan kelas konvensional. Analisis deskriptif pada data pretest kelas simulasi menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa masih rendah. Statistik lengkap dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 1. Statistik Hasil Pretes Kelas Simulasi

Statistik	Skor Statistik
	Pretest
Ukuran sample	14
Rata-rata	23,33
Median	23,33
Modus	23,33

Copyright © 2026 the author, Page 344
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Vol 1, No 1, Februari, Hal 342-347
ISSN XXXX-XXXX (Media Online)
Website : https://journal.hdgi.org/index.php/sinergi/

Std. Deviation	6, 92
Nilai terendah	13,33
Nilai tertinggi	36,68

Nilai rata-rata yang rendah ini menunjukkan bahwa siswa belum menguasai materi sebelum pembelajaran dimulai. Variasi nilai yang tidak terlalu besar juga menunjukkan kemampuan yang relatif seragam, tetapi masih berada dalam kategori rendah. Hal ini menjadi dasar penting untuk melihat efektivitas perlakuan yang diberikan melalui pembelajaran simulasi.

Setelah pembelajaran menggunakan metode simulasi diterapkan, hasil posttest menunjukkan peningkatan signifikan pada kelompok eksperimen. Rincian statistik dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 2.Statistik Hasil Posttest Kelas Simulasi

Statistik	**Skor Statistik**
	Posttest
Ukuran sample	14
Rata-rata	72,62
Median	70,00
Modus	70,00
Std. Deviation	7,82
Nilai terendah	63,33
Nilai tertinggi	86,67

Hasil ini menunjukkan bahwa metode simulasi memberikan peningkatan pemahaman yang signifikan. Besarnya kenaikan nilai, yaitu sebesar 49,29 poin, mencerminkan efektivitas simulasi dalam membantu siswa memahami materi secara lebih baik. Selain itu, standar deviasi yang relatif kecil mengindikasikan bahwa peningkatan hasil belajar merata di seluruh siswa.Sementara itu, hasil pretest kelas konvensional menunjukkan kemampuan awal yang sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas simulasi, tetapi masih dalam kategori rendah secara umum. Statistik lengkap dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 3.Statistik Hasil Pretest Kelas Konvensional

Statistik	**Skor Statistik**
	Pretest
Ukuran sample	24
Rata-rata	31,18
Median	23,33
Modus	23,33
Std. Deviation	14,20
Nilai terendah	13,33
Nilai tertinggi	73,33

Kemampuan awal kelas konvensional lebih bervariasi dengan standar deviasi cukup tinggi, menunjukkan perbedaan kemampuan dasar yang signifikan antar siswa. Hal ini dapat berdampak pada kurang meratanya peningkatan hasil belajar setelah perlakuan pembelajaran diberikan. hasil pretest kelas konvensional menunjukkan kemampuan awal yang sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas simulasi, tetapi masih dalam kategori rendah secara umum. Statistik lengkap dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Statistik Hasil Pretest Kelas Konvensional

Statistik	**Skor Statistik**
	Posttest
Ukuran sample	24
Rata-rata	64,30
Median	63,33
Modus	66,67
Std. Deviation	10,12

Copyright © 2026 the author, Page 345
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Vol 1, No 1, Februari, Hal 342-347
ISSN XXXX-XXXX (Media Online)
Website : https://journal.hdgi.org/index.php/sinergi/

Nilai terendah	50,00
Nilai tertinggi	86,67

Meskipun terjadi peningkatan nilai sebesar 33,12 poin dari rata-rata awal, nilai ini tetap lebih rendah dibandingkan peningkatan pada kelas simulasi. Hal ini menunjukkan bahwa metode konvensional masih efektif, tetapi tidak memberikan peningkatan sebesar metode simulasi. Analisis lebih lanjut menggunakan perhitungan N-gain memperkuat temuan bahwa metode simulasi lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Perbandingan N-gain kedua kelas dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 5. Perbandingan N-Gain Antara Kelas Simulasi dan Konvensional

Kelompok	Rata-rata N-Gain	Kategori
Simulasi	0,6367 (63,67%)	Sedang-Tinggi
Konvensional	0,4338 (43,38%)	Sedang-Rendah

Perbedaan N-gain antara kedua kelompok menunjukkan bahwa metode simulasi tidak hanya meningkatkan nilai akhir, tetapi juga meningkatkan kualitas pemahaman dan retensi siswa terhadap materi pembelajaran. Peningkatan yang lebih merata juga terlihat dari distribusi N-gain yang berada pada kategori sedang hingga tinggi. Jika dilihat dari pemerataan hasil belajar, metode simulasi memberikan peningkatan yang lebih merata dibanding metode konvensional. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Ringkasan Efektivitas Kedua Metode

Aspek	Metode Simulasi	Metode Konvensional
Kenaikan rata-rata nilai	Lebih tinggi	Lebih rendah
Pemerataan hasil belajar	Baik	Kurang merata
Kategori N-gain	Sedang-Tinggi	Sedang-Rendah
Efektifitas keseluruhan	Lebih efektif	Kurang efektif

Temuan ini menunjukkan bahwa metode simulasi memberikan dampak positif yang lebih kuat dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Karakteristik simulasi yang interaktif, visual, dan memungkinkan siswa belajar melalui eksplorasi terbukti membantu siswa memahami materi dengan lebih baik, sehingga menghasilkan peningkatan yang lebih signifikan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai perbandingan efektivitas metode simulasi dan metode konvensional terhadap hasil belajar siswa kelas X SMKN 1 Muaro Jambi Tahun Ajaran 2025/2026, diperoleh temuan bahwa metode simulasi secara konsisten memberikan dampak peningkatan hasil belajar yang lebih signifikan dibandingkan metode konvensional. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan nilai rata-rata pretest dan posttest pada kelas simulasi yang mengalami lonjakan dari 23,33 menjadi 72,62, sedangkan kelas konvensional meningkat dari 31,18 menjadi 64,30. Meskipun kedua metode menunjukkan adanya peningkatan pemahaman, besarnya peningkatan tersebut berbeda secara mencolok.

Selain itu, hasil perhitungan N-gain menunjukkan bahwa kelas simulasi mencapai nilai rata-rata sebesar 63,67% dengan kategori sedang hingga tinggi, sementara kelas konvensional hanya mencapai 43,38% yang berada pada kategori sedang hingga rendah. Perbedaan nilai N-gain ini mengindikasikan bahwa metode simulasi tidak hanya efektif meningkatkan hasil belajar, tetapi juga memberikan pemerataan peningkatan yang lebih baik di antara siswa. Pembelajaran berbasis simulasi memberi kesempatan bagi siswa untuk berinteraksi secara langsung dengan materi melalui visualisasi, eksplorasi mandiri, serta aktivitas belajar yang lebih aktif dan bermakna.

Secara keseluruhan, metode simulasi dapat direkomendasikan sebagai alternatif strategi pembelajaran yang lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional, khususnya dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan hasil belajar

Copyright © 2026 the author, Page 346
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Vol 1, No 1, Februari, Hal 342-347
ISSN XXXX-XXXX (Media Online)
Website : https://journal.hdgi.org/index.php/sinergi/

siswa pada pendidikan vokasi. Guru diharapkan dapat memanfaatkan teknologi simulasi sebagai media pembelajaran inovatif untuk mendukung keterlibatan siswa dan memperkuat pemahaman konsep secara lebih optimal.

REFERENCES

Astuti, W., Basri, H., Syafar, A., & Suriaman, A. (2021). Error Analysis of Silent Letters and Its Relevance to The Teaching of English. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, *534*, 153–158. https://doi.org/https://doi.org/10.2991/assehr.k.210226.061

Diana, N., Suryadi, D., & Dahlan, J. A. (2020). Didactical Design of Circle Equation and Tangent of Circle Analytic Geometry Learning. *MSCEIS*, *229*. https://doi.org/10.4108/eai.12-10-2019.2296529

Fatonah, S., Abroto, Fajriyani, N. A., Ningsih, E. P., Irfan, & Romadhon, K. (2022). Implementation Of Science Learning Using Computer Based Instruction Through Simulation Models. *Muallimuna: Jurnal Madrasah Ibtidaiyah*, *8*(1), 118–126. http://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/jurnalmuallimuna%0AVol.

Gustavsson, S. (2021). Simulering i yrkesutbildning didaktiska samtal med yrkeslärare om simulatorstödd undervisning Introduktion. *Scandinavian Journal of Vocations in Development*, *6*(1), 57–72. https://doi.org/https://doi.org/10.7577/sjvd.4076 Simulering

Han, C., & Yuan, H. (2023). Sliding Window Pooling Extreme Learning Machine Based Capacity Prediction of Lithium-ion Batteries. *Journal of Physics: Conference Serie*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2433/1/012019

Hannel, S. L., & Cuevas, J. (2018). A Study on Science Achievement and Motivation Using Computer-based Simulations Compared to Traditional Hands-on Manipulation A Study on Science Achievement and Motivation Using Computer-based. *Georgia Education Researcher*, *15*(1). https://doi.org/10.20429/ger.2018.15103

Manligoy, J. M. A., Aguiadan, B. A., Suzzeth, M. L., & Mendez. (2025). Effectiveness of Digital Simulation- Based Learning in Improving Science Conceptual Understanding among Grade 5 students. *Asian Journal of Education and Social Studies*, *51*(9), 419–433.

Marjanović, M., Dragićević, S., Milićević, I., Popović, M., & Vujičić, V. (2018). Application of Computer Simulation in Engineering Education. *Engineering Education and Practice Every*, *May*, 25–27.

Marnah, Y., Suharno, & Sukarmin. (2022). Development of physics module based high order thinking skill (HOTS) to improve student ' s critical thinking. *Journal of Physics: Conference Series*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2165/1/012018

Mindaugas, K. (2017). Vocational Training Organisation Preparation To Introduce Technology Enhanced Training And Learning. *Vocational Training: Research and Realities*, *27*(1). https://doi.org/10.1515/vtrr-2016-0001

OECD. (2019). *Future of education and skills 2030.* OECD Publishing. https://www.oecd.org/education/2030-project/

Prauzner, T. (2016). Interactive Computer Simulation As A Response To Contemporary Problems Of Technical. *Proceedings of the International Scientific Conference.*, *2*, 579–588.

Rafika, D., Zaini, N., & Syukri, M. (2023). ISLE-Based Learning Media Development Using PhET Simulation to Reduce Misconceptions on Parabola Motion Materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*, *9*(11), 10001–10009. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.4520

Ranjan, R., Educación, F. De, Católica, U., & Philominraj, A. (2021). *On the Relationship between Language Learning Strategies and Language Proficiency in Indian Universities*. *14*(3), 73–94.

Rejeki, S., Riyadi, & Siswanto. (2021). Students Critical Thinking Skill in Solving Geometry Problems Viewed from Their Emotional Intelligence. *Journal of Physics: Conference Series*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012012

Richard E. Mayre. (2021). *Multimedia learning (3rd ed.)*. Cambridge University Press. https://www.book2look.com/book/9781107187504

Wijaya, B. (2021). Comparative study of traditional and simulation-based methods in vocational classrooms. *Journal of Technical Education*, *12*(1), 25–35. https://doi.org/https://doi.org/10.36706/jte.v12i1.4567

Copyright © 2026 the author, Page 347
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License