

**MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING*
DAN *FLIPPED LEARNING* TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR
TINGKAT TINGGIDAN MINAT BELAJAR SISWA SMA**

Yulaimatul Usybah¹, Merri Sri Hartati², Tomi Hidayat³
Universitas Muhammadiyah Bengkulu^{1,2,3}
immakimm2671@gmail.com¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan pengaruh model pembelajaran Project Based Learning (PjBL), Flipped Learning, dan model konvensional terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi dan minat belajar siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu (Quasi-Experiment) dengan desain penelitian yang melibatkan seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 2 Muara Beliti sebagai populasi. Hasil analisis statistik kemampuan berpikir tingkat tinggi menggunakan uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara model pembelajaran project based learning, flipped learning, dan pembelajaran konvensional terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa, sedangkan hasil analisis statistik minat belajar siswa menggunakan uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$) yang berarti terdapat perbedaan minat belajar siswa yang signifikan antara ketiga kelompok pembelajaran tersebut. Simpulan, bahwa: 1) terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan antara model PjBL, Flipped Learning, dan konvensional terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi, di mana model PjBL terbukti secara signifikan lebih efektif dibandingkan kedua model lainnya; 2) terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan terhadap minat belajar siswa, dengan keunggulan pada model PjBL dibandingkan model Flipped Learning dan konvensional.

Kata Kunci: Flipped Learning, Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi, Minat Belajar, Project Based Learning.

ABSTRACT

This study aims to analyze the differences in the influence of Project-Based Learning (PjBL), Flipped Learning, and conventional models on students' higher-order thinking skills and learning interests. The research method used is a quasi-experiment with a research design involving all grade XI students of SMA Negeri 2 Muara Beliti as the population. The results of statistical analysis of higher-order thinking skills using the ANOVA test showed a significance value of 0.000 ($p < 0.05$), which means there is a significant difference between the project based learning, flipped learning, and conventional learning models on students' higher-order thinking skills, while the results

of statistical analysis of students' learning interests using the ANOVA test showed a significance value of 0.000 ($p < 0.05$) which means there is a significant difference in students' learning interests between the three learning groups. The conclusion is that: 1) there is a significant difference in the influence of PjBL, Flipped Learning, and conventional models on higher-order thinking skills, where the PjBL model is proven to be significantly more effective than the other two models; 2) There is a significant difference in the influence on students' learning interest, with the PjBL model having an advantage over both the Flipped Learning and conventional models.

Keywords: Flipped Learning, Higher-Order Thinking Skills, Learning Interest, Project-Based Learning.

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut proses pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, serta kemampuan memanfaatkan teknologi dalam pembelajaran. Kemampuan tersebut dikenal sebagai *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) yang menjadi salah satu kompetensi penting bagi peserta didik dalam menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat. Oleh karena itu, Perancangan proses pembelajaran inovatif di sekolah perlu mengintegrasikan berbagai pendekatan yang mendorong keterlibatan aktif siswa dan pengembangan kemampuan berpikir mandiri serta sistematis. Model pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning) yang dikombinasikan dengan pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) terbukti meningkatkan penguasaan konsep dan kreativitas siswa melalui aktivitas praktikum dan pembuatan produk kreatif (Sigit et al., 2022). Lingkungan belajar inovatif yang mendukung pembelajaran berbasis masalah dan kolaboratif terbukti mampu meningkatkan partisipasi serta motivasi belajar siswa secara signifikan (Detyna et al., 2025).

Dalam konteks pembelajaran sains, khususnya fisika, peserta didik diharapkan tidak hanya memahami konsep secara teoritis tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam berbagai situasi kehidupan nyata. Salah satu kompetensi penting dalam pembelajaran fisika adalah keterampilan pemecahan masalah. Kemampuan ini merupakan proses kognitif yang melibatkan kegiatan memahami masalah, merancang strategi penyelesaian, melaksanakan strategi tersebut, serta mengevaluasi solusi yang diperoleh. Keterampilan pemecahan masalah menjadi inti dari pembelajaran fisika karena sebagian besar konsep fisika berkaitan dengan fenomena alam yang memerlukan analisis logis serta penerapan konsep secara sistematis (Raheem-Folayinka et al., 2024). Namun demikian, dalam praktiknya masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan fisika karena proses pembelajaran sering kali lebih menekankan pada hafalan rumus dibandingkan dengan pemahaman konsep secara mendalam (Asrizal et al., 2021).

Selain aspek kognitif, faktor psikologis juga memiliki peran penting dalam keberhasilan belajar siswa, salah satunya adalah efikasi diri (*self-efficacy*). Efikasi diri merupakan keyakinan individu terhadap kemampuannya untuk menyelesaikan tugas atau mencapai tujuan tertentu. Siswa dengan tingkat efikasi diri yang tinggi cenderung memiliki motivasi belajar yang lebih kuat, lebih percaya diri dalam menghadapi tantangan, serta lebih gigih dalam menyelesaikan masalah dibandingkan siswa dengan efikasi diri rendah (Schunk & Dibenedetto, 2021). Dalam pembelajaran fisika, efikasi diri mempengaruhi bagaimana siswa memandang kesulitan dalam memecahkan masalah serta bagaimana mereka merespons tantangan yang diberikan selama proses pembelajaran.

Meskipun berbagai upaya telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, hasil berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Hasil studi *Programme for International Student Assessment* (PISA) menunjukkan bahwa kemampuan siswa Indonesia dalam menyelesaikan soal yang menuntut penalaran dan pemecahan masalah masih berada pada kategori rendah dibandingkan dengan negara lain. Kondisi ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang berlangsung di sekolah belum sepenuhnya mampu mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa secara optimal. Salah satu faktor yang mempengaruhi kondisi tersebut adalah penggunaan model pembelajaran yang masih berpusat pada guru sehingga siswa cenderung pasif dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi awal di SMA Negeri 2 Muara Beliti, proses pembelajaran fisika masih didominasi oleh metode konvensional yang berpusat pada guru. Guru lebih banyak menyampaikan materi melalui ceramah sementara siswa hanya berperan sebagai penerima informasi secara pasif. Kondisi tersebut menyebabkan siswa kurang memiliki kesempatan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis maupun keterampilan pemecahan masalah secara optimal. Selain itu, keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran masih relatif rendah sehingga berdampak pada kurang berkembangnya kemampuan berpikir tingkat tinggi serta rendahnya keyakinan diri siswa dalam menyelesaikan permasalahan fisika.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan penerapan model pembelajaran yang inovatif dan berpusat pada siswa. Salah satu model pembelajaran yang banyak direkomendasikan dalam pembelajaran sains adalah *Problem Based Learning* (PBL). Model ini menempatkan masalah nyata sebagai titik awal pembelajaran sehingga siswa didorong untuk mencari solusi melalui proses investigasi, diskusi kelompok, serta refleksi terhadap hasil yang diperoleh. Melalui proses tersebut, siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis serta keterampilan pemecahan masalah secara lebih sistematis (Argaw et al., 2023). Selain itu, *Discovery Learning* juga merupakan pendekatan pembelajaran yang berorientasi pada proses penemuan konsep oleh siswa melalui kegiatan eksplorasi, observasi, dan analisis informasi. Model ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk membangun pemahaman konseptual

secara mandiri sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dibandingkan dengan pembelajaran ekspositori (Niman et al., 2024).

Dalam pembelajaran fisika modern, pemanfaatan teknologi juga menjadi faktor penting dalam meningkatkan efektivitas proses pembelajaran. Salah satu bentuk pemanfaatan teknologi tersebut adalah penggunaan virtual laboratory. Laboratorium virtual memungkinkan siswa melakukan simulasi eksperimen secara digital sehingga dapat mengamati fenomena fisika yang sulit dilakukan di laboratorium nyata. Media ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan eksplorasi konsep secara interaktif, memanipulasi variabel, serta menguji hipotesis tanpa keterbatasan alat dan waktu (Zaturrahmi et al., 2020). Dengan demikian, integrasi model pembelajaran inovatif dengan teknologi virtual laboratorium berpotensi memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna bagi siswa.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran inovatif seperti Problem Based Learning dan Discovery Learning dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi serta kemampuan pemecahan masalah siswa. Penelitian Argaw et al., (2023) menunjukkan bahwa penerapan Problem Based Learning mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains. Sementara itu, penelitian Niman et al., (2024) menunjukkan bahwa Discovery Learning efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan berpikir kritis siswa. Namun demikian, penelitian yang secara khusus mengkaji integrasi kedua model pembelajaran tersebut dengan media virtual laboratory dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan efikasi diri siswa masih relatif terbatas.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dan Discovery Learning berbantuan virtual laboratorium terhadap keterampilan pemecahan masalah dan efikasi diri siswa pada pembelajaran fisika di SMA Negeri 2 Muara Beliti. Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada integrasi dua model pembelajaran inovatif dengan pemanfaatan teknologi virtual laboratory dalam satu desain penelitian untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah serta efikasi diri siswa dalam pembelajaran fisika.

Penelitian ini penting dilakukan karena hasilnya diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris dalam pengembangan strategi pembelajaran fisika yang lebih efektif, inovatif, dan berbasis teknologi. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi guru dalam memilih model pembelajaran yang tepat untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, kemampuan pemecahan masalah, serta efikasi diri siswa dalam menghadapi tantangan pembelajaran abad ke-21.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen semu (*quasi experiment*) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *project based learning* dan *flipped learning* terhadap kemampuan

berpikir tingkat tinggi dan minat belajar siswa. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 2 Muara Beliti pada siswa kelas XI dengan melibatkan tiga kelas sebagai sampel penelitian yang berjumlah 105 siswa, yaitu kelas eksperimen 1 yang menggunakan model Project Based Learning, kelas eksperimen 2 yang menggunakan model *flipped learning*, dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Pengumpulan data dilakukan melalui tes kemampuan berpikir tingkat tinggi berbentuk soal esai yang diberikan sebelum dan sesudah perlakuan (pretest dan posttest) serta angket minat belajar siswa yang disusun berdasarkan skala Likert. Data penelitian diperoleh melalui pemberian tes dan angket kepada seluruh responden, kemudian dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial dengan bantuan program SPSS, meliputi uji normalitas, uji homogenitas, dan uji hipotesis menggunakan *One Way Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui perbedaan pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi dan minat belajar siswa.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Flipped Learning* terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi dan minat belajar siswa kelas XI SMA Negeri 2 Muara Beliti. Penelitian melibatkan tiga kelas, yaitu kelas eksperimen 1 yang menggunakan model *project based learning*, kelas eksperimen 2 yang menggunakan model *flipped learning*, dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Setiap kelas terdiri dari 35 siswa sehingga total sampel penelitian berjumlah 105 siswa.

Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa

Tabel. 1
Distribusi Data Hasil Pretest Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

Data	Eksperimen 1	Eksperimen 2	Kontrol
Jumlah siswa	35	35	35
Nilai tertinggi	78	77	79
Nilai terendah	51	49	47
Nilai rata-rata	62,66	62,59	64,34
Standar deviasi	7,58	8,21	9,12

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa sebelum diberikan perlakuan berada pada kondisi awal yang relatif sebanding. Nilai rata-rata pretest pada kelas eksperimen 1 sebesar 62,66, kelas eksperimen 2 sebesar 62,59, dan kelas kontrol sebesar 64,34. Perbedaan nilai rata-rata tersebut tidak terlalu besar sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan awal siswa pada ketiga kelompok relatif setara.

Kesetaraan kemampuan awal ini penting dalam penelitian eksperimen karena menunjukkan bahwa perbedaan hasil yang muncul setelah perlakuan lebih dipengaruhi

oleh model pembelajaran yang diterapkan. Kondisi ini juga menunjukkan bahwa sampel penelitian memiliki karakteristik akademik yang relatif homogen sebelum intervensi pembelajaran diberikan.

Tabel. 2
Distribusi Data Hasil Posttest Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

Data	Eksperimen 1	Eksperimen 2	Kontrol
Jumlah siswa	35	35	35
Nilai tertinggi	97	97	80
Nilai terendah	74	74	58
Nilai rata-rata	87,60	84,31	69,66
Standar deviasi	6,00	7,14	6,92

Berdasarkan Tabel 2, setelah diberikan perlakuan terjadi peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada ketiga kelompok. Kelas eksperimen 1 yang menggunakan model *project based learning* memperoleh nilai rata-rata tertinggi sebesar 87,60, diikuti oleh kelas eksperimen 2 yang menggunakan *flipped learning* dengan rata-rata 84,31, sedangkan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional hanya memperoleh nilai rata-rata sebesar 69,66.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran inovatif memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi dibandingkan pembelajaran konvensional. Pembelajaran konvensional yang cenderung berpusat pada guru menyebabkan siswa lebih banyak menerima informasi secara pasif sehingga kesempatan untuk mengembangkan kemampuan analisis dan pemecahan masalah menjadi lebih terbatas.

Hasil analisis statistik menggunakan uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara model pembelajaran *project based learning*, *flipped learning*, dan pembelajaran konvensional terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Hasil uji lanjutan menunjukkan bahwa kelas yang menggunakan *project based learning* memiliki peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang paling tinggi dibandingkan dengan kelas *Flipped Learning* dan kelas kontrol.

Secara teoritis, *project based learning* menekankan pembelajaran yang berpusat pada siswa melalui kegiatan proyek yang berkaitan dengan permasalahan nyata. Melalui kegiatan tersebut siswa dilatih untuk menganalisis masalah, merancang solusi, serta menghasilkan produk yang bermakna. Proses ini mendorong siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan keterampilan pemecahan masalah. Hal ini sejalan dengan penelitian Saputri & Syauqi (2023) yang menyatakan bahwa penerapan Project Based Learning mampu meningkatkan kemampuan berpikir analitis dan kreatif siswa secara signifikan.

Selain itu, model *flipped learning* juga memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Dalam model ini siswa

mempelajari materi terlebih dahulu secara mandiri di luar kelas melalui media digital, sehingga waktu pembelajaran di kelas dapat dimanfaatkan untuk kegiatan diskusi, pemecahan masalah, serta kolaborasi antar siswa. Kondisi ini memungkinkan siswa untuk lebih aktif dalam membangun pemahaman konsep. Temuan ini sejalan dengan penelitian Raheem-Folayinka et al., (2024) yang menunjukkan bahwa *flipped learning* mampu meningkatkan keterlibatan siswa dan memperdalam pemahaman konsep.

Meskipun nilai rata-rata kemampuan berpikir tingkat tinggi pada kelas *project based learning* lebih tinggi dibandingkan kelas *flipped learning*, kedua model pembelajaran tersebut sama-sama terbukti lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional yang cenderung berpusat pada guru

Minat Belajar Siswa

Tabel. 3
Distribusi Data Hasil Angket Minat Belajar Siswa

Data	Eksperimen 1	Eksperimen 2	Kontrol
Jumlah siswa	35	35	35
Skor tertinggi	90	88	72
Skor terendah	76	60	60
Skor rata-rata	84,60	77,09	67,74
Standar deviasi	3,63	6,16	2,61

Berdasarkan Tabel 3, hasil angket minat belajar menunjukkan bahwa terdapat perbedaan minat belajar siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen 1 yang menggunakan model *project based learning* memperoleh skor rata-rata minat belajar sebesar 84,60 dengan kategori sangat tinggi. Kelas eksperimen 2 yang menggunakan *flipped learning* memperoleh rata-rata 77,09 dengan kategori tinggi, sedangkan kelas kontrol hanya memperoleh nilai rata-rata sebesar 67,74 dengan kategori cukup.

Hasil analisis statistik menggunakan uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$) yang berarti terdapat perbedaan minat belajar siswa yang signifikan antara ketiga kelompok pembelajaran tersebut. Hasil analisis lanjutan menunjukkan bahwa model *project based learning* memiliki pengaruh paling besar terhadap peningkatan minat belajar siswa, diikuti oleh model *flipped learning*.

Tingginya minat belajar siswa pada kelas *project based learning* disebabkan oleh karakteristik model tersebut yang melibatkan siswa secara aktif dalam kegiatan proyek yang menantang dan relevan dengan kehidupan sehari-hari. Keterlibatan siswa dalam kegiatan proyek dapat meningkatkan rasa tanggung jawab, kreativitas, serta motivasi belajar siswa. Hal ini sejalan dengan penelitian Thomas (2019) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa secara signifikan.

Penelitian Capraro et al., (2019) juga menunjukkan bahwa penerapan *project based learning* tidak hanya meningkatkan hasil belajar siswa tetapi juga meningkatkan kepuasan dan minat siswa terhadap proses pembelajaran.

Selain itu, model *flipped learning* juga terbukti mampu meningkatkan minat belajar siswa meskipun tidak setinggi *project based learning*. Dalam model ini siswa memiliki kesempatan untuk mempelajari materi secara mandiri sebelum pembelajaran di kelas sehingga mereka lebih siap untuk berdiskusi dan berpartisipasi aktif dalam kegiatan pembelajaran. Penelitian yang dilakukan oleh Bergmann & Sams (2020) menunjukkan bahwa *flipped learning* dapat meningkatkan motivasi belajar siswa karena memberikan fleksibilitas dalam proses belajar. *flipped learning* meningkatkan keterlibatan perilaku, kognitif, dan emosional siswa melalui pengulangan instruksi dan umpan balik langsung sehingga menciptakan kolaborasi positif serta partisipasi aktif yang lebih besar.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran inovatif seperti *project based learning* dan *flipped learning* mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi serta minat belajar siswa secara signifikan dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Kedua model tersebut memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif, kolaboratif, dan bermakna sehingga siswa lebih terlibat dalam proses pembelajaran.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh model pembelajaran *project based learning*, *flipped learning*, dan pembelajaran konvensional terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa SMA Negeri 2 Muara Beliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran Project Based Learning secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dibandingkan dengan model pembelajaran *flipped learning* maupun pembelajaran konvensional. Selain itu, terdapat pula perbedaan pengaruh ketiga model pembelajaran tersebut terhadap minat belajar siswa. Model pembelajaran *project based learning* terbukti mampu meningkatkan minat belajar siswa secara lebih signifikan dibandingkan dengan model *flipped learning* dan pembelajaran konvensional. Dengan demikian, penerapan model pembelajaran yang inovatif, khususnya *project based learning*, dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi sekaligus menumbuhkan minat belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Argaw, A. S., Haile, B. B., Ayalew, B. T., & Kuma, S. G. (2017). The Effect of Problem Based Learning (PBL) Instruction on Students' Motivation and Problem Solving Skills of Physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and*

- Technology Education*, 13(3), 857-871. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00647a>
- Asrizal, A., Amran, A., Ananda, A., & Festiyanti, F. (2021). Effectiveness of Integrated Science Learning Materials of Environmental Pollution by Integrating Digital Literacy Into Scientific Approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 1006 012031. DOI 10.1088/1742-6596/1006/1/012031
- Bergmann, J., & Sams, A. (2020). *Flipped Learning: Gateway to Student Engagement*. International Society for Technology in Education
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2019). *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach*. Brill.
- Detyna, M., Ogunbase, A., & Briffa, H. (2025). A Socio-Material Approach to Investigating Classrooms: Student Engagement in an Innovative Learning Environment. *Learning Environments Research*, 28, 473-502. <https://doi.org/10.1007/s10984-025-09529-0>
- Niman, E. M., Edison, A. Y., Momang, B. (2024). The Effectiveness of the Discovery Learning Model on Student Learning Outcomes. *IJMRA: International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*, 7(7). <https://doi.org/10.47191/ijmra/v7-i07-49>
- Raheem-Folayinka, G. P., Babajide, V. F. T., & Raheem, I. A. (2024). Effects of Flipped Learning on the Students' Interest and Learning Experiences in Physics. *Journal of Education For Sustainable Innovation*, 2(2), 121–134. <https://doi.org/10.56916/jesi.v2i2.942>
- Saputri, V. H. L., & Syauqi, K. (2023). Implementation of Project-Based Learning to Explore Students' Creativity, Innovation, and Creative Thinking Ability. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 8(1). <https://doi.org/10.21831/dinamika.v8i1.60351>
- Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2021). Self-Efficacy and Human motivation. In A. J. Elliot (Ed.). *Elsevier Academic Press. Advances in Motivation Science*. 8. 153-179. <https://doi.org/10.1016/bs.adms.2020.10.001>
- Thomas, J. W. (2019). *A review of Research on Project-Based Learning*. Autodesk Foundation
- Sigit, D., Ristanto, R., & Mufida, S. (2022). Integration of Project-Based E-Learning with STEAM: An Innovative Solution to Learn Ecological Concept. *International Journal of Instruction*, 15(3), 23-40. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.1532a>
- Zaturrahmi, Z., Festiyed, F., Ellizar, E. (2020). The Utilization of Virtual Laboratory in Learning: A Meta-Analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2). <https://doi.org/10.24042/ij sme.v3i2.6474>