



Effectiveness of Project Based Learning Model Assisted by Ethnophysics of Traditional Games on Higher Order Thinking Skills of Grade XI Students

Kelimsa Tarigan¹, Irwan Koto², Rosane Medriati³, Eko Risdianto⁴, Aprina Defianti⁵

^{1,2,3}Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu, Indonesia

⁴Pendidikan Doktor, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu, Indonesia

⁵Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu, Indonesia

*Corresponding author: kelimsatarigan06@gmail.com

Abstract: *The problems in this study can be seen in the varying motivation and interest of students in learning. This study aims to determine the effectiveness of PjBL model assisted by ethnophysics of traditional games on higher order thinking skills of grade XI students. This type of research is a quasi-experiment with nonequivalent control group design. The population of this study were students of class XI IPA with a total of 227 students with a sample of 76 students. Sampling used purposive sampling technique. The research data were analyzed with descriptive and inferential statistics with SPSS version 25 software. Based on the results of the inferential statistical test through the independent sample t-test test, it was found that the application of the PjBL model in physics learning aided by ethnophysics had an influence on higher order thinking skills (HOTS) at the Sig level. (α) = 0,05. The results of the Cohen's d effect size test (=0.753) state that the effect of physics learning with the PjBL model assisted by ethnophysics on HOTS of class XI students is in the medium category. The findings in this study, will make a very important contribution to physics learning. Teachers can integrate the PjBL model with the local culture approach, which will create more meaningful learning.*

Keywords: *elasticity, ethnophysics, higher order thinking skills, Hooke's law, project based learning*

Efektivitas Model *Project Based Learning* Berbantuan Etnofisika Permainan Tradisional terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa Kelas XI

Abstrak: Permasalahan dalam penelitian ini dapat dilihat pada motivasi dan minat belajar siswa yang bervariasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas model PjBL berbantuan etnofisika permainan tradisional terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa kelas XI. Jenis penelitian ini adalah kuasi eksperimen dengan *nonequivalent control group design*. Populasi penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA dengan jumlah 227 siswa dengan sampel berjumlah 76 siswa. Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Data penelitian dianalisis dengan statistik deskriptif dan inferensial dengan *software* SPSS versi 25. Instrumen dalam penelitian ini soal berbentuk esai tes. Berdasarkan hasil uji statistik inferensial melalui uji *independent sampel t-test* diperoleh bahwa penerapan model PjBL dalam pembelajaran fisika berbantuan etnofisika memberikan pengaruh terhadap keterampilan berfikir tingkat tinggi (HOTS) pada taraf Sig. (α) = 0,05. Hasil uji *effect size Cohen's d* (=0,753) menyatakan bahwa besar pengaruh pembelajaran fisika dengan model PjBL berbantuan etnofisika terhadap HOTS siswa kelas XI termasuk kategori sedang. Temuan dalam penelitian ini, akan memberikan kontribusi yang sangat penting dalam pembelajaran fisika. Guru dapat mengintegrasikan model PjBL dengan pendekatan kebudayaan lokal yang akan menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna.

Kata kunci: *elastisitas, etnofisika, higher order thinking skills, hukum Hooke, project based learning*

PENDAHULUAN

Indonesia telah menerapkan pendidikan berorientasi pada pendidikan abad 21. Pendidikan abad 21 berfokus pada pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student center learning*) dalam memperoleh pengetahuan (Soylemez, 2023). Keterampilan abad 21 adalah serangkaian kompetensi, yang mencakup keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, metakognisi, komunikasi, literasi digital, dan teknologi (Kim et al., 2019; Panggabean et al., 2021; Markula & Aksela, 2022). Melalui serangkaian kompetensi yang terdapat dalam keterampilan abad 21 akan menunjang penguasaan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) (Dewi, 2022; Soylemez, 2023).

Salah satu model pembelajaran yang berorientasi untuk mengembangkan HOTS melalui pembelajaran di kelas adalah *Project Based Learning* (PjBL). Rahardjanto et al. (2019) menjelaskan model PjBL efektif mengembangkan HOTS sesuai dengan kompetensi keterampilan abad 21 (Widyaningsih et al., 2021). Model PjBL adalah model pembelajaran berfokus pada penyelesaian suatu proyek sebagai tugas akhir pembelajaran dari hasil penerapan pengetahuan yang dimiliki dalam menyelesaikan masalah secara kolaboratif (Gomez-del Rio & Rodriguez, 2022; Wahbeh et al., 2021; Zen et al., 2022).

Kegiatan siswa dalam pembelajaran PjBL dilakukan secara kolaboratif untuk meningkatkan HOTS meliputi serangkaian kemampuan seperti analisis masalah, perumusan tujuan, pengumpulan data, sintesis informasi, dan evaluasi solusi (Belwal et al., 2020; Almulla, 2020). Melalui penerapan model PjBL peserta didik akan mampu bernalar kritis, analitis, memecahkan masalah (Khafah et al., 2023; Suradika et al., 2023; Tafakur et al., 2023). Model PjBL mengorientasikan peserta didik pada masalah sebagai fokus utama dalam pembelajaran (Apriansyah et al., 2024; Rachmawati et al., 2024), sehingga kualitas pembelajaran dapat ditingkatkan (Widyaningsih & Yusuf, 2020). Masalah yang digunakan dalam penerapan model PjBL akan mendorong peserta didik dalam berbagi pengetahuan, memperoleh ide-ide baru, mencari dan mengolah informasi, serta membangun argumen dalam memperoleh solusi (Almulla, 2020).

Efektivitas model PjBL akan lebih bermakna jika dikaitkan dengan suatu pendekatan pembelajaran yang dapat meningkatkan HOTS. Sejalan dengan pendapat Suryani et al., (2024), hasil dari model pembelajaran bergantung pada pendekatan, konteks, teknologi, dan penerapannya. Etnosains merupakan suatu pendekatan yang dapat diterapkan dalam pembelajaran fisika. Etnosains merupakan kajian yang menghubungkan antara kearifan lokal dan konsep-konsep ilmiah yang meliputi disiplin ilmu, etnobiologi, etnokimia, etnofisika, etnomatematika, dan etnofarmasi (Basuki et al., 2023).

Permainan tradisional ialah salah satu unsur budaya lokal yang dapat dijumpai di berbagai daerah di nusantara dan banyak dijumpai di masyarakat pedesaan (Fauziah et al., 2023). Permainan tradisional merupakan salah satu bentuk konten atau pendekatan etnofisika yang dapat digunakan dalam pembelajaran yang menerapkan konsep-konsep fisika. Salah satunya yaitu permainan ketapel, dimana permainan tradisional tersebut akan dikaitkan dengan materi Elastisitas. Pembelajaran fisika berbasis kebudayaan (etnofisika) adalah suatu pendekatan yang mengaitkan budaya dengan konsep materi fisika (Nurmasyitah et al., 2022). Widyaningtyas et al. (2024) menjelaskan bahwa pengembangan pembelajaran fisika yang kontekstual berbasis budaya dapat mengatasi permasalahan pembelajaran yang dihadapi oleh peserta didik seperti abstraksi konsep, motivasi belajar yang kurang, dan miskonsepsi.

Paradigma kurikulum 2013 fokus pada pembelajaran berbasis 4C (*Critical thinking, Collaboration, Creativity, and Communication*). Konsep 4C diintegrasikan ke dalam kurikulum 2013 yang direpresentasikan kedalam model dan pendekatan pembelajaran di dalam kelas, seperti pembelajaran berbasis proyek, berbasis masalah, penemuan, dan

inquiry (Mitra & Purnawarman, 2019). Sesuai dengan tujuan kurikulum 2013, Dimana dirancang dengan fokus pada HOTS peserta didik. Kurikulum 2013 mendorong HOTS peserta didik melalui serangkaian proses seperti pembelajaran yang aktif, penilaian autentik, dan pengembangan kompetensi (Tyas et al., 2020). Meskipun kurikulum 2013 secara eksplisit menekankan pada pengembangan HOTS, namun dalam praktiknya masih terdapat sejumlah tantangan yang menghambat pencapaian tersebut, seperti pemahaman guru dan siswa yang terbatas, kurangnya sumber daya, beban belajar yang tinggi, dan budaya belajar (Mitra & Purnawarman, 2019; Anipon & Rozimela, 2023)

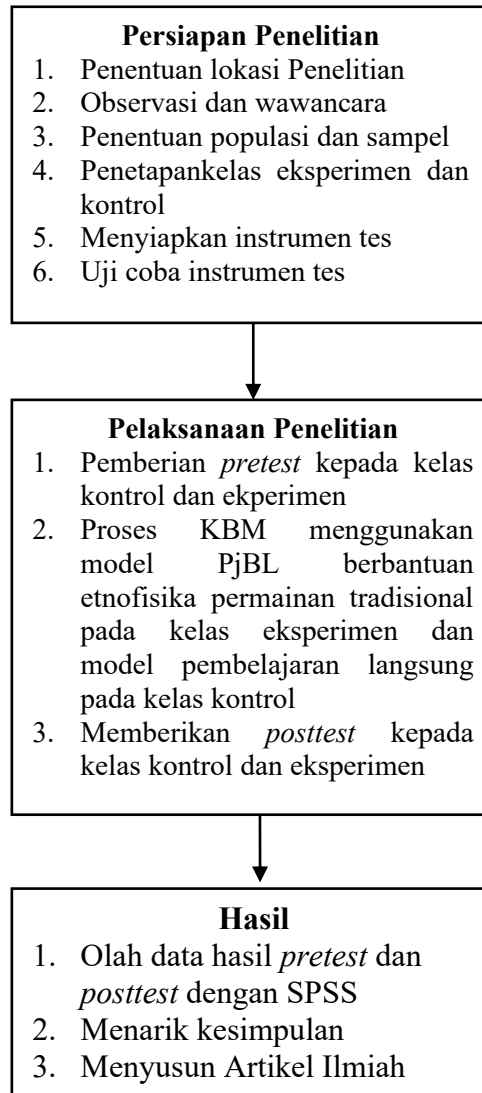
Beberapa permasalahan dalam pembelajaran yang berkaitan dengan HOTS, diantaranya guru di Indonesia kesulitan dalam mengembangkan HOTS (Anawati et al., 2020; Ramadhanti et al., 2020; Rampean et al., 2022). Guru mengalami kesulitan dalam menilai HOTS peserta didik melalui instrumen pengukur HOTS, mulai dari penyusunan soal-soal, membuat stimulus, menggabungkan rumus/konsep, sampai pada tahap validasi (Afifah & Retnawati, 2019; Ain, 2021; Arafah et al., 2022; Khaeruddin et al., 2023; Saepuzaman et al., 2022).

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika kelas 11 SMA Negeri 4 Kota Bengkulu, diperoleh informasi bahwa motivasi dan minat belajar fisika peserta didik terhadap pembelajaran fisika bervariasi antar kelas. Hal ini langsung diamati oleh guru selama kegiatan belajar mengajar, bahwa motivasi dan minat siswa beragam, dan hal ini diamati berdasarkan hasil nilai fisika siswa pada semester sebelumnya. Antusias dan minat belajar peserta didik mempengaruhi aspek kognitif hasil belajar (Nurmadanti, 2021; Safitri et al., 2022). Disamping itu, faktor yang memengaruhi hasil belajar aspek kognitif juga dipengaruhi oleh variasi pembelajaran yang diterapkan oleh guru, seperti penerapan model pembelajaran, pendekatan pembelajaran, dan metode pembelajaran. Penggunaan model dan pendekatan hanya diterapkan pada materi-materi tertentu saja. Namun, lebih cenderung ke pembelajaran langsung (*direct teaching*). Dalam mengajar guru menggunakan pendekatan saintifik dan menggunakan LKPD atau LKS, dimana peserta didik dalam mengeksplorasi pengetahuannya secara mandiri. Hanya saja guru sangat jarang menggunakan pendekatan dalam pembelajaran, terutama pendekatan Etnofisika. Pendekatan tersebut tidak pernah digunakan selama mengajar di kelas.

Penelitian tentang model PjBL telah banyak dilakukan seperti penelitian Rahim et al., 2023, Radiansyah et al., 2022, dan Hujjatusnaini et al., 2022. Namun, penelitian yang mengintegrasikan kearifan lokal seperti permainan tradisional Indonesia belum banyak dilakukan, khususnya pengaruh PjBL terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi. Dalam penelitian ini diintegrasikan dengan kearifan lokal permainan tradisional dalam mendukung pembelajaran fisika agar lebih efektif dalam meningkatkan HOTS peserta didik. Peserta didik lebih mudah memahami materi yang diajarkan, karena permainan ketapel merupakan permainan yang tidak asing lagi bagi peserta didik. Oleh karena itu, telah dilakukan penelitian efektivitas model PjBL berbantuan etnofisika permainan tradisional terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa kelas XI. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas model PjBL berbasis etnofisika permainan tradisional Indonesia terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa kelas XI.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah jenis *quasi experiment* dengan desain *nonequivalent control group design* yang terdiri dari kelas eksperimen dan kontrol. Prosedur penelitian mengikuti tahap-tahap yang digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Penelitian

Siswa pada kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran dengan model PjBL berbantuan etnofisika permainan tradisional (perlakuan). Siswa pada kelas kontrol melakukan pembelajaran langsung dan pemecahan soal-soal fisika.

Penelitian dilakukan di SMA Negeri 4 Kota Bengkulu, Jalan Zainul Arifin, Timur Indah, Kecamatan Singaran Pati, Kota Bengkulu, Bengkulu, (38229). Populasi penelitian seluruh peserta didik kelas XI MIPA semester ganjil T.A. 2024/2025 di SMA Negeri 4 Kota Bengkulu. Sampel berjumlah 76 peserta didik yang dibagi menjadi kelompok eksperimen dan kontrol. Penentuan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, dimana penentuan sampel didasarkan pada pertimbangan pemilihan kelas atas dasar saran dari guru fisika, antara kelas penelitian merupakan kelas yang memiliki kemampuan sama pada hasil belajar yang diperoleh (homogen). Setelah kelas homogen, maka kedua kelas dipastikan mengalami peningkatan HOTS setelah diberi perlakuan.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara, tes, dan dokumentasi. Instrumen tes penelitian yang digunakan dalam mengukur HOTS peserta didik pada penelitian ini terdiri atas soal C4, C5, dan C6. Terlebih dahulu 12 butir soal divalidasi oleh validator dan dilakukan perbaikan. Kemudian diujikan pada siswa kelas XII. Setelah dianalisis daya pembeda, tingkat kesukaran, validitas, dan reliabilitas soal maka jumlah

soal yang digunakan berjumlah enam butir soal. Dalam penelitian ini, analisis data dilakukan dengan menggunakan pendekatan statistik deskriptif dan inferensial, pada taraf Sig. (α) = 0,05. Menghitung *effect size* dengan menggunakan persamaan *Cohen's d* sebagai berikut (Retnawati et al., 2018);

$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{gab}} \quad (1)$$

dengan:

$$S_{gab} = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (2)$$

Kategori interpretasi *effect size* disajikan dalam Table 1 (Pasambo & Radia, 2022)

Tabel 1. Interpretasi *Effect Size*

Besar d	Interpretasi
$0,8 \leq d \leq 2,0$	Besar
$0,5 \leq d \leq 0,8$	Sedang
$0,2 \leq d \leq 0,5$	Kecil

Uji t sesuai dengan hipotesis dalam penelitian ini adalah:

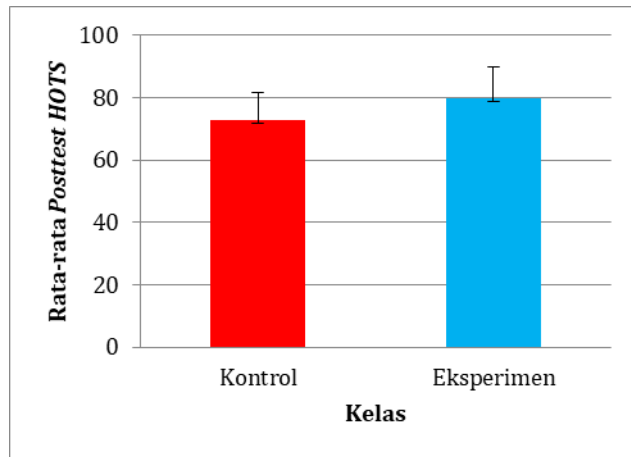
Ho : Tidak terdapat pengaruh model *project based learning* berbantuan etnofisika permainan tradisional terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa kelas XI.

Ha : Terdapat pengaruh model *project based learning* berbantuan etnofisika permainan tradisional terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa kelas XI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan di SMA Negeri 4 Kota Bengkulu. Sebanyak 76 peserta didik dijadikan sampel penelitian dimana masing-masing kelas, eksperimen dan kontrol berjumlah 38 peserta didik. Kelas eksperimen menggunakan model PjBL berbantuan etnofisika permainan tradisional dan kelas kontrol menggunakan pembelajaran pendekatan saintifik. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh informasi mengenai nilai HOTS siswa.

Instrumen tes yang terdiri dari 12 soal telah divalidasi oleh dua dosen Pendidikan Fisika untuk menguji *content validity*. Setelah melalui revisi berdasarkan saran validator, instrumen ini diujicobakan pada siswa kelas XII. Hasil analisis menggunakan SPSS versi 25 menunjukkan 5 soal valid. Namun, dengan mempertimbangkan jumlah soal ideal dan saran validator, peneliti memutuskan menggunakan 6 soal, termasuk soal nomor 7 yang telah direvisi. Uji reliabilitas menggunakan *Cronbach's Alpha* menghasilkan nilai 0,26 yang dikategorikan rendah. Instrumen tes penelitian ini berjumlah 6 soal esai, dengan tingkat kesulitan bervariasi, yaitu C4-C6. Hasil rata-rata *posttest* HOTS kedua kelas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Rata-Rata *Posttest* HOTS Siswa Pada Kelas Kontrol dan Eksperimen

Analisis post-test menunjukkan bahwa siswa dalam kelas eksperimen memperoleh rata-rata sebesar (79,92) dengan standar deviasi 9,83, dan kelas kontrol sebesar (72,82) dengan standar deviasi 9,02. Perbedaan rata-rata nilai ini mengindikasikan bahwa model PjBL berbantuan etnofisika lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa. Hal ini mengindikasikan bahwa perbedaan rata-rata nilai yang diperoleh kedua kelas bukan disebabkan oleh faktor kebetulan, melainkan karena perbedaan perlakuan pada saat pembelajaran.

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini diuji menggunakan *Software SPSS 25* untuk uji normalitas, homogenitas, dan *effect size*. Metode Kolmogorov-Smirnov (K-S) digunakan pada uji normalitas dikarenakan jumlah sampel lebih dari 50, yaitu 76 peserta didik (Sintia et al., 2022).

Tabel 2. Uji Normalitas *Pretest* dan *Posttest*

Tes	Kelas	Kolmogorov-Smornov		
		Statistik	df	Sig.(p-value)
Pre	Eksperimen	0,138	38	0,66
	Kontrol	0,138	38	0,67
Post	Eksperimen	0,135	38	0,80
	Kontrol	0,138	38	0,65

Analisis uji normalitas Kolmogorov-Smirnov menunjukkan bahwa baik data *pretest* maupun *posttest* untuk kelas kontrol dan eksperimen berdistribusi normal. Hal ini ditunjukkan oleh nilai p-value yang lebih besar dari tingkat signifikansi 0,05 pada semua kondisi ($p > 0,05$). Hasil lengkap uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3. Uji Homogenitas Data

Data	Statistik Levene	df1	df2	Sig.
HOTS tingkat tinggi	2,089	3	148	0,104

Uji Homogenitas yang telah dilakukan untuk menguji varian data antar kelompok menggunakan uji analisis varian, diperoleh taraf sigifikan *posttest* HOTS kelas eksperimen dan kontrol adalah dengan rata-rata 0,104 $>$ 0,05 (Tabel 3). Dapat disimpulkan kedua sampel memiliki varian homogen.

Tabel 4. Uji *Independent t-test*

		<i>t-test for Equality of Means</i>		
		t	df	Sig.(2-tailed)
HOTS	Equal variances assumed	3.283	74	0,002
	Equal not variances assumed	3.283	73.451	0,002

Uji *independent sample t-test*, pada *Sig. (2-tailed)* diperoleh hasil $0,002 < 0,05$, sehingga H_a diterima dan H_0 ditolak (Tabel 4), dan sesuai dengan hipotesis penelitian. Maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model PjBL berbantuan etnofisika permainan tradisional terhadap ketrampilan berpikir tingkat tinggi siswa kelas XI.

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Effect Size*

Kelas	<i>d</i>	<i>Effect Size</i>
Eksperimen	0,753	Sedang

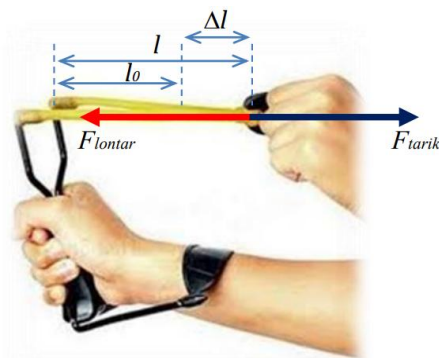
Menghitung hasil uji *effect size* bertujuan untuk melihat besar pengaruh penerapan model PjBL berbantuan etnofisika permainan tradisional terhadap HOTS siswa dilakukan menggunakan rumus *Cohen's d* berdasarkan Persamaan (1). Nilai *d* yang diperoleh sebesar 0,753 (Tabel 5). Berdasarkan kriteria pengambilan keputusan yang digunakan pada Tabel 1 maka disimpulkan termasuk dalam kategori sedang.

Berdasarkan tujuan penelitian, uji yang digunakan adalah uji *effect size* menggunakan persamaan *Cohen's d*. Hasil uji *effect size* diperoleh hasil *d* sebesar 0,753. Merujuk pada kriteria pengambilan keputusan yang digunakan $0,5 \leq d \leq 0,8$ dalam kategori sedang (Pasambo & Radia, 2022). Hasil *effect size* sebesar 0,753, penelitian ini sudah menunjukkan adanya pengaruh yang cukup kuat. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dalam kategori sedang disebabkan oleh beberapa hal, seperti yang telah dijelaskan di latar belakang bahwa minat dan bakat peserta didik sangat kurang dalam pembelajaran khususnya fisika. Selain itu dari segi soal, peserta didik masih kurang mampu dalam memahami konsep dasar fisika elastisitas dan Hukum Hooke, sehingga ketika diberikan tes pada ranah C4-C6 hasil yang diperoleh peserta didik beragam. Selain itu, dari segi model PjBL dan pendekatan etnofisika, memungkinkan membutuhkan waktu yang cukup untuk memberikan dampak yang signifikan. Pendekatan etnofisika yang terintegrasi dengan model PjBL baru pertama kali diterapkan, butuh penelitian dan penerapan berkelanjutan kedepannya.

Perbedaan HOTS yang diperoleh oleh kedua kelas dalam penelitian ini disebabkan oleh dua faktor. Pertama tahap persiapan pembelajaran. Dari tahap awal, pada kelas eksperimen peserta didik distimulasi rasa ingin tahu ataupun rasa penasarannya dalam memahami suatu masalah berkaitan dengan materi yang dipelajari yaitu Elastisitas dan Hukum Hooke melalui video ataupun gambar serta penjelasan tambahan dari guru. Sedangkan kelas kontrol melalui pertanyaan mendasar dan penjelasan dari guru. Hal ini menjadi dasar penyebab perbedaan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Kedua, perbedaan penerapan model pada kelas eksperimen dan kontrol saat kegiatan belajar mengajar.

Kelas eksperimen dengan jumlah 38 peserta didik yaitu kelas XI MIPA 3 diajarkan menggunakan model PjBL berbantuan etnofisika permainan tradisional Indonesia. Pada tahap awal pembelajaran kelas eksperimen diberikan *pretest*. Hasil rata-rata *pretest* yang diperoleh adalah 46,97. Hasil ini menunjukkan bahwa HOTS kelas eksperimen masih

dalam kategori rendah. Kemudian diterapkan model PjBL berbantuan etnofisika permainan tradisional. Etnofisika adalah studi fisika melalui lensa kearifan lokal (Agustinasari & Fiqry, 2023), dimana materi fisika dikaitkan dengan kebudayaan lokal. Seni tari, adat istiadat, dan permainan tradisional merupakan contoh manifestasi budaya yang seringkali menjadi subjek kajian etnofisika (Nurmasyitah et al., 2022). Suryani et al., (2024) menjelaskan model PjBL akan memberikan hasil yang lebih optimal jika dipadukan dengan pendekatan yang dapat merangsang siswa untuk berpikir kritis, kreatif, dan analitis. Keberhasilan suatu model pembelajaran sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor penunjang selain model itu sendiri seperti konteks pembelajaran, teknologi yang digunakan, dan bagaimana model tersebut diterapkan. PjBL berbantuan media alat peraga sederhana yang tersedia di lingkungan sekitar dapat mengembangkan kemampuan HOTS siswa (Sambite et al., 2019), salah satunya yaitu kemampuan berpikir kritis (Widyaningsih & Yusuf, 2018). Beberapa peneliti menerapkan pendekatan etnosains seperti Syahidi et al. (2020); Hikmawati et al. (2021) dan Derlina et al. (2021). Pendekatan etnosains memberikan berperan dominan dalam pembelajaran. Pada penelitian ini kebudayaan yang digunakan adalah permainan tradisional ketapel.



Sumber: (Alkalah, 2016)

Gambar 3. Konsep Fisika Elastisitas dan Hukum Hooke pada Ketapel

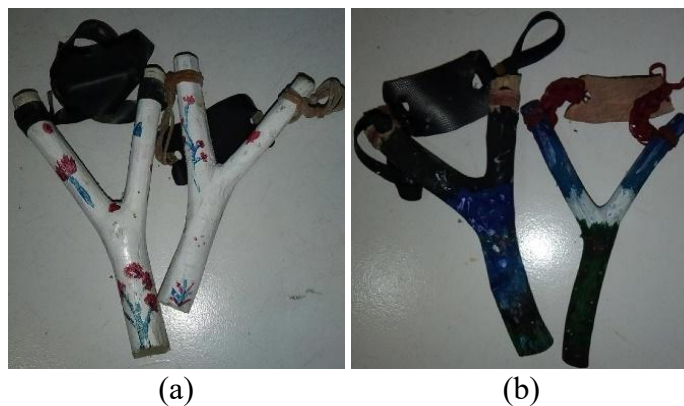
Jika kita perhatikan bahwa ketika alas berisi kerikil ditarik, karet menjadi lebih panjang dibandingkan dengan panjang awalnya. Jika panjang awal karet adalah l_0 dan panjang karet setelah ditarik adalah l , maka pertambahan panjang karet sebesar $\Delta l = l - l_0$. Semakin besar gaya tarik yang diterapkan (F_{tarik}), maka semakin besar pula pertambahan panjang karet (Δl) dan semakin besar gaya lontar karet (F_{lontar}). Dengan kata lain, terdapat hubungan langsung proporsional antara pertambahan panjang karet dengan besarnya gaya tarik dan gaya lontar yang dihasilkan. Pernyataan ini konsisten dengan persamaan Hooke $F = -k \Delta l$, sehingga persamaan pada saat karet ditarik dapat dinyatakan sebagai $F_{lontar} = -k \Delta l$, dengan k adalah konstanta perbandingan.

Awal mulai pembelajaran guru menjelaskan konsep dasar Elastisitas dan Hukum Hooke pada ketapel. Kelas eksperimen secara berkelompok diminta untuk membuat proyek karya sesuai dengan ide kreatif masing-masing. Sesuai dengan langkah dari model PjBL, pertama, *Start With the Essential Question*, dimana guru memfasilitasi peserta didik kelas XI MIPA 3 dalam menentukan tema atau topik pembuatan proyek. Kemudian kedua, *Design a Plan for the Project*, setiap kelompok memulai dengan menyusun rancangan langkah penyelesaian proyek ketapel yang akan dibuat. Selanjutnya *Create a Schedule*, dimana peserta didik melakukan penjadwalan penyelesaian proyek. Keempat, *Monitor the Students and the Progress of the Project*, dimana guru memonitor peserta didik dalam pelaksanaan pembuatan proyek yang telah dibuat. Kelima, *Assess the*

Outcome, dimana peserta didik menyusun hasil laporan dan mempresentasikan hasil proyek. Langkah terakhir *Evaluate the Experience*, guru melakukan refleksi terhadap hasil karya peserta didik. Guru memberikan saran dan komentar terhadap karya yang telah dibuat.

Setiap langkah-langkah yang dilaksanakan oleh peserta didik saling berkaitan dan berperan penting dalam meningkatkan HOTS, dalam aspek kognitif siswa, sejalan dengan Syamsuddin & Salmawati, 2023. Ketika peserta didik terlibat dalam pembuatan proyek, maka mereka secara alami akan melakukan analisis untuk memahami masalah, evaluasi untuk memilih solusi terbaik, dan mencipta untuk menghasilkan proyek, Taliak et al., 2024 juga menjelaskan selain meningkatkan HOTS, kreativitas peserta didik juga akan berkembang.

Melalui serangkaian kegiatan pembuatan proyek yang dilakukan, peserta didik mampu menjelaskan kembali konsep fisika elastisitas dan Hukum Hooke pada ketapel yang telah dibuat. Peserta didik mampu menjelaskan pemilihan bahan yang tepat dapat menghasilkan lontaran kerikil yang jauh. Selain itu peserta didik lebih mudah dalam memahami konsep elastisitas panjang awal, panjang akhir, dan pertambahan panjang serta konsep Hukum Hooke pada ketapel sebagaimana pada Gambar 4.



Gambar 4. Proyek Kelas Eksperimen

Dapat dilihat dari kedua Gambar 4, bahwa selain daripada menganalisis dan mengevaluasi, peserta didik juga mampu menciptakan suatu proyek. Peserta didik membuat dua buah ketapel dengan menggunakan dua bahan karet yang berbeda. Peserta didik secara kreatif bersama dengan kelompok dalam berdiskusi membuat proyek yang mampu menggambarkan konsep fisika elastisitas dan Hukum Hooke pada ketapel. Peserta didik menganalisis pengaruh pemilihan bahan yang digunakan terhadap jauhnya lontaran kerikil. Peserta didik kreatif memberikan warna dan gambar pada ketapel sesuai dengan ide masing-masing kelompok. Berdasarkan proyek yang telah dibuat, peserta didik juga mampu menyimpulkan bahwa semakin kuat tarikan yang diberikan, maka akan semakin jauh kerikil terlempar. Begitu juga sebaliknya. Selain ketebalan karet yang digunakan juga mempengaruhi jauhnya lemparan krikil. Dari hal ini, dapat disimpulkan bahwa ketapel memudahkan siswa dalam menguasai konsep elastisitas dan Hukum Hooke.

Hasil rata-rata *pretest* kelas kontrol sebelum diberi perlakuan yaitu 32,71. Kelas kontrol yaitu XI MIPA 5, melakukan aktivitas pembelajaran dengan menerapkan pendekatan *scientific*. Pendekatan *scientific* adalah salah satu metode pembelajaran dalam kurikulum 2013. Langkahnya meliputi mengamati, menanya, mengeksplorasi, mengasosiasi, mengkomunikasi, dan evaluasi. Materi dan perolehan informasi hanya

diperoleh dari guru. Pada akhir KBM guru memberikan soal latihan yang dikerjakan oleh siswa di rumah.

Setelah perlakuan diberikan, maka dilakukan *posttest* pada kedua kelas, baik eksperimen maupun kontrol. *Posttest* dilaksanakan 2 x 45 menit dengan jumlah 6 butir soal dengan tingkatan C4-C6. Soal ini bertujuan untuk mengukur HOTS siswa merujuk pada taksonomi Bloom revisi 2001, yaitu C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (mencipta) (Ramadhan et al., 2019). Contoh bentuk soal yang diujikan dalam konsep elastisitas dan Hukum Hooke, yaitu seperti Gambar 5.

Perhatikanlah gambar di bawah ini!



Bosman mempunyai massa sebesar 50 kg ingin mencoba pengalaman *bungee jumping* dengan menggunakan tali elastis. Panjang tali elastis adalah 30 meter, dan tali elastis tersebut memiliki konstanta elastis sebesar 200 N/m . Andi memutuskan untuk melompat dari sebuah jembatan yang berada 40 meter di atas permukaan danau. Buatlah hipotesis apakah Bosman akan tercelup ke danau! Buktikan hipotesismu dengan perhitungan! ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Gambar 5. Contoh Soal HOTS Kategori C6 tentang Penerapan Persamaan Hukum Hooke pada Permasalahan dalam Soal

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan penggunaan model PjBL berbantuan etnofisika permainan tradisional memberikan pengaruh terhadap HOTS siswa, hal ini sejalan dengan penelitian Khoiri et al., 2023, Khoiriyah et al., 2023, dan Khafah et al., 2023 dimana melalui serangkaian kegiatan yang dilakukan sesuai dengan tahapan model PjBL didik akan mampu bernalar kritis, analitis, memecahkan masalah. Namun, pada pelaksanaannya berbeda materi fisika yang diajarkan di dalam kelas. Pada penelitian ini khusus pada materi elastisitas dan Hukum Hooke.

SIMPULAN DAN SARAN

Hasil uji *independent sample t-test*, pada Sig. (2-tailed) diperoleh hasil $0,002 < 0,05$ maka H_a diterima. Hasil uji *effect size Cohen's d* ($=0,753$) menyatakan bahwa besar pengaruh pembelajaran fisika dengan model PjBL dengan bantuan etnofisika terhadap HOTS siswa kelas XI termasuk kategori sedang. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut kedepannya mengenai penerapan model PjBL berbantuan Etnofisika. Penelitian ini sebagai acuan peneliti selanjutnya untuk lebih memaksimalkan hasil penelitian selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada kepala MBKM Riset Penelitian, Prodi Pendidikan Fisika, Universitas Bengkulu yang telah mendukung pelaksanaan penelitian artikel ilmiah ini. Terima kasih untuk pembimbing utama dan pembimbing pendamping atas bimbingannya yang selalu meluangkan waktu kapanpun dan dimanapun. Penulis sangat berterima kasih dan merasa beruntung mendapatkan pembimbing seperti beliau. Terima kasih juga kepada penguji sekaligus membimbing penulis agar penelitian ini maksimal. Tak lupa terima kasih kepada keluarga besar SMA Negeri 4 Kota Bengkulu atas kesempatan yang diberikan untuk melaksanakan penelitian di sekolah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, I. R. N., & Retnawati, H. (2019). Is It Difficult to Teach Higher Order Thinking Skills? *Journal of Physics: Conference Series*, 1320(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1320/1/012098>
- Agustinasari, A., & Fiqry, R. (2023). An Exploratory Study of the Ethnophysics Concept in the Spiritual Dance of Mpa'a Toja-Kalero Donggo to Identify Physics Learning Content as a Learning Resource. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 7(4), 335–344. <https://doi.org/10.24815/jipi.v7i4.32121>
- Ain, N. (2021). Prospective Physics Teacher's Ability in Developing HOTS Questions: CRI Analysis. *Momentum: Physics Education Journal*, 5(1), 85–93. <https://doi.org/10.21067/mpej.v5i2.5566>
- Alkalah, C. (2016). *Fisika Bermuatan Kearifan Lokal* 19(5). Semarang: UIN Walisongo Semarang. <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/19659/>
- Almulla, M. A. (2020). The Effectiveness of the Project-Based Learning (PBL) Approach as a Way to Engage Students in Learning. *SAGE Open*, 10(3). <https://doi.org/10.1177/2158244020938702>
- Anawati, R. Y., Mujasam, M., Widyaningsih, S. W., & Yusuf, I. (2020). Pengaruh Model Discovery Learning Berbasis Alat Peraga Sederhana Fisika Materi Usaha Dan Energi Terhadap Higher Order Thinking Skills (HOTS). *Curricula: Journal of Teaching and Learning*, 5(3), 119-128. <http://dx.doi.org/10.22216/jcc.2020.v5i3.4446>
- Anipon, P., & Rozimela, Y. (2023). *The EFL Teachers' Barriers in Designing High Order Thinking Skills (HOTS) Test* (Issue Icoelt 2022). Atlantis Press SARL. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-166-1_35
- Apriansyah, A., Haifaturrahmah, Sari, N., Nizaar, M., & Alaa, S. (2024). Project Based Learning Model on Elementary School Students' Science Process Skills and Creative Thinking Skills. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 8(1), 120–128. <https://doi.org/10.23887/jisd.v8i1.64273>
- Arafah, K., Ruslan, R., Nurhayati, N., Hakim, A., & Pongkessu, A. (2022). Higher-Order Thinking Skills in Prospective Physics Teacher. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(2), 805–910. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i2.1480>
- Basuki, R., F., Jufriada, Kurniawan, W., & Fadilah, I. (2023). Ethnophysics: Reconstruction Indigenous Knowledge into Scientific Knowledge in The Brick Making Process. *Jurnal Pendidikan Sains Universitas Muhammadiyah Semarang*, 11(1), 2339–0786. <https://doi.org/10.26714/jps.11.1.2023.21-31>
- Belwal, R., Belwal, S., Sufian, A. B., & Al Badi, A. (2020). Project-Based Learning (PBL): Outcomes of Students' Engagement in an External Consultancy Project In Oman. *Education and Training*, 63(3), 336–359. <https://doi.org/10.1108/ET-01-2020-0006>

- Derlina, Sahyar, Harahap, R. I. S., & Sinaga, B. (2021). Application of Ethnophysics Integrated With Culturally Responsive Teaching (CRT) Methods to Improve Generic Skills of Indonesian Science Students. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 21(1), 68–83. <https://doi.org/10.12738/jestp.2021.1.006>
- Dewi, M. R. (2022). Kelebihan Dan Kekurangan Project-Based Learning Untuk Penguatan Profil Pelajar Pancasila Kurikulum Merdeka. *Inovasi Kurikulum*, 19(2), 213–226. <https://doi.org/10.17509/jik.v19i2.44226>
- Fauziah, N., Saragih, E. S., & Sintia, I. (2023). Tinjauan Sistem Pendidikan di Negara-Negara Amerika. *RAZIQ: Jurnal Pendidikan Islam*, 2(2), 75–82. <https://jurnal.diklinko.id/index.php/raziq/article/view/72>.
- Gomez-del Rio, T., & Rodriguez, J. (2022). Design And Assessment of A Project-Based Learning in A Laboratory For Integrating Knowledge and Improving Engineering Design Skills. *Education for Chemical Engineers*, 40(February), 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2022.04.002>
- Hikmawati, H., Suastra, I. W., Suma, K., Sudiatmika, A. A. I. A. R., & Rohani, R. (2021). Effect of Problem-Based Learning Integrated Local Wisdom on Student Hots and Scientific Attitude. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(SpecialIssue), 233–239. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7ispecialissue.1118>
- Hujjatusnaini, N., Corebima, A. D., Prawiro, S. R., & Gofur, A. (2022). The Effect of Blended Project-Based Learning Integrated With 21St-Century Skills on Pre-Service Biology Teachers' Higher-Order Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 104–118. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i1.27148>
- Khaeruddin, K., Indarwati, S., Sukmawati, S., Hasriana, H., & Afifah, F. (2023). An Analysis of Students' Higher Order Thinking Skills Through the Project-Based Learning Model on Science Subject. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 19(1), 47–54. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v19i1.34259>
- Khafah, F., Suprpto, P. K., & Nuryadin, E. (2023). The Effect of Project-Based Learning Model on Students' Critical and Creative Thinking Skills In The Ecosystem Concept. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(3), 244–255. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i3.27461>
- Khoiri, N., Ristanto, S., & Kurniawan, A. F. (2023). Project-Based Learning Via Traditional Game in Physics Learning: Its Impact on Critical Thinking, Creative Thinking, and Collaborative Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(2), 286–292. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i2.43198>
- Khoiriyah, R. M. H., Sudarti, S., Nuraini, L., & Rozak, A. (2023). Pengaruh Model Project Based Learning Dalam Pembelajaran Teori Kinetik Gas Terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa di SMAN 5 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.19184/jpf.v12i1.36283>
- Kim, S., Raza, M., & Seidman, E. (2019). Improving 21st-Century Teaching Skills: The Key to Effective 21st-Century Learners. *Research in Comparative and International Education*, 14(1), 99–117. <https://doi.org/10.1177/1745499919829214>
- Markula, A., & Aksela, M. (2022). The Key Characteristics of Project-Based Learning: How Teachers Implement Projects In K-12 Science Education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00042-x>
- Mitra, D., & Purnawarman, P. (2019). Teachers' Perception Related to the Implementation of Curriculum 2013. *Indonesian Journal of Curriculum and Educational Technology Studies*, 7(1), 44–52.

- <https://doi.org/10.15294/ijcets.v7i1.27564>
- Nurmadanti, T. (2021). Pengaruh Minat Belajar Siswa terhadap Hasil Belajar Fisika di SMA Negeri 1 Bungo. *Schrödinger: Journal of Physics Education*, 2(1), 7–12. <https://doi.org/10.37251/sjpe.v2i1.452>
- Nurmasiyah, N., Vinalita, V., & Lubis, N. A. (2022). Kajian Etnofisika Konsep Gerak Parabola Pada Permainan Tradisional Aceh “Geulengkue Teu Peu Poe.” *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 245. <https://doi.org/10.24127/jpf.v10i2.5217>
- Panggabean, F. T. M., Pardede, P. O., Sitorus, R. M. D. S., Situmorang, Y. K., Naibaho, E. S., & Simanjuntak, J. S. (2021). Application of 21st Century Learning Skills Oriented Digital-Age Literacy to Improve Student Literacy HOTS in Science Learning in Class IX SMP. *Jurnal Mantik*, 5(3), 1922–1930. <https://iocscience.org/ejournal/index.php/mantik/article/view/1796>
- Pasambo, E., & Radia, E. H. (2022). Meta Analisis Pengaruh Multimedia Sebagai Media Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3257–3267. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2533>
- Rachmawati, U., Pradita, L. E., Ulyan, M., & Sotlikova, R. (2024). The Implementation of Project-Based Learning in Higher Education: A Case Study in the Indonesian Context. *Journal of Languages and Language Teaching*, 12(1), 475. <https://doi.org/10.33394/jollt.v12i1.8976>
- Radiansyah, R., Sari, R., Jannah, F., Rahmania, N. F., Puspita, P. M., & Zefri, M. (2022). HOTS-Based PjBL Model Development to Increase Children’s Creativity in Elementary School. *International Journal of Social Science And Human Research*, 05(12), 5810–5816. <https://doi.org/10.47191/ijsshr/v5-i12-64>
- Rahardjanto, A., Husamah, & Fauzi, A. (2019). Hybrid-Pjbl: Learning Outcomes, Creative Thinking Skills, and Learning Motivation of Preservice Teacher. *International Journal of Instruction*, 12(2), 179–192. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12212a>
- Rahim, B., Indrawan, E., Rifelino, J., Erizon, N., & Andriani, C. (2023). Implementation of Project-based Learning as Instructional Innovation: Learning Review. *5th Vocational Education International Conference*, 153–160.
- Ramadhan, S., Mardapi, D., Prasetyo, Z. K., & Utomo, H. B. (2019). The Development of An Instrument to Measure The Higher Order Thinking Skill In Physics. *European Journal of Educational Research*, 8(3), 743–751. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.3.743>
- Ramadhanti, D., Yusuf, I., Yenusi, K. A., & Widyaningsih, S. W. (2020). Development of Teaching Materials In A Direct Current Electric Circuit Based on The Blended Learning Model Oriented High Order Thinking Skill (HOTS). *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 3(1), 18-29. <http://dx.doi.org/10.37891/kpej.v3i1.113>
- Rampean, B. A. O., Rohaeti, E., & Utami, W. P. (2022). Teacher Difficulties for Develop Higher Order Thinking Skills Assessment Instrument on Reaction Rate. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 6(1), 11–19. <https://doi.org/10.23887/jpk.v6i1.40898>
- Retnawati, H., Apino, E., Kartianom, Djidu, H., & Anazifa, R. D. (2018). Pengantar Analisis Meta. In *Yogyakarta: Parama Publishing* (Issue July). https://www.researchgate.net/publication/334644017_Pengantar_Analisis_Meta
- Saepuzaman, D., Retnawati, H., Istiyono, E., & Haryanto, H. (2022). Developing HOTS Instruments: Is It Difficult for Physics Teachers? *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23(4), 1802–1826. <https://doi.org/10.23960/jpmipa/v23i4.pp1802-1826>
- Safitri, H., Agatha, F. L., Syiarah, H., & Simamora, N. N. (2022). Analisis Pengaruh

- Minat Pembelajaran Fisika Terhadap Hasil Belajar Fisika Kelas X di SMAN 4 Kota Jambi. *Integrated Science Education Journal*, 3(2), 55–61. <https://doi.org/10.37251/isej.v3i2.258>
- Sambite, F. C., Mujasam, M., Widyaningsih, S. W., & Yusuf, I. (2019). Penerapan project based learning berbasis alat peraga sederhana untuk meningkatkan HOTS peserta didik. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(2), 141-147. <http://dx.doi.org/10.20527/bipf.v7i2.6310>
- Sintia, I., Pasarella, M. D., & Nohe, D. A. (2022). Perbandingan Tingkat Konsistensi Uji Distribusi Normalitas Pada Kasus Tingkat Pengangguran di Jawa. *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, Dan Aplikasinya*, 2(2), 322–333. <https://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/SNMSA/article/view/844>
- Soylemez, H., N. (2023). Teacher and Student in the 21st Century: A Mixed Design Research. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 10(3), 758–772. <https://doi.org/10.52380/ijpes.2023.10.3.1128>
- Suradika, A., Dewi, H. I., & Nasution, M. I. (2023). Project-Based Learning and Problem-Based Learning Models in Critical and Creative Students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 153–167. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i1.39713>
- Suryani, N. Y., Rizal, S., Rohani, T., & ... (2024). Improving Learners' English Writing Skills Through Digital Technology and Project-Based Learning. *Jurnal Ilmiah Ilmu ...*, 8(1), 21–34. <https://online-journal.unja.ac.id/JIITUJ/article/view/32506%0Ahttps://online-journal.unja.ac.id/JIITUJ/article/download/32506/17996>
- Syahidi, K., Hizbi, T., Hidayanti, A., & Fartina, F. (2020). The Effect of PBL Model Based Local Wisdom Towards Student's Learning Achievements on Critical Thinking Skills. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 3(1), 61–68. <https://doi.org/10.37891/kpej.v3i1.129>
- Syamsuddin, & Salmawati. (2023). Penerapan Model Pembelajaran PjBL Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika dan KPS Siswa Kelas XI MIPA. *Jurnal Pemikiran Dan Pengembangan Pembelajaran*, 5(2), 1412–1418. <https://doi.org/10.31970/pendidikan.v5i2.657>
- Tafakur, T., Retnawati, H., & Shukri, A. A. M. (2023). Effectiveness of Project-Based Learning For Enhancing Students Critical Thinking Skills: A Meta-Analysis. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 9(2), 191–209. <https://doi.org/10.22219/jinop.v9i2.22142>
- Taliak, J., Al Farisi, T., Sinta, R. A., Aziz, A., & Fauziyah, N. L. (2024). Evaluasi Efektivitas Metode Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Mengembangkan Kreativitas Siswa. *Journal of Education Research*, 5(1), 583–589. <https://doi.org/10.37985/jer.v5i1.876>
- Tyas, M. A., Nurkamto, J., & Marmanto, S. (2020). Cultivating Students' Higher -Order Thinking Skills in Efl Classes : the Role of the Teacher and the. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 7(1), 267–276. <https://www.iojet.org/index.php/IOJET/article/view/773>
- Wahbeh, G., D., Najjar, E. A., Sartawi, A. F., Abuzant, M., & Daher, W. (2021). The Role of Project-Based Language Learning in Developing Students' Life Skills. *Sustainability (Switzerland)*, 13(12), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su13126518>
- Widyaningsih, S. W., & Yusuf, I. (2018). Project Based Learning Model Based on Simple Teaching Tools and Critical Thinking Skills. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 1(1), 12-21. <http://dx.doi.org/10.37891/kpej.v1i1.33>

- Widyaningsih, S. W., & Yusuf, I. (2020). Implementation of Project-Based Learning (PjBL) Assisted by E-Learning through Lesson Study Activities to Improve the Quality of Learning in Physics Learning Planning Courses. *International Journal of Higher Education*, 9(1), 60-68. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v9n1p60>
- Widyaningsih, S. W., Yusuf, I., Prasetyo, Z. K., & Istiyono, E. (2021). The Development of the Hots Test of Physics Based on Modern Test Theory: Question Modeling Through E-Learning of Moodle LMS. *International Journal of Instruction*, 14(4), 51–68. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.1444a>
- Widyaningtyas, F. S., Mundilarto, Kuswanto, H., Aththibby, A. R., Muskania, R. T., Rosa, F. O., Damayanti, P., & Yanto, B. E. (2024). Creative Physics Problem Solving Based on Local Culture to Improve Creative Thinking and Problem-Solving Skills. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 14(1), 234–243. <https://doi.org/10.47750/pegegog.14.01.26>
- Zen, Z., Reflianto, Syamsuar, & Ariani, F. (2022). Academic Achievement: The Effect of Project-Based Online Learning Method and Student Engagement. *Heliyon*, 8(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11509>