

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING TERINTEGRASI STEM TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP FISIKA SISWA KELAS X DI SMAN 1 X KOTO TANAH DATAR

Rahimatul Utia¹, Yurnetti², Hidayati³, Fuja Novitra⁴

^{1,2,3,4} Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Padang, Sumatera Barat, Indonesia
Email: rahimatulutia99@gmail.com

Article History

Received: 21-01-2025

Revision: 29-01-2025

Accepted: 01-02-2025

Published: 03-02-2025

Abstract. This study aims to find out the influence of the Integrated Project Based Learning learning model of the Science Technology Engineering and Mathematics (STEM) approach on the understanding of physics concepts of grade X students of SMAN 1 X Koto Tanah Datar. This study was carried out using a quantitative method with the Quasy Experiment type. The research instrument is in the form of a multiple-choice test with 5 choices. Before the test is given, the instrument will be tested for validity, reliability, difficulty, and differentiation. A total of 67 students of Class X Phase E became the study sample, namely 32 students from the experimental group and 35 students from the control group. The methods used to analyze the data include homogeneity tests, normality tests, and hypothesis tests. The findings of the study in the hypothesis test showed a significance value of < 0.05 which means that the use of the STEM integrated PjBL learning model affects the understanding of physics concepts of grade X students of SMAN 1 X Koto Tanah Datar.

Keywords: PjBL Model, STEM Approach, Concept Understanding.

Abstrak. Studi ini bertujuan untuk mengetahui melihat pengaruh model pembelajaran Project Based Learning terintegrasi pendekatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) terhadap pemahaman konsep fisika siswa kelas X SMAN 1 X Koto Tanah Datar. Studi ini dilaksanakan dengan memakai metode kuantitatif dengan jenis *Quasy Experiment*. Instrumen penelitian berupa tes pilihan ganda dengan 5 pilihan. Sebelum tes diberikan, instrumen akan diuji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda terlebih dahulu. Sejumlah 67 siswa Kelas X Fase E menjadi sampel studi, yakni 32 siswa dari kelompok eksperimen dan 35 siswa dari kelompok kontrol. Metode yang dipakai guna menganalisis data mencakup uji homogenitas, uji normalitas, dan uji hipotesis. Temuan studi pada uji hipotesis memperlihatkan nilai signifikansi $< 0,05$ yang berarti penggunaan model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM memengaruhi pemahaman konsep fisika siswa kelas X SMAN 1 X Koto Tanah Datar.

Kata Kunci: Model PjBL, Pendekatan STEM, Pemahaman Konsep.

How to Cite: Utia, R., Yurnetti., Hidayati., & Novitra, F. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* Terintegrasi STEM Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa di SMAN 1 X Koto Tanah Datar. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6 (1), 1042-1050. <http://doi.org/10.54373/imeij.v6i1.2634>

PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika yang diterapkan disekolah hendaknya sesuai kurikulum pembelajaran yang berlaku. Kurikulum pembelajaran yang dijalankan saat ini adalah kurikulum merdeka. Anggraini (2022) mengemukakan bahwasanya untuk memberikan siswa kesempatan cukup

guna menyelidiki ide serta mengasah keterampilan mereka, kurikulum merdeka menggabungkan berbagai kesempatan belajar intrakurikuler. Ada dua bagian dalam mata kuliah fisika dalam kurikulum merdeka: pengetahuan konseptual dan keterampilan proses. Pemahaman konsep fisika sendiri bisa memengaruhi hasil belajar siswa. Kurangnya kompetensi siswa dalam bidang fisika sebagian disebabkan oleh ketidakmampuan mereka dalam memilih model pembelajaran yang tepat (Tanti et al., 2017). Siswa harus menjadi pusat (*student center*) dari pendekatan pembelajaran. Sebab itu, penting bagi siswa untuk berperan aktif dalam pendidikannya sendiri. Adapun contoh dari model yang berbasis *student center* pada pembelajaran fisika yaitu: *Problem Based Learning, Project Based Learning, Discovery Learning, dan Inquiry Learning*. Tentu saja, model ini telah dimodifikasi agar sesuai kurikulum fisika.

Peneliti memanfaatkan pendekatan pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dalam studi ini. Menurut (Kemendikbud; 2017) Paradigma Pembelajaran Berbasis Proyek yang berpusat pada siswa menggabungkan proyek ke dalam proses pendidikan. Di antara sekian banyak manfaat pendekatan PjBL ini adalah otonomi yang diberikannya kepada siswa dalam mengembangkan rencana pembelajaran mereka sendiri, bekerja dalam kelompok untuk menyelesaikan proyek, dan kemudian mempresentasikan hasil akhir mereka kepada audiens. Siswa juga didorong untuk bekerja sama dalam proyek yang menunjukkan kemampuan mereka mengatasi masalah, menggunakan pengetahuan, dan menjadi mahir dengan teknologi melalui PjBL (Suranti et al., 2016).

Pendidik diposisikan sebagai fasilitator pembelajaran kontekstual yang efektif dalam kaitannya dengan peristiwa kehidupan nyata di bawah model PjBL, yang merupakan pendekatan pembelajaran berbasis proyek, kreatif, dan berpusat pada siswa (Habibah, 2023). Karena paradigma PjBL ini melatih siswa menjadi pembelajar yang lebih aktif, kritis, dan bertanggung jawab di setiap langkahnya, maka paradigma ini memengaruhi hasil belajar fisika dengan mendorong siswa untuk berpikir kritis dan kreatif. Pembelajaran fisika dengan model PjBL bisa mengembangkan keterampilan pemecahan masalah siswa secara kritis dan kreatif, menumbuhkan semangat kolaboratif siswa dalam menemukan solusi yang tepat dan berkomunikasi secara lisan dan tertulis (Mairizwan, 2022).

Penggunaan pendekatan pembelajaran PjBL ini dalam pendidikan fisika sangat dianjurkan. Hal ini karena siswa memperoleh pengalaman berharga dalam pemecahan masalah dan kolaborasi, yang mengarah pada penciptaan produk dan karya dengan aplikasi praktis. Penggunaan PjBL dalam kelas fisika mendorong siswa untuk memahami ide-ide mendasar dengan mendalami suatu masalah serta mengaplikasikannya melalui proyek (Putri, 2019).

Praktik pedagogi modern bisa dianut oleh pergeseran paradigma STEM (Asrizal, 2023). Menurut Nilyani (2023) Pendekatan STEM sangat penting dalam melatih siswa agar mampu mengintegrasikan setiap aspek STEM sekaligus. Sehingga pembelajaran berbasis STEM adalah salah satu cara terbaik untuk mengajarkan siswa kemampuan yang akan mereka perlukan di dunia modern (Navisah, 2022).

Pengetahuan konseptual siswa diproyeksikan meningkat berkat pendekatan STEM yang dimasukkan ke dalam paradigma pembelajaran PjBL. Menurut Afriana dkk. (2016), kapasitas kognitif siswa bisa dipengaruhi secara positif dengan memasukkan STEM ke dalam pendekatan pembelajaran PjBL. Demikian pula, penelitian menunjukkan bahwasanya pemahaman ide siswa meningkat ketika paradigma pembelajaran PjBL digunakan memakai pendekatan STEM (Aristantia, 2017). Tahapan pembelajaran PjBL berbasis STEM yakni: tahap *reflection*, *research*, *discovery*, *application*, dan *communication*.

Permasalahan yang ditemui saat observasi yaitu siswa terlihat kurang aktif dan mudah bosan ketika pembelajaran fisika berlangsung, alasannya, pendekatan *Direct Instruction* berbasis ceramah masih dipakai. Hal ini membuktikan bahwasanya kurikulum fisika SMAN 1 X Koto Tanah Datar masih jauh dari sempurna. Mengingat bahwasanya SMAN 1 X Koto Tanah Datar sudah terakreditasi A dan siswanya terbiasa melakukan kerja kelompok, sehingga memungkinkan untuk melakukan eksperimen di sekolah tersebut. Berlandaskan pemaparan itu, maka pentingnya dilaksanakan studi yang ditujukan untuk melihat pengaruh model pembelajaran *PjBL* terintegrasi STEM pada pemahaman konsep fisika siswa kelas X di SMAN 1 X Koto Tanah Datar.

METODE

Jenis studi ini ialah kuasi eksperimen (*quasi experimental design*) (Setyosari, 2016). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari bagaimana perubahan satu variabel memengaruhi variabel lain, penelitian eksperimental sering kali menggunakan lingkungan yang sistematis. Tabel berikut menunjukkan bahwasanya studi ini memanfaatkan *posttest only group design*.

Tabel 1. Desain penelitian *posttest only group design*

Kelas	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	P ₁
Kontrol	O ₂	P ₂

Keterangan:

O₁ : Perlakuan dengan menggunakan Model PjBL terintegrasi STEM

O₂ : Perlakuan dengan menggunakan Model Konvensional

P₁ : *Posttest* (tes akhir) yang diberi ke kelas eksperimen

P₂ : *Posttest* (tes akhir) yang diberi ke kelas kontrol

Kelompok eksperimen akan diajarkan menggunakan model PjBL yang terintegrasi dengan STEM, sedangkan kelompok kontrol akan diajarkan menggunakan model yang lebih tradisional (*Direct Instruction*). Kedua kelompok akan diberikan tes akhir (*posttest*) di akhir perlakuan untuk mengukur tingkat pemahaman konsep mereka. Posttest adalah tes pilihan ganda dengan 5 kemungkinan jawaban. Populasi pada studi ini yaitu siswa kelas X Fase E SMAN 1 X Koto Tanah Datar TA 2024/2025 yang terdiri atas 5 rombel belajar seperti pada Tabel 2 berikut ini. Metode yang digunakan untuk pengambilan sampel dikenal sebagai *purposive sampling*, dan ini memerlukan pemilihan sebagian populasi berdasarkan ada atau tidaknya karakteristik tertentu (Amin et al., 2023). Sehingga diambil kelas X E.5 selaku kelas eksperimen serta kelas X E.4 kelas kontrol.

Tabel 2. Jumlah siswa kelas X fase E SMAN 1 X Koto TA 2024/2025

No	Kelas	Jumlah Siswa
1	X E.1	35
2	X E.2	36
3	X E.3	34
4	X E.4	35
5	X E.5	32
Total Keseluruhan		172

HASIL

Data yang diperoleh dari hasil *posttest* kelas eksperimen (X.E5) serta kelas kontrol (X.E4). Disetiap kelas diberi perlakuan yang berbeda dan diakhir pembelajaran baik kelas eksperimen ataupun kontrol diberi *posttest* guna melihat pemahaman konsep fisika siswa dari masing-masing kelas. Tabel berikut menunjukkan hasil analisis statistik tentang distribusi data dari kelompok kontrol dan eksperimen, serta berbagai nilai sentralisasi data:

Tabel 3. Ukuran pemusatan dan penyebaran data kelas sampel

No	Kelas	Jumlah Siswa	Min	Max	Mean	Standard Deviation
1	Kontrol	35	33	94	66,67	14,25
2	Eksperimen	32	33	100	74,56	17,13

Rata-rata hasil *posttest* berbeda signifikan antara kelas eksperimen dan sampel, seperti yang terlihat pada tabel di atas. Rata-rata skor *posttest* kelompok kontrol yakni 66,67, sementara kelas eksperimen yakni 74,56. Uji kesamaan dua mean dilakukan untuk menentukan signifikansi perbedaan ini. Pertama-tama, kami memastikan semuanya normal dan homogen.

Hasil Uji Normalitas

Uji *Kolmogorov-Smirnov* dipakai guna memvalidasi data untuk kenormalan. Dengan memakai IBM SPSS versi-25 dan ambang batas signifikansi 5%, didapat hasil uji normalitas yang membandingkan pemahaman kelas eksperimen serta kontrol terhadap gagasan tersebut. Data normal bila nilai signifikansi $\geq 0,05$.

Tabel 4. Hasil uji normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	KELAS	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
HASIL	POST TEST KELAS EKSPERIMEN	.128	32	.198	.951	32	.154
	POST TEST KELAS KONTROL	.138	35	.089	.967	35	.378

a. Lilliefors Significance Correction

Hasil uji normalitas pada data yang dikumpulkan dari pengetahuan siswa tentang topik fisika di kedua kelompok eksperimen serta kontrol ditunjukkan dalam tabel. Kami memakai ambang batas signifikansi 0,05. Nilai signifikansi kelas eksperimen yakni 0,198 dan kelas kontrol yakni 0,089, keduanya $> 0,05$. Artinya kedua kelas sampel tersebut mewakili populasi yang terdistribusi normal.

Hasil Uji Homogenitas

Uji prasyarat kedua yang dilaksanakan yakni uji homogenitas. Lihat apakah beberapa distribusi nilai punya varians yang sama dengan menjalankannya melalui uji homogenitas. Dengan membandingkan dua varians nilai kelas eksperimen serta kontrol, uji homogenitas dilaksanakan. Saat menentukan homogenitas, uji *Levene* dipakai. Hasil uji homogenitas diperoleh memakai program IBM SPSS versi-25 dengan ambang signifikansi 5% untuk kelas eksperimen serta kontrol. Jika nilai signifikansi data $\geq 0,05$, dikatakan bahwasanya data tersebut homogen.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

		Test of Homogeneity of Variance			
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
HASIL	Based on Mean	1.124	1	65	.293
	Based on Median	.919	1	65	.341
	Based on Median and with adjusted df	.919	1	62.320	.341
	Based on trimmed mean	1.118	1	65	.294

Data tentang penguasaan konsep siswa di kelas eksperimen serta kontrol bisa dilihat pada tabel, yang menggambarkan temuan uji homogenitas. Ambang batas 0,05 digunakan untuk signifikansi. Nilai signifikansi kelompok eksperimen serta kontrol ialah 0,293, yang $> 0,05$, artinya varians mereka serupa.

Hasil Uji Hipotesis

Uji-t untuk kesetaraan rata-rata dilaksanakan sesudah uji prasyarat, yaitu uji homogenitas dan normalitas, sudah dijalankan. Data yang diberi dari populasi yang terdistribusi normal dengan varians seragam memungkinkan pengujian hipotesis dilaksanakan memakai uji independen sampel t-test. Tujuan pengujian hipotesis ialah guna mengonfirmasi atau membantah validitas hipotesis yang disajikan. Dengan memakai IBM SPSS versi 25, dilaksanakan uji hipotesis untuk kelas eksperimen dan kontrol dan menemukan bahwasanya keduanya signifikan secara statistik pada tingkat 5%. Nilai signifikansi data $< 0,05$ diperlukan agar hipotesis diterima. Tabel berikut membandingkan kinerja kelompok eksperimen dan kontrol pada tes penguasaan konsep fisika:

Tabel 6. Hasil uji hipotesis

		Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
HASIL	Equal variances assumed	1.124	.293	2.060	65	.043	7.905	3.838	.240	15.570
	Equal variances not assumed			2.043	60.539	.045	7.905	3.870	.166	15.645

Pada tabel bisa diuraikan bahwasanya hasil uji hipotesis dari data penguasaan konsep siswa kelas eksperimen serta kontrol. Dalam uji independen sampel t-test, ambang batas signifikansi 5% digunakan. Hipotesis yang diajukan diterima karena nilai signifikansi kelas eksperimen serta kontrol yakni 0,043, yang $< 0,05$, menurut hasil perhitungan. Pemahaman siswa kelas X di SMAN 1 X Koto Tanah Datar terhadap konsep fisika dipengaruhi secara signifikan oleh paradigma pembelajaran PjBL yang terintegrasi dengan STEM, menurut teori yang diterima.

DISKUSI

Penelitian ini menggunakan ujian pilihan ganda untuk menilai pemahaman siswa terhadap konsep fisika. Instrumen yang digunakan diuji terlebih dahulu tingkat kevalidan, reliabilitas, taraf kesukaran, dan daya bedanya. Setelah pengujian menyeluruh, hasilnya menunjukkan

bahwasanya instrumen tes memenuhi semua kriteria validitas dan reliabilitas; tingkat kesulitannya sedang; dan daya pembedanya cukup hingga baik. Uji kesamaan dua mean diperlukan karena terdapat perbedaan substansial dalam hasil posttest antara kelas kontrol serta eksperimen. Kami menjalankan uji normalitas dan homogenitas karena keduanya merupakan kebutuhan statistik. Pengujian dilakukan memakai aplikasi IBM SPSS versi-25. Uji normalitas yang dilakukan menunjukkan bahwasanya populasi sudah terdistribusi normal. Pada uji homogenitas didapat hasil varians yang homogen. Sesudah itu, uji-t dijalankan, dan hasilnya memperlihatkan bahwasanya pendekatan PjBL yang terintegrasi dengan STEM memiliki dampak nyata pada pemahaman konsep fisika siswa.

Hal ini relevan dengan studi Jauhariyyah et al. (2017) dan Sasmita & Hartoyo (2020), dengan judul penelitiannya “Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PjBL) pada Pembelajaran Sains” dan “Pengaruh pendekatan pembelajaran STEM Project Based Learning terhadap pemahaman konsep fisika siswa”. Pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir kreatif siswa bervariasi secara signifikan antara siswa yang belajar memakai model tradisional dan memakai PjBL yang dikombinasikan dengan STEM, menurut kesimpulan studi ini. Model pembelajaran ini membuat siswa lebih aktif dan semangat belajar (Widiyanto et al., 2021; Rush, 2011).

Berdasarkan hasil pengamatan penulis selama melakukan penelitian, terlihat bahwasanya saat proses pembelajaran di kelas eksperimen siswa lebih memahami materi tentang Pengukuran. Dengan tujuan agar murid-murid mengungguli kelompok kontrol dalam ujian. Pada kelas eksperimen terlihat siswa lebih aktif dibanding siswa di kelas kontrol, karena pada kelas eksperimen pembelajaran dilakukan dengan memakai model PjBL terpadu STEM yang mendukung siswa untuk kreatif dalam membuat produk, dimana produk tersebut berupa poster alat ukur. Hasil yang lebih jelas terlihat pada nilai posttest siswa di kelas eksperimen yang lebih tinggi jika dibanding kelas kontrol.

KESIMPULAN

Berikut ini adalah beberapa temuan yang diperoleh dari penelitian yaitu berdasarkan hasil *posttest*, kelompok eksperimen punya skor rata-rata yang lebih tinggi dibanding kontrol. Rata-rata skor *posttest* pada kelompok kontrol adalah 66,67, sedangkan eksperimen adalah 74,56. Dapat disimpulkan bahwa kelompok eksperimen mengungguli kelompok kontrol pada *posttest*. Karena nilai signifikansi kedua kelas adalah 0,043, yang $< 0,05$, hipotesis yang disarankan diterima menurut hasil uji hipotesis. Pemahaman konsep fisika siswa di SMAN 1 X Koto Tanah Datar dipengaruhi oleh metodologi pembelajaran PjBL yang terintegrasi dengan STEM.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil studi yang didapatkan, peneliti merekomendasikan beberapa hasil untuk dijadikan bahan pertimbangan antara lain (1) kepada guru, diharapkan model pembelajaran *PjBL* terintegrasi STEM bisa menjadi diantara alternatif model yang bisa diterapkan di proses pembelajaran, (2) model pembelajaran *PjBL* terintegrasi STEM termasuk model yang membutuhkan waktu yang cukup panjang, sebaiknya guru atau peneliti bisa memaksimalkan waktu pembelajaran sebaik mungkin, dan (3) peneliti masa depan disarankan untuk menyempurnakan penelitian ini dengan mengumpulkan lebih banyak sumber daya terkini guna memfasilitasi penelitian serupa.

REFERENSI

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan *project based learning* terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202–212.
- Amin, N. F., Garancang, S., & Abunawas, K. (2023). Konsep Umum Populasi dan Sampel dalam Penelitian. *PILAR*, 14(1), 15-31.
- Anggraini, D. L., Yulianti, M., Nurfaizah, S., & Pandiangan, A. P. B. (2022). Peran guru dalam mengembangkan kurikulum merdeka. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Sosial*, 1(3), 290-298.
- Aristantia, G. (2017). Penerapan Science Technology Engineering Art Mathematics Pada Tema Air Dan Kita Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Mengetahui Profil Karakter Peserta Didik SMP [Other, Universitas Pendidikan Indonesia].
- Asrizal, A. (2023). Development of STEM-Integrated Static Fluid E-Modules to Improve Students Creative Thinking Skill. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 7(2), 1781-1784.
- Azarine, U. D. (2021). Pengaruh model pembelajaran *project based learning* terintegrasi stem terhadap pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kreatif siswa kelas X SMA Negeri 1 Kejayan pada materi fluida statis (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Malang).
- Habibah, F. H., Hidayati, H., Afrizon, R., Putra A., & Sundari, P. D (2023). Development Physics Module Based on Project Based Learning Integrated with Local Wisdom on Rotational Dynamics and Equilibrium of a Rigid Body. *Journal of Innovative Physics Teaching*, 1(1), 1-15.
- Jauhariyyah, F. R., Suwono, H., & Ibrohim. (2017). Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PjBL) pada Pembelajaran Sains. *Prosiding Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 2, hal.434-435.
- Kemendikbud. (2017). *Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: PT.Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- Rush, D. L. (2011). Integrated STEM education through project-based learning. *Learning. com*, 12(4).
- Mairizwan, M., Hidayati, H., Dewi, W.S., Afrizon, R., & Jarlis, R. (2022). Increasing the competence of physics teachers in designing PjBL-based teaching aids for the implemetations of the Merdeka Curriculum. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(6), 2948-2953.

- Navizah, N., & Asrizal, A. (2022). Development of STEM integrated physics e-modules to improve 21st century skills of students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(4), 1783-1789.
- Nilyani, K., Asrizal, A., Usmeldi, U. (2023). The effect of STEM integrated science learning on scientific literacy and critical thinking skills of students: A meta-analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 65-72.
- Putri, N. (2019). Pengaruh model *project based learning* terintegrasi STEM terhadap kemampuan pemecahan masalah fisika siswa pada konsep fluida dinamis (Bachelor's thesis, Jakarta: Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Syarif Hidayatullah).
- Sasmita, P. R., & Hartoyo, Z. (2020). Pengaruh pendekatan pembelajaran STEM Project Based Learning terhadap pemahaman konsep fisika siswa. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 2(2), 136-148.
- Sugiyono. (2019). *Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif Dan R&D*. Bandung: ALFABETA
- Suranti, N. M. Y., Gunawan, G., & Sahidu, H. (2016). Pengaruh model *project based learning* berbantuan media virtual terhadap penguasaan konsep peserta didik pada materi alat-alat optik. *Jurnal pendidikan fisika dan teknologi*, 2(2), 73-79.
- Tanti, T., Jamaluddin, J., & Syefrinando, B. (2017). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah terhadap Beliefs Siswa tentang Fisika dan Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 6(1), 23-36. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v6i1.603>
- Widiyanto, R., Herlina, K., & Andra, D. (2021). The need analysis of using physics e-module based PjBL- integrated STEM: The preliminary study research as a solution to improve problem-solving skills on light refraction material. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012079>