



JURNAL BASICEDU

Volume 9 Nomor 6 Tahun 2025 Halaman 1926 - 1937

Research & Learning in Elementary Education

<https://jbasic.org/index.php/basicedu>



Model Project-Based Learning untuk Peningkatkan Pemahaman Konsep Gerhana Langit Siswa Kelas VII MTs

Hani Uswathus Tsani Mahfudz^{1✉}, Nailil Inayah², Aning Wida Yanti³

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, Indonesia^{1,2,3}

E-mail: haniuswathustsanimahfudz@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa pada topik gerhana langit di kelas VII MTs Alif Laam Miim Surabaya. Pemahaman konsep gerhana yang abstrak memerlukan pendekatan kontekstual dan visual. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain *one group pretest-posttest* pada 27 siswa. Data dikumpulkan melalui tes pemahaman konsep dan lembar observasi keterlaksanaan sintak PjBL. Analisis data dilakukan menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk, uji *paired samples t-test*, dan perhitungan N-gain. Hasil menunjukkan keterlaksanaan sintaks PjBL mencapai 93,5% dengan peningkatan signifikan ($p<0,05$) pada pemahaman konsep siswa. Rata-rata N-gain sebesar 0,50 (kategori sedang) membuktikan PjBL efektif meningkatkan pemahaman konsep melalui kegiatan proyek kontekstual dan kolaboratif. Temuan ini memberikan bukti empiris bahwa PjBL merupakan strategi alternatif yang efektif untuk pembelajaran fenomena langit dan dapat memperkuat pemahaman konseptual siswa pada mata pelajaran IPA.

Kata Kunci: *Project-Based Learning*, pemahaman konsep, gerhana langit

Abstract

This study aims to determine the effectiveness of implementing the Project-Based Learning (PjBL) model in improving students' conceptual understanding of celestial eclipses in seventh grade at MTs Alif Laam Miim Surabaya. The abstract nature of eclipse concepts requires a contextual and visual approach. This research employed a quantitative method with a one-group pretest-posttest design involving 27 students. Data were collected through conceptual understanding tests and PjBL syntax implementation observation sheets. Data analysis was conducted using Shapiro-Wilk normality test, paired samples t-test, and N-gain calculation. The results showed that the implementation of PjBL syntax reached 93.5% with a significant improvement ($p<0.05$) in students' conceptual understanding. The average N-gain score of 0.50 (moderate category) demonstrates that PjBL effectively enhances conceptual understanding through contextual and collaborative project activities. These findings provide empirical evidence that PjBL is an effective alternative strategy for teaching celestial phenomena and can strengthen students' conceptual understanding in science subjects.

Keywords: *Project-Based Learning*, conceptual understanding, celestial eclipses

Copyright (c) 2025 Hani Uswathus Tsani Mahfudz, Nailil Inayah, Aning Wida Yanti

✉ Corresponding author :

Email : haniuswathustsanimahfudz@gmail.com

DOI : <https://doi.org/10.31004/basicedu.v9i6.10939>

ISSN 2580-3735 (Media Cetak)

ISSN 2580-1147 (Media Online)

PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di SMP/MTs bertujuan membangun pemahaman konseptual siswa sekaligus menumbuhkan sikap ilmiah melalui kegiatan mengamati, bertanya, dan menyusun laporan berdasarkan data pengamatan. Tujuan ini menekankan bahwa pembelajaran IPA tidak cukup berhenti pada penguasaan fakta. Permendikbudristek Nomor 12 Tahun 2024 menegaskan bahwa pembelajaran IPA harus mengintegrasikan keterhubungan antara pengetahuan (produk), keterampilan (proses), dan sikap ilmiah agar siswa mampu menjelaskan fenomena alam secara bermakna (Kemendikbudristek, 2024). Pemahaman konsep menjadi inti dari pembelajaran karena memungkinkan siswa mengaitkan informasi baru dengan pengetahuan yang sudah dimiliki, kemudian menerapkannya untuk menghadapi situasi kontekstual (Sutaryani & Tika, 2024). Tanpa pemahaman konseptual, proses pembelajaran hanya menghasilkan hafalan yang mudah hilang dan sulit digunakan dalam konteks kehidupan sehari-hari.

Pemahaman konseptual siswa dalam pembelajaran IPA belum mencapai standar kompetensi yang diharapkan, khususnya di tingkat SMP/MTs. Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan peneliti di MTs Alif Laam Miim Surabaya pada 16 April 2025, siswa kelas VII menunjukkan kesulitan dalam menjelaskan fenomena ilmiah secara runtut dan berbasis konsep. Sebagian besar siswa hanya mampu menyebutkan fakta dasar, tetapi belum dapat menghubungkannya dengan penalaran ilmiah. Hasil asesmen awal memperlihatkan rata-rata skor pemahaman konsep sebesar 58,67 yang berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) dan termasuk kategori rendah. Temuan ini sejalan dengan wawancara bersama guru IPA yang menyatakan bahwa siswa cenderung mengandalkan hafalan daripada membangun pemahaman yang mendalam. Guru juga menekankan bahwa keterbatasan variasi model pembelajaran menyebabkan siswa kurang terlatih dalam mengaitkan materi dengan konteks kehidupan sehari-hari. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara orientasi pembelajaran IPA yang menekankan pemahaman konseptual dengan praktik pembelajaran di kelas, sehingga diperlukan strategi yang mampu memperkuat konstruksi konsep secara lebih bermakna (Indarta et al., 2022).

Tantangan dalam membangun pemahaman konsep semakin kompleks ketika siswa dihadapkan pada materi IPA yang bersifat abstrak, khususnya pada topik ilmu astronomi. Menurut Anderson dan Krathwohl (2010), terdapat enam indikator pemahaman konsep, yakni 1) kemampuan menafsirkan (*interpreting*), 2) mencontohkan (*exemplifying*), 3) mengklasifikasikan (*classifying*), 4) menarik inferensi (*inferring*), 5) membandingkan (*comparing*), dan 6) menjelaskan (*explaining*). Indikator-indikator tersebut menuntut proses kognitif yang tidak hanya menghafal informasi faktual, melainkan juga menghubungkan konsep dengan konteks kehidupan. Dalam kajian tata surya, fenomena gerhana langit menjadi contoh konkret materi yang menuntut integrasi pemahaman spasial, temporal, dan kausal (Maulidiyah et al., 2024). Siswa diharapkan mampu memvisualisasikan posisi relatif Matahari, Bumi, dan Bulan serta memahami hubungan konseptual dari interaksi ketiganya. Namun, rendahnya pemahaman konsep pada topik ini sering dipengaruhi oleh praktik pembelajaran yang masih berpusat pada guru, penggunaan model pembelajaran yang kurang sesuai dengan karakteristik kognitif siswa, serta kurangnya media visual atau simulasi. Situasi ini berdampak pada rendahnya minat, keterlibatan, dan motivasi belajar sehingga siswa cenderung memahami fenomena gerhana hanya pada pemahaman parsial. Hal tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara tujuan pembelajaran yang menekankan pemahaman konseptual dengan praktik pembelajaran yang cenderung berfokus pada penyampaian informasi. Oleh karena itu, diperlukan penerapan model pembelajaran yang lebih interaktif dan kontekstual agar siswa dapat membangun representasi mental melalui pengalaman belajar aktif serta memperoleh pemahaman yang lebih utuh dan bermakna (Prasetyo & Setiani, 2025).

Project-Based Learning (PjBL) adalah model pembelajaran yang mengorganisasi kelas dalam sebuah proyek (Thomas, 2000). Model *Project-Based Learning* (PjBL) dikembangkan untuk meningkatkan keterlibatan aktif siswa dalam membangun pemahaman konseptual. Model *Project-Based Learning* (PjBL)

menempatkan siswa sebagai subjek utama proses belajar, sementara guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing jalannya kegiatan. Melalui model ini, siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi juga berkesempatan merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi proyek berbasis investigasi nyata. Karakteristik PjBL yang berorientasi pada prinsip *learning by doing* memungkinkan siswa membangun representasi mental melalui kegiatan simulatif yang relevan dengan topik abstrak seperti gerhana. *The George Lucas Educational Foundation* (2007) menjelaskan enam tahapan utama dalam model ini, yaitu 1) membuka pelajaran dengan suatu pertanyaan menantang (*start with the big question*), 2) merencanakan proyek (*design a plan for the project*), 3) menyusun jadwal aktivitas (*create a schedule*), 4) mengawasi jalannya proyek (*monitor the students and the progress of the project*), 5) melakukan penilaian terhadap produk yang dihasilkan (*assess the outcome*), dan 6) melakukan evaluasi (*evaluate the experience*). Melalui tahapan tersebut, siswa diberi ruang untuk mengeksplorasi konsep secara mendalam, merefleksikan proses, dan mengaitkan hasil belajarnya dengan prinsip ilmiah yang benar. Dengan demikian, PjBL memberikan pengalaman belajar yang interaktif, kontekstual, dan kolaboratif serta dapat memperkuat pemahaman konsep pada materi yang menuntut integrasi berpikir abstrak dan visualisasi, termasuk mekanisme terjadinya gerhana langit.

Penerapan *Project-Based Learning* (PjBL) dalam pendidikan IPA terbukti efektif dalam membangun pemahaman konsep pada materi yang bersifat abstrak. Analisis bibliometrik yang dilakukan oleh Kadirhanogulları dan Köse (2024) terhadap publikasi dalam basis data Scopus menemukan bahwa *Project-Based Learning* (PjBL) termasuk model pembelajaran yang paling banyak digunakan untuk mengaitkan sains dengan konteks kehidupan nyata. Hasil kajian ini juga menunjukkan konsistensi temuan penelitian yang menegaskan bahwa PjBL berkontribusi pada peningkatan motivasi, keterlibatan, dan pemahaman konseptual siswa. Temuan serupa diperoleh dari penelitian kuasi-eksperimental internasional oleh Naushabekov et al., (2025) yang menguji pengaruh *Project-Based Learning* (PjBL) terhadap pemahaman konsep pada 50 siswa kelas IX. Pemahaman konsep diukur menggunakan *Force Concept Inventor* dan hasil analisis pra-pasca dengan uji t serta ANCOVA memperlihatkan peningkatan signifikan. Penelitian oleh Sonia et al., (2021) mengkaji penerapan *Project-Based Learning* (PjBL) pada 23 siswa kelas VII dengan desain *one-group pretest–posttest*. Hasil tes pemahaman konsep menunjukkan N-gain rata-rata 0,50 pada kategori sedang, dengan variasi peningkatan pada setiap indikator. Temuan ketiga penelitian tersebut menegaskan bahwa karakteristik *Project-Based Learning* (PjBL) yang mencakup kerja proyek kontekstual, investigasi terstruktur, monitoring proses, dan penilaian produk berkontribusi dalam membangun pemahaman konsep pada topik yang menuntut integrasi spasial, temporal, dan kausal.

Penelitian terdahulu telah menguji efektivitas PjBL pada berbagai topik sains, namun belum banyak mengeksplorasi penerapannya pada pembelajaran gerhana di lingkungan MTs dengan pengukuran komprehensif keenam indikator pemahaman konsep menurut Anderson & Krathwohl (2010). Padahal, fenomena gerhana merupakan konsep abstrak yang menuntut visualisasi spasial dan pemahaman kausal yang sulit dicapai melalui pembelajaran konvensional, terutama di sekolah berbasis pesantren yang cenderung mengutamakan metode ceramah. Penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan menguji efektivitas PjBL secara empiris pada konteks MTs Alif Laam Miim Surabaya yang khas, sekaligus mengukur peningkatan pemahaman konsep melalui keenam indikator kognitif secara bersamaan yang belum banyak diteliti dalam pembelajaran astronomi di sekolah menengah pertama. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk menguji dampak penerapan PjBL dalam mengatasi miskonsepsi persisten tentang mekanisme gerhana matahari dan bulan melalui pendekatan aktif yang sesuai dengan karakteristik pembelajaran di lingkungan pesantren. Temuan penelitian ini diharapkan dapat memperkaya bukti empiris tentang relevansi PjBL dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA pada materi abstrak, sekaligus memberikan panduan praktis bagi guru dalam menerapkan model pembelajaran kontekstual yang sesuai dengan karakteristik siswa MTs.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode *weak experiment design*. Metode ini dipilih karena penelitian dilaksanakan pada situasi kelas yang nyata tanpa menggunakan kelompok kontrol. Desain penelitian yang digunakan adalah *One Group Pretest-Posttest Design* (Creswell, 2009). Desain ini digambarkan sebagai berikut:

$$O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

Pada desain ini, siswa diberikan tes awal (O_1) untuk mengetahui kemampuan awal, kemudian diberikan perlakuan (X) berupa penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL), dan setelah pembelajaran selesai diberikan tes akhir (O_2) untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep.

Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025 di MTs Alif Laam Miim Surabaya tepatnya pada tanggal 21 – 30 April 2025 dengan subjek 27 siswa kelas VII B. Instrumen yang digunakan berupa tes pemahaman konsep tentang gerhana langit yang dikembangkan berdasarkan indikator pemahaman konsep menurut Anderson & Krathwohl (2010), yaitu (1) menafsirkan, (2) mencontohkan, (3) mengklasifikasikan, (4) menarik inferensi, (5) membandingkan, dan (6) menjelaskan. Tes pemahaman konsep divalidasi oleh tiga ahli pendidikan IPA dan telah diuji coba pada 30 siswa di luar sampel penelitian. Uji validitas menggunakan korelasi Product Moment Pearson menunjukkan koefisien validitas antara 0,42-0,78 ($p<0,05$). Reliabilitas instrumen dihitung menggunakan Cronbach's Alpha dengan nilai 0,83, menunjukkan tingkat keandalan yang tinggi.

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua kali pertemuan dengan alokasi waktu masing-masing 90 menit per pertemuan, sesuai dengan jadwal pelajaran IPA di MTs Alif Laam Miim Surabaya. Pertemuan pertama difokuskan pada tahap *start with the big question, design a plan for the project, and create a schedule*, dengan alokasi waktu masing-masing 20 menit untuk tahap pembukaan, 40 menit untuk perencanaan proyek, dan 25 menit untuk penyusunan jadwal aktivitas, dilengkapi dengan 5 menit penutup. Pada pertemuan kedua, alokasi waktu disusun untuk tahap *monitor the progress of the project* (30 menit), *assess the outcome* (40 menit), dan *evaluate the experience* (20 menit). Setiap tahap dilaksanakan secara berurutan sesuai dengan sintaks PjBL yang telah diadaptasi dari The George Lucas Educational Foundation (2007), dengan penyesuaian durasi berdasarkan karakteristik materi gerhana dan kebutuhan siswa. Sebelum implementasi utama, peneliti melakukan observasi kelas selama satu minggu untuk menyesuaikan rancangan waktu dengan karakteristik pembelajaran di sekolah tersebut. Data observasi keterlaksanaan sintak dalam penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) dianalisis menggunakan rumus: (Arikunto, 2018)

$$P = \frac{f}{n} \times$$

Keterangan:

P = Persentase keterlaksanaan sintaks

f = Jumlah respon "Ya"

n = Jumlah responden

Hasil analisis kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria tingkat ketercapaian, yaitu 0–20% (tidak baik), 21–40% (kurang baik), 41–60% (cukup), 61–80% (baik), dan 81–100% (sangat baik). Untuk memastikan konsistensi penilaian, observer independen melakukan pengamatan simultan dengan koefisien kesepakatan (*inter-rater reliability*) minimal 0,85. Uji validitas menggunakan korelasi Product Moment Pearson menunjukkan koefisien validitas antara 0,42-0,78 ($p<0,05$). Reliabilitas instrumen dihitung menggunakan Cronbach's Alpha dengan nilai 0,83, menunjukkan tingkat keandalan yang tinggi.

Data hasil tes dianalisis dengan SPSS versi 21 melalui uji Shapiro-Wilk untuk normalitas dan Paired Sample t-Test untuk menguji perbedaan hasil *pretest* dan *posttest*. Adapun hipotesis yang digunakan ialah Ho: Penerapan *Project-Based Learning* tidak menunjukkan perbedaan peningkatan pemahaman konsep siswa, dan Ha: Penerapan *Project-Based Learning* menunjukkan perbedaan peningkatan pemahaman konsep siswa.

Kriterianya $\text{Sig. (2-tailed)} < 0,05$ berarti H_0 ditolak dan $\text{Sig. (2-tailed)} > 0,05$ berarti H_0 diterima. Selain itu, peningkatan pemahaman konsep dihitung menggunakan N-gain (Hake, 1999) melalui persamaan berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{S_{\text{post-test}} - S_{\text{pre-test}}}{S_{\text{maksimum}} - S_{\text{pre-test}}}$$

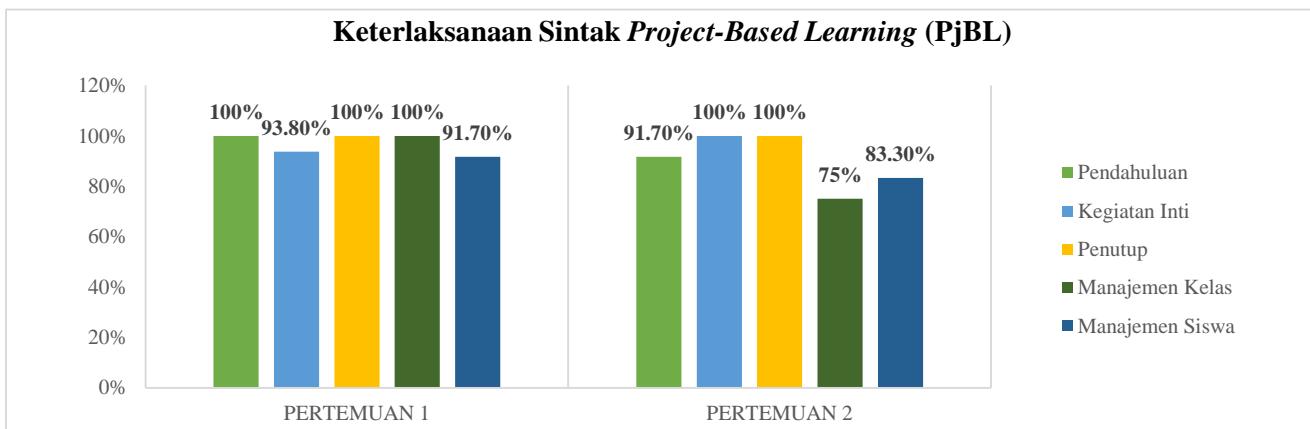
Keterangan:

- $\langle g \rangle$ = gain ternormalisasi
- $S_{\text{post-test}}$ = skor tes akhir
- $S_{\text{pre-test}}$ = skor tes awal
- S_{maksimum} = skor maksimum dari skor tes awal dan skor tes akhir

Kategori peningkatan pemahaman konsep siswa ditentukan berdasarkan kriteria: $\geq 0,7$ (tinggi), $0,3 \leq \langle g \rangle < 0,7$ (sedang), dan $< 0,3$ (rendah).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis data yang didapat pada penelitian ini, yakni data keterlaksanaan sintak *Project-Based Learning* (PjBL) dan data hasil *pre-test post-test*. Pengamatan dilaksanakan berdasarkan pada lembar observasi keterlaksanaan sintak yang memiliki alternatif jawaban ‘Ya’ dan ‘Tidak’. Keterlaksanaan sintak pada kegiatan pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) yang diterapkan dapat diketahui berdasarkan hasil yang didapatkan selama kegiatan observasi. Hasil observasi keterlaksanaan sintak telah dijabarkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Keterlaksanaan Sintak *Project-Based Learning* (PjBL)

Berdasarkan Gambar 1, diketahui bahwa keterlaksanaan sintak model *Project-Based Learning* (PjBL) di pertemuan pertama mencapai 97,1% dengan kriteria sangat baik, begitu pula pada pertemuan kedua memiliki kriteria sangat baik yakni 90%. Secara keseluruhan, rata-rata keterlaksanaan sintak sebesar 93,5%, yang dikategorikan sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) telah dilaksanakan sesuai dengan sintaks yang diharapkan.

Metode tes dilaksanakan dalam dua tahap, yakni *pretest* dan *posttest*. Hal itu dilakukan agar peningkatan pemahaman konsep siswa pada saat sebelum dan sesudah diterapkan *Project-Based Learning* (PjBL) dapat diketahui (Cohen et al., 1998). Apabila siswa memperoleh nilai yang sama atau di atas KKM, yakni 75, siswa akan dinyatakan tuntas. Tabel 1 berikut menunjukkan ketuntasan tes pemahaman konsep pada *pretest* dan *posttest* topik gerhana langit.

Tabel 1. Ketuntasan Tes Pemahaman Konsep

Nilai Huruf	Keterangan	Jumlah Siswa		Persentase (%)	
		pre-test	post-test	pre-test	post-test
85-100	A	Sangat Baik	0 orang	0%	9 orang
75-84	B	Baik	8 orang	29,62%	14 orang

60-74	C	Cukup	11 orang	40,74%	2 orang	7,40%
40-59	D	Kurang	4 orang	14,81%	1 orang	3,70%
0-39	E	Sangat Kurang	4 orang	14,81%	1 orang	3,70%

Tabel 1 menunjukkan peningkatan persentase ketuntasan belajar siswa dari pretest ke posttest. Pada pretest, hanya 29,62% siswa yang mencapai kriteria ketuntasan minimal (KKM 75), sedangkan pada posttest meningkat menjadi 85,18%. Sebelum melakukan uji t berpasangan, uji normalitas pada data dilakukan terlebih dahulu untuk memastikan distribusi data yang normal. Melalui program SPSS versi 21, hasil uji normalitas Shapiro-Wilk ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Normalitas Pemahaman Konsep

	Shapiro-Wilk		Keterangan
	Statistic	df	
Pretest	.938	27	.112 Normal
Posttest	.931	27	.072 Normal

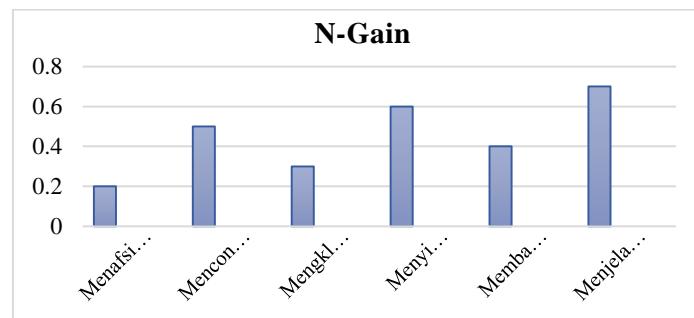
Berdasarkan Tabel 2, nilai signifikansi data pretest (0,112) dan posttest (0,072) lebih besar dari $\alpha = 0,05$. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji t berpasangan untuk mengidentifikasi pengaruh *Project-Based Learning* (PjBL) terhadap hasil belajar siswa.

Tabel 3. Hasil Uji Paired samples T test

Pair		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Mean			
					Lower			
Pair 1	Pretest - Posttest	-18.51852	9.37415	1.80406	-22.22681 -14.81023	-	26	<,001 10.265

Berdasarkan Tabel 3, hasil *paired samples t-test* menunjukkan nilai $t(26) = 10.26$ dengan $p = 0.001 < 0.05$. Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*, sehingga hipotesis alternatif (H_a) diterima dan hipotesis nol (H_0) ditolak.

Selanjutnya, untuk mengetahui besarnya peningkatan pemahaman konsep yang terjadi setelah penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL), dilakukan analisis gain ternormalisasi (N-gain). Analisis ini memberikan gambaran tingkat efektivitas model dalam meningkatkan kemampuan konseptual siswa pada setiap indikator pemahaman. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa skor rata-rata tes aspek pemahaman konsep siswa setelah dinormalisasi menggunakan persamaan Hake (1999) memperlihatkan rata-rata peningkatan sebesar 0,50 yang termasuk kategori sedang. Peningkatan pada setiap indikator pemahaman konsep disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik N-gain Pemahaman Konsep per Indikator

Berdasarkan Gambar 2, peningkatan tertinggi terjadi pada indikator menjelaskan (0,70) yang termasuk kategori tinggi. Peningkatan kategori sedang terlihat pada indikator mencontohkan (0,50), mengklasifikasikan

(0,30), menyimpulkan (0,60), dan membandingkan (0,40). Sementara itu, peningkatan paling rendah terjadi pada indikator menafsirkan (0,20) dengan kategori rendah.

Temuan keterlaksanaan sintaks PjBL yang tinggi (93,5%) mengkonfirmasi penelitian Fitriah et al., (2022) bahwa keberhasilan PjBL bergantung pada konsistensi implementasi setiap tahapan pembelajaran. Tingkat keterlaksanaan yang sangat baik ini menjadi fondasi penting bagi efektivitas model dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa. Peningkatan signifikan hasil belajar ($p = 0,001$) sejalan dengan prinsip dasar konstruktivisme Vygotsky (1978) yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman langsung dan interaksi sosial. Dalam konteks materi gerhana langit yang abstrak, PjBL memberikan pengalaman konkret melalui pembuatan model fisik yang menggambarkan posisi relatif Matahari, Bumi, dan Bulan. Proses ini memungkinkan siswa mengonstruksi pengetahuan secara aktif sesuai dengan teori pembelajaran modern (Rahayu et al., 2023).

Penggunaan media 3D (bola, senter, layar) ternyata krusial untuk menjembatani gap antara konsep abstrak dan pengalaman sensorik siswa (Lapele & Papalia, 2025). Media tiga dimensi ini berfungsi sebagai *cognitive artifact* yang memungkinkan manipulasi langsung, mengurangi ambiguitas representasi spasial dan menjadikan relasi posisi Matahari-Bumi-Bulan lebih nyata (Chastenay, 2023). Namun, efektivitas media tidak otomatis, keberhasilan penggunaannya bergantung pada desain aktivitas yang memandu siswa untuk representasi kompleks (3D) menggunakan perhatian terarah (*guided inquiry*), dan adanya momen refleksi yang memaksa siswa memformalisisasi pengamatan mereka ke dalam konsep ilmiah (Cardoso & Silva, 2021). Oleh karena itu, penting bagi pendidik untuk merancang aktivitas yang tidak hanya memanfaatkan media 3D, tetapi juga mendorong diskusi dan kolaborasi antar siswa untuk memperdalam pemahaman konsep.

Dalam *The George Lucas Educational Foundation* (2007), tahapan utama dalam model PjBL meliputi: *start with the big question, design a plan for the project, create a schedule, monitor the students and the progress of the project, assess the outcome, and evaluate the experience*. Dalam penelitian ini, tahapan tersebut diintegrasikan secara sistematis ke dalam proses pembelajaran. Analisis mendalam menunjukkan bahwa setiap tahapan PjBL memiliki kontribusi spesifik terhadap pengembangan indikator pemahaman konsep. Pada tahap *start with the big question* (pertemuan pertama, 20 menit), siswa diajak mengamati video fenomena gerhana dan merumuskan pertanyaan penelitian. Tahap ini berkontribusi signifikan pada pengembangan kemampuan menafsirkan, meskipun peningkatannya relatif rendah (0,20). Kesulitan ini sejalan dengan temuan Ratih & Arsih, (2024) bahwa kemampuan spasial memerlukan *scaffolding* bertahap karena beban kognitif yang tinggi.

Tahap *design a plan for the project* (40 menit) dan *create a schedule* (25 menit) menunjukkan dampak signifikan pada pengembangan kemampuan mengklasifikasikan (0,30) dan menarik inferensi (0,60). Proses perencanaan proyek memungkinkan siswa mengorganisasi informasi secara sistematis dan mengidentifikasi hubungan sebab-akibat dalam fenomena gerhana (Salsabila et al., 2024). Temuan ini mendukung teori *cognitivist* yang menyatakan bahwa struktur informasi yang terorganisir meningkatkan retensi konsep (Haryanti et al., 2021). Kegiatan ini diperkaya dengan penggunaan media 3D berupa bola sebagai representasi Bumi dan Bulan yang dimanipulasi siswa untuk memvisualisasikan posisi relatif kedua benda langit tersebut. Media 3D ini memberikan pengalaman multisensori yang memperkuat representasi mental siswa tentang konsep gerhana (Tsichouridis et al., 2024).

Pada tahap *monitor the students and the progress of the project* (30 menit), siswa mengembangkan kemampuan membandingkan (0,40) dan mencontohkan (0,50) melalui diskusi kelompok dan pembuatan model menggunakan bola, senter, dan layar. Aktivitas manipulasi objek fisik ini sesuai dengan prinsip *embodied cognition* yang menekankan hubungan antara pengalaman sensorimotor dan pemahaman konseptual (Castilho et al., 2020). Media 3D yang digunakan pada tahap ini berfungsi sebagai jembatan kognitif yang menghubungkan konsep abstrak dengan pengalaman konkret (Prasetyo & Setiani, 2025). Representasi bola-bola yang diarahkan pada senter sebagai sumber cahaya membantu siswa memahami mekanisme terjadinya gerhana melalui eksplorasi langsung. Penelitian Hindun et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan media

3D dalam pembelajaran astronomi mampu meningkatkan kemampuan visualisasi spasial siswa hingga 35% dibandingkan dengan metode konvensional.

Tahap *assess the outcome* (40 menit) dan *evaluate the experience* (20 menit) menunjukkan kontribusi paling signifikan pada peningkatan indikator menjelaskan (0,70). Aktivitas presentasi hasil proyek memberikan ruang optimal bagi siswa untuk mengartikulasikan pemahaman mereka secara verbal dan tertulis (Tyagi, 2022). Temuan Boss & Krauss (2022) juga sejalan dengan presentasi produk dalam PjBL meningkatkan kemampuan verbalisasi konsep melalui mekanisme internalisasi pengetahuan. Teori konstruktivisme sosial Vygotsky, (1978) menjelaskan bahwa proses komunikasi memperkuat representasi mental karena siswa harus mereorganisasi pemahaman mereka menjadi bentuk yang dapat dipahami orang lain. Variasi peningkatan pada keenam indikator pemahaman konsep mengungkap pola yang menarik untuk dianalisis secara teoretis. Peningkatan tertinggi pada indikator "menjelaskan" (0,70) bertolak belakang dengan rendahnya peningkatan pada indikator "menafsirkan" (0,20). Perbedaan ini mencerminkan disparitas antara kemampuan verbal dan spasial siswa dalam memahami fenomena langit (Chen, 2024).

Konteks pembelajaran di MTs Alif Laam Miim memiliki karakteristik khusus yang mempengaruhi hasil penelitian. Kultur pembelajaran di pesantren yang menekankan kemampuan verbal dan diskusi menjelaskan mengapa indikator "menjelaskan" mengalami peningkatan tertinggi. Namun, rendahnya kemampuan spasial pada indikator "menafsirkan" mungkin dipengaruhi oleh kurangnya pengalaman siswa MTs dengan representasi visual ilmiah dalam kemampuan dasar mereka (Hasanah et al., 2024). Perbedaan ini sejalan dengan studi komparatif yang menunjukkan variasi peningkatan indikator pemahaman konsep ketika menerapkan PjBL pada konteks yang berbeda (Suryani et al., 2024). Perbedaan peningkatan antar indikator juga sejalan dengan Uno & Mohamad (2022) yang menjelaskan bahwa karakteristik individu, kebiasaan belajar, serta latar belakang pengetahuan berpengaruh terhadap tingkat pemahaman konsep. Faktor tersebut menjelaskan mengapa indikator menjelaskan mengalami peningkatan tinggi, sementara menafsirkan masih rendah

Keterbatasan penelitian ini perlu diakui untuk kejujuran ilmiah dan pengembangan penelitian lanjutan. Desain *one-group pretest-posttest* yang digunakan rentan terhadap ancaman validitas internal seperti efek maturasi dan sejarah (Bo & Galiani, 2021). Selain itu, implementasi PjBL hanya dilakukan dalam dua pertemuan sehingga tidak cukup untuk mengatasi hambatan kognitif kompleks pada materi astronomi. Temuan rendahnya peningkatan pada indikator menafsirkan (0,20) mengindikasikan perlunya modifikasi desain pembelajaran dengan *scaffolding* bertahap.

Implikasi praktis penelitian ini memberikan beberapa rekomendasi untuk guru IPA. Pertama, penggunaan *scaffolding* bertahap untuk indikator menafsirkan, dimulai dari visualisasi dua dimensi sederhana sebelum beralih ke model tiga dimensi kompleks. Kedua, integrasi media 3D yang mudah diakses seperti bola, senter, dan layar dapat mengurangi *cognitive load* pada materi IPA. Ketiga, alokasi waktu yang memadai (minimal enam pertemuan) diperlukan untuk materi astronomi yang abstrak, sesuai rekomendasi Kurikulum Merdeka. Keempat, di MTs, integrasi kitab kuning atau teks Islam klasik yang membahas sains dapat meningkatkan relevansi pembelajaran dan memperkuat motivasi intrinsik siswa (Ayu et al., 2024).

Penelitian lanjutan disarankan menggunakan desain kuasi-eksperimental dengan kelompok kontrol untuk mengisolasi efek PjBL secara lebih akurat. Pengembangan instrumen khusus untuk mengukur kemampuan spasial siswa dalam pembelajaran IPA perlu dilakukan (Kadirhanogullari & Ozay Kose 2023). Integrasi media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik siswa MTs perlu dieksplorasi lebih lanjut untuk meningkatkan kemampuan spasial pada indikator menafsirkan (Satriani et al., 2023). Keterbatasan peningkatan pada indikator menafsirkan (0,20) menegaskan kebutuhan akan *scaffolding visual* yang lebih terstruktur. Strategi praktis yang direkomendasikan adalah: (1) memulai dengan peta konseptual dan diagram 2D yang menyoroti sumbu dan arah gerak; (2) memberikan tugas observasi terarah (mis. "identifikasi bayangan pada titik X") sebelum manipulasi 3D; (3) menggunakan pertanyaan pemandu yang memecah proses penalaran spasial menjadi langkah-langkah kecil; dan (4) menerapkan latihan mental rotation sederhana sebagai pemanasan kognitif.

Langkah-langkah ini menurunkan *intrinsic cognitive load* sehingga working memory siswa dapat fokus pada konstruksi konsep, bukan sekadar memahami format visual.

Dari sisi assessment, selain *pretest-posttest*, disarankan menerapkan penilaian formatif berkelanjutan: rubrik produk (kualitas model), rubrik proses (kontribusi kelompok, pencatatan eksperimen), dan rubrik presentasi (kejelasan konsep dan kemampuan menjelaskan) (Schäfer, 2022). Penilaian portofolio dan video dokumentasi proyek memberi bukti autentik pemahaman dan memungkinkan penilaian aspek *higher-order* seperti sintesis dan evaluasi. *Peer assessment* juga bermanfaat untuk membantu siswa belajar merefleksikan kualitas penjelasan dan model teman, serta menginternalisasi standar ilmiah (Hanauer et al., 2023). Penerapan metode penilaian yang beragam ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga mendorong kolaborasi dan keterampilan komunikasi di antara siswa, yang sangat penting dalam pembelajaran berbasis proyek.

Peran guru berubah dari pemberi materi menjadi *facilitator-desainer kegiatan*. Oleh karena itu, pengembangan kapasitas guru menjadi penting: pelatihan tentang desain tugas proyek yang baik, teknik *scaffolding* spasial, dan penggunaan media sederhana harus menjadi prioritas. Latihan microteaching, observasi antar-guru, dan pembuatan bank aktivitas PjBL kontekstual (khusus untuk topik astronomi) akan membantu mempertahankan kualitas implementasi ketika PjBL diterapkan secara berkelanjutan (Dasmo et al., 2022).

Secara teoretis, penelitian ini memperkaya pemahaman tentang bagaimana PjBL memfasilitasi konstruksi pengetahuan pada materi abstrak melalui prinsip *embodied cognition*. Hasil ini mengkonfirmasi bahwa interaksi langsung dengan objek pembelajaran membantu siswa membentuk representasi mental yang lebih utuh tentang konsep abstrak. Temuan ini juga mendukung teori *cognitive load* yang menyatakan bahwa fenomena astronomi memerlukan desain pembelajaran bertahap (Chistyakov et al., 2023).

Berdasarkan hasil tersebut, penerapan model *Project-Based Learning* terbukti efektif meningkatkan pemahaman konsep gerhana langit pada siswa kelas VII MTs Alif Laam Miim. Namun, efektivitasnya bervariasi tergantung pada karakteristik indikator pemahaman konsep dan konteks pembelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa untuk materi abstrak dengan *cognitive load* tinggi seperti astronomi, diperlukan desain pembelajaran yang diadaptasi secara kontekstual dengan *scaffolding* bertahap. Integrasi prinsip pedagogis, teori kognitif, dan pertimbangan kontekstual merupakan kunci keberhasilan implementasi PjBL untuk pembelajaran IPA di tingkat menengah.

KESIMPULAN

Penerapan model *Project-Based Learning* terbukti efektif meningkatkan pemahaman konsep gerhana langit pada siswa kelas VII MTs Alif Laam Miim. Implementasi sintaks PjBL berjalan sangat baik (93,5%) dengan peningkatan signifikan pemahaman konsep siswa, terutama pada kemampuan menjelaskan fenomena gerhana. Karakteristik PjBL yang kontekstual dan kolaboratif memungkinkan siswa membangun representasi mental melalui pengalaman langsung, sesuai prinsip konstruktivisme. Temuan ini memberikan bukti empiris bahwa pendekatan berbasis proyek dapat menjadi alternatif efektif mengajarkan konsep materi IPA yang abstrak di sekolah menengah. Bagi guru, penelitian ini menawarkan desain pembelajaran terstruktur dengan enam tahapan PjBL yang dapat diadaptasi untuk topik IPA lainnya yang memerlukan visualisasi. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengeksplorasi pengembangan media 3D sederhana ataupun integrasi teknologi digital dalam PjBL yang dapat diakses di lingkungan pesantren untuk memperkuat kemampuan spasial siswa pada setiap indikator.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada MTs Alif Laam Miim Surabaya atas izin dan dukungan yang diberikan selama proses penelitian berlangsung. Apresiasi juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu hingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, W. L., & Krathwohl, D. R. (2010). *Pembelajaran, Pengajaran, dan Asesmen*. Pustaka Pelajar.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. PT. Rineka Cipta.
- Ayu, G., Kade, N., S., S., W., B., I., & Arnyana, P. (2024). Integrasi Etnopedagogi dalam Pembelajaran IPA untuk Memperkaya Pemahaman Budaya dan Sains. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(6), 6507–6518. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i6.7726>
- Bo, H., & Galiani, S. (2021). Assessing External Validity. *Research in Economics*. <https://doi.org/10.1016/J.RIE.2021.06.005>
- Boss, S., & Krauss, J. (2022). *Reinventing Project-Based Learning: Your Field Guide to Real-World Projects in the Digital Age*. ASCD. <https://books.google.co.id/books?id=ZK-FEAAAQBAJ>
- Cardoso, H. C., & da Silva, T. G. (2021). Visualização no Ensino de Ciências Uma Perspectiva Para A Integração de Atividades Experimentais. *Research, Society and Development*. <https://doi.org/10.33448/RSD-V10I1.11981>
- Castilho, V., Henriques, D., Correia, W., Melo Souza, L., & Barros Melo, S. (2020). *Embodied Cognition and Tactile Interaction: A Review on How Multi-sensorimotor Experiences Assisted by 3D Printing Can Shape the General Perception of Daily Activities*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49713-2_23
- Chastenay, P. (2023). Promoting Perspective-Taking in Astronomy By Casting Images from A Phone or Tablet up Unto A Screen. *Astronomy Education Journal*. <https://doi.org/10.32374/aej.2023.3.1.042aep>
- Chen, Y.-C. (2024). The Critical Yet Overlooked Spatial Competence in Learning Astronomy: Decoding Semantic Spatial Information In Pictures. *Journal of Baltic Science Education*. <https://doi.org/10.33225/jbse/24.23.1134>
- Chistyakov, A. A., Zhdanov, S. P., Avdeeva, E. L., Dyadichenko, E. A., Kunitsyna, M. L., & Yagudina, R. I. (2023). Exploring The Characteristics and Effectiveness Of Project-Based Learning for Science and STEAM Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(5). <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/13128>
- Cohen, L. H., Cimbolic, K., Armeli, S. R., & Hettler, T. R. (1998). Quantitative Assessment of Thriving. *Journal of Social Issues*, 54(2), 323–335. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1998.tb01221.x>
- Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications. <https://books.google.co.id/books?id=bttwENORfhgC>
- Dasmo, D., Okyranida, I. Y., Fitrian, A., Mulyaningsih, N. N., Widiyatun, F., & Astuti, I. A. D. (2022). Analisis Persepsi Kebutuhan Guru SMA dalam Mengimplementasikan Model Project Based Learning (PjBL). *Terintegrasi Budaya Lokal. Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah*. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v6i2.1757>
- Fitriah, N., Hidayat, A., & Kuswanto, H. (2022). The effect of Project-Based Learning on Students' Science Process skills and Conceptual Understanding. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(4), 518–530. <https://doi.org/10.26714/jps.9.1.2021.113-119>
- Hake, R. R. (1999). *Analizing Change / Gain Scores*. Woodland Hills: Dept. Of Physics, Indiana University.
- Hanauer, D. I., Zhang, T., Graham, M. J., Adams, S. D., Ahumada-Santos, Y. P., Alvey, R. M., Antunes, M. S., Ayuk, M. A., Báez-Flores, M. E., Bancroft, C. T., Bates, T. C., Bechman, M. J., Behr, E., Beyer, A. R., Bortz, R. L., Bowder, D. M., Briggs, L. A., Brown-Kennerly, V., Buckholt, M. A., & Peters, N. T. (2023). Models of classroom assessment for course-based research experiences. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1279921>
- Haryanti, W., Adisel, S., S., F., & Suryati. (2021). Pengaruh Media Dua Dimensi terhadap Pemahaman Konsep. *Journal of Elementary School (JOES)*, 4(2), 160–165. <https://doi.org/10.31539/joes.v4i2.2808>

1936 *Model Project-Based Learning untuk Peningkatkan Pemahaman Konsep Gerhana Langit Siswa Kelas VII MTs – Hani Uswathus Tsani Mahfudz, Nailil Inayah, Aning Wida Yanti*
DOI: <https://doi.org/10.31004/basicedu.v9i6.10939>

Hasanah, U., Putrawangsa, S., Purwanta, E., Setiawati, F. A., & Purnomo, Y. W. (2024). Primary Student Spatial Reasoning Abilities: Progression and Challenges. *Jurnal Pendidikan Matematika*.
<https://doi.org/10.22342/jpm.v18i3.pp329-348>

Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. (2022). Relevansi Kurikulum Merdeka Belajar dengan Model Pembelajaran Abad 21 dalam Perkembangan Era Society 5.0. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 3011–3024. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i2.2589>

Kadirhanogullari, M. K., & Ozay Kose, E. (2023). Project-Based Learning in Science Education: A Bibliometric Network Analysis. *International Journal on Studies in Education*, 6(1), 85–108.
<https://doi.org/10.46328/ijonse.200>

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2024). *Permendikbudristek Nomor 12 Tahun 2024 tentang Kurikulum Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Kemendikbudristek.

Lapele, D. A., & Papalia, P. (2025). *Exploration of Mathematical Abstract Learning Using Tactile and Visual 3d Media: Student Mathematical Abstraction Skill*. <https://doi.org/10.36987/jes.v12i3.6882>

Maulidiyah, N., Yamtinah, S., & Wati, I. K. (2024). Pelaksanaan Pembelajaran IPA pada Kurikulum Merdeka di SMP Negeri Banyudono. *Inkuiri: Jurnal Pendidikan IPA*, 13(2).
<https://doi.org/10.20961/inkuiri.v13i2.78185>

Naushabekov, Z., Maxutov, S., Mansurova, A., & Japashov, N. (2025). Effect of Project-Based Learning on Middle School Students' Conceptual Understanding of Mechanics: A Quasi-Experimental Study. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 13(3), 225–237.
<https://doi.org/10.30935/scimath/16826>

Prasetiyo, G. Y., & Setiani, R. (2025). Pengembangan Media Permainan Ludo Materi Tata Surya pada Model Pembelajaran Team Games Tournament (TGT). *Jurnal Basicedu*, 9(4), 1207–1215.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v9i4.10590>

Rahayu, E., Widodo, W., & Setiawan, A. (2023). Pengaruh Project-Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar IPA siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(2), 87–97.
<https://doi.org/10.46244/tunasbangsa.v12i2>

Ratih, A., & Arsih, F. (2024). Implementation of Project-Based Learning in 21st Century Learning in Science Learning: A Systematic Literature Review. *International Conference on Education and Innovation, June*, 15–24.

Salsabila, S. N., Setiyono, Y. C. P., Damayani, A. T., & Azizah, M. (2024). Implementation of Science Literacy Through Eclipse Diorama Project in Grade VI at Supriyadi Elementary School Semarang. *Jurnal Sains Sosio Humaniora*. <https://doi.org/10.22437/jssh.v8i1.33955>

Satriani, S., Dassa, A., & Syahri, A. A. (2023). *Analysis of Students' Ability with Conceptual Tempo Learning Style in Solving Spatial Problems*. Mapan-Journal of Metrology Society of India.
<https://doi.org/10.24252/mapan.2023v11n1a11>

Schäfer, C. (2022). Design and Assessment of A Project-Based Learning in A Laboratory for Integrating Knowledge and Improving Engineering Design Skills. *Education for Chemical Engineers*.
<https://doi.org/10.1016/j.ece.2022.04.002>

Sonia, S., Kurniawan, Y., & Mulyani, R. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) terhadap Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Suhu dan Kalor. *Journal of Educational Review and Research*, 4(1), 14. <https://doi.org/10.26737/jerr.v4i1.2437>

Suryani, A., Setiawan, I., Muhdar, S., & Oktaviani, F. S. (2024). *The Comparison of Effectiveness of PjBL and PBL Models on Students' Cognitive Learning Outcomes*. Al-Ishlah.
<https://doi.org/10.35445/alishlah.v16i1.4094>

Sutaryani, L. G., Pujani, N. M., & Tika, I. N. (2024). Project-Based Learning on Science Process Skills and Learning Outcomes in High School Physics: A Quasi-Experimental Study on The Topic of Fluids.

1937 *Model Project-Based Learning untuk Peningkatkan Pemahaman Konsep Gerhana Langit Siswa Kelas VII MTs – Hani Uswathus Tsani Mahfudz, Nailil Inayah, Aning Wida Yanti*
DOI: <https://doi.org/10.31004/basicedu.v9i6.10939>

Journal of Education Research and Evaluation, 8(4), 806–815. <https://doi.org/10.23887/jere.v8i4.83769>

The George Lucas Educational Foundation. (2007). *How Does Project Based Learning Work.*
<http://www.edupotia.org/project-based-learning-guide-implementation>

Thomas, J. (2000). *A Review of Research on Project-Based Learning*. San Rafael, CA: Autodesk Foundation.

Tsichouridis, C., Mitrakas, N., & Koutropoulos, P. (2024). *Investigating the Effectiveness of Using A Real and A Virtual Model in Teaching Astronomy Concepts to Elementary Students. The cases of the eclipse phenomena*. <https://doi.org/10.69685/vlog2059>

Tyagi, P. (2022). Preparatory Discussion and Project Augmented Student Learning via Student Presentation Based Effective Teaching (SPET) Approach. *Edulearn Proceedings*.
<https://doi.org/10.21125/edulearn.2022.2458>

Uno, H. B., & Mohamad, N. (2022). *Belajar dengan Pendekatan PAILKEM: Pembelajaran Aktif, Inovatif, Lingkungan, Kreatif, Efektif, Menarik*. Bumi Aksara.
<https://books.google.co.id/books?id=wqtsEAAAQBAJ>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.