

Pengaruh Model PBL dengan Strategi Metakognitif Untuk Meningkatkan Keterampilan Literasi Sains Dan Self-Regulation Murid SMA

Maharani Eka Larasati^{1*}, Woro Setyarsih²

^{1,2} Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

* Email: maharani.22024@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Rendahnya keterampilan literasi sains dan kemampuan regulasi diri murid menjadi permasalahan yang masih banyak ditemukan dalam pembelajaran fisika di Indonesia. Kondisi ini dipicu oleh pendekatan pembelajaran yang masih berorientasi hafalan dan berpusat pada guru, sehingga murid kurang mendapat ruang untuk berpikir kritis, mengeksplorasi pengetahuan, dan mengembangkan kesadaran terhadap proses berpikirnya sendiri. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penerapan model Pembelajaran Berbasis Masalah yang dipadukan dengan strategi metakognitif terhadap peningkatan keterampilan literasi sains dan *self-regulation* murid pada materi gerak parabola. Penelitian menggunakan metode kuasi-eksperimen dengan desain *pre-test pos-test control group* dengan 59 murid kelas X MA Unggul Sabira sebagai sampel penelitian. Metode penelitian melalui metode observasi dan tes dengan instrumen yang telah divalidasi secara teoritis dan empiris. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran memperoleh persentase 94% dengan kategori sangat baik, kelas eksperimen yang menerapkan model PBL dengan strategi metakognitif mengalami peningkatan keterampilan literasi sains dan *self-regulation* dengan nilai N-gain masing-masing 0,59 dan 0,64 yang termasuk dalam kategori sedang, kelas kontrol memperoleh nilai N-gain 0,41 untuk keterampilan literasi sains dan 0,38 untuk keterampilan *self-regulation*. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan literasi sains dan *self-regulation* murid meningkat secara signifikan setelah diberi perlakuan pembelajaran model PBL dengan strategi metakognitif. Dengan demikian penerapan PBL dengan strategi metakognitif terbukti efektif dibandingkan PBL murni dalam meningkatkan keterampilan literasi sains dan *self-regulation* murid pada materi gerak parabola

Kata kunci: Problem Based Learning, strategi metakognitif, literasi sains, *self regulation*

The Effect of the PBL Model Combined with Metacognitive Strategies on Improving High School Students' Science Literacy and Self-Regulation Skills on The Topic of Projectile Motion

Abstract

Low levels of students' science literacy and self-regulation skills remain widespread issues in physics education in Indonesia. This situation is driven by a teaching approach that remains rote-memorization-oriented and teacher-centered, leaving students with little opportunity to think critically, explore knowledge, and develop awareness of their own thought processes. This study aims to analyze the effect of implementing a Problem-Based Learning model combined with metacognitive strategies on improving students' science literacy skills and self-regulation in the topic of parabolic motion. The study used a quasi-experimental method with a pretest-posttest control group design, with 59 tenth-grade students from MA Unggul Sabira as the research sample. The research methodology involved observation and testing using instruments that had been validated both theoretically and empirically. The results of the study show that the implementation of the instruction achieved a success rate of 94%, classified as "very good," and the experimental class that applied the PBL model with metacognitive strategies demonstrated improvements in science literacy and self-regulation skills, with N-gain values of 0.59 and 0.64, respectively—both falling into the middle category; whereas the control class achieved N-gain values of 0.41 for science literacy and 0.38

for self-regulation skills. This indicates that students' science literacy and self-regulation skills improved significantly after being taught using the PBL model with metacognitive strategies. Thus, the implementation of PBL with metacognitive strategies proved to be more effective than pure PBL in improving students' science literacy and self-regulation skills related to parabolic motion.

Keywords: Problem-Based Learning, metacognitive strategies, science literacy, self-regulation

Histori Naskah

Diserahkan: 14 Juli 2026

Direvisi: 17 Juli 2026

Diterima: 27 Juli 2026

How to cite:

Larasati, M., E. and Setyarsih, W. (2026). Pengaruh Model PBL dengan Strategi Metakognitif Untuk Meningkatkan Keterampilan Literasi Sains Dan Self-Regulation Murid SMA. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 15(1), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.26740/ipf.vxx.nxx.xx-xx>.

PENDAHULUAN

Pada abad ke-21, penguasaan keterampilan literasi sains dan *self-regulation* merupakan modal kompetensi krusial bagi peserta didik. Hal ini disebabkan karena tuntutan pembelajaran masa kini tidak sekadar berorientasi pada penguasaan konten, melainkan juga pada kemampuan untuk menginterpretasi, mengevaluasi, serta mengaplikasikan pengetahuan ilmiah secara kritis dalam konteks kehidupan nyata (Seema, 2024). Era digitalisasi literasi sains bukan sekedar pemahaman konsep namun juga kemampuan mengevaluasi fakta ilmiah, menghadapi miskonsepsi serta mengambil keputusan berbasis bukti nyata (Osborne & Pimentel, 2023; Pratiwi et al., 2019). Sedangkan, Keterampilan mengatur secara mandiri (*self-regulation*) berperan penting karena membuat murid menjadi aktif. Murid mampu menentukan tujuan belajarnya, memilih cara yang tepat, memantau proses belajar, dan menilai hasil belajarnya sendiri (Faza & Lestari, 2025; Mahayanti et al., 2024).

Urgensi peningkatan keterampilan literasi sains dan *self-regulated* didasari karena rendahnya capaian literasi sains murid Indonesia. PISA 2022 menunjukkan skor literasi sains Indonesia rendah, dengan skor 366 untuk matematika, 359 untuk membaca, dan 383 untuk sains. Skor tersebut menunjukkan penurunan yang signifikan jika dibandingkan dengan hasil pada periode sebelumnya. Penurunan terbesar terlihat pada ranah membaca, yang mengalami penurunan berkelanjutan tiap tahunnya. Kondisi tersebut menguatkan temuan di lapangan bahwa pembelajaran fisika di sekolah masih menerapkan metode konvensional dan berpusat pada guru (*teacher-centered*), sehingga berdampak pada keterlibatan belajar murid, minimnya pengasahan keterampilan berpikir tingkat tinggi, dan keterampilan *self-regulation* murid masih lemah (Jannah et al., 2025).

Hasil observasi awal di MA Unggul Sabira mengungkapkan rendahnya kemampuan *self-regulation* dan literasi sains murid didapatkan dari hasil tes penilaian yang diberikan. Murid mengalami kesulitan mengingat materi, menerapkan konsep dalam kehidupan sehari-hari, serta belum berkembang kemampuan perencanaan, pemantauan diri, dan refleksi belajar. Rendahnya kondisi ini dipicu dengan model pembelajaran yang masih berorientasi hafalan dan belum memberi ruang cukup bagi murid untuk mengeksplorasi, membangun pengetahuan, serta melatih regulasi diri dan literasi sains melalui masalah autentik (Inayah & Solihat, 2024). Model *Problem Based Learning* (PBL) menjadi solusi yang relevan karena menggunakan masalah kontekstual, pembelajaran berpusat pada murid, inkuiri, dan refleksi, serta terbukti mendukung pemahaman konsep, proses ilmiah, motivasi, dan kemandirian (Masruroh et al., 2025; Smith et al., 2022).

Literatur menunjukkan bahwa PBL mampu meningkatkan literasi sains secara menyeluruh, baik dari aspek konten, proses, konteks, dan sikap terhadap sains (Inayah & Solihat, 2024). Secara *self-regulation*, meta-analisis menunjukkan model PBL memiliki efektivitas sedang, dan studi eksperimen mencatat peningkatan *self-regulation* lebih tinggi pada kelas PBL dibanding pembelajaran konvensional (Ilahi et al., 2024). Namun, penerapan PBL murni belum selalu memberikan dampak signifikan terhadap *self-regulation* tidak signifikan, terutama dalam pembelajaran fisika di Indonesia (Widyaningsih et al., 2024). Sehingga, model PBL perlu dilengkapi dengan strategi metakognitif yang secara eksplisit melatih perencanaan, monitoring, dan evaluasi belajar mandiri (Salsabila & Widjajanti, 2025).

Beberapa studi pendukung relevansi PBL dengan strategi metakognitif yaitu; PBL dengan *collaborative learning* terbukti berpengaruh signifikan terhadap *self-regulation* dan hasil belajar (Jannah et al., 2025), penerapan PBL dengan *metacognitive prompts* meningkatkan argumentasi dan berpikir kritis murid (Suwono

et al., 2022), PBL dengan HPC *strategy* terbukti efektif dalam meningkatkan kesadaran *self-regulation* dibanding pembelajaran konvensional (Leasa et al., 2023). Namun, penelitian yang menguji secara pengaruh model PBL yang dipadukan dengan strategi metakognitif terhadap keterampilan literasi sains dan *self-regulation* murid SMA dalam materi gerak parabola di pembelajaran fisika belum banyak. Sehingga penelitian ini dilakukan dengan rumusan masalah yang meliputi (1) bagaimana keterlaksanaan pembelajaran dengan model PBL dengan strategi metakognitif, (2) apakah terdapat pengaruh pembelajaran PBL dengan strategi metakognitif terhadap keterampilan literasi sains murid SMA pada materi gerak parabola ? dan (3) apakah terdapat pengaruh model PBL dengan strategi metakognitif terhadap peningkatan keterampilan metakognitif murid SMA. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh model PBL dengan strategi metakognitif terhadap peningkatan literasi sains dan *self-regulation* murid SMA, sekaligus memberikan kontribusi empiris bagi pengembangan pembelajaran sains abad ke-21 yang lebih kontekstual, efektif, reflektif, dan berpusat pada murid dalam materi gerak parabola

METODE

Penelitian ini dirancang dengan metode kuasi-eksperimen (*quasi experimental*) dengan model penelitian *pre test-post test control group design*. Kelompok eksperimen dan kontrol yang tidak dipilih secara acak. Sebelum diberi perlakuan, keterampilan kedua kelompok diukur dengan menggunakan pre-test. Kemudian kelompok eksperimen diberi perlakuan berupa model PBL dengan strategi metakognitif sedangkan kelompok kontrol hanya menggunakan model PBL saja. Setelah diberi perlakuan pada kedua kelompok maka dilakukannya post-test menggunakan instrumen yang sama, dan hasilnya dibandingkan antar kelompok. Berikut Skema *pre test-post test control group design* ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok	Pre-Test	Treatment	Pos-Test
Kelas Eksperimen	O ₁	PBL berstrategi metakognitif	O ₂
Kelas Kontrol	O ₁	PBL murni	O ₃

(Sugiyono.2020)

Keterangan :

O1 : Tes Awal (*Pre-Test*) untuk kelompok eksperimen dan kelompok.

O2 : Tes akhir (*Post-Test*) saat setelah perlakuan pada kelompok eksperimen

O3 : Tes akhir (*Post-Test*) saat setelah perlakuan pada kelompok kontrol

Penelitian ini melibatkan 59 murid kelas X IIBS MA Unggul Sabira sebagai subjek penelitian. Sampel dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kesetaraan kemampuan awal, sehingga diperoleh dua sampel kelas, yaitu X-1 dengan label kelas eksperimen (33 murid) dan X-2 dengan label kelas kontrol (26 murid). Variabel bebas penelitian ini adalah model PBL dengan strategi metakognitif, sedangkan variabel terikat adalah keterampilan literasi sains dan *self-regulation* murid. Keterampilan literasi sains dan *self-regulation* diukur dengan tes uraian pada materi gerak parabola dalam bentuk *pre-test* dan *post-test*.

Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, dan tahap akhir. Tahap persiapan diawali dengan kegiatan observasi di sekolah untuk memperoleh gambaran mengenai kondisi pembelajaran sekaligus mengidentifikasi permasalahan yang menjadi dasar penelitian. Setelah itu, peneliti menyusun serta menyiapkan instrumen penelitian yang akan digunakan sebagai alat pengumpulan data selama proses penelitian berlangsung.

Instrumen yang digunakan berupa tes uraian yang telah melalui proses validasi, baik secara teoritis oleh para ahli maupun secara empiris melalui uji coba, sehingga layak digunakan dalam penelitian. Validitas teoritis melibatkan tiga validator ahli, yaitu dua dosen Universitas Negeri Surabaya Prodi Pendidikan Fisika dan satu guru pengampuh fisika IIBS MA Unggul Sabira yang menilai tiap aspek instrumen menggunakan skala Likert 1-4. Hasil penilaian kemudian dianalisis dengan menentukan modus pada setiap aspek dan konsistensi antar validator yang diukur menggunakan *Percentage of Agreement* (PoA) dengan persamaan di bawah ini.

$$\text{Percentage of Agreement (PoA)} = 100\% \times \left(1 - \frac{A-B}{A+B}\right) \quad (1)$$

Keterangan:

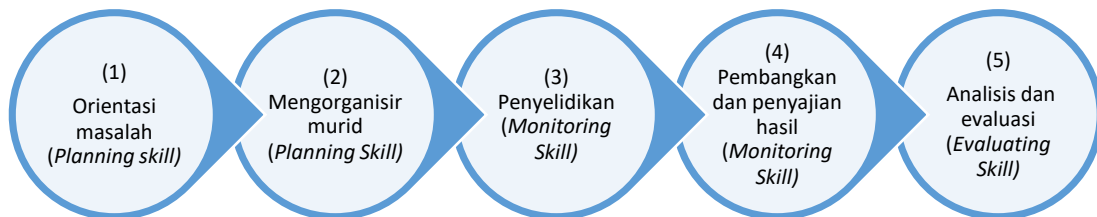
A : Frekuensi aspek yang dinilai oleh pengamat dengan memberikan frekuensi tinggi

B : Frekuensi aspek yang dinilai oleh pengamat dengan memberikan frekuensi rendah

Menurut kriteria Borich (1994), Instrumen dinyatakan valid jika hasil yang diperoleh $\text{PoA} \geq 75\%$ (Mufida & Setyarsih, 2019). Validitas empiris diuji melalui analisis validitas butir soal menggunakan SPSS.

Uji reliabilitas diukur dengan koefisien Cronbach' s Alpha dengan kriteria $\alpha > 0,6$. Hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa koefisien $\alpha = 0,849$ sehingga instrumen dinyatakan reliabel.

Tahap kedua pelaksanaan dengan memberikan tes kemampuan awal siswa (*pretest*), kelas kontrol mengikuti 5 langkah sintaks PBL, sedangkan kelas eksperimen mengikuti langkah dalam sintaks PBL dengan strategi metakognitif yang meliputi pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Sintaks PBL dengan Strategi Metakognitif

Setelah proses pembelajaran pada masing-masing kelas selesai dilaksanakan sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan. Untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran nantinya akan dianalisis untuk mengetahui kesesuaian pelaksanaan pembelajaran dengan sintaks PBL dengan strategi metakognitif. Teknik analisis data dilakukan melalui lembar observasi yang diamati oleh tiga observer selama pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan skor skala likert. Untuk menjamin konsistensi antar observer, reliabilitas hasil lembar observasi dihitung dengan persamaan (1) dengan kriteria Borich (1994), keterlaksanaan dikatakan baik jika nilai $PoA \geq 75\%$

Tahap selanjutnya adalah pemberian tes akhir (*posttest*) untuk mengukur hasil belajar peserta didik. Data yang diperoleh kemudian dianalisis melalui serangkaian uji statistik. Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat yang meliputi uji normalitas menggunakan metode Shapiro–Wilk dan uji homogenitas menggunakan Levene's Test. Setelah data memenuhi prasyarat analisis, hipotesis pertama dan kedua diuji menggunakan *Independent Samples t-test* pada taraf signifikansi 0,05. Selain itu, peningkatan kemampuan peserta didik dianalisis menggunakan indeks *N-gain* untuk mengetahui tingkat efektivitas pembelajaran. Kategori nilai *N-gain* dengan interpretasi disajikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kategori Nilai N-Gain

Skor	Kategori
$0,00 < N\text{-Gain} < 0,30$	Rendah
$0,30 \leq N\text{-Gain} \leq 0,70$	Sedang
$N\text{-Gain} > 0,70$	Tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN // RESULTS AND DISCUSSION

Tahap pelaksanaan penelitian diawali dengan pemberian tes awal (*pretest*) untuk mengukur kemampuan awal murid dalam keterampilan literasi sains dan *self-regulation*/metakognitif sebelum memperoleh perlakuan. Selanjutnya, proses pembelajaran dilaksanakan menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan strategi metakognitif pada kelas eksperimen. Keterlaksanaan pembelajaran yang didapatkan dari lembar observasi. Aspek yang diamati pada lembar keterlaksanaan pembelajaran ini terdiri dari semua sintaks PBL dengan strategi metakognitif, dimana untuk melatih indikator literasi sains dan *self-regulation*. Lembar observasi terdiri dari 6 aspek, yaitu pembukaan, orientasi masalah (*Planning Skill*), mengorganisir murid (*Planning Skill*), penyelidikan (*Monitoring Skill*), mengembangkan dan menyajikan hasil (*Monitoring Skill*), dan menganalisis dan mengevaluasi (*Evaluating Skill*). Penerapan ini dilakukan di kelas X-1 sebagai kelas eksperimen. Berikut hasil analisis data yang dilakukan oleh ketiga observer pada Tabel 3:

Tabel 3. Keterlaksanaan Pembelajaran Sintaks Model PBL

Aspek	Nilai			Rata-Rata	Persentase (%)	Kategori
	Observer 1	Observer 2	Observer 3			
Pendahuluan	3,33	3,67	4,00	3,67	92	Sangat Baik
Fase 1: Orientasi Masalah (<i>Planning Skill</i>)	3,80	3,60	3,40	3,60	90	Sangat Baik
Fase 2: Mengorganisir murid (<i>Planning Skill</i>)	3,8	4,00	4,00	3,93	98	Sangat Baik
Fase 3: Memandu penyelidikan (<i>Monitoring Skill</i>)	3,5	3,25	3,75	3,5	88	Sangat Baik
Fase 4: Mengembangkan dan menyajikan hasil (<i>Monitoring Skill</i>)	4,00	4,00	3,67	3,89	97	Sangat Baik
Fase 5: Menganalisis dan mengevaluasi (<i>Evaluating Skill</i>)/Penutup	3,8	3,8	4,00	3,86	97	Sangat Baik
Rata-Rata Total				3,74	94	Sangat Baik

Berdasarkan hasil observasi Sintak PBL dengan strategi metakognitif dilakukan dengan modul ajar yang telah dibuat. Penerapan pembelajaran oleh guru yang disesuaikan dengan sintaks PBL yang berstrategi metakognitif yang berada dalam kategori sangat baik. Hal ini menandakan bahwa alat bantu pembelajaran yang dikembangkan dapat dikatakan baik (Sumayow et al., 2022). Keterlaksanaan sintaks PBL dengan strategi metakognitif menjadi fondasi bagi keterlaksanaan untuk melatih indikator literasi sains dan *self-regulation*.

Persentase tertinggi berada pada fase 2 yang menunjukkan bahwa guru mengoptimalkan bawa murid untuk menyusun rencana kerja dalam kelompok serta mengumpulkan informasi yang relevan dengan permasalahan gerak parabola. Capaian tertinggi lainnya terdapat pada sintaks fase 4 dan 5 dari pada fase lainnya. Fase 4 murid secara aktif menyajikan hasil pemecahan masalah di kelas. Selain itu pada fase 5 murid berkolaborasi dalam menganalisis dan mengevaluasi pemecahan masalah. Marhitungan rata-rata dari semua fase dari ketiga pengamat mendapatkan nilai rata-rata 3,74 dengan persentase 94% yang tergolong dalam interpretasi sangat baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa model PBL dengan strategi metakognitif telah terlaksanakan sesuai sintaks yang dirancang dan mendukung tercapainya tujuan pembelajaran

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model PBL yang diintegrasikan dengan strategi metakognitif efektif diterapkan sebagai satu kesatuan strategi pembelajaran pada materi gerak parabola. Keefektifan ini tidak hanya ditunjukkan oleh keterlaksanaan yang baik secara prosedural, melainkan juga oleh keberhasilan substantif dalam melatih capaian literasi sains dan metakognitif yang menjadi tujuan utama penelitian.



(a)



(b)



(c)



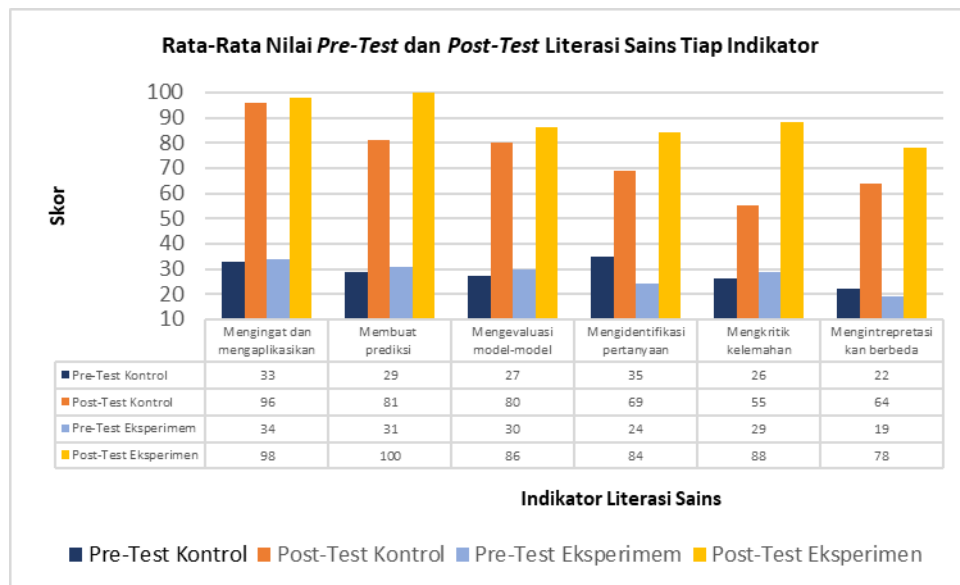
(d)



(e)

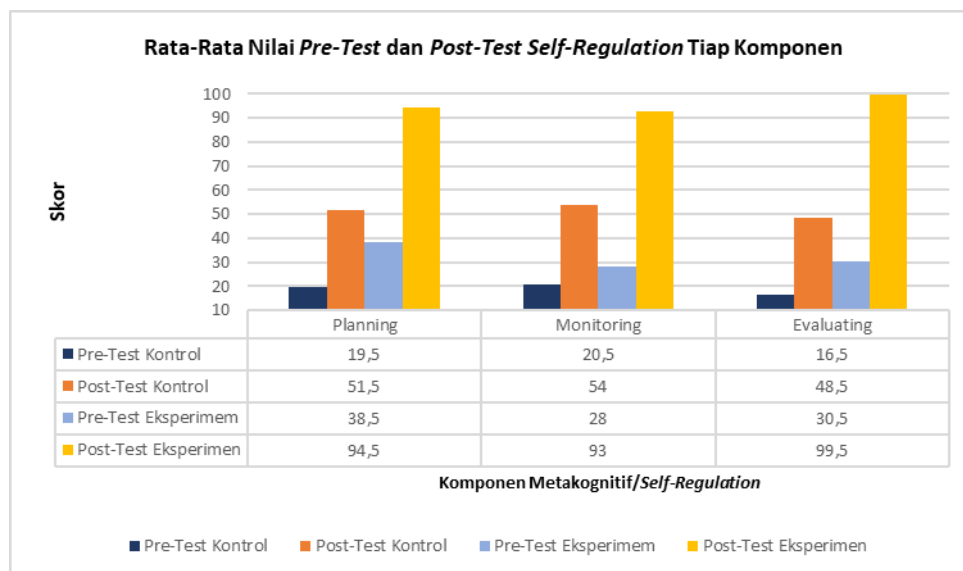
Gambar 1. (a) Orientasi Masalah (*Planning Skill*), (b) Mengorganisir murid (*Planning Skill*), (c) Memandu penyelidikan (*Monitoring Skill*), (d) Mengembangkan dan menyajikan hasil (*Monitoring Skill*), (e) Menganalisis dan mengevaluasi (*Evaluating Skill*)

Penerapan model tersebut bertujuan untuk menganalisis pengaruhnya terhadap peningkatan keterampilan literasi sains dan *self-regulation* murid. Setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai, murid diberikan tes akhir (*posttest*) guna mengetahui perubahan kemampuan setelah mengikuti pembelajaran. Instrumen yang digunakan pada *pretest* dan *posttest* berupa 12 soal uraian yang telah disusun berdasarkan indikator keterampilan literasi sains dan *self-regulation*/metakognitif serta dinyatakan valid untuk digunakan dalam penelitian.



Gambar 2. Rata-Rata Nilai *Pre-Test* dan *Post-Test* Literasi Sains Tiap Indikator

Hasil pada Gambar 2 menunjukkan bahwa rata-rata skor *pre-test* literasi sains murid pada kelas kontrol dan eksperimen relatif sama tergolong dalam kategori rendah. Sedangkan hasil *post-test* menunjukkan bahwa adanya peningkatan setelah murid mendapatkan perlakuan, terutama pada kelas eksperimen. Hal ini terjadi karena murid belum mampu menjawab dengan benar karena pengetahuan awal belum ada (Pan & Rivers, 2023).



Gambar 3. . Rata-Rata Nilai *Pre-Test* dan *Post-Test* *Self-Regulation* Tiap Komponen

Hasil pada Gambar 3 menunjukkan bahwa rata-rata skor *pre-test self-regulation*/metakognitif murid pada kelas kontrol dan eksperimen relatif sama tergolong dalam kategori rendah. Sedangkan hasil *post-test* menunjukkan bahwa adanya peningkatan setelah murid mendapatkan perlakuan, terutama pada kelas eksperimen. *Pretest* metakognitif lebih rendah juga karena murid pada awalnya sering belum sadar cara belajar yang efektif, lalu selama pembelajaran mereka belajar merencanakan, memantau, dan mengevaluasi proses berpikirnya (Pan & Rivers, 2023)

Data hasil tes kemudian dianalisis menggunakan *Independent Samples t-test* dengan bantuan perangkat lunak SPSS untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data keterampilan literasi sains berdistribusi normal sebelum dilakukan uji hipotesis parametrik. Pengujian menggunakan uji Shapiro-Wilk karena sampel > 50 dengan SPSS. Hasil uji normalitas keterampilan literasi sains dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

Kelas	Sig.	Keterangan
<i>N-Gain</i> (Kontrol) Literasi sains	0,189	Berdistribusi Normal
<i>N-Gain</i> (Eksperimen) Literasi sains	0,139	Berdistribusi Normal
<i>N-Gain</i> (Kontrol) Metakognitif	0,354	Berdistribusi Normal
<i>N-Gain</i> (Eksperimen) Metakognitif	0,819	Berdistribusi Normal

Berdasarkan Tabel 4 nilai signifikan kelas kontrol dan eksperimen. Setiap kelas mendapatkan nilai signifikansi $> 0,05$. Sehingga dapat diartikan bahwa data berdistribusi normal yang artinya dapat dilanjutkan untuk uji hipotesis parametrik.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

<i>Levene Statistic</i>	df1	df2	Sig.	Keterangan
Keterampilan Literasi Sains				
39,543	1	57	0,000	Heterogen
Keterampilan Metakognitif				
0,146	1	57	0,704	Homogen

Berdasarkan Tabel 5, hasil uji homogenitas pada data keterampilan literasi sains menunjukkan nilai signifikansi (Sig.) lebih kecil dari 0,05. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa varians antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol tidak homogen. Oleh karena itu, meskipun data telah memenuhi asumsi normalitas, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan **Welch's t-test** karena uji ini lebih tepat digunakan pada data dengan varians yang tidak sama. Sebaliknya, hasil uji homogenitas pada data keterampilan metakognitif menunjukkan nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05, yang berarti varians kedua kelompok bersifat homogen. Dengan terpenuhinya asumsi homogenitas, analisis hipotesis dapat dilanjutkan menggunakan uji parametrik **Independent Samples t-test**. Hasil pengujian kedua uji tersebut selanjutnya disajikan pada Tabel 6 untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Tabel 6. Hasil Uji T

	Sig. (2-tailed)
Hasil Keterampilan Literasi Sains	0,000
Hasil Keterampilan Metakognitif	0,000

Berdasarkan Tabel 6. menunjukkan nilai signifikan (2-tailed) yaitu $< 0,05$ yang berarti terdapat pengaruh secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan literasi sains dan *self-regulation* murid dibandingkan PBL murni pada materi Gerak Parabola

Tabel 6 Hasil N-gain

Kelas	Keterampilan	<i>N-Gain</i> Skor	Kriteria
Kontrol	Literasi Sains	0,4173	Sedang
Eksperimen		0,5949	
Kontrol	Metakognitif	0,3800	
Eksperimen		0,6465	

Uji *Normalized Gain* (N-Gain) dilakukan untuk mengetahui tingkat peningkatan keterampilan literasi sains dan regulasi diri murid setelah mengikuti proses pembelajaran. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai N-Gain keterampilan literasi sains sebesar 0,5949, sedangkan nilai N-Gain *self-regulation* mencapai 0,6465. Kedua kelas dengan keterampilan literasi sains dan *self-regulation* berada pada kategori sedang. Namun berdasarkan nilai *N-gain* kedua kelas dapat diartikan meskipun sama-sama berada dikategori rendah namun

kelas eksperimen lebih unggul daripada kelas kontrol. Sebagaimana disajikan pada Tabel 6. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan strategi metakognitif mampu meningkatkan keterampilan literasi sains maupun regulasi diri murid pada tingkat yang sedang. Peningkatan tersebut mengindikasikan bahwa integrasi strategi metakognitif dalam model PBL memberikan kontribusi positif terhadap kemampuan murid dalam memahami konsep sains, memecahkan masalah secara ilmiah, serta mengelola proses belajarnya secara mandiri. Melalui strategi metakognitif, murid tidak hanya terlibat dalam penyelesaian masalah, tetapi juga didorong untuk merencanakan, memantau, dan mengevaluasi proses berpikirnya selama pembelajaran berlangsung. Kondisi ini memungkinkan murid membangun pemahaman yang lebih mendalam sekaligus meningkatkan kesadaran terhadap strategi belajar yang digunakan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Asy'ari et al. (2024), Widyaningsih et al. (2024), Ilahi et al. (2024), dan Nicholus et al. (2023) yang melaporkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* yang diintegrasikan dengan strategi metakognitif berpengaruh positif terhadap peningkatan keterampilan literasi sains maupun regulasi diri peserta didik. Kesamaan hasil tersebut semakin memperkuat bahwa kombinasi PBL dan strategi metakognitif ialah bentuk pendekatan pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kompetensi berpikir tingkat tinggi serta mendorong murid menjadi pembelajar yang lebih mandiri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PBL dengan strategi metakognitif berpengaruh signifikan terhadap keterampilan literasi sains murid. Rata-rata N-gain literasi sains kelas eksperimen sebesar 0,5949 lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 0,4173, dengan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$. Berdasarkan hasil analisis statistika terbukti penerapan PBL yang diperkuat dengan strategi metakognitif terbukti secara unggul dalam meningkatkan kualitas pemecahan masalah, argumentasi dan berpikir kritis murid secara unggul dibandingkan dengan penerapan PBL biasa maupun pembelajaran konvensional (Rivas et al., 2022).

Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu dari Erayani dan Jampel (2022) yang berjudul "Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains dan Kemampuan Metakognitif murid melalui Model *Problem Based Learning* Berbantuan Media Interaktif" dimana penelitian menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis masalah meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah murid dibandingkan pembelajaran konvensional. Sehingga peningkatan yang terjadi dikelas kontrol dan eksperimen berlangsung beriringan, Namun dengan adanya strategi metakognitif mampu mendorong peningkatan literasi sains lebih baik

Penelitian membuktikan bahwa model PBL dengan strategi metakognitif berpengaruh signifikan terhadap keterampilan *self-regulation* murid. Nilai rata-rata N-gain literasi sains kelas eksperimen sebesar 0,6465 melampaui kelas kontrol sebesar 0,3800, dengan signifikansi $0,000 < 0,05$. Komponen monitoring skill dalam pre-test sebagian besar murid hanya menunjukkan usaha sederhana dalam mengoreksi jawaban tanpa adanya penjelasan proses pengoreksian yang dilakukan. Sedangkan pada hasil post-test dapat dilihat bahwa murid telah mampu melakukan pemantauan lebih mendalam. Murid telah mampu menjelaskan cara memeriksa kembali data yang digunakan, serta memastikan bahwa proses penyelesaian telah dilakukan. Keterampilan pemantauan ini menandakan bahwa murid mulai dari pentingnya mengontrol atau memantau proses berpikir dalam penyelesaian permasalahan.

Komponen evaluasi (*evaluating skill*) dalam pre-test murid masih kesulitan dalam mengevaluasi hasil yang telah didapatkan. Sebagian besar murid hanya menyebutkan kesalahan apa yang mungkin terjadi tanpa memberikan penjelasan terkait sumber kesalahan begitu pula pada cara perbaikannya. Sebaliknya dalam post-test murid telah mampu mengidentifikasi kemungkinan penyebab kesalahan dalam penyelesaian masalah, serta diberikan alasan yang spesifik ketika mengevaluasi hasil yang telah didapatkan. Hal ini menandakan bahwa ada peningkatan keterampilan reflektif dan evaluatif setelah pembelajaran diterapkan.

Komponen metakognitif/*self-regulation* yang mencakup kemampuan perencanaan, memantau, dan mengevaluasi dalam proses berpikir sehingga mampu membuat murid untuk lebih sadar terhadap proses berpikirnya sendiri saat berhadapan dalam permasalahan (Salsabila & Widjajanti, 2025). Pada kelas eksperimen yang menerapkan model PBL dengan strategi metakognitif murid tidak lagi sekedar menerima informasi pasif atau mengulang prosedur hafalan, Namun, mereka menjadi mampu mengidentifikasi argumen, menghubungkan data dengan konsep.

Murid juga menjadi lebih kritis dalam menyaring informasi, lebih teliti dalam mengoreksi, dan lebih percaya diri dalam menjelaskan solusi secara jelas. Oleh karena itu penerapan PBL dengan strategi metakognitif mampu meningkatkan keterampilan. *Self-regulated* tampak berkontribusi pada literasi sains karena membantu siswa merencanakan, memantau, dan mengevaluasi proses belajar saat memahami konsep dan menyelesaikan tugas inkuiri (De Barba et al., 2022; Higgins et al., 2021). Tinjauan sistematis juga

menyimpulkan bahwa self-regulation berdampak positif pada literasi sains melalui *self-efficacy*, motivasi, active learning, dan engagement (Rahmawati et al., 2023).

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Ilahi (2024) yang berjudul “Evaluating the Impact of Problem Based Learning on Student’s Metacognition in Science Learning : A Meta-Analiysis Review” dimana dalam usaha meningkatkan keterampilan metakognitif harus menerapkan perencanaan, pemantauan, dan mengevaluasi proses belajar selama pemecahan masalah agar keterampilan metakognitif peserta didik dapat meningkat.

Kemampuan siswa untuk mengatur diri dalam belajar, yang mencakup perencanaan, pemantauan, dan evaluasi, terbukti memberikan kontribusi positif terhadap penguasaan literasi sains. Hal ini tampak ketika siswa terlibat dalam proses memahami konsep-konsep ilmiah sekaligus menyelesaikan tugas-tugas berbasis inkuiri. Pada tahap perencanaan, siswa belajar mengidentifikasi tujuan, merumuskan pertanyaan, dan menyusun langkah-langkah sistematis sebelum bertindak. Pada tahap pemantauan, mereka secara aktif memeriksa kemajuan dan keakuratan pemikiran mereka, misalnya melalui simulasi atau diskusi antarkelompok. Sementara itu, pada tahap evaluasi, siswa diajak merefleksikan kembali proses dan hasil yang telah dicapai, sehingga mereka mampu menilai sendiri apakah jawaban yang diberikan telah sesuai dengan prinsip-prinsip sains. Dengan demikian, penguasaan keterampilan metakognitif tidak hanya mendorong kemandirian belajar, tetapi juga memperkuat literasi sains siswa secara menyeluruh, karena keduanya saling menopang dalam membentuk pola pikir kritis dan reflektif yang sangat dibutuhkan dalam pembelajaran abad ke-21.

KESIMPULAN

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa model PBL dengan strategi metakognitif berpengaruh signifikan terhadap literasi sains dan self-regulation murid pada materi Gerak Parabola kelas X IIBS MA Unggul Sabira. Model ini terbukti mampu meningkatkan kualitas pemecahan masalah, argumentasi dan berpikir kritis murid dalam aspek literasi sains. Sekaligus mampu meningkatkan kemampuan perencanaan, memantau, dan mengevaluasi dalam proses berpikir sehingga mampu membuat murid untuk lebih sadar terhadap proses berpikirnya sendiri saat berhadapan dalam permasalahan dalam aspek self-regulation. Temuan ini menegaskan bahwa penerapan model PBL dengan strategi metakognitif dapat menjadi alternatif dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan kualitas belajar agar lebih bermakna. Pendidik direkomendasikan untuk menerapkan secara konsisten dan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan materi fisika lain atau dengan variabel yang beragam.

KONTRIBUSI PENULIS

Maharani Eka Larasati: Conceptualization, Methodology, Resources, dan Writing - Original Draft; serta **Woro Setyarsih:** Methodology, , Resources, dan Validation. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir dari naskah ini

PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan finansial maupun hubungan pribadi yang dapat mempengaruhi hasil yang dilaporkan dalam naskah ini.

PERNYATAAN ETIKA PENELITIAN DAN PUBLIKASI

Para penulis menyatakan bahwa penelitian dan penulisan naskah ini telah mematuhi standar etika penelitian dan publikasi, sesuai dengan prinsip ilmiah, serta bebas dari plagiasi.

PERNYATAAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI ASISTIF

Para penulis menyatakan bahwa Kecerdasan Buatan Generatif (*Generative Artificial Intelligence*) dan teknologi asistif lainnya tidak digunakan secara berlebihan dalam proses penelitian dan penulisan naskah ini. Secara khusus, Consensus digunakan untuk sintesis bukti dari literatur; Perplexity untuk Brainstorming ide; dan ChatGPT untuk menyempurnakan teks. Para penulis telah meninjau dan menyunting semua konten yang dihasilkan AI guna memastikan ketepatan, kelengkapan, serta kepatuhan terhadap standar etika dan ilmiah, dan bertanggung jawab penuh atas naskah versi akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Asy'ari, M., Muhali, M., & Da Rosa, C. W. T. (2024). Enhancing Students' Metacognitive Knowledge through Problem-Based Learning Integrated with Cognitive Conflict Approach: A Study in Newtonian Physics Education. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: e-Saintika*. <https://doi.org/10.36312/e-saintika.v8i3.761>
- De Barba, P. G., Elliott, K., & Kennedy, G. (2022). Students' self-regulated learning skills and attitudes in online scientific inquiry tasks. *ASCILITE Publications*. <https://doi.org/10.14742/apubs.2019.297>
- Doshi, A., Weinert, S., & Attig, M. (2024). Self-regulatory abilities as predictors of scientific literacy among children in preschool and primary school years. *Learning and Individual Differences*. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2024.102515>
- Faza, A., & Lestari, I. A. (2025). Self-Regulated Learning in the Digital Age: A Systematic Review of Strategies, Technologies, Benefits, and Challenges. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 26(2), 23-58. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v26i2.8119>
- Higgins, N., Frankland, S., & Rathner, J. (2021). Self-Regulated Learning in Undergraduate Science. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 29. <https://doi.org/10.30722/ijisme.29.01.005>
- Ilahi, D. P., F., Y., Y., Utami, L., & Ratih, A. (2024). Evaluating the Impact of Problem Based Learning on Student's Metacognition in Science Learning: A Meta-Analysis Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i8.7892>
- Inayah, D., & Solihat, N. (2024). Problem based learning sebagai strategi meningkatkan literasi sains siswa: Studi literatur. *Journals of Indonesian Multidisciplinary Research*, 3(2), 101-110. <https://doi.org/10.61291/d3qf6783>
- Jannah, M., S., & Siswati, B. H. (2025). The Effect of Problem-Based Learning Integrated with Collaborative Learning on Metacognitive Skills and Biology Concept. *International Journal of Research and Review*, 12(5), 191-198 <https://doi.org/10.52403/ijrr.20250523>
- Leasa, M., Batlolona, J. R. ., Jamaludin, J., Nuniary, S. ., & Salhuteru, V. . (2023). Elementary School Students' Metacognitive Awareness: PBL Study with HPC Strategy in Science Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 8982–8989. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.3686>
- Mahayanti, N., Suwastini, N., Dantes, G., Suryandani, P. D., & Zhu, M. (2024). Self-Regulated Learning in Distance Education to Foster Twenty-First-Century Skills. (2024). *TARBIYA: Journal of Education in Muslim Society*, 10(2), 137-162. <https://doi.org/10.15408/tjems.v10i2.37797>
- Marthaliakirana, A. D., Suwono, H., Saefi, M., & Gofur, A. (2022). Problem-based learning with metacognitive prompts for enhancing argumentation and critical thinking of secondary school students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(9), 2148. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12304>
- Masruroh, M., Siswanto, J., & Sulianto, J. (2025). The Effectiveness of the Problem-Based Learning Model Assisted by Learning Videos in Improving Science Literacy Skills and Students' Cognitive Learning Outcomes. *International Journal of Community Engagement Payungi*, 5(2), 256-274. <https://doi.org/10.58879/ijcep.v5i2.64>
- Mufida, S. N., & Setyarsih, W. (2019). Keterlaksanaan Model Problem Based Learning Untuk Melatihkan Physics Problem Solving Ability. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 8(3). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/29758>
- Nicholus, G., Muwonge, C., & Joseph, N. (2023). The Role of Problem-Based Learning Approach in Teaching and Learning Physics: A Systematic Literature Review. *F1000Research*, 12. <https://doi.org/10.12688/f1000research.136339.1>
- Osborne, J., & Pimentel, D. R. (2023). Science education in an age of misinformation. *Science Education*, 107(3), 553–571 <https://doi.org/10.1002/sce.21790>
- Pan, S. C., & Rivers, M. L. (2023). Metacognitive awareness of the pretesting effect improves with self-regulation support. *Memory & Cognition*, 51, 1461 - 1480. <https://doi.org/10.3758/s13421-022-01392-1>
- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. (2019). Pembelajaran IPA Abad 21 dengan Literasi Sains Siswa. 34-42. <https://doi.org/10.20961/jmpf.v9i1.31612>

- Rahmawati, A. J., Gunarhadi, G., & Muchtarom, M. (2023). Self-Regulated Learning Enhancing Scientific Literacy for Higher Educations in 21st Century Education: A Systematic Literature Review. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i2.2353>
- S., & Widjajanti, D. B. (2025). Metacognitive Strategies in Problem-Based Learning: What They Are and How to Implement Them?. *International Journal Of Mathematics And Computer Research*, 13(2), 4857-4863. <https://doi.org/10.47191/ijmcr/v13i2.10>
- Seema, P. V. (2024). Developing scientific literacy to promote 21st century skills. *i-manager's Journal on School Educational Technology*. <https://doi.org/10.26634/jsch.20.1.21018>
- Smith, K., Maynard, N., Berry, A., Stephenson, T., Spiteri, T., Corrigan, D., Mansfield, J., Ellerton, P., & Smith, T. (2022). Principles of Problem-Based Learning (PBL) in STEM Education: Using Expert Wisdom and Research to Frame Educational Practice. *Education Sciences*, 12(10), 728. <https://doi.org/10.3390/educsci12100728>
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumayow, W., Buhungo, T., Uloli, R., & Supartin, S. (2022). Problem-based learning model assisted by google meet for parabolic motion topic to improve student learning outcomes. *Jurnal Pijar Mipa*. <https://doi.org/10.29303/jpm.v17i3.3445>
- Widyaningsih, S., Kuswandi, D., Aulia, F., Yusro, A. C., & Yusuf, I. (2024). Problem-Based Learning to Metacognition in Physics Learning in Indonesia: Literature Review. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*. 8(1), 123-135. <https://doi.org/10.20527/jipf.v8i1.11141>