PYTHAGORAS: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika, 15(1): 14-24
April 2026
p-ISSN: 2301-5314
e-ISSN: 2615-7926

Implementasi model pembelajaran *project based learning* berbasis STEM sebagai upaya meningkatkan kemampuan literasi matematika

Abdul Rahman[1*], Asdar Dollo[2], Eliyawati[3], Miftahul Jannah[4]

[1,2,4]Universitas Muhammadiyah Parepare, Sulawesi Selatan, Indonesia
[3]SMKN 1 Pangkep, Sulawesi Selatan, Indonesia
[*]e-mail: rahmananyer01@gmail.com

Diserahkan: 20/09/25; Diterima: 29/01/26; Diterbitkan: 03/05/26

Abstrak. Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas (PTK) yang dilaksanakan melalui dua siklus, di mana setiap siklus mencakup tahapan perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi, dan refleksi. Tujuan utama penelitian adalah meningkatkan kemampuan literasi matematika siswa melalui penerapan model Project Based Learning (PjBL) berbasis STEM. Instrumen penelitian meliputi tes literasi matematika sebanyak empat butir yang tervalidasi oleh dua ahli dengan nilai validitas 0,84 (kategori sangat valid), serta lembar observasi aktivitas siswa. Literasi matematika dikaji berdasarkan empat indikator utama, yaitu komunikasi, representasi, matematisasi, dan pemilihan strategi. Kegiatan penelitian berlangsung selama sepuluh pertemuan, terdiri atas delapan kali pembelajaran dan dua kali tes. Subjek penelitian adalah 27 siswa kelas XI Excellent D SMA Negeri 2 Parepare. Data yang terkumpul melalui tes dan observasi dianalisis dengan statistik deskriptif dan pendekatan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kemampuan literasi matematika dari siklus I ke siklus II, yang ditandai dengan kenaikan rata-rata nilai dari 52,10 (kategori rendah) menjadi 70,12 (kategori sedang). Penurunan standar deviasi dari 26,54 menjadi 19,33 mencerminkan semakin meratanya capaian siswa. Pergeseran kategori kemampuan juga menunjukkan kemajuan positif, dengan menurunnya proporsi siswa pada kategori rendah dan meningkatnya kategori tinggi. Aktivitas siswa turut mengalami peningkatan pada sebagian besar indikator, meskipun kemampuan komunikasi matematis masih memerlukan penguatan. Temuan ini menegaskan bahwa PjBL berbasis STEM berpotensi menjadi strategi pembelajaran efektif yang mendorong peningkatan literasi matematika, memperkuat partisipasi siswa, serta mengurangi kesenjangan capaian belajar dalam konteks pembelajaran abad ke-21.

Kata Kunci: Literasi Matematika, PJbL, STEM

Abstract. This research is classroom action research (CAR), carried out in two cycles, each including the stages of planning, implementing actions, observing, and reflecting. The main aim of the research is to improve students' mathematical literacy skills through the application of the STEM-based Project-Based Learning (PjBL) model. The research instrument includes a four-item mathematical literacy test, which was validated by two experts with a validity value of 0.84 (very valid category), as well as student activity observation sheets. Mathematical literacy is assessed based on four main indicators, namely communication, representation, mathematization, and strategy selection. The research activities took place over ten meetings, consisting of eight lessons and two tests. The research subjects were 27 students of class XI Excellent D SMA Negeri 2 Parepare. Data collected through tests and observations were analyzed using descriptive statistics and a qualitative approach. The research results showed an increase in mathematical literacy skills from cycle I to cycle II, which was marked by an increase in the average score from 52.10 (low category) to 70.12 (medium category). The decrease in standard deviation from 26.54 to 19.33 reflects the increasingly equal distribution of student achievement. The shift in ability categories also shows positive progress, with the proportion of students in the low category decreasing and the high category increasing. Student activity has also increased in most indicators, although mathematical communication skills still need strengthening. These findings confirm that STEM-based *PjBL has the potential to be an effective learning strategy that encourages*

increased mathematical literacy, strengthens student participation, and reduces learning achievement gaps in the 21st century learning context.

Keywords: Mathematical Literacy, PJbL, STEM

Pendahuluan

Matematika memiliki peran yang sangat penting dalam pendidikan dan teknologi, sehingga diperlukan penguasaan matematika yang baik (Rahman & Ahmad, 2025; Rahman & Ratna Sari, 2024). Kemampuan matematika bukan hanya sekedar berhitung. Tetapi, Matematika mampu memberikan kemampuan dalam berfikir logis, analisis, sistematis, kritis, dan kreatif (Dollo et al., 2025; Nisa et al., 2024). Sehingga dengan belajar matematika siswa dituntut untuk lebih kritis dan menemukan kaitan permasalahan dengan dunia nyata. *National Council of Mathematics* (Kholifasari et al., 2020), ada lima kompetensi penting dalam belajar matematika: 1) Pemecahan Masalah: Menyelesaikan soal matematika; 2) Komunikasi: Menjelaskan ide dan pemikiran matematika. 3) Penalaran: Berpikir logis dan membuat kesimpulan yang tepat. 4) Koneksi: Menghubungkan berbagai topik matematika atau mengaitkannya dengan masalah di dunia nyata. 5) Representasi: Menyajikan informasi matematika dalam bentuk berbeda, seperti tabel, grafik, atau diagram. Kelima kompetensi ini secara kolektif merupakan bagian dari literasi matematis (Prabawati, 2018).

Literasi matematis adalah suatu kompetensi menggunakan konsep-konsep matematika untuk menafsirkan, menguraikan, dan memproyeksikan berbagai fenomena secara logis. Kemampuan ini menjadi bekal penting dalam kehidupan pribadi dan sosial, yang memungkinkan seseorang untuk membuat keputusan yang bijaksana (Bolstad, 2023; Yuliyani & Setyaningsih, 2022). Menurut PISA, literasi matematika adalah kemampuan mengenali, memahami menilai secara tepat, dan memanfaatkannya dengan beragam cara sesuai kebutuhan (Colwell & Enderson, 2016; Purpura et al., 2017). Dengan demikian, literasi matematika tidak sekadar berarti kemampuan berhitung, tetapi juga mencakup pemahaman konsep, keterampilan memecahkan masalah, serta menghubungkan matematika dengan kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan wawancara dengan guru matematika di SMAN 2 Parepare, kemampuan literasi matematika siswa masih jauh dari harapan, meskipun sangat penting. Siswa hanya dapat menyelesaikan soal-soal sederhana atau rutin. Mereka kesulitan ketika menghadapi soal yang cerita, seperti: kesulitan memahami soal yang berhubungan dengan kehidupan nyata (kontekstual), selain itu siswa kesulitan dalam menentukan strategi yang tepat dalam menyelesaikan permasalah. Masalah ini diperparah oleh beberapa hal lain, yaitu: Kurangnya pemahaman tentang bahasa dan simbol matematika, Kesulitan menggunakan representasi matematika (misalnya grafik atau tabel) serta rendahnya kemampuan siswa dalam menyampaikan gagasan, serta mereka tidak memahami bahwa matematika sangat relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan hasil PISA 2022 (OECD 2023) skor literasi matematika Indonesia berada pada angka 366, jauh di bawah rata-rata OECD yaitu 472. Hal menunjukkan bahwa rata-rata capaian literasi matematika siswa Indonesia masih berada di bawah rata-rata internasional. Posisi Indonesia berada pada level 1 dan 2 dari 6 tingkatan literasi matematika, yang mengindikasikan bahwa siswa umumnya hanya dapat menyelesaikan soal-soal rutin. Kondisi ini mengindikasikan adanya *research gap* antara tuntutan literasi matematis menurut standar internasional dan kemampuan faktual siswa di kelas, serta adanya kesenjangan penelitian terkait implementasi model pembelajaran yang secara khusus menyasar peningkatan keempat indikator literasi matematika secara simultan.

Selain itu, meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan efektivitas Project Based Learning (PjBL) dan pendekatan STEM secara terpisah dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, masih terbatas penelitian yang mengintegrasikan kedua pendekatan tersebut secara langsung untuk mengembangkan literasi matematika siswa sekolah menengah pada konteks pembelajaran proyek berbasis masalah nyata. *Novelty* penelitian ini terletak pada penggabungan PjBL dengan pendekatan

STEM untuk secara khusus meningkatkan empat indikator literasi matematika (komunikasi, representasi, matematisasi, dan strategi) melalui rangkaian proyek autentik yang relevan dengan kehidupan siswa.

Tingkat literasi matematika yang rendah dipengaruhi oleh beberapa faktor utama seperti 1) Kompetensi Guru: Kemampuan dan pemahaman pendidik. 2) Kemampuan Siswa: Keterampilan dan pemahaman yang dimiliki oleh siswa itu sendiri. 3) Model Pembelajaran (Mujib et al., 2020). Oleh sebab itu, guru memiliki peran yang sangat vital dalam merancang dan mendesain proses pembelajaran. Guru harus bisa mendorong siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir logis, kritis, dan kreatif, serta keterampilan pemecahan masalah. Kemampuan ini secara langsung akan meningkatkan literasi matematika siswa (Kurnia Putri et al., 2019). Untuk mencapai tujuan tersebut, guru harus mampu memilih model pembelajaran yang tepat. Pemilihan model yang sesuai akan membantu menumbuhkan pola pikir dan sikap positif siswa terhadap matematika (Witraguna & Suryawan, 2024). Model pembelajaran yang efektif adalah *Project-Based Learning* (PjBL) yang dipadukan dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*).

PjBL merupakan suatu model pembelajaran yang memberi peluang kepada siswa untuk belajar secara aktif dan mandiri (Hastuti et al., 2024). Sehingga mendorong siswa dalam mengaplikasikan pengetahuan serta keterampilan yang dimiliki, sekaligus membuka kesempatan untuk memperluas wawasan melalui pemecahan masalah serta kegiatan investigatif yang inovatif dan kreatif (Sastradiharja & Febriani, 2022).

Pembelajaran STEM merupakan strategi efektif untuk menumbuhkan literasi matematis karena menuntut siswa terbiasa, melek, dan terampil dalam sains, teknologi, rekayasa, serta matematika. Pendekatan STEM meningkatkan kecakapan matematis dengan memperkuat kemampuan mereka dalam memecahkan masalah (Ria Deswita, 2025). STEM menstimulasi siswa untuk berpikir kritis, logis, kreatif, dan terstruktur, sehingga membiasakan mereka dalam menyelesaikan masalah matematika yang berguna di berbagai bidang ilmu (Ritonga, 2021; Sulistiawati et al., 2021; Yasifa et al., 2023).

Model PjBL berbasis STEM memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar melalui proyek yang relevan dengan kehidupan nyata sehingga mereka dapat mengaplikasikan konsep-konsep matematika secara integratif. Pendekatan ini menstimulasi kemampuan siswa dalam memecahkan masalah, berinovasi, bekerja kolaboratif, dan mengembangkan keterampilan abad ke-21. Meskipun banyak penelitian telah membahas efektivitas PjBL atau STEM secara terpisah, penelitian mengenai integrasi keduanya dalam konteks peningkatan literasi matematika siswa jenjang SMA, khususnya di Indonesia, masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan (novelty) berupa penerapan PjBL berbasis STEM dalam upaya meningkatkan literasi matematika siswa secara komprehensif.
Dengan demikian, penelitian ini akan menguji apakah siswa yang belajar dengan metode PjBL berbasis STEM menunjukkan peningkatan dalam cara mereka memahami, mengaplikasikan, dan menjelaskan konsep matematika dalam konteks kehidupan nyata yang berdampak pada meningkatkan kemampuan literasi matematika siswa.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Penelitian Tindakan Kelas (PTK) dengan tujuan meningkatkan kemampuan literasi matematika siswa kelas XI *Excellent* D SMA Negeri 2 Parepare melalui penerapan model PjBL berbasis STEM. Penulis bertindak sebagai pelaksana tindakan, sedangkan 27 siswa kelas XI Exselend D berperan sebagai penerima tindakan. Penelitian ini terdiri dari 2 siklus dimana setiap siklus memuat tahap perencanaan, tindakan sekaligus observasi, dan refleksi. Pada tahap perencanaan,

langkah yang akan dilaksanakan dirancang bersamaan dengan tindakan. Setelah tindakan dilaksanakan, data dikumpulkan dan dianalisis untuk kesempurnaan pada tahap refleksi. Hasil refleksi dari siklus I dijadikan sebagai dasar untuk merancang dan melaksanakan siklus II. Penelitian tindakan kelas dilakukan 2 siklus dengan masing-masing siklus memuat 5 pertemuan, dengan 4 pembelajaran dan 1 kali digunakan tes literasi matematika. Data pada penelitian ini, dikumpulkan melalui dua metode utama: Tes Literasi Matematika: bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan siswa dalam memahami serta mengimplementasikan konsep-konsep matematika secara tepat dan Observasi Aktivitas Siswa: Untuk melihat dan mencatat bagaimana siswa berinteraksi dan berpartisipasi dalam pembelajaran. Adapun indikator yang digunakan:

Tabel 1. Indikator Kemampuan Literasi Matematika

Indikator	Deskripsi
Komunikasi	Menginterpretasikan, menuliskan, menguraikan dan mendiskripsikan solusi dari permasalahan
Matematisasi	Mengubah permasalahan kontekstual ke dalam bentuk matematika, lalu menafsirkan model matematis beserta hasil yang terkait dengan permasalahan tersebut.
Refresentasi	Kemampuan Menyampaikan permasalahan dalam beragam bentuk, seperti tabel, ilustrasi, diagram, maupun grafik.
Memilih Strategi	Keterampilan dalam menyusun strategi dan melaksanakan prosesnya untuk memanfaatkan matematika sebagai alat dalam memecahkan masalah.

(diadaptasi dari (Utomo, 2023))

Data mengenai kemampuan literasi matematika siswa dianalisis secara kuantitatif melalui statistik deskriptif serta secara kualitatif dengan menggunakan teknik kategorisasi skala 3 menurut (Setiawan et al., n.d.).

Tabel 2. Kategorisasi Kemampuan Literasi Matematika

Rentang Skor	Kategori
$76 \leq skor \leq 100$	Tinggi
$66 \leq skor \leq 75$	Sedang
$0 \leq skor \leq 65$	Rendah

Hasil data observasi aktivasi siswa yang diperoleh dari lembar aktivitas berdasarkan pengamatan observer. Tingkat aktivitas siswa akan diukur dengan menghitung rata-rata skor yang mereka dapatkan di setiap pertemuan pembelajaran. Skor ini kemudian diubah menjadi persentase untuk melihat seberapa jauh peningkatan yang terjadi. Dengan kata lain, penelitian ini menganalisis skor rata-rata siswa di setiap pertemuan untuk mengevaluasi peningkatan mereka. Data skor rata-rata selanjutnya dianalisis secara kualitatif dengan klasifikasi (Silvia Indahwati & Husni Abdullah, 2019) sebagai berikut.

Tabel 3. Kategori Aktivitas Siswa

Interval (%)	Kategori
$90 - 100$	Amat Baik
$80 - 89$	Baik
$70 - 79$	Cukup
$60 - 69$	Kurang
$P < 60$	Sangat Kurang

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Deskripsi Statistik

Penelitian ini dilaksanakan dalam selama 10 kali pertemuan yang terbagi menjadi 2 siklus. Delapan pertemuan dialokasikan untuk kegiatan pembelajaran, sementara dua pertemuan lainnya digunakan

untuk tes guna mengukur literasi matematika siswa. Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM dalam meningkatkan literasi matematika siswa. Setiap siklus penelitian dijalankan menurut prosedur standar, dimulai dengan perencanaan, dilanjutkan pelaksanaan dan observasi, serta ditutup dengan refleksi.

Analisis terhadap hasil tes literasi matematika siswa dilakukan pasca penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM. Hasil analisis pada berbagai aspek ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai pengaruh positif pendekatan tersebut terhadap kompetensi matematika siswa.

Tabel 4. Hasil Kemampuan Literasi Matematika

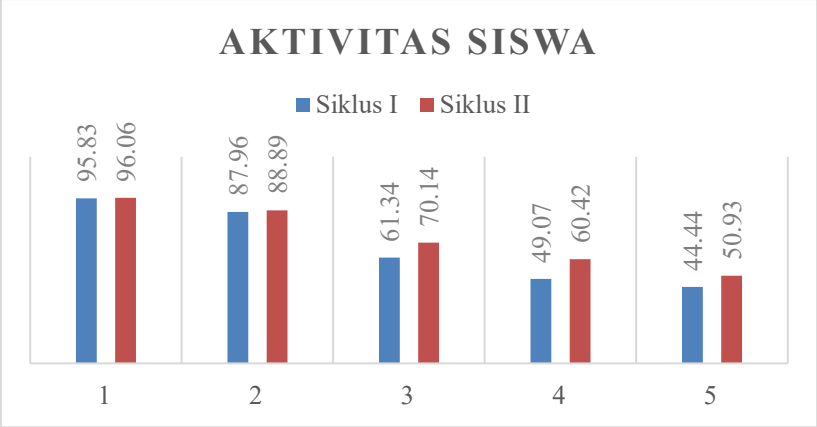
		Nilai Siklus I	Nilai Siklus II
N	Valid	27	27
	Missing	0	0
Mean		52.1044	70.1178
Std. Deviation		26.54122	19.33313
Minimum		13.64	27.27
Maximum		95.45	97.73

Hasil analisis deskriptif pada Tabel 4 memperlihatkan bahwa implementasi tindakan pada siklus II memberikan pengaruh yang positif terhadap kemampuan literasi matematika. Pada Siklus I rata-rata nilai yang diperoleh 52,10, sementara pada siklus II naik menjadi 70,12. Selain peningkatan rata-rata, analisis juga menunjukkan adanya penurunan standar deviasi dari siklus I dengan nilai 26,54 mengalami penurunan pada siklus II dengan nilai 19,33. Hal ini menunjukkan bahwa variasi pencapaian antar siswa semakin mengecil, sehingga capaian hasil belajar lebih merata. Peningkatan nilai minimum pada siklus II semakin memperkuat temuan ini. Siswa yang sebelumnya berada pada kategori rendah mampu menunjukkan kemajuan yang bermakna setelah mengikuti pembelajaran berbasis proyek yang menuntut keterlibatan aktif, kolaborasi, dan pemecahan masalah kontekstual.

Distribusi kategori kemampuan literasi siswa juga memberikan bukti tambahan yang memperkuat hasil analisis deskriptif. Pada siklus I, mayoritas siswa (59,3%) masih berada pada kategori rendah, sementara hanya sebagian kecil yang mencapai kategori tinggi (25,9%). Pola distribusi ini menunjukkan bahwa sebelum perbaikan tindakan, sebagian besar siswa belum mampu menguasai indikator literasi matematika secara optimal, baik dalam aspek komunikasi, representasi, matematisasi, maupun pemilihan strategi.

Namun, setelah dilakukan intervensi pada siklus II, terjadi pergeseran distribusi kategori yang signifikan. Proporsi siswa pada kategori rendah turun menjadi 33,3%, sedangkan proporsi siswa pada kategori tinggi meningkat menjadi 40,7%. Pergeseran ini tidak hanya menunjukkan peningkatan jumlah siswa yang berhasil berpindah dari kategori rendah ke kategori menengah atau tinggi (peningkatan kuantitatif), tetapi juga menggambarkan peningkatan capaian literasi yang lebih mendalam pada siswa yang sebelumnya sudah berada di kategori menengah atau tinggi (peningkatan kualitatif).

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap siswa selama pembelajaran, beberapa indikator aktivitas yang diperhatikan meliputi: (1) Mendengarkan atau memperhatikan penjelasan guru, (2) Mencari informasi yang relevan, (3) Diskusi dan kerja sama kelompok dalam penyelesaian proyek, (4) Mempresentasikan hasil proyek, dan (5) Mengajukan pertanyaan atau memberikan tanggapan. Hasil pengamatan yang dicatat oleh observer kemudian dianalisis, sehingga diperoleh gambaran mengenai keterlibatan dan partisipasi siswa dalam proses pembelajaran.



Gambar 1. Perbandingan Aktivitas Siswa pada Siklus I dan Siklus II Berdasarkan Indikator

Hasil pengamatan aktivitas siswa menunjukkan bahwa kelima indikator yang diamati meningkat pada siklus II. Hal ini mengindikasikan bahwa penyempurnaan strategi pembelajaran yang dilakukan setelah refleksi pada siklus I berdampak positif terhadap partisipasi siswa dalam proses pembelajaran. Aktivitas yang paling menonjol adalah mendengarkan atau memperhatikan penjelasan guru, dengan rata-rata capaian 96,06 pada siklus II, sehingga masuk kategori *amat baik*. Tingginya capaian pada indikator ini mengindikasikan bahwa siswa memiliki tingkat perhatian dan kesiapan belajar yang optimal, yang menjadi prasyarat penting dalam membangun pemahaman konsep serta mengikuti alur kegiatan proyek yang diberikan.

Kemampuan siswa dalam menemukan informasi relevan meningkat secara positif dari 87,96 menjadi 88,89, tetap tergolong baik. Peningkatan tersebut mengindikasikan bahwa siswa semakin mahir dalam mengakses dan memanfaatkan berbagai sumber belajar baik buku teks, media digital, maupun hasil diskusi kelompok untuk menyelesaikan proyek. Aktivitas ini sejalan dengan karakteristik pembelajaran berbasis STEM yang menekankan kemampuan siswa untuk mengeksplorasi, mengintegrasikan, dan mengaplikasikan pengetahuan dalam konteks nyata.

Sementara itu, aktivitas siswa dalam diskusi dan kerja sama kelompok dalam penyelesaian proyek mengalami perkembangan positif, meskipun pada siklus II baru mencapai kategori *cukup*. Hal ini menengaskan bahwa penerapan model PjBL berbasis STEM telah mendorong interaksi kolaboratif antar siswa, namun intensitas dan kualitas diskusi masih perlu ditingkatkan. Salah satu faktor yang memengaruhi adalah belum meratanya partisipasi aktif di dalam kelompok, di mana sebagian siswa cenderung mendominasi sementara siswa lain masih pasif.

Dua indikator lainnya yang berkaitan dengan kemampuan komunikasi matematis, yaitu *mempresentasikan hasil proyek* serta *bertanya atau memberi tanggapan*, masih belum menunjukkan hasil yang memuaskan. Aktivitas mempresentasikan hasil proyek pada siklus II tetap berada dalam kategori *kurang*, yang mengindikasikan bahwa siswa masih menghadapi hambatan dalam mengomunikasikan ide matematis secara lisan maupun visual. Hambatan ini dapat berkaitan dengan rasa percaya diri yang rendah, keterbatasan keterampilan presentasi, maupun kurangnya pengalaman dalam menyampaikan argumen secara sistematis di depan kelas.

Demikian pula, aktivitas *bertanya atau memberi tanggapan* masih berada pada kategori *sangat kurang*. Temuan ini memperlihatkan bahwa budaya bertanya dan mengemukakan pendapat di kalangan siswa belum terbentuk dengan baik. Kondisi ini dipengaruhi oleh kebiasaan belajar sebelumnya yang lebih berorientasi pada penerimaan informasi dari guru (*teacher-centered*), sehingga siswa belum terbiasa untuk secara kritis merespons ide atau hasil kerja temannya.

Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa meskipun PjBL berbasis STEM telah berhasil meningkatkan beberapa indikator aktivitas siswa, aspek komunikasi matematis (presentasi,

bertanya, dan menanggapi) masih merupakan tantangan yang perlu diperhatikan lebih lanjut. Hal ini penting karena komunikasi merupakan salah satu indikator utama literasi matematika, sehingga keberhasilan peningkatan literasi tidak hanya ditentukan oleh kemampuan kognitif dalam menyelesaikan masalah, tetapi juga oleh kemampuan siswa dalam menyampaikan, mempertahankan, dan merefleksikan gagasan matematis mereka kepada orang lain.

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis statistik, Literasi Matematika Siswa mengalamai kenaikan dari siklus I ke siklus II. Kenaikan ini mencerminkan bahwa strategi perbaikan yang diterapkan pada siklus II berupa penguatan aktivitas proyek, integrasi aspek STEM secara lebih mendalam, serta peningkatan kolaborasi dan kemandirian siswa mampu mengoptimalkan proses pembelajaran dan memberi kontribusi nyata terhadap peningkatan capaian literasi matematika. Hal ini karena Pendekatan pembelajaran *Project-Based Learning* secara konsisten meningkatkan literasi matematika. Melalui aktivitas proyek, siswa lebih aktif, terlibat, dan mampu mengaitkan konsep matematika dengan kehidupan nyata (Hussein et al., 2024; Rehman et al., 2023; Supianti et al., 2025). Dengan kata lain, bukan hanya siswa dengan kemampuan tinggi yang memperoleh manfaat dari model pembelajaran ini, tetapi siswa dengan kemampuan rendah pun dapat mengejar ketertinggalannya. Fenomena ini sejalan dengan pandangan (OECD 2023) yang menekankan bahwa penguatan literasi matematika tidak hanya diukur dari peningkatan capaian rata-rata, tetapi juga dari berkurangnya kesenjangan pencapaian antar siswa.

Pada siklus II, terjadi peningkatan aktivitas siswa pada hampir seluruh indikator, meskipun ada beberapa kendala. Secara keseluruhan, peningkatan ini menunjukkan bahwa intervensi atau metode yang diterapkan memiliki dampak positif. Namun, aspek yang berkaitan dengan komunikasi, baik dalam bentuk presentasi maupun interaksi berupa pertanyaan dan tanggapan, masih perlu mendapatkan perhatian lebih dalam pembelajaran berikutnya. Dengan demikian, penerapan PjBL berbasis STEM terbukti tidak hanya efektif dalam meningkatkan prestasi akademik secara keseluruhan, tetapi juga berperan penting dalam menciptakan pemerataan hasil belajar yang lebih adil dan inklusif (Lee, 2022; Zhang & Ma, 2023).

Indikator kemampuan literasi matematika siswa mencakup aspek komunikasi, representasi, matematisasi, dan pemilihan strategi. Keempat aspek ini penting dalam literasi matematika karena menilai kemampuan siswa dalam merumuskan, menerapkan, dan menafsirkan konsep matematika di berbagai konteks. Temuan ini menyoroti bahwa literasi matematika melampaui sekadar keterampilan menghitung. Literasi matematika sejati menekankan kemampuan siswa untuk menerjemahkan konsep-konsep matematika ke dalam situasi nyata, sehingga pengetahuan yang dimiliki dapat digunakan secara praktis dan relevan dalam kehidupan sehari-hari (Bolstad, 2023; Kolar & Hodnik, 2021). Siklus I difokuskan untuk melihat gambaran awal efektivitas penerapan model, termasuk hambatan yang muncul dalam proses pembelajaran. Temuan refleksi dari siklus I digunakan sebagai dasar untuk menyempurnakan strategi pembelajaran pada siklus II. Siklus II kemudian diarahkan pada penguatan aktivitas proyek, integrasi aspek STEM secara lebih mendalam, serta peningkatan kolaborasi dan kemandirian siswa. Selain itu, penerapan PjBL-STEM yang diperbaiki pada siklus II juga mampu membentuk pola pembelajaran yang lebih inklusif, partisipatif, dan mendorong siswa untuk berpikir kritis sekaligus kreatif dalam memecahkan masalah nyata.

Temuan ini sejalan dengan pandangan bahwa keberhasilan pembelajaran tidak cukup diukur hanya melalui rata-rata nilai, tetapi juga melalui pemerataan distribusi capaian antar siswa (Crouch et al., 2021; Gruijters & Behrman, 2020). Pergeseran distribusi ke arah kategori lebih tinggi mengindikasikan bahwa model PjBL berbasis STEM telah mampu mengangkat kemampuan siswa

secara lebih merata, sehingga tidak terjadi kesenjangan yang terlalu tajam antar kelompok. Dengan demikian, intervensi yang dilakukan pada proses pembelajaran terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas proses sekaligus hasil pembelajaran, baik dari sisi peningkatan capaian individual maupun dari sisi pemerataan distribusi kemampuan literasi matematika. Secara teoretis, hasil ini selaras dengan pandangan Vygotsky tentang *zone of proximal development (ZPD)*, yaitu kemampuan siswa berkembang optimal ketika mendapat dukungan pembelajaran yang tepat. Sehingga mereka bergerak dari kemampuan aktual menuju kemampuan potensial yang lebih tinggi.

Selain itu, peningkatan ini juga sejalan dengan konsep *literacy as a social practice* (Afdal et al., 2023; Henning, 2023). Literasi melampaui penguasaan keterampilan membaca dan menulis; secara fundamental, literasi menekankan partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran yang bersifat relevan dan bermakna. Jika siklus II memperkenalkan aktivitas yang lebih kolaboratif, kontekstual, dan menantang, maka peningkatan keterampilan literasi yang signifikan dapat dijelaskan secara teoritis. Hal ini sesuai prinsip *assessment for learning* (Botezatu, 2023; Gavranović et al., 2024), yaitu umpan balik yang tepat dan strategi perbaikan berbasis hasil evaluasi siklus sebelumnya akan meningkatkan hasil belajar. Dengan kata lain, temuan pada siklus I dimanfaatkan untuk menyempurnakan rancangan pembelajaran pada siklus II, sehingga terjadi peningkatan yang nyata pada kemampuan literasi matematika siswa.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM berhasil meningkatkan aktivitas siswa pada seluruh indikator. Temuan ini mengindikasikan bahwa model pembelajaran tersebut tidak hanya menekankan hasil belajar kognitif, tetapi juga efektif dalam membangun budaya belajar yang lebih aktif dan mandiri. Hasil ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menegaskan bahwa keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran berorientasi proyek berperan signifikan dalam meningkatkan motivasi, kemandirian, serta literasi matematika dan sains.

Untuk mengetahui keberhasilan indikator pada penelitian ini, maka dilakukan pengujian tingkat ketercapaian indikator dengan teknik statistika deskriptif yaitu rata-rata. Berdasarkan perbandingan skor rata-rata, hasil menunjukkan adanya peningkatan pada literasi matematika siswa dari siklus I menuju siklus II. Skor tara-rata pada siklus II, berhasil mencapai kategori sedang dengan nilai 70.12, yang menandakan bahwa perbaikan strategi pembelajaran berhasil meningkatkan kemampuan literasi matematika siswa secara keseluruhan.



Gambar 2. Perbadingan Kemampuan Literasi Matematika (Tingkat Keberhasilan Indikator 1)

Analisis terhadap aktivitas siswa berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada Siklus II, rata-rata persentase aktivitas mencapai 73,29, yang termasuk dalam kategori cukup. Hal ini menandakan bahwa indikator kedua telah terpenuhi. Namun demikian, hasil pengamatan juga mengungkap bahwa aktivitas siswa masih memerlukan peningkatan, terutama pada aspek kemampuan bertanya dan memberikan argumentasi, yang merupakan bagian penting dari keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran.



Gambar 3. Perbadingan Aktivitas Siswa (Tingkat Keberhasilan Indikator 2)

Kesimpulan dan Saran

Penerapan model *Project Based Learning* berbasis STEM terbukti dapat meningkatkan literasi matematika siswa, yang ditunjukkan oleh kenaikan skor rata-rata dari 52,10 pada Siklus I (kategori rendah) menjadi 70,12 pada Siklus II (kategori sedang). Hasil ini menandai tercapainya indikator keberhasilan pertama, yaitu skor rata-rata minimal berada pada kategori sedang. Selain itu, terdapat peningkatan pada aspek aktivitas siswa; jika pada siklus I aktivitas siswa tergolong kurang, setelah perbaikan strategi berdasarkan refleksi, aktivitas siswa pada siklus II meningkat hingga masuk kategori cukup. Temuan ini memperkuat bahwa penerapan PJBL berbasis STEM tidak hanya berdampak positif pada kemampuan literasi matematika, tetapi juga pada kualitas keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran.

Hasil penelitian ini mengimplikasikan bahwa integrasi PjBL dengan pendekatan STEM mampu menciptakan pembelajaran lebih bermakna dan kontekstual; meningkatkan pemerataan capaian belajar melalui aktivitas kolaboratif; mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti kreativitas, komunikasi, dan berpikir kritis; dan menjadi model pembelajaran alternatif yang relevan untuk meningkatkan literasi matematika secara berkelanjutan. Oleh karena itu, direkomendasikan kepada guru sebagai alternatif strategi pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan literasi matematika, memperkuat keterlibatan siswa, serta mendorong pemerataan capaian belajar. Guru perlu memberikan pendampingan yang lebih intensif terutama pada aspek komunikasi matematis melalui kegiatan presentasi, diskusi terstruktur, dan pemanfaatan media representasi visual. Sekolah diharapkan menyediakan dukungan berupa sarana pembelajaran, teknologi pendukung, serta pelatihan guru agar implementasi PjBL-STEM dapat berjalan optimal dan berkelanjutan. Kepada peneliti selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan penelitian, menerapkan uji statistik inferensial guna memperkuat temuan, serta mengeksplorasi pengaruh model PjBL-STEM terhadap kemampuan matematis lain seperti penalaran dan pemecahan masalah tingkat tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Kementerian Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi atas dukungan pendanaan penelitian ini melalui Tahun Anggaran 2025 dengan nomor kontrak 0295/II.3.AU/F/2025 tertanggal 12 Juni 2025.

Daftar Pustaka

Afdal, H. W., Spernes, K., & Hoff-Jenssen, R. (2023). Academic reading as a social practice in higher education. *Higher Education*, *85*(6), 1337–1355. https://doi.org/10.1007/s10734-022-00893-x

Bolstad, O. H. (2023). Lower secondary students' encounters with mathematical literacy. *Mathematics Education Research Journal*, *35*(1), 237–253. https://doi.org/10.1007/s13394-021-00386-7

BOTEZATU, V. (2023). Feedback in formative assessment: strategies to optimize student learning. *Journal of Pedagogy - Revista de Pedagogie*, *LXXI*(2), 175–194. https://doi.org/10.26755/RevPed/2023.2/175

Colwell, J., & Enderson, M. C. (2016). "When I hear literacy": Using pre-service teachers' perceptions of mathematical literacy to inform program changes in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, *53*, 63–74. https://doi.org/10.1016/j.tate.2015.11.001

Crouch, L., Rolleston, C., & Gustafsson, M. (2021). Eliminating global learning poverty: The importance of equalities and equity. *International Journal of Educational Development*, *82*, 102250. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2020.102250

Dollo, A., Ahmad, H., & Rahman, A. (2025). Learning Management System and Its Impact on Students' Mathematical Reasoning Ability. *Journal of Education Science*, *4*(2), 460–472. https://doi.org/10.58917/aijes.v4i2.305

Gavranović, V., Veljković Michos, M., & Alčaković, S. (2024). Utilising Formative Assessment to Improve Students' Learning Outcomes in Hybrid Learning Framework in Higher Education. *Didáctica. Lengua y Literatura*, *36*, 145–152. https://doi.org/10.5209/dill.87558

Gruijters, R. J., & Behrman, J. A. (2020). Learning Inequality in Francophone Africa: School Quality and the Educational Achievement of Rich and Poor Children. *Sociology of Education*, *93*(3), 256–276. https://doi.org/10.1177/0038040720919379

Hastuti, F. F., Waluyo, M., & Sumadi, S. (2024). Penerapan problem based learning dalam meningkatkan kemandirian belajar peserta didik kelas X. *PYTHAGORAS: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *13*(2), 98–110. https://doi.org/10.33373/pyth.v13i2.6356

Henning, L. (2023). Remixing literacy: Young children producing literacy practices for research participation. *Learning, Culture and Social Interaction*, *38*, 100682. https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2022.100682

Hussein, S., Khoiruzzadittaqwa, M., Luthfiyah, L., & Alhaq, M. M. (2024). The Effectiveness of Project-Based Learning and Problem-Based Learning in Improving Student Achievement and Involvement in Learning Mathematics. *International Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 89–99. https://doi.org/10.56855/ijmme.v2i2.931

Kholifasari, R., Utami, C., & Mariyam, M. (2020). Analisis Kemampuan Literasi Matematis Siswa Ditinjau Dari Karakter Kemandirian Belajar Materi Aljabar. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, *7*(2), 117–125. https://doi.org/10.31316/j.derivat.v7i2.1057

Kolar, V. M., & Hodnik, T. (2021). *Mathematical Literacy from the Perspective of Solving Contextual Problems.* European Journal of Educational Research, 10 (1), 467–483. https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.1.467

Kurnia Putri, D., Sulianto, J., & Azizah, M. (2019). Kemampuan Penalaran Matematis Ditinjau dari Kemampuan Pemecahan Masalah. *International Journal of Elementary Education*, *3*(3), 351. https://doi.org/10.23887/ijee.v3i3.19497

Lee, Y.-J. (2022). Supporting Equitable Participation Through Project-Based STEM Learning at the Elementary Level. *Proceedings of the 2022 AERA Annual Meeting*. https://doi.org/10.3102/1883214

Mujib, M., Mardiyah, M., & Suherman, S. (2020). STEM : Pengaruhnya terhadap Literasi Matematis dan Kecerdasan Multiple Intelligences. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, *3*(1), 66–73. https://doi.org/10.24042/ijsme.v3i1.5448

Nisa, S. C., Suprapto, E., & Sari, E. (2024). Identifikasi Kemampuan Berpikir Logis Dalam Pemecahan Masalah Matematika Pada Siswa Kelas XI SMAN 6 Madiun. *Journal on Education*, *6*(4), 19945–19956. https://doi.org/10.31004/joe.v6i4.6012

PISA 2022 Results (Volume I). (2023). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Prabawati, M. N. (2018). Analisis Kemampuan Literasi Matematik Mahasiswa Calon Guru Matematika. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, *7*(1), 113–120. https://doi.org/10.31980/mosharafa.v7i1.481

Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Ganley, C. M. (2017). Foundations of mathematics and literacy: The role of executive functioning components. *Journal of Experimental Child Psychology*, *153*, 15–34. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.08.010

Rahman, A., & Ahmad, H. (2025). Meningkatkan kemampuan spasial menggunakan modul pembelajaran geometri berbantuan geogebra. In *Jurnal Pendidikan Matematika* 9(1), 13 – 26. https://doi.org/10.31100/histogram.v9i1.3873

Rahman, A., & Ratna Sari, D. (2024). The Influence of the Campus Teaching Program on the Mathematical Literacy Ability of Parepare Students. *Edumaspul Journal*, *8*(1), 2024–2511. https://doi.org/10.33487/edumaspul.v8i1

Rehman, N., Zhang, W., Mahmood, A., Fareed, M. Z., & Batool, S. (2023). Fostering twenty-first century skills among primary school students through math project-based learning. *Humanities and Social Sciences Communications*, *10*(1), 424. https://doi.org/10.1057/s41599-023-01914-5

Ria Deswita, N. F. (2025). Efektivitas local instruction theory berbasis pendekatan STEM dalam mengembangkan mathematical proficiency mahasiswa pada materi graf euler. *PYTHAGORAS: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *14*(1), 13–24.

Ritonga, S. (2021). Penerapan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Studi Guru Dan Pembelajaran*, *4*(1), 75 -81. https://doi.org/10.30605/jsgp.4.1.2021.519

Sastradiharja, E. J., & Febriani, F. (2022). Pembelajaran Berbasis Projek (Project Based Learning) Dalam Meningkatkan Kreativitas Siswadi Sekolah Penggerak Smp Al Azhar Syifa Budi Cibinong-Bogor. *Edukasi Islami: Jurnal Pendidikan Islam*, *12*(01). https://doi.org/10.30868/ei.v12i01.4184

Setiawan, W., Ikin Sugandi, A., Siliwangi, I., & Terusan Jenderal Sudirman, J. (n.d.). *Analisis Kemampuan Literasi Matematika Siswa Dalam Menyelesaikan Soal-Soal Matematika Jenis PISA Kelas IX SMP Negeri 1 Saguling*. Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif, 6(2), 785 – 794. https://doi.org/10.22460/jpmi.v6i2.14215

Silvia Indahwati, D., & Husni Abdullah, M. (2019). *Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas V Sekolah Dasar.* JPGSD, 7 (6), 3542 – 3556.

Sulistiawati, S., Juandi, D., & Yuliardi, R. (2021). Pembelajaran Terintegrasi Stem Untuk Meningkatkan Literasi Matematis Mahasiswa Calon Guru Matematika Pada Perkuliahan Pra-Kalkulus 1. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, *6*(1), 82-97. https://doi.org/10.25157/teorema.v6i1.4727

Supianti, I. I., Yaniawati, P., Bonyah, E., Hasbiah, A. W., & Rozalini, N. (2025). STEAM approach in project-based learning to develop mathematical literacy and students' character. *Infinity Journal*, *14*(2), 283–302. https://doi.org/10.22460/infinity.v14i2.p283-302

Utomo, E. S. (2023). *Kemampuan Literasi Matematis Calon Guru Dalam Pengajuan Masalah Berorientasi Data Berdasarkan Kemampuan Matematika. AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *12*(3), 3362 - 3374. https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i3.6463

Witraguna, K. Y., & Suryawan, I. P. P. (2024). Persepsi Guru Terhadap Pembelajaran dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *8*(3), 2026–2038. https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i3.3382

Yasifa, A., Hasibuan, N. H., Siregar, P. A., Zakiyah, S., Anas, N., Negeri, U. I., Utara, S., William, J., Ps, I. V, Estate, M., Percut, K., Tuan, S., & Serdang, D. (2023). Implementasi Pembelajaran STEM pada Materi Ekosistem terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Journal on Education*, *05*(04), pp. 11385-11396. https://doi.org/10.31004/joe.v5i4.2081

Yuliyani, D. R., & Setyaningsih, N. (2022). Kemampuan Literasi Matematika dalam Menyelesaikan Soal Berbasis PISA Konten Change and Relationship Ditinjau dari Gaya Kognitif Siswa. *EDUKATIF : Jurnal Ilmu Pendidikan*, *4*(2), 1836–1849. https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i2.2067

Zhang, L., & Ma, Y. (2023). *A Study Of The Impact Of Project-Based Learning On Student Learning Effects: A Meta-Analysis Study*. *Frontiers in Psychology*, *Volume 14*, 1 – 14. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728