Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika
Vol. 18 No. 2 (2025) pp. 65 - 74
http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/radiasi/index
p-ISSN: 2302-6111 e-ISSN: 2549-0826

Analysis of Student Participation in STEM-Based Robotics Lessons Using Transcript-Based Lesson Analysis

[1]Melan Yulita Sari ✉, [1]Nova Susanti, [1]Rahma Dani

[1]Universitas Jambi
Jl. Jambi-*Muara Bulian km. 15, Mendalo Indah,* Jambi *Luar Kota, Muaro* Jambi, Jambi, *Indonesia*
|nova_fisikaunja@unja.ac.id ✉ | DOI: https://doi.org/10.37729/radiasi.v18i2.6756 |

Abstract

This study aims to analyze student engagement in STEM-based robotics learning at SMP IT Nurul Ilmi, Jambi City. The research was conducted using the Lesson Study approach and the Transcript-Based Lesson Analysis (TBLA) technique to examine student engagement based on the following indicators: actively working on learning tasks, asking questions to teachers or peers, seeking information to solve problems, participating in group discussions, assessing acquired skills/results, practicing similar problem-solving, and applying learning outcomes to new tasks. Data were collected through observations, audio recordings, and transcript analysis using Excel, presented in percentage form. The results show that the most prominent indicator was active involvement in completing learning tasks (38 percent), while the lowest indicators were practicing similar problem-solving (2 percent) and seeking information to solve problems (0.13 percent). These findings indicate that STEM-based robotics learning can foster student participation in core activities but has not yet fully developed scientific skills that serve as an essential foundation in science learning, such as observing phenomena, formulating questions, seeking information, and re-examining concepts through similar problems. Therefore, the implementation of robotics learning in the context of science education needs to be designed to train students in independent exploration, critical thinking, and transferring knowledge to new situations in accordance with the characteristics of science learning to support 21st century skills.

Keywords: *Student engagement, Lesson study, TBLA*

Article Info:
Recieved:
11/08/2025
Revised:
22/09/2025
Accepted:
26/09/2025

CC BY NC

1. Pendahuluan

Pendidikan di era saat ini terus mengalami transformasi yang sejalan dengan kemajuan inovasi dan teknologi yang berkembang dengan pesat. Hal ini memberikan pengaruh yang signifikan pada berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam proses pembelajaran dan pengajaran [1]. Pendidikan berperan sebagai faktor krusial dalam pengembangan kualitas sumber daya manusia yang cerdas, terampil, dan mampu beradaptasi dengan perubahan zaman. Proses pembelajaran di dalam kelas seharusnya dirancang untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan abad ke-21 dengan baik. Aktivitas yang dilakukan dan cara penerapannya setidaknya harus mencakup empat kemampuan utama: berpikir kritis, bekerja sama, penggunaan alat kerja, serta keterampilan hidup [2]. Salah satu indikator yang krusial dalam mewujudkan keberhasilan proses pendidikan adalah tingkat partisipasi peserta didik selama kegiatan pembelajaran. Partisipasi ini meliputi keterlibatan dalam aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik yang saling berinteraksi, sehingga dapat membentuk pemahaman konsep, memperkuat motivasi belajar, serta menumbuhkan rasa percaya diri pada siswa [3].

Pembelajaran IPA merupakan pembelajaran menekankan pengembangan kemampuan siswa untuk memahami fenomena alam melalui observasi, eksperimen, dan analisis [4]. Ilmu Alam Pengetahuan (IPA) bukan sekedar fokus pada produk atau hasil akhir pengetahuan, melainkan juga pada proses penemuan, eksplorasi, serta pembentukan sikap ilmiah. Hal ini menegaskan bahwa pembelajaran IPA menuntut keterlibatan aktif peserta didik dalam kegiatan belajar yang mendorong pengembangan keterampilan penelitian, rasa ingin tahu, ketekunan, serta keberanian untuk bertanya dan menyampaikan hipotesis [5]. Dengan demikian, pembelajaran IPA dapat menjadi landasan yang kuat untuk pengembangan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, yang sejalan dengan tujuan pembelajaran abad ke-21.

Pada dasarnya, kegiatan pembelajaran melibatkan hubungan timbal balik antara dua pihak utama, yaitu guru dan siswa. Dalam hubungan ini, siswa tidak hanya dipandang sebagai objek penerima informasi, melainkan sebagai subjek yang aktif berperan dalam proses belajar. Peran aktif ini memungkinkan siswa mengembangkan kemampuan dan potensi yang dimilikinya. Keaktifan tersebut dapat diwujudkan dalam partisipasi fisik maupun mental. Oleh karena itu, terjalinnya hubungan yang baik antara guru dan siswa sangat penting guna menciptakan suasana pembelajaran yang bermakna dan berjalan dengan optimal. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mendorong keaktifan siswa adalah melalui kegiatan tanya jawab atau dialog interaktif, yang memungkinkan terjadinya interaksi langsung dan menjadikan proses belajar lebih bermakna [6].

Salah satu indikator keaktifan belajar siswa dapat terlihat dari keberanian dalam mengajukan pertanyaan terkait hal-hal yang belum dipahami, serta usaha mereka dalam menjawab pertanyaan yang diajukan [7]. Sementara itu, Menurut [8] menjelaskan bahwa keaktifan dalam pembelajaran dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu keaktifan yang tampak secara nyata (konkret) dan mudah diamati, serta keaktifan yang bersifat tidak tampak langsung (abstrak) dan sulit untuk diamati. Contoh aktivitas yang mudah diamati mencakup kegiatan seperti mendengarkan, menulis, membaca, menyanyi, menggambar, serta mempraktikkan keterampilan tertentu. Di sisi lain, keaktifan yang tidak mudah diamati biasanya berkaitan dengan proses mental seperti aktivitas kognitif, misalnya penggunaan pengetahuan untuk menyelesaikan permasalahan, melakukan perbandingan konsep, menyusun kesimpulan dari pengamatan, dan berpikir secara kritis pada tingkat yang lebih tinggi.

Dalam praktiknya keaktifan siswa belum sepenuhnya terbangun secara optimal, terutama pada pembelajaran yang bersifat teoritis dan kurang kontekstual. Sebagai respons terhadap tantangan tersebut, berbagai pendekatan pembelajaran inovatif telah dikembangkan untuk meningkatkan partisipasi aktif peserta didik. Salah satu pendekatan yang terbukti efektif adalah pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), yang menekankan integrasi lintas disiplin ilmu untuk menyelesaikan permasalahan nyata secara kontekstual dan kolaboratif. Penelitian [9] menyampaikan bahwa integrasi pembelajaran berbasis STEM dapat meningkatkan keaktifan siswa hingga 77,20%, sedangkan [10] mencatat lonjakan partisipasi dari 46% pada pra-siklus menjadi 95% pada siklus kedua. Fakta ini menunjukkan bahwa pendekatan STEM dapat membangun keterlibatan belajar yang bermakna dan berkelanjutan.

Strategi pembelajaran yang berbasis STEM adalah suatu pendekatan sistematis yang mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika, dan juga memanfaatkan fasilitas pembelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan [11]. Strategi pembelajaran tersebut diharapkan dapat memastikan terjalinnya kerjasama yang interaktif, sehingga keberhasilan dalam proses pembelajaran dapat tercapai. Menurut [12] pendekatan STEM mencakup empat disiplin ilmu utama yaitu *Science* yang mempelajari hukum alam seperti fisika, kimia, dan biologi, *Technology* yang berkaitan dengan pemanfaatan alat atau mesin untuk mempermudah kehidupan manusia, *Engineering* yang fokus pada perancangan alat melalui penerapan ilmu dan matematika, serta *Mathematics* yang menekankan pemikiran logis dan pengolahan angka dalam pemecahan masalah.

Salah satu bentuk nyata dari penerapan STEM yang memiliki potensi besar untuk meningkatkan keaktifan siswa adalah pembelajaran berbasis robotik. Robotik memberikan pengalaman belajar kontekstual dengan mengintegrasikan konsep IPA, teknologi, teknik, dan matematika, sehingga mendorong siswa lebih aktif dalam menyelesaikan masalah nyata. Proses pembelajaran ini melibatkan perancangan, pembuatan, pemrograman, dan pengoperasian robot sebagai media atau objek untuk belajar. Pembelajaran robotik mengintegrasikan aspek pemrograman, desain, dan rekayasa sistem, yang mencerminkan integrasi antara sains, teknologi, teknik, dan matematika. Selama proses tersebut, peserta diajak untuk berpikir kritis dan kreatif, mengeksplorasi masalah, merancang solusi, melakukan percobaan, serta secara aktif dan langsung menyiarkan hasil dalam situasi nyata [13].

Meskipun banyak penelitian telah menunjukkan efektivitas pembelajaran dalam konteks IPA berbasis STEM terhadap peningkatan keaktifan siswa, namun masih terdapat kekurangan dalam dokumentasi dan analisis mendalam mengenai bagaimana interaksi pembelajaran berlangsung di kelas. Terutama, dinamika keaktifan siswa selama proses pembelajaran sering kali belum tergambarkan secara utuh. Dalam konteks ini, pendekatan *Lesson Study* menjadi relevan sebagai strategi pengembangan profesional guru yang menekankan siklus perencanaan, pelaksanaan, dan refleksi berdasarkan bukti nyata di lapangan. Menurut [14] Lesson Study merupakan suatu upaya yang dilakukan oleh para pendidik untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dengan cara berkolaborasi bersama rekan sejawat. Namun, integrasi antara pembelajaran STEM berbasis robotik dalam konteks IPA dengan pendekatan *Lesson Study* dalam meningkatkan keaktifan siswa masih jarang dikaji secara sistematis.

Oleh karena itu penelitian ini mengintegrasikan antara pembelajaran robotik berbasis STEM dengan pendekatan *Lesson Study*, yang difokuskan pada analisis keaktifan peserta didik menggunakan *Transcript Based Lesson Analysis* (TBLA). Menurut [15] TBLA adalah metode analisis pembelajaran yang memanfaatkan transkrip percakapan antara pendidik dan peserta didik selama proses pembelajaran, yang diperoleh melalui pengamatan yang cermat. Melalui pendekatan TBLA, proses komunikasi antara guru dan siswa dapat dikaji secara sistematis, memberikan masukan konkret untuk peningkatan kualitas interaksi pembelajaran [16]. Pendekatan ini diharapkan tidak hanya memberikan gambaran konkret mengenai pola komunikasi dan keterlibatan siswa, tetapi juga menjadi dasar pengambilan keputusan pedagogis yang berbasis data.

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keterlibatan aktif peserta didik pada proses belajar robotik berbasis STEM dengan pendekatan *Lesson Study*, di mana peneliti berperan sebagai pengamat pada tahap pelaksanaan (*do*) menggunakan metode TBLA. Fokus penelitian ini adalah pada siswa kelas 7B di SMP IT Nurul Ilmi Kota Jambi, dengan harapan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai dinamika keaktifan siswa dalam pembelajaran kolaboratif yang berbasis praktik nyata, khususnya dalam konteks IPA yang mengintegrasikan sains, eksperimen, dan penerapan konsep ilmiah dalam pemecahan masalah.

2. Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan suatu kajian yang dilaksanakan secara sistematis terhadap suatu fenomena dengan mengumpulkan data yang bersifat terukur, kemudian dianalisis menggunakan metode statistik, matematis, atau berbasis komputasi [17]. Penelitian ini dilaksanakan dalam konteks kegiatan *Lesson Study*, yang terdiri dari tiga tahap: *plan, do*, dan *see*. Pengumpulan data difokuskan pada tahap *do*, yaitu saat pelaksanaan pembelajaran di kelas. Materi yang diajarkan adalah robotik, dengan proyek utama berupa pembuatan lampu lalu lintas. Pengamatan dilakukan untuk menilai keaktifan peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung.

Siswa yang berpartisipasi berjumlah 20 orang siswa dari 30 oarang siswa yang yang secara keseluruhan adalah laki-laki (100%); sementara itu 10 orang siswa lainnya tidak ikut serta karena mengikuti kegiatan ekstrakurikuler.

Data dikumpulkan menggunakan pendekatan *Transcript-Based Lesson Analysis* (TBLA), yaitu dengan menganalisis transkrip interaksi antara peserta didik dan guru yang diperoleh dari rekaman dokumentasi pembelajaran. Data yang telah ditranskrip kemudian dikodekan dan dikategorikan ke dalam masing-masing indikator keaktifan peserta didik, lalu dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan Microsoft Excel dengan menghitung frekuensi, intensitas kemunculan, serta persentase keterpenuhan tiap indikator dalam konteks keaktifan siswa. Instrumen observasi terdiri dari 7 indikator keaktifan peserta didik, sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 1. Instrumen telah diuji validitasnya dengan nilai 0,88 (kategori sangat tinggi) dan reliabilitas sebesar 0,90 (kategori sangat tinggi), sehingga dinyatakan layak digunakan.

3. Hasil dan Pembahasan

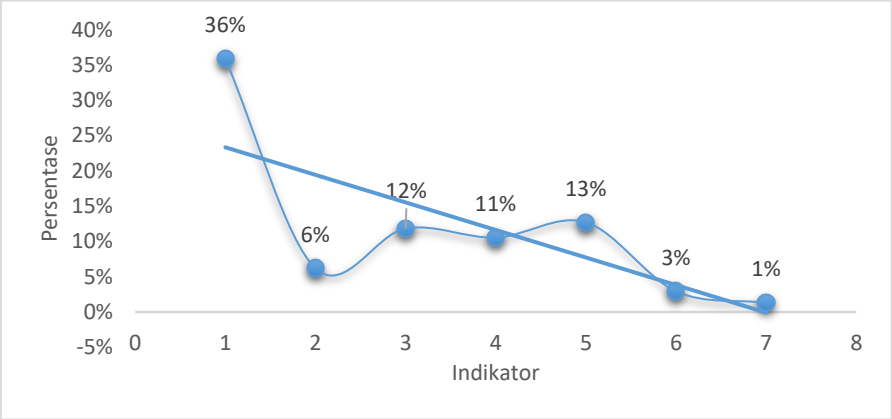
Seluruh responden dalam penelitian ini berjumlah 20 orang siswa dengan seluruhnya adalah laki-laki (100%). Dari total 30 siswa yang terdaftar di kelas, hanya 20 orang yang berpartisipasi dalam pembelajaran robotik. Sementara itu, 10 siswa lainnya tidak ikut serta karena berhalangan hadir, di antaranya disebabkan oleh keterlibatan dalam kegiatan ekstrakurikuler sekolah. Rekaman dari proses pembelajaran yang diamati berfokus pada pembelajaran robotik tentang pembuatan lampu lalu lintas. Durasi rekaman kelompok satu adalah 1 jam 13 menit 36 detik, kelompok dua 1 jam 15 menit 48 detik, kelompok tiga 1 jam 18 menit, dan kelompok empat 1 jam 12 menit 48 detik. Hasil analisis transkrip dialog disajikan dalam Tabel 1.

Secara keseluruhan, aspek yang paling menonjol adalah keterlibatan aktif dalam mengerjakan tugas belajar, yang memperoleh persentase tertinggi dibanding aspek lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa cukup aktif dalam mengikuti aktivitas inti pembelajaran. Sementara itu, aspek lain seperti bertanya kepada guru atau teman, mencari informasi untuk memecahkan masalah, serta melatih diri memecahkan soal serupa masih menunjukkan persentase yang relatif rendah.

Tabel 1. Hasil TBLA Berdasarkan Indikator Keaktifan Peserta Didik

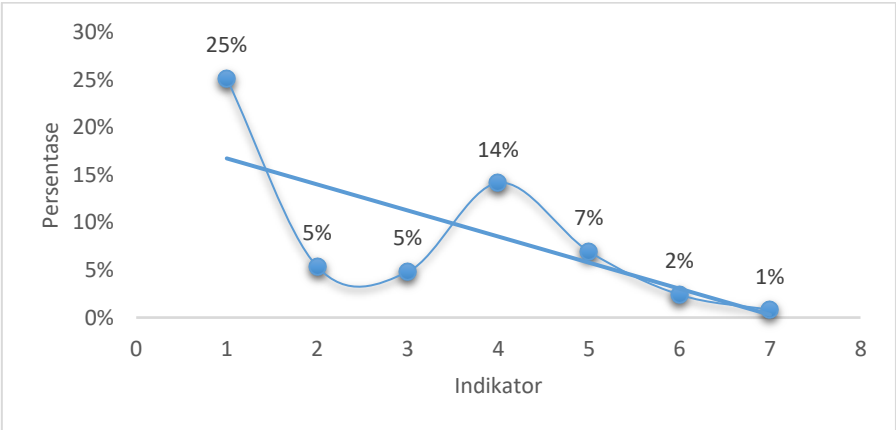
No	Aspek	Skor			
		Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3	Kelompok 4
1.	Terlibat aktif mengerjakan tugas belajar	36%	25%	22%	38%
2.	Bertanya kepada guru atau teman	6%	5%	8%	7%
3.	Mencari informasi untuk memecahkan masalah	12%	5%	7%	13%
4.	Melakukan diskusi kelompok	11%	14%	9%	7%
5.	Menilai keterampilan/hasil yang diperoleh	13%	7%	6%	10%
6.	Melatih diri memecahkan soal/masalah serupa	3%	2%	4%	5%
7.	Menerapkan hasil belajar dalam tugas baru	1%	1%	0,13%	1%
	Jumlah	81%	60%	56%	83%

Aspek diskusi kelompok dan penilaian terhadap hasil atau keterampilan yang diperoleh mulai terlihat, meskipun belum merata. Adapun penerapan hasil belajar dalam tugas baru menjadi aspek dengan persentase terendah di hampir semua kelompok.



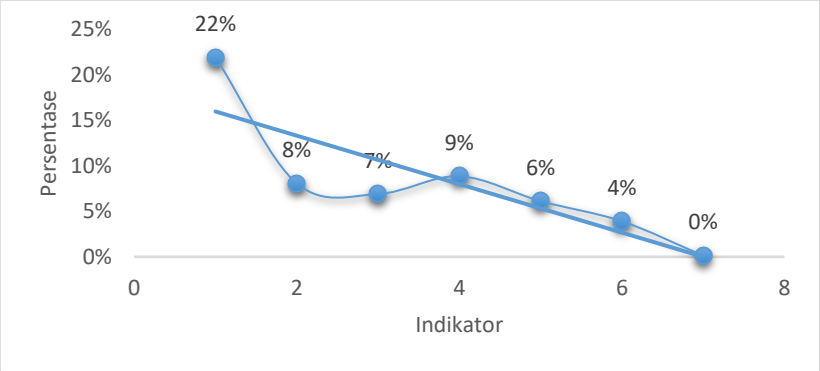
Gambar 1. Persentase Indikator Kelompok 1

Indikator pertama, yaitu terlibat aktif mengerjakan tugas belajar, menempati posisi tertinggi dengan persentase sebesar 36%. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas anggota kelompok 1 tampak aktif dalam menyelesaikan tugas yang diberikan (Gambar 1). Namun, indikator kedua, yaitu bertanya kepada guru atau teman, mengalami penurunan drastis dengan hanya 6%, yang mencerminkan rendahnya keberanian atau inisiatif siswa dalam mengajukan pertanyaan. Indikator ketiga mencari informasi untuk memecahkan masalah dan keempat melakukan diskusi kelompok memiliki angka yang hampir serupa, masing-masing 12% dan 11%. Menariknya, indikator kelima menilai keterampilan/ hasil yang diperoleh sedikit meningkat menjadi 13%, menandakan adanya upaya refleksi meskipun masih terbatas. Hal ini sejalan dengan temuan [18] yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih berada pada level rendah dalam keterampilan metakognitif, khususnya dalam hal evaluasi diri. Sementara itu, indikator keenam dan ketujuh, yaitu melatih diri memecahkan soal serupa (3%) dan menerapkan hasil belajar dalam tugas baru (1%), menunjukkan pencapaian paling rendah. Kondisi ini sejalan dengan penelitian [19] yang menemukan bahwa keterampilan metakognitif siswa, khususnya dalam transfer pengetahuan ke konteks baru, masih sangat terbatas dan jarang muncul dalam praktik pembelajaran sains.



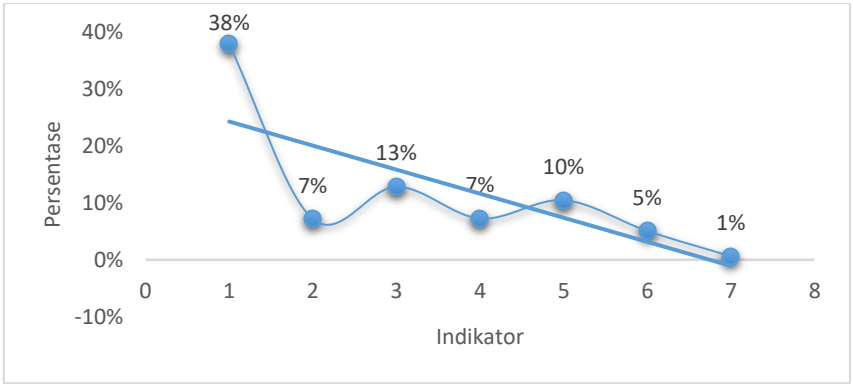
Gambar 2. Persentase Indikator Kelompok 2

Pada Gambar 2 menunjukkan indikator pertama, yaitu terlibat aktif mengerjakan tugas belajar, masih menjadi yang paling dominan dengan persentase sebesar 25%, menandakan bahwa sebagian besar siswa dalam kelompok ini menunjukkan keterlibatan dalam pelaksanaan tugas. Sementara itu, indikator kedua dan ketiga bertanya kepada guru atau teman dan mencari informasi untuk memecahkan masalah menunjukkan persentase yang sama, yaitu masing-masing 5%. Angka ini menunjukkan bahwa inisiatif untuk bertanya maupun mencari informasi masih tergolong rendah. Indikator keempat, yaitu melakukan diskusi kelompok atas arahan guru, mengalami peningkatan cukup signifikan dengan persentase 14%. Hal ini mengindikasikan bahwa kerja sama dalam kelompok menjadi salah satu bentuk aktivitas yang lebih menonjol dibandingkan indikator lain. Temuan ini didukung oleh penelitian [20] yang menunjukkan bahwa penggunaan diskusi kelompok kecil secara signifikan meningkatkan keaktifan siswa dalam pelajaran matematika melalui kerja sama dan interaksi antar siswa. Selain itu, [21] menemukan bahwa diskusi kelompok dengan fasilitasi guru meningkatkan keterlibatan siswa dalam berpikir kritis dan partisipasi aktif.



Gambar 3. Persentase Indikator Kelompok 3

Grafik kelompok 3 (Gambar 3) memperlihatkan kecenderungan aktivitas peserta didik yang masih terpusat pada indikator pertama, yaitu terlibat aktif mengerjakan tugas belajar, dengan persentase tertinggi sebesar 22%. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa dalam kelompok ini berpartisipasi aktif dalam pelaksanaan tugas. Indikator-indikator berikutnya mengalami penurunan bertahap. Indikator kedua dan ketiga masing-masing berada di angka 8% dan 7%, yang menandakan bahwa kegiatan seperti bertanya kepada guru atau teman serta mencari informasi untuk memecahkan masalah belum begitu dominan. Aktivitas diskusi kelompok yang tergambar pada indikator keempat sedikit meningkat menjadi 9%, menunjukkan adanya keterlibatan kerja sama walaupun belum menonjol. Indikator kelima hingga ketujuh terus menurun dengan persentase berturut-turut 6%, 4%, dan 0%.



Gambar 4. Persentase Indikator Kelompok 4

Secara umum Gambar 4 untuk kelompok 4 menunjukkan bahwa keaktifan peserta didik paling dominan pada indikator pertama, yaitu terlibat aktif mengerjakan tugas belajar, dengan persentase sangat tinggi mencapai 38%. Ini menandakan bahwa mayoritas aktivitas siswa terfokus pada pelaksanaan tugas. Indikator-indikator lainnya menunjukkan fluktuasi namun dengan persentase yang relatif rendah. Aktivitas bertanya indikator 2 hanya mencapai 7%, kemudian sedikit meningkat pada indikator 3 mencari informasi sebesar 13%, menurun kembali di indikator 4 diskusi kelompok sebesar 7%, dan naik tipis di indikator 5 menilai hasil belajar sebesar 10%. Aktivitas reflektif dan aplikatif di indikator 6 dan 7 terlihat sangat rendah, masing-masing 5% dan 1%, mengindikasikan bahwa kemampuan untuk melatih diri secara mandiri dan menerapkan hasil belajar ke dalam konteks baru belum berkembang optimal.

Hasil analisis keaktifan peserta didik dari empat kelompok menunjukkan adanya variasi dalam keterlibatan mereka selama proses pembelajaran robotik berbasis STEM. Secara umum, indikator keaktifan yang paling menonjol di semua kelompok adalah keterlibatan aktif dalam mengerjakan tugas belajar indikator 1. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa dapat mengikuti instruksi dan menyelesaikan tantangan yang diberikan oleh guru, baik secara mandiri maupun dalam kolaborasi. Seperti yang dikemukakan oleh [22], keterlibatan peserta didik secara aktif dalam belajar merupakan fondasi penting dalam memastikan keberhasilan pembelajaran, karena mendorong pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi. Saat peserta didik terlibat secara aktif, mereka tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga memperdalam pemahaman mereka terhadap materi pembelajaran. Kondisi serupa ditemukan dalam penelitian [23], yang menjelaskan bahwa meskipun metode diskusi kelompok dapat meningkatkan partisipasi siswa, keterampilan lanjutan seperti refleksi diri dan penerapan hasil belajar memerlukan intervensi pedagogis yang lebih terarah.

Beberapa kelompok juga menunjukkan pencapaian yang cukup baik pada indikator melakukan diskusi kelompok atas arahan guru indikator 4, yang menandakan adanya proses kolaborasi dan pertukaran ide di antara peserta didik. Interaksi ini selaras dengan pandangan [24] yang mengemukakan bahwa keberhasilan kegiatan pembelajaran sangat dipengaruhi oleh efektivitas komunikasi dalam proses pembelajaran, terutama melalui interaksi edukatif antara guru dan siswa, baik di kelas maupun dalam konteks pendidikan yang lebih luas. Namun demikian, indikator seperti bertanya kepada guru atau teman indikator 2 dan mencari informasi untuk memecahkan masalah indikator 3 masih menunjukkan persentase yang relatif rendah di hampir semua kelompok. Fenomena ini mengindikasikan bahwa keberanian siswa dalam mengajukan pertanyaan serta inisiatif mereka dalam menggali informasi belum terbangun secara optimal. Padahal, kemampuan bertanya merupakan bagian penting dari keterampilan berpikir kritis, dan aktivitas mencari informasi mencerminkan sikap ilmiah serta keingintahuan siswa yang perlu dikembangkan lebih lanjut.

Melalui penerapan pendekatan *Transcript Based Lesson Analysis* (TBLA), interaksi siswa selama kegiatan pembelajaran dapat dianalisis secara rinci, memberikan gambaran utuh mengenai bagaimana peserta didik terlibat dalam aktivitas belajar. Seperti yang dijelaskan oleh [25], TBLA memungkinkan analisis terhadap pola komunikasi dan keterlibatan siswa, yang menjadi dasar bagi refleksi tenaga pendidik dalam menginovasikan metode pembelajaran yang lebih efektif dan kontekstual. Melalui evaluasi hasil pembelajaran berdasarkan transkrip dialog selama proses belajar mengajar, TBLA memberikan gambaran rinci mengenai dinamika interaksi dalam kelas. Hal ini juga sejalan dengan pandangan [26] yang menegaskan bahwa keaktifan siswa dapat tercermin melalui aspek fisik maupun mental, dan keberhasilan pembelajaran sangat dipengaruhi oleh adanya interaksi yang harmonis antara guru dan peserta didik.

Secara keseluruhan data perbandingan menujukkan sebagian besar siswa tampak aktif dalam menyelesaikan tugas belajar dalam kelompoknya, namun pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan aspek keaktifan lainnya, seperti kemampuan bertanya, diskusi mandiri, serta penerapan hasil belajar dalam konteks baru.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pertanyaan siswa merupakan sumber berharga untuk pembelajaran sains karena mendorong eksplorasi konsep dan memperjelas miskonsepsi, sehingga berkontribusi pada pemrosesan kognitif yang lebih dalam dan perubahan konseptual [27]. Selain itu, penguatan strategi metakognitif terbukti meningkatkan keterlibatan belajar dan membantu siswa mengatur proses berpikir mereka selama aktivitas kolaboratif [28]. Oleh karena itu, perlu diterapkan desain kerja kelompok dan strategi fasilitasi yang sengaja agar partisipasi dan keterampilan komunikasi berkembang secara lebih seimbang di antara anggota tim suatu pendekatan yang didukung oleh studi tentang struktur kelompok, peran yang muncul, dan fasilitasi guru dalam pembelajaran kolaboratif [29]. Dengan demikian, rekomendasi praktis dari penelitian ini adalah mengombinasikan kegiatan yang menuntut penyelesaian tugas dengan intervensi yang menstimulasi pertanyaan, argumentasi, dan refleksi mandiri agar keaktifan siswa berkembang secara lebih komprehensif.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pembelajaran robotik berbasis STEM dengan *Lesson Study* dan TBLA mampu meningkatkan keaktifan peserta didik, khususnya dalam keterlibatan aktif mengerjakan tugas. Namun, aspek lain seperti bertanya, mencari informasi, dan menerapkan hasil belajar masih rendah, sehingga pembelajaran cenderung berfokus pada aktivitas praktis. Oleh karena itu, pembelajaran robotik perlu dirancang agar lebih menumbuhkan keterampilan ilmiah dalam konteks IPA, seperti mengamati, merumuskan pertanyaan, dan menguji konsep. Upaya ini sekaligus mendorong pengembangan keterampilan abad-21, terutama berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas, sehingga siswa lebih siap menghadapi tantangan masa depan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada SMP IT Nurul Ilmi Kota Jambi atas fasilitas dan dukungan yang dikerahkan selama proses pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Nova Susanti, S.Pd., M.Si., atas peran beliau sebagai dosen model dalam proses pengambilan data serta atas pendampingan dan kontribusi pemikiran yang sangat berarti dalam penyempurnaan penelitian ini. Peneliti juga ingin menyampaikan rasa syukur dan terima kasih kepada semua rekan yang telah memberikan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Diperkirakan bahwa temuan dari penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi masyarakat dan memberikan kontribusi pada perkembangan ilmu pengetahuan.

Daftar Pustaka

[1] A. S. Pulsande, N. Susanti, and N. Lestari, "Analisis Pembelajran IPA dengan Lesson Study Berbasis Transcript Based Lesson Analysis Pada Materi Getaran dan Gelombang," *J. Sains dan Pendidik. Fis.*, vol. Jilid 17, no. 2, pp. 128–138, 2021.

[2] V. Viyanti, A. Suyatna, and A. L. Naj'iyah, "Analisis Kebutuhan Pengembangan Strategi Pembelajaran Fisika Berbasis STEM di Era Digital Mengakomodasi Ragam Gaya Belajar dan Pengetahuan Awal," *Radiasi J. Berk. Pendidik. Fis.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–10, 2021, doi: 10.37729/radiasi.v14i1.313.

[3] E. Nurhayati, "Meningkatkan Keaktifan Siswa Dalam Pembelajaran Daring Melalui Media Game Edukasi Quiziz pada Masa Pencegahan Penyebaran Covid-19," *J. Paedagogy*, vol. 7, no. 3, p. 145, Jul. 2020, doi: 10.33394/jp.v7i3.2645.

[4] S. Septiani and S. Fatonah, "Analisis Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Sekolah Dasar pada Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam," *Mentari J. Islam. Prim. Sch.*, vol. 2, no. 3, pp. 194–204, 2024.

[5] N. S. Alifa, S. Hanafi, and L. Nulhakim, "Pengembangan Media Video Pembelajaran Animasi Berbasis Pelajaran IPA Siswa Kelas IV SDN Kedalmenan IV," *J. Teknol. Pendidik. dan Pembelajaran J. Penelit. Edutech dan Intruksional*, vol. 8, no. 2, pp. 165–176, 2021, doi: http://dx.doi.org/10.62870/jtppm.v8i2.13125.

[6] F. Al Amin, W. Akhdinirwanto, and A. Maftukhin, "Peningkatan Keaktifan Metrik Siswa dengan Menggunakan Model Pembelajaran Aktif Tipe Modeling The Way pada Kelas XI MOA SMK Purnama 2 Gombong," *Radiasi J. Berk. Pendidik. Fis.*, vol. 4, no. 1, p. 59, 2014.

[7] A. Rusman and N. Maftukhin, "Pemanfaatan Model Snowball Throwing Untuk Meningkatkan Keaktifan Belajar IPA Pada Siswa Kelas VIII E SMP Negeri 22 Purworejo," *Radiasi J. Berk. Pendidik. Fis.*, vol. 1, no. 1, pp. 87–90, 2012.

[8] A. Arifin, A. Ashari, and S. Sriyono, "Pengembangan Modul Fisika Dengan Pendekatan Active Learning Guna Meningkatkan Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA Negeri 10 Purworejo," *… J. Berk. Pendidik. Fis.*, pp. 7–12, 2017.

[9] Nur Rizka Faridhatul Qhusna, Ridwan Joharmawan, and Yayuk Wijayati, "Analisis Keaktifan Belajar Peserta Didik Dengan Model Pembelajaran Project Based Learning Terintegrasi Stem Pada Materi Fisika Fluida Statis," *J. Ekon. Bisnis dan Pendidik.*, vol. 4, no. 2, p. 2, 2024, doi: 10.17977/um066v4i22024p2.

[10] R. Sari, S. Komarayanti, and A. R. Mudayanti, "Model Problem Based Learning (PBL) Dengan Pendekatan STEAM Sebagai Upaya Meningkatkan Keaktifan Belajar," *J. Biol.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–10, Nov. 2023, doi: 10.47134/biology.v1i2.1959.

[11] Abdurrahman, F. Ariyani, H. Maulina, and N. Nurulsari, "Design and validation of inquiry-based STEM learning strategy as a powerful alternative solution to facilitate gifted students facing 21st century challenging," *J. Educ. Gift. Young Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 33–56, 2019, doi: 10.17478/jegys.513308.

[12] E. U. Hanik, M. Ulfa, Z. Harfiyani, F. Septiyani, N. Sabila, and N. Halimah, "Pembelajaran berbasis STEM melalui Media Robotika untuk Meningkatkan Keterampilan Siswa Abad 21 Sekolah Indonesia Kuala Lumpur (SIKL)," *ICIE Int. Conf. Islam. Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 83–96, 2021.

[13] E. I. N. Davidi, E. Sennen, and K. Supardi, "Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar," *Sch. J. Pendidik. dan Kebud.*, vol. 11, no. 1, pp. 11–22, Jan. 2021, doi: 10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22.

[14] F. A. Dewi, P. E. Dambayana, and N. K. Namiasih, "Pengimplementasian Lesson Study Menggunakan Teknik NHT pada Pembelajaran Bahasa Inggris," *J. Lesson Learn. Stud.*, vol. 4, no. 2, pp. 203–207, 2021.

[15] Renza Anggela Anggraini, Nova Susanti, Rahma Dani, and Gani Hamdani, "Analisis Keaktifan Peserta Didik Di Man 2 Tasikmalaya Melalui Pengamatan Video Pembelajaran Pada Materi Efek Doppler Dengan Menggunakan Transcript Based Lesson Analysis (Tbla)," *J. Sains dan Pendidik. Fis.*, vol. 20, no. 2, pp. 140–150, 2024, doi: 10.35580/jspf.v20i2.3687.

[16] N. Aini, N. Susanti, and J. Nurhatmi, "Penelitian Kualitatif dalam Pembelajaran Lesson Study pada Mata Kuliah Perubahan Iklim Berbasis NVivo," *J. PEMBELAJARAN Fis.*, vol. 13, no. 3, p. 112, Oct. 2024, doi: 10.19184/jpf.v13i3.48554.

[17] M. Ramdhan, *Metode Penelitian*. Surabaya: Cipta Media Nusantara, 2021.

[18] S. A. Defi, Y. Haryono, and L. H. Jufri, "Metacognitive Analysis of Students in Solving Mathematics Problem," *Al Khawarizmi J. Pendidik. dan Pembelajaran Mat.*, vol. 6, no. 2, p. 150, Dec. 2022, doi: 10.22373/jppm.v6i2.15420.

[19] S. Malawau, "Analysis of Students' Metacognition Skills in Solving Static Fluid Problems," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 9, no. 9, pp. 7749–7756, Sep. 2023, doi: 10.29303/jppipa.v9i9.5148.

[20] S. A. P. Nuha, G. A. Astriyani, H. Oktaviana, L. Fatmawati, S. O. M. Sari, and D. A. D. Saputro, "Pengaruh Metode Pembelajaran Diskusi Kelompok Kecil terhadap Keaktifan Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Matematika," *J. PENDAS Pendidik. Dasar*, vol. 5, no. 1, pp. 9–14, 2023.

[21] J. Bhubha, M. A. Faturrachman, and A. A. Rukman, "Efektivitas Penggunaan Metode Diskusi Kelompok Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Melalui Pembelajaran PPKN Di SMA Negeri 11 Pangkep," *J. Guru Pencerah Semesta*, vol. 2, no. 3, pp. 428–444, May 2024, doi: 10.56983/jgps.v2i3.751.

[22] N. R. F. Kanza, A. D. Lesmono, and H. M. Widodo, "Analisis Keaktifan Belajar Siswa Menggunakan Model Project Based Learning Dengan Pendekatan Stem Pada Pembelajaran Fisika Materi Elastisitas Di Kelas Xi Mipa 5 SMA Negeri 2 Jember," *J. Pembelajaran Fis.*, vol. 9, no. 2, p. 71, 2020, doi: 10.19184/jpf.v9i1.17955.

[23] Ramlah, "Penerapan Metode Diskusi Kelompok Sebagai Upaya Meningkatkan Minat dan Partisipasi Siswa Kelas X Dalam Pembelajaran PAI di SMAN 13 Gowa," *J. Bimbing. dan Konseling Pendidik. Islam*, vol. 03, no. 02, pp. 1–8, 2024, doi: https://doi.org/10.26618/jbkpi.v3i2.15696.

[24] K. Lanani, "Belajar Berkomunikasi Dan Komunikasi Untuk Belajar Dalam Pembelajaran Matematika," *Infin. J.*, vol. 2, no. 1, p. 13, 2013, doi: 10.22460/infinity.v2i1.21.

[25] A. V. Anzani, N. Susanti, R. Dani, and J. Khairiyah, "Analisis Keaktifan Peserta Didik Madrasah Aliyah Rejang Lebong Melalui Pengamatan Video Pada Meteri Tekanan Hiddrostatis dan Hukum Pascal Menggunakan Transcript Based Lesson Analysis," *J. PEMBELAJARAN Fis.*, vol. 13, no. 1, p. 23, Apr. 2024, doi: 10.19184/jpf.v13i1.44783.

[26] A. Saofiandi, E. Andayani, and R. Rusfandi, "Interaksi Guru dan Siswa dalam Pembelajaran IPS," *J. Penelit. dan Pendidik. IPS*, vol. 19, no. 1, pp. 9–19, 2025, [Online]. Available: http://ejournal.unikama.ac.id/index.php/JPPI

[27] C. Chin and J. Osborne, "Students' questions: A potential resource for teaching and learning science," *Stud. Sci. Educ.*, vol. 44, no. 1, pp. 1–39, 2008, doi: 10.1080/03057260701828101.

[28] J. D. Stanton, A. J. Sebesta, and J. Dunlosky, "Fostering metacognition to support student learning and performance," *CBE Life Sci. Educ.*, vol. 20, no. 2, pp. 1–7, 2021, doi: 10.1187/cbe.20-12-0289.

[29] M. Saqr, S. López-Pernas, and K. Murphy, "How group structure, members' interactions and teacher facilitation explain the emergence of roles in collaborative learning," *Learn. Individ. Differ.*, vol. 112, no. May, p. 102463, 2024, doi: 10.1016/j.lindif.2024.102463.