

Pemanfaatan Media PLTA Sederhana dalam Mendukung Pembelajaran Bangun Ruang melalui Model PBL Berbasis STEAM

Azizah Nurfauziah¹, Adelia Minarti², Nurwati Djam'an³, Nurdin Arsyad⁴, Sahlan Sidjara⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Negeri Makassar, Indonesia

Received : 22 Juli 2026, Revised : 28 Juli 2026, Published : 3 Agustus 2026

Corresponding Author

Nama Penulis: Nurwati Djam'an

E-mail: nurwati_djamaan@unm.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan keterlibatan dan kolaborasi siswa dalam pembelajaran bangun ruang tabung melalui implementasi media Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) sederhana yang diintegrasikan dengan model Problem-Based Learning (PBL) berbasis STEAM. Kegiatan dilaksanakan pada siswa kelas VIII SMP Kartika XX-1 Makassar melalui tahapan perencanaan, pelaksanaan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis PBL-STEAM yang dipadukan dengan media PLTA sederhana, serta evaluasi melalui observasi aktivitas siswa selama proses pembelajaran. Hasil pelaksanaan menunjukkan bahwa pemanfaatan media kontekstual berbasis STEAM mampu meningkatkan partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran. Aktivitas siswa pada aspek keaktifan mencapai persentase 88,89% dengan kategori sangat aktif, sedangkan kemampuan kolaborasi memperoleh persentase 77,8% dengan kategori aktif. Selain meningkatkan keterlibatan peserta didik, penggunaan media PLTA sederhana memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, bermakna, dan mendorong kemampuan bekerja sama dalam menyelesaikan permasalahan matematika. Kegiatan pengabdian ini menunjukkan bahwa integrasi media pembelajaran kontekstual dengan pendekatan Problem-Based Learning (PBL) berbasis STEAM dapat menciptakan pembelajaran matematika yang lebih berpusat pada peserta didik.

Kata kunci - pembangkit listrik tenaga air, pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran matematika, STEAM

Abstract

This community service program aimed to enhance students' engagement and collaboration in learning the geometry of cylinders through the implementation of a simple Hydroelectric Power Plant (PLTA) media integrated with a STEAM-based Problem-Based Learning (PBL) model. The program was conducted with eighth-grade students at Kartika XX-1 Junior High School, Makassar, through three stages: planning, classroom implementation using PBL-STEAM-based student worksheets (LKPD) combined with the simple PLTA media, and evaluation through classroom observation of students' learning activities. The implementation results demonstrated that the use of contextual STEAM-based learning media effectively increased students' active participation throughout the learning process. Students' engagement reached 88.89%, categorized as very active, while their collaboration skills achieved 77.8%, categorized as active. In addition to enhancing student engagement, the use of the simple PLTA media provided a more contextual and meaningful learning experience and fostered students' teamwork in solving mathematical problems. This community service program demonstrates that integrating contextual learning media with a STEAM-based Problem-Based Learning (PBL) approach can foster more student-centered mathematics learning.

Keywords - engagement, hydropower plant, mathematics learning, Problem-Based Learning, STEAM

How To Cite : Nurfauziah, A., Minarti, A., Djam'an, N., Arsyad, N., & Sidjara, S. Pemanfaatan Media PLTA Sederhana dalam Mendukung Pembelajaran Bangun Ruang melalui Model PBL Berbasis STEAM . Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa, 4(6), 2716 - 2724. <https://doi.org/10.59837/jpmba.v4i6.4758>

Copyright ©2026 Azizah Nurfauziah, Adelia Minarti, Nurwati Djam'an, Nurdin Arsyad, Sahlan Sidjara

PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika pada abad ke-21 tidak hanya menuntut siswa untuk menguasai konsep, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan konteks kehidupan nyata (NCTM, 2000). Selain itu, pembelajaran juga diarahkan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif sebagai tuntutan dunia kerja dan kehidupan modern (Battelle for Kids, 2019). Dalam konteks pembelajaran, hal tersebut tidak terlepas dari pentingnya keterlibatan siswa (*student engagement*) sebagai indikator utama keberhasilan proses belajar (Fredricks et al., 2019). Keterlibatan siswa mencerminkan sejauh mana siswa aktif secara kognitif, emosional, dan perilaku dalam mengikuti pembelajaran. Salah satu materi yang memiliki peran penting dalam hal tersebut adalah bangun ruang, khususnya bangun ruang tabung. Pemahaman konsep bangun ruang tabung tidak hanya berkaitan dengan kemampuan menghitung volume dan luas permukaan, tetapi juga melibatkan kemampuan visualisasi spasial serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari (NCTM, 2000).

Namun demikian, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran bangun ruang, khususnya tabung, masih menghadapi berbagai kendala. Banyak siswa mengalami kesulitan dalam membangun visualisasi spasial dan menghubungkan representasi dua dimensi dengan objek tiga dimensi (Clements & Battista, 1992; Van de Walle dkk., 2019). Selain itu, pembelajaran yang masih didominasi oleh pembelajaran matematika yang bersifat prosedural dan berorientasi pada hasil akhir, sehingga pemahaman konseptual siswa cenderung lemah (Kholid dkk., 2025). Kondisi ini menunjukkan bahwa permasalahan utama tidak hanya terletak pada pemahaman konsep, tetapi juga pada pembelajaran yang masih bersifat prosedural.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu menghubungkan konsep matematika dengan konteks nyata. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan adalah *Problem-Based Learning* (PBL). Model PBL menekankan penyajian masalah kontekstual sebagai titik awal pembelajaran, sehingga mendorong siswa untuk aktif dalam proses belajar, baik melalui diskusi, eksplorasi, maupun kerja sama kelompok (Mashuri dkk., 2025). Penerapan PBL dalam pembelajaran matematika terbukti dapat mendorong proses belajar menjadi aktif dan reflektif, serta siswa menjadi lebih mandiri dalam membangun pengetahuan dan keterampilan (Khairunnisa dkk., 2025).

Integrasi pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM) dalam model PBL dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna. Pendekatan STEAM memungkinkan siswa mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam menyelesaikan masalah, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan aplikatif (Simanjuntak & Purwaningsih, 2024). Selain itu, pendekatan ini juga meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kemampuan analitis siswa dalam memecahkan masalah matematika (Arsyad, dkk., 2026; Siregar, 2025).

Salah satu media yang dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran berbasis STEAM adalah media PLTA sederhana. Media Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) sederhana merupakan media pembelajaran yang merepresentasikan penerapan konsep matematika dalam sistem rekayasa. Komponen seperti pipa, turbin, dan generator dapat digunakan sebagai representasi berbagai bangun ruang, khususnya tabung, sehingga siswa memperoleh pengalaman belajar yang konkret sekaligus memahami keterkaitan antara matematika, sains, teknologi, dan rekayasa. Melalui aktivitas eksplorasi dan pemecahan masalah, penggunaan media mendukung implementasi pembelajaran berbasis STEAM yang kontekstual dan bermakna (Bybee, 2013; Djam'an dkk., 2026; Honey dkk., 2014).

Berbagai kegiatan pengabdian dan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan PBL yang diintegrasikan dengan pendekatan STEAM efektif dalam mendukung pembelajaran

Matematika (Djam'an, 2025). Namun, sebagian besar pengabdian masih berfokus pada mata pelajaran IPA/IPAS dan belum membahas secara spesifik materi matematika. Secara khusus kegiatan pengabdian yang mengintegrasikan media kontekstual dalam model PBL-STEAM masih terbatas. Meskipun berbagai kegiatan pengabdian telah mengimplementasikan pendekatan PBL maupun STEAM pada pembelajaran sains, pemanfaatan media kontekstual berbasis teknologi sederhana yang mengintegrasikan konsep matematika, khususnya bangun ruang tabung, masih sangat terbatas. Hingga saat ini, belum banyak kegiatan pengabdian yang memanfaatkan media PLTA sederhana sebagai media pembelajaran kontekstual untuk menghubungkan konsep geometri dengan penerapan energi terbarukan melalui pendekatan PBL berbasis STEAM. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kebutuhan akan inovasi pembelajaran yang mampu memperkuat pemahaman konseptual sekaligus meningkatkan keterlibatan siswa. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini dilakukan untuk mengkaji bagaimana pemanfaatan media PLTA sederhana dapat mendukung pembelajaran bangun ruang tabung dalam pembelajaran matematika melalui model pembelajaran berbasis masalah bermuatan STEAM.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di SMP Kartika XX-1 Makassar pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Mitra sasaran terdiri atas 25 siswa kelas VII dan satu guru matematika. Pemilihan sekolah mitra didasarkan pada hasil koordinasi dengan pihak sekolah yang menunjukkan adanya kebutuhan untuk meningkatkan pembelajaran geometri, khususnya materi bangun ruang tabung, melalui pemanfaatan media pembelajaran yang lebih kontekstual dan interaktif. Kegiatan difokuskan pada implementasi media Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) sederhana yang diintegrasikan dengan model *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM).

Pelaksanaan kegiatan terdiri atas tiga tahapan, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Tahap persiapan meliputi koordinasi dengan sekolah mitra, identifikasi kebutuhan pembelajaran, penyusunan perangkat pembelajaran berupa modul ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis PBL-STEAM, serta pembuatan media PLTA sederhana yang digunakan sebagai media kontekstual pada materi bangun ruang tabung. Pada tahap pelaksanaan, siswa mengikuti pembelajaran berbasis masalah secara berkelompok menggunakan LKPD yang dirancang berdasarkan sintaks PBL, yaitu orientasi pada masalah, pengorganisasian belajar, penyelidikan, pengembangan dan penyajian hasil, serta refleksi penyelesaian masalah (Savery, 2006). Selama proses pembelajaran, media PLTA sederhana dimanfaatkan sebagai objek eksplorasi untuk menghubungkan konsep bangun ruang tabung dengan penerapannya dalam sistem pembangkit listrik tenaga air sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna.

Tahap evaluasi dilakukan melalui observasi terhadap aktivitas siswa selama pembelajaran berlangsung serta refleksi bersama guru mitra. Observasi difokuskan pada tingkat keterlibatan siswa, keaktifan dalam diskusi, partisipasi dalam penyelesaian masalah, dan kemampuan kolaborasi antarsiswa. Data hasil observasi dianalisis secara deskriptif menggunakan persentase untuk menggambarkan tingkat ketercapaian setiap indikator aktivitas pembelajaran. Hasil evaluasi selanjutnya digunakan sebagai dasar refleksi bersama guru mitra guna mengidentifikasi kelebihan, kendala, serta rekomendasi perbaikan dalam implementasi pembelajaran berbasis PBL-STEAM menggunakan media PLTA sederhana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Proses Pembelajaran Menggunakan Model PBL Berbasis STEAM

Pelaksanaan kegiatan pembelajaran dilakukan dengan bantuan media PLTA sederhana melalui model Pembelajaran Berbasis Masalah berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts,*

Mathematics). Menurut Arends (2012), langkah-langkah Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) terdiri dari lima fase utama yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Langkah-Langkah *Problem-Based Learning*

Fase	Tindakan Guru
Mengorientasikan siswa pada masalah	Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, menyajikan masalah kontekstual yang relevan dengan materi pembelajaran, serta memotivasi siswa untuk terlibat dalam penyelesaiannya
Mengorganisasi siswa untuk belajar	Guru membantu siswa mendefinisikan masalah dan mengorganisasikan tugas belajar, biasanya melalui pembentukan kelompok
Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok	Siswa mengumpulkan informasi, melakukan eksplorasi, serta mengembangkan berbagai alternatif solusi dengan bimbingan guru sebagai fasilitator
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Siswa menyusun dan mempresentasikan hasil penyelidikan atau solusi yang diperoleh, baik dalam bentuk laporan, diskusi, maupun presentasi
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membantu siswa melakukan refleksi terhadap proses dan hasil penyelidikan .

Berdasarkan langkah-langkah *Problem-Based Learning* yang disajikan pada Tabel 1, implementasi model Pembelajaran Berbasis Masalah berbasis STEAM di SMP Kartika XX-1 Makassar dilaksanakan sesuai Modul Ajar yang telah divalidasi oleh dosen mata kuliah Pembelajaran STEAM. Pembelajaran diawali dengan doa singkat yang dipimpin oleh ketua kelas, kemudian tim pengabdian melakukan absensi dan memberikan gambaran umum mengenai tujuan pembelajaran. Selain itu, tim pengabdian juga memberikan pertanyaan awal untuk membantu siswa menghubungkan topik baru dengan pengalaman sebelumnya, seperti “Apakah kalian sudah belajar bangun ruang?” dan “Apa saja bentuk bangun ruang yang kalian ketahui dan apa contohnya?”, serta memberikan contoh masalah kontekstual pada salah satu bentuk bangun ruang sesuai yang telah dipelajari siswa. Kemudian, tim pengabdian membagi peserta didik menjadi 3 kelompok kecil yang terdiri dari 6 siswa, di mana menjadi komponen penting dari pendekatan STEAM dan disajikan pada Gambar 1. Pendahuluan ini bertujuan untuk menetapkan relevansi materi pelajaran, sehingga siswa terdorong untuk terlibat ke dalam materi tersebut.



Gambar 1. Tim Membagi Peserta Didik Menjadi Beberapa Kelompok

Setelah pendahuluan, tim pengabdian membagikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) kepada perwakilan setiap kelompok dan memuat masalah kontekstual yang relevan dengan materi pembelajaran. Kemudian, tim pengabdian menjelaskan tujuan dari LKPD yang dibagikan sekaligus menjelaskan langkah-langkah penggunaan media PLTA sederhana untuk menjawab permasalahan kontekstual yang ada pada LKPD. Bagian ini merupakan kegiatan inti pada fase 1, yaitu mengorientasikan siswa pada masalah, yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tim Membagikan LKPD

Kemudian siswa kembali ke kelompok masing-masing untuk bekerja secara kelompok. Dalam hal ini, setiap ketua kelompok berdiskusi dengan anggotanya untuk membagikan masing-masing tugas dalam menyelesaikan masalah yang ada pada LKPD. Selain itu, setiap kelompok menerima penggaris dan botol berisi air dengan diameter yang sama namun tinggi air yang berbeda. Kegiatan ini bertujuan agar siswa dapat mencatat diameter botol dan tinggi air di LKPD sebagai informasi awal. Bagian ini merupakan kegiatan inti pada fase 2, yaitu mengorganisasikan siswa untuk belajar, yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Setiap Kelompok Berdiskusi terkait Informasi Awal yang Diketahui

Kegiatan selanjutnya, yaitu setiap kelompok melakukan eksperimen dengan menggunakan media PLTA sederhana untuk mencatat informasi yang belum diketahui. Pada kegiatan ini, siswa menuangkan botol berisi air ke botol yang berfungsi sebagai tandon air, kemudian menyalakan stopwatch dan mencatat berapa lama air habis mengalir untuk memutar turbin. Kegiatan ini didampingi dan dibantu langsung oleh tim pengabdian. Bagian ini merupakan kegiatan inti pada fase 3, yaitu membimbing penyelidikan individu maupun kelompok, yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Setiap Kelompok Mempresentasikan Media PLTA Sederhana

Berdasarkan Gambar 4, kemudian setiap kelompok kembali ke kelas untuk menjawab pertanyaan yang ada pada LKPD. Pada kegiatan ini, tim pengabdian keliling ke setiap kelompok untuk membantu siswa jika ada kendala dalam menjawab pertanyaan. Dalam hal ini, tim pengabdian memberikan *scaffolding*, seperti petunjuk untuk mengurangi kebingungan siswa. Bagian ini merupakan lanjutan kegiatan inti pada fase 3, yaitu membimbing penyelidikan individu maupun kelompok, yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tim Pengabdian Membantu Siswa Jika Ada Kendala dalam Menjawab Pertanyaan LKPD

Kemudian, setiap kelompok menyajikan hasil eksplorasi nya dan melakukan presentasi. Presentasi ini menunjukkan hasil eksplorasi setiap kelompok dan mendemonstrasikan bagaimana elemen-elemen STEAM saling berhubungan. Setelah salah satu kelompok selesai presentasi, maka kelompok lain memberikan pertanyaan dan tanggapan. Bagian ini merupakan kegiatan inti pada fase 4, yaitu mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta hasil eksplorasi setiap kelompok yang disajikan pada Gambar 6.

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Volume Tabung dan Debit Air

Volume Tabung : $V = \pi \times r^2 \times t$
Debit Air : $Q = V/t$

Permasalahan Kontekstual

Sebuah model PLTA sederhana menggunakan botol berbentuk tabung yang berfungsi sebagai tandon air untuk memutar turbin. Diameter botol sama untuk semua kelompok. Adapun setiap kelompok mendapatkan tinggi yang berbeda, dengan:

- Kelompok 1: Tinggi air 10 cm
- Kelompok 2: Tinggi air 15 cm
- Kelompok 3: Tinggi air 20 cm
- Kelompok 4: Tinggi air 25 cm

Isi botol sesuai tinggi yang didapatkan, kemudian ukur air habis mengalir menggunakan stopwatch

1. Hitung volume air

$V = \pi \times r^2 \times t = 3,14 \times 10 \times 10 = 314,16$

2. Hitung debit air

$Q = V/t = 314,16 / 10 = 31,416$

3. Analisis

- Apakah tinggi air memengaruhi debit air? Jelaskan
- Apabila tinggi air ditambah, maka apa yang terjadi pada volume?

Apakah ada hubungan antara tinggi air dengan debit air? Jelaskan

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Volume Tabung dan Debit Air

Volume Tabung : $V = \pi \times r^2 \times t$
Debit Air : $Q = V/t$

Permasalahan Kontekstual

Sebuah model PLTA sederhana menggunakan botol berbentuk tabung yang berfungsi sebagai tandon air untuk memutar turbin. Diameter botol sama untuk semua kelompok. Adapun setiap kelompok mendapatkan tinggi yang berbeda, dengan:

- Kelompok 1: Tinggi air 10 cm
- Kelompok 2: Tinggi air 15 cm
- Kelompok 3: Tinggi air 20 cm
- Kelompok 4: Tinggi air 25 cm

Isi botol sesuai tinggi yang didapatkan, kemudian ukur air habis mengalir menggunakan stopwatch

1. Hitung volume air

$V = 3,14 \times 10 \times 10 = 314,16$

2. Hitung debit air

$Q = 314,16 / 10 = 31,416$

3. Analisis

- Apakah tinggi air memengaruhi debit air? Jelaskan
- Apabila tinggi air ditambah, maka apa yang terjadi pada volume?

Apakah ada hubungan antara tinggi air dengan debit air? Jelaskan

Gambar 6. Hasil Eksplorasi Setiap Kelompok

Saat setiap kelompok selesai melakukan presentasi, kemudian tim pengabdian melakukan evaluasi terhadap hasil eksplorasi siswa sebagai *feedback*. Adapun *feedback* yang diberikan berupa penjelasan mengenai volume bangun ruang tabung untuk memperkuat pemahaman konsep siswa. Bagian ini merupakan kegiatan inti pada fase 5, yaitu menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah siswa.

Persentase Keterlibatan dan Respons Siswa

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan selama proses pembelajaran, keterlibatan dan respons siswa terhadap aktivitas pembelajaran dikategorikan ke dalam dua fokus utama, yaitu keaktifan siswa dalam melakukan eksperimen dan kemampuan siswa berkolaborasi dalam kelompok. Adapun klasifikasi kategori keterlibatan dan respons siswa terhadap aktivitas pembelajaran disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Aktivitas Pembelajaran Siswa

Persentase	Kategori
85%-100%	Sangat Aktif
70%-84%	Aktif
55%-69%	Cukup Aktif
40%-54%	Kurang Aktif
<40%	Tidak Aktif

Berdasarkan persentase kategori aktivitas pembelajaran siswa yang disajikan pada Tabel 2, berikut ini keterlibatan dan respons siswa terhadap aktivitas pembelajaran disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Observasi Aktivitas Pembelajaran Siswa

Indikator Aktivitas	Persentase	Kategori
Keaktifan siswa dalam melakukan eksperimen	88,89%	Sangat Aktif
Kemampuan siswa berkolaborasi dalam kelompok	77,8%	Aktif

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil deskripsi proses pendampingan pembelajaran menggunakan model *Problem-Based Learning* (Pembelajaran Berbasis Masalah) berbasis STEAM dengan bantuan media PLTA sederhana dan hasil observasi keterlibatan siswa, maka penggunaan media PLTA sederhana memberikan siswa pengalaman belajar yang bermakna. Melalui media ini, siswa dapat menyelesaikan masalah kontekstual pada materi bangun ruang tabung dan mendorong siswa untuk aktif dalam pembelajaran (Saputro et al., 2024). Selain itu, pembelajaran yang menggunakan media, baik dalam bentuk video, alat peraga, maupun media visual membuat siswa lebih antusias dan rasa ingin tahu tinggi daripada pembelajaran tanpa media. Hasil tersebut sejalan dengan pendapat Azizah & Angelina (2025), kemampuan kolaboratif juga meningkat selama proses pembelajaran berbasis STEM. Hal ini dapat dilihat pada fase 2, yaitu mengorganisasikan siswa untuk belajar dan fase 3, yaitu membimbing penyelidikan individu maupun kelompok. Dalam hal ini, siswa bekerja secara berkelompok dengan membagi tugas masing-masing untuk menyelesaikan masalah kontekstual yang ada pada LKPD. Hal tersebut mencerminkan kemampuan *soft skills* siswa, yaitu komunikasi, kerja sama, dan kepemimpinan.

Selain itu, kerja kelompok dalam PBL mendorong siswa untuk saling berinteraksi yang dapat berdampak pada keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Hal ini sejalan dengan hasil pengabdian Yuniarti & Muchsini (2024) yang menunjukkan faktor-faktor yang memengaruhi keterlibatan siswa

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

dalam pembelajaran PBL, yaitu keterampilan pedagogis, keterampilan belajar mandiri, pembelajaran kolaboratif, dan pembelajaran dengan bantuan teman sejawat. PBL juga menyediakan lingkungan belajar yang santai sehingga siswa antusias terlibat dalam aktivitas dan bermanfaat bagi keberhasilan belajar yang berkelanjutan (Amerstorfer & Münster-Kistner, 2021).

Namun, dalam pelaksanaannya, kegiatan ini menghadapi beberapa kendala, antara lain keterbatasan waktu pendampingan, perbedaan kecepatan siswa dalam memahami petunjuk pada LKPD, keterampilan awal siswa yang belum merata dalam merakit dan mengoperasikan media, serta pembagian peran yang belum seimbang pada beberapa kelompok. Selain itu, komponen media PLTA sederhana memerlukan penyesuaian teknis agar dapat digunakan dengan baik selama eksperimen. Kendala tersebut diatasi melalui pemberian demonstrasi secara bertahap, penyederhanaan petunjuk kegiatan, pendampingan intensif pada kelompok yang mengalami kesulitan, pemeriksaan media sebelum digunakan, serta pengaturan ulang pembagian tugas agar setiap siswa memperoleh kesempatan untuk berpartisipasi. Strategi tersebut membantu menjaga kelancaran kegiatan, meskipun durasi eksperimen dan pembahasan hasil menjadi relatif terbatas.

Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian ini menunjukkan bahwa media PLTA sederhana melalui PBL berbasis STEAM berpotensi menjadi alternatif pembelajaran bangun ruang yang kontekstual dan partisipatif. Pengalaman belajar tidak hanya diarahkan pada pengenalan konsep matematika, tetapi juga pada penerapan konsep melalui eksperimen dan kerja kolaboratif. Namun, keberlanjutan kegiatan memerlukan penguatan kapasitas guru melalui pendampingan lanjutan, penyediaan panduan penggunaan media, serta pengembangan media pada materi bangun ruang lainnya. Upaya tersebut penting agar guru dapat mengadaptasi dan menerapkan pembelajaran secara mandiri sesuai dengan kondisi sekolah.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian melalui pemanfaatan media PLTA sederhana dengan model *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis STEAM telah mendukung pembelajaran bangun ruang, khususnya tabung, secara lebih kontekstual, interaktif, dan bermakna. Pelaksanaan kegiatan memberikan pengalaman belajar langsung kepada siswa melalui eksperimen, diskusi, dan penyelesaian masalah secara kolaboratif. Hasil observasi menunjukkan bahwa keaktifan siswa dalam melakukan eksperimen berada pada kategori sangat aktif, sedangkan kemampuan kolaborasi berada pada kategori aktif. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian ini dapat menjadi salah satu alternatif dalam membantu guru mengintegrasikan konsep matematika, sains, teknologi, dan rekayasa ke dalam pembelajaran berbasis masalah. Namun, pelaksanaan kegiatan masih terbatas pada materi tabung, jumlah peserta, waktu pendampingan, serta penilaian yang terutama menggunakan data observasi. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian lanjutan disarankan mencakup pendampingan guru secara berkelanjutan, pengembangan media STEAM untuk materi bangun ruang lainnya, pelibatan peserta dan sekolah yang lebih luas, serta evaluasi yang lebih komprehensif terhadap pemahaman konsep dan keterampilan siswa. Dengan demikian, pemanfaatan media PLTA sederhana berbasis PBL–STEAM berpotensi dikembangkan sebagai praktik pembelajaran inovatif yang dapat diterapkan secara berkelanjutan di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amerstorfer, C. M., & Münster-Kistner, C. F. von. (2021). Student Perceptions of Academic Engagement and Student-Teacher Relationships in Problem-Based Learning. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.713057>
- Arends, R. I. (2012). *Learning to teach* (Ninth Edition). McGraw-Hill.
- Arsyad, N., Djam'an, N., & Makkatutu, O. D. (2026). Pengaruh implementasi PJBL berbasis STEAM dalam proyek make craft with 3R (Reduce, Recycle, Reuse) terhadap kemampuan berpikir

- kritis siswa kelas VII SMP Negeri 1 Pangsid. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, 9(1). <https://doi.org/10.30605/proximal.v9i1.8372>
- Azizah, A., & Angelina, N. N. (2025). Efektivitas Pembelajaran Berbasis STEM dalam Meningkatkan Kreativitas dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP Negeri 1 Jombang. *Journal of Science and Mathematics Education*, 1(2), 32–38. <https://doi.org/10.70716/josme.v1i2.169>
- Battelle for Kids. (2019). *Framework for 21st century learning definition*. <http://battelleforkids.org/networks/p21>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 420–464). Macmillan.
- Djam'an, N. (2025). Examining the implementation of environmental education in the STEAM approach for sustainability. *Discover Education*, 4(1), 410. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00837-4>
- Djam'an, N., Wazithah, T. M. A., Sidjara, S., Nurhajar, S. A., & M F, F. (2026). Pendampingan pembelajaran materi peluang melalui model CTL berbasis STEAM dengan media roda peluang bagi siswa. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 4(4), 1117–1125. <https://doi.org/10.59837/jpmmba.v4i4.4408>
- Fredricks, J. A., Wang, M. T., Linn, J. S., Hofkens, T. L., Sung, H. C., Parr, A. K., & Allerton, J. (2019). Using qualitative methods to develop a survey measure of math and science engagement. *Learning and Instruction*, 61, 148–161. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.12.009>
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- Khairunnisa, K., Zain, M. H., & Syam, H. (2025). Problem Based Learning: Konsep, Karakteristik, dan Fondasinya dalam Membangun Kompetensi Abad 21. *Edu Search*, 6(1), 2330–2338. <https://doi.org/https://doi.org/10.47827/jer.v6i2.841>
- Kholid, I., Basyari, M. M. Al, Saman, S., Nurhadi, N., & Mulhat, M. (2025). Menumbuhkan Pemahaman Konseptual Matematika Melalui Deep Learning: Sebuah Kajian Sistematis Literatur. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(4), 1494–1506. <https://doi.org/https://doi.org/10.30605/pedagogy.v10i4.7108>
- Mashuri, S., Tahmir, S., Talib, A., & Ihsan, H. (2025). Problem-Based Learning in Mathematics Education: A Bibliometric Analysis of Key Trends and Future Directions in The Last Decade. *Educational Process: International Journal*, 18. <https://doi.org/10.22521/edupij.2025.18.419>
- NCTM. (2000). *Principles standards and for school mathematics*. The National Council of Teachers of Mathematics
- Saputro, A. C. V., Istiyanti, N., & Hermanto, F. (2024). Penerapan Problem Based Learning untuk meningkatkan kemampuan kolaborasi dan hasil belajar peserta didik. *Journal of Instructional and Development Researches*, 4(4), 204–213. <https://doi.org/10.53621/jider.v4i4.325>
- Simanjuntak, Y. I. W., & Purwaningsih, D. (2024). STEM Integrated Problem Based Learning: The Implementation and Roles in Science Learning. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 25(2), 686–700. <https://doi.org/10.23960/jpmipa.v25i2.pp686-700>
- Siregar, T. (2025). A Meta-Analysis of Student Learning Outcomes in Indonesia: STEAM Integration and Mathematical Problem Solving. *Preprints*, 1–21. <https://doi.org/10.20944/preprints202510.1252.v1>
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2019). *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally* (10th ed.). Pearson.
- Yuniarti, C., & Muchsini, B. (2024). Interaction Theory: Faktor-Faktor yang Memengaruhi Keterlibatan Siswa dalam Pembelajaran PBL di SMA. *Edukatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 6(4), 2946–2959. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i4.7043>