Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif
Volume 9, No. 5, September 2026

ISSN 2614-221X (print)
ISSN 2614-2155 (online)

DOI 10.22460/jpmi.v9i5.31517

INOVASI BAHAN AJAR BANGUN RUANG SISI LENGKUNG BERBASIS MODEL *PROBEM BASED LEARNING* BERBANTUAN GEOGEBRA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN MATEMATIS SISWA SMP

Syahna Annisa*[1], Nelly Fitriani[2], Risma Amelia[3]

[1,2,3] IKIP Siliwangi, Jl. Terusan Jenderal Sudirman, Cimahi, Indonesia
[1]syahnaannisa83@gmail.com*, [2]nellyfitriani@ikipsiliwangi.ac.id, [3]rismaamelia@ikipsiliwangi.ac.id

ARTICLE INFO

Article History
Received May 15, 2026
Revised Jul 3, 2026
Accepted Aug 8, 2026

Keywords:
Teaching Materials;
Curved Surface Solids;
Problem Based Learning;
Geogebra;
Mathematical Understanding Ability

ABSTRACT

This study aimed to develop a Problem Based Learning (PBL)-based Student Worksheet assisted by GeoGebra to improve junior high school students' mathematical understanding of the topic of Curved Surface Solids. The study employed the Research and Development (R&D) method using the ADDIE development model, which consists of the analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The participants were 19 ninth-grade students from a private junior high school in Cimahi City, Indonesia. The developed worksheet was evaluated by subject matter experts, media experts, and education practitioners. The validation results indicated that the product achieved a very high level of validity. The field trial demonstrated an improvement in the students' mathematical understanding. Furthermore, the N-Gain analysis yielded a score of 0.71, which falls into the high category. These findings indicate that the GeoGebra-assisted PBL-based Student Worksheet is valid, practical, and effective for enhancing students' mathematical understanding of Curved Surface Solids.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik berbasis *Problem Based Learning* berbantuan GeoGebra untuk meningkatkan kemampuan pemahaman matematis siswa SMP pada materi Bangun Ruang Sisi Lengkung. Peneliti menerapkan metode Penelitian dan Pengembangan (R&D) melalui kerangka ADDIE. Prosedur pengembangan ini memuat tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Riset ini melibatkan 19 peserta didik kelas IX dari sebuah lembaga pendidikan menengah pertama swasta di Kota Cimahi. Pakar materi, spesialis media, dan praktisi pendidikan menelaah perangkat ajar tersebut. Para ahli memberikan predikat sangat layak untuk produk ini. Uji coba lapangan membuktikan terungkapnya penguasaan matematis para subjek penelitian. Kalkulasi skor *N-Gain* menembus angka 0,71 dan kualifikasi klasifikasi tinggi. Temuan empiris ini menyatakan bahwa LKPD bersistem PBL dengan fasilitas GeoGebra berstatus layak dan praktis. Alat instruksional ini juga terbukti efektif untuk melejitkan pemahaman konsep matematika siswa.

Corresponding Author:
Syahna Annisa,
IKIP Siliwangi
Cimahi, Indonesia
syahnaannisa83@gmail.com

This is an open access article under the *CC BY-SA* license

How to cite:

Annisa, S., Fitriani, N., & Amelia, R. (2026). Inovasi bahan ajar bangun ruang sisi lengkung berbasis model probem based learning berbantuan geogebra untuk meningkatkan kemampuan pemahaman matematis siswa SMP. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *9*(5), 1183-1194.

PENDAHULUAN

Proses pendidikan matematika pada tingkat sekolah menengah pertama menjamin siswa menguasai beragam gagasan abstrak secara komprehensif. Aktivitas belajar ini mengeliminasi rumusan tradisi hafalan semata. Kemampuan pemahaman matematis menjadi keterampilan dasar yang penting karena membantu siswa mengonstruksi makna, menjelaskan prinsip, serta menghubungkan berbagai konsep matematika secara logis (Nuriah et al., 2023; Oktavia & Yulia, 2025). Dalam pembelajaran matematika, Indikator penguasaan materi melampaui sekedar kecakapan peserta didik menuntaskan instrumen evaluasi. Pendidik juga mengukur kompetensi tersebut melalui kemampuan siswa mendefinisikan ulang gagasan dasar secara mandiri, menjelaskan hubungan antarkonsep, dan menggunakan konsep tersebut dalam situasi pemecahan masalah (Sidik & Sudiana, 2023; Verina & Darhim, 2023).

Kerangka teoritis penelitian ini mengarahkan parameter penilaian kemampuan pemahaman matematis pada empat kecakapan utama siswa. Target pertama meliputi kemampuan siswa mengembangkan kembali suatu konsep dasar. Sasaran kedua mencakup kecakapan membedakan antara contoh dan non-contoh dari gagasan tersebut. Selanjutnya, poin ketiga menitikberatkan pada keterampilan memaparkan materi melalui pelbagai bentuk representasi matematika. Batasan terakhir fokus pada ketepatan siswa dalam menerapkan aturan teoritis maupun prosedur menghitung guna menuntaskan masalah (Mukti & Pratiwi, 2025). Dengan demikian, penguasaan indikator tersebut menjadi dasar penting bagi siswa SMP agar mampu mengembangkan kemampuan berpikir matematis yang lebih tinggi dalam menghadapi berbagai permasalahan matematika maupun masalah kontekstual.

Meskipun pemahaman matematis sangat krusial, kenyataan empiris di sekolah menunjukkan adanya tantangan kognitif yang besar, terutama mengenai materi Bangun Ruang Sisi Lengkung (BRSL) untuk kelas IX. Berdasarkan hasil observasi awal dan tes diagnostik di salah satu SMP, ditemukan tingginya tingkat kesalahan prosedural dan miskonsepsi siswa. Sebagai contoh empiris, siswa sering kesulitan mengidentifikasi unsur-unsur pembentuk kerucut dan tabung secara presisi, salah menentukan variabel jari-jari jika membayangkan pada soal yang menyajikan data keliling, serta tidak mampu membayangkan jaring-jaring bangun ruang secara visual (Marasabessy et al., 2021; Wati et al., 2023). Kondisi ini diperkuat oleh temuan (Agustini & Fitriani, 2021) yang mencatat hanya 16% siswa yang mampu memahami topik BRSL dengan baik. Sifat materi BRSL yang sangat menuntut kemampuan visual-spasial ini menjadi kendala utama ketika materi disajikan hanya melalui gambar diam (statis) pada buku teks konvensional, yang pada akhirnya memicu kebosanan dan rasa frustrasi pada diri siswa.

Dalam upaya mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan inovasi pembelajaran yang bersifat interaktif sehingga dapat mendukung siswa dalam melakukan eksplorasi materi secara mandiri. Penerapan model PBL melalui pengembangan LKPD menjadi langkah strategis. Sintaks PBL mengarahkan siswa untuk secara aktif memecahkan masalah kontekstual yang tidak terstruktur, sehingga dominasi guru berkurang dan pemahaman konsep terbentuk dari pengalaman empiris (Cahyana et al., 2024; Hutagaul et al., 2025; Khurniati et al., 2023). Guna mendukung investigasi spasial dalam PBL, pemanfaatan perangkat lunak GeoGebra berperan sangat esensial. Berbeda dengan aplikasi lain, fitur *3D Graphing* dan animasi dinamis (*drag and drop*) pada GeoGebra secara spesifik mampu menembus batas keabstrakan materi BRSL. Melalui instrumen ini, siswa dapat melihat secara langsung proses jaring-jaring *2D* tergulung menjadi kerucut *3D*, serta memanipulasi variabel tinggi atau jari-jari secara *real-time* untuk mengamati dampaknya terhadap perubahan volume dan luas permukaan (Astrilia et al., 2025; Langi et al., 2024; Puspita et al., 2024). Visualisasi manipulatif inilah yang memampukan siswa merumuskan persamaan matematis tanpa harus terjebak pada hafalan buta.

Berbagai kajian terdahulu telah mengkonfirmasi efektivitas PBL dan instrumen GeoGebra dalam pembelajaran. Namun, masih terdapat kesenjangan *(research gap)* yang mendasar pada sastra yang ada. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya mengimplementasikan sintaks PBL dan aplikasi GeoGebra secara terpisah, atau penerapannya sangat terbatas pada materi aljabar maupun geometri dimensi dua. Belum banyak penelitian yang mengintegrasikan secara integral antara model pemecahan masalah PBL dengan manipulasi visual *3D* GeoGebra ke dalam purwarupa LKPD khusus yang ditujukan untuk mengurai kebuntuan pemahaman matematis pada materi kompleks bangun ruang sisi lengkung. Berpijak pada urgensi masalah lapangan dan pendapat penelitian tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah mengembangkan LKPD berbasis *Problem Based Learning* berbantuan GeoGebra untuk meningkatkan kemampuan pemahaman matematis siswa SMP kelas IX.

METODE

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE. Peneliti menerapkan model ADDIE karena menawarkan alur pengembangan yang terstruktur. Kerangka kerja ini memandu proses penelitian melalui fase analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Model ini sesuai untuk mengembangkan LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan GeoGebra karena setiap tahap memungkinkan peneliti melakukan rangkaian sistematis tersebut meliputi pencatatan keperluan dasar, penyusunan rencana awal, verifikasi pakar, percobaan lapangan, penyempurnaan, serta pengukuran daya guna produk. (Anwar & Hidayati, 2025; Ramlan et al., 2025).

Rangkaian tahapan dalam penelitian dan pengembangan ini diawali dengan tahap analisis yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran serta permasalahan yang dihadapi siswa pada materi Bangun Ruang Sisi Lengkung (BRSL). Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini meliputi analisis kurikulum, analisis karakteristik siswa, analisis materi, wawancara dengan guru matematika, serta pelaksanaan tes diagnostik awal. Hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan pengembangan bahan ajar yang mampu menyajikan materi BRSL secara lebih visual, interaktif, dan kontekstual sehingga dapat mendukung proses pembelajaran secara optimal.

Tahap berikutnya adalah tahap desain, yaitu merancang struktur Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan GeoGebra. Rancangan LKPD mencakup identitas LKPD, petunjuk penggunaan, tujuan pembelajaran, penyajian masalah kontekstual, kegiatan eksplorasi menggunakan GeoGebra, diskusi kelompok, latihan pemahaman konsep, kegiatan refleksi, serta evaluasi. Penyusunan LKPD mengacu pada sintaks PBL yang terdiri atas orientasi siswa pada masalah, pengorganisasian siswa untuk belajar, penyelidikan secara mandiri maupun kelompok, penyajian hasil penyelidikan, serta analisis dan evaluasi terhadap proses pemecahan masalah. Pada tahap ini juga disusun berbagai instrumen penelitian yang meliputi lembar validasi ahli, angket respon siswa, pedoman wawancara, dan tes kemampuan pemahaman matematis.

Selanjutnya, tahap pengembangan dilakukan dengan menyusun LKPD sesuai rancangan awal yang telah dibuat, kemudian dilanjutkan dengan proses validasi melalui teknik *expert judgment*. Validasi dilakukan menggunakan lembar penilaian berbentuk skala Likert 1 sampai 5 yang diisi oleh tiga validator, yaitu seorang ahli materi matematika, seorang ahli media pembelajaran atau GeoGebra, serta seorang praktisi pembelajaran yang merupakan guru matematika SMP. Setiap validator memberikan skor penilaian, komentar, dan saran perbaikan terhadap produk yang

dikembangkan. Hasil validasi tersebut menjadi dasar dalam melakukan revisi LKPD sebelum diujicobakan kepada siswa. Aspek yang dinilai dalam proses validasi meliputi kelayakan isi, kelayakan penyajian, kesesuaian sintaks PBL, kesesuaian penggunaan GeoGebra, kelayakan bahasa, kegrafikan, tampilan, kemudahan penggunaan, serta kesesuaian LKPD dengan indikator kemampuan pemahaman matematis (Padilah et al., 2026; Rubiah et al., 2025).

Tahap implementasi dilaksanakan melalui dua tahap uji coba. Uji coba terbatas melibatkan 13 siswa untuk memperoleh informasi awal mengenai tingkat keterbacaan, kemudahan penggunaan, serta respon siswa terhadap LKPD yang dikembangkan. Setelah dilakukan revisi berdasarkan hasil uji coba terbatas, produk kemudian diujicobakan secara lebih luas kepada 18 siswa sesuai dengan prosedur penelitian. Pada tahap ini siswa menggunakan LKPD berbasis PBL berbantuan GeoGebra dalam proses pembelajaran materi Bangun Ruang Sisi Lengkung. Selain itu, peneliti memberikan *pretest* sebelum pembelajaran dan *posttest* setelah pembelajaran selesai untuk mengukur peningkatan kemampuan pemahaman matematis siswa setelah menggunakan LKPD yang dikembangkan.

Tahap terakhir adalah evaluasi yang bertujuan untuk menilai kualitas LKPD berdasarkan aspek kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Evaluasi formatif dilakukan secara berkelanjutan pada setiap tahap pengembangan melalui proses revisi yang didasarkan pada masukan dari para validator dan respon siswa. Sementara itu, evaluasi akhir dilakukan dengan menganalisis hasil validasi ahli, angket respon siswa, serta hasil *pretest* dan *posttest*. Suatu LKPD dinyatakan layak digunakan apabila memenuhi kriteria validitas, kepraktisan, dan efektivitas sesuai dengan tujuan pengembangan yang telah ditetapkan.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini mencakup empat jenis. Pertama, pedoman wawancara digunakan untuk memperoleh informasi awal mengenai kesulitan siswa, penggunaan bahan ajar, dan kebutuhan pembelajaran BRSL. Kedua, lembar validasi ahli digunakan untuk menilai kelayakan LKPD dan kelayakan instrumen tes. Ketiga, angket respon siswa digunakan untuk mengetahui kepraktisan LKPD dari aspek kemudahan penggunaan, kemenarikan tampilan, kejelasan bahasa, kebermanfaatan GeoGebra, dan keterlibatan siswa dalam aktivitas PBL. Keempat, tes kemampuan pemahaman matematis digunakan sebagai alat untuk mengukur kemampuan siswa pada tahap sebelum dan setelah proses pembelajaran.

Tes kemampuan pemahaman matematis berbentuk soal uraian sebanyak 5 soal. Soal *pretest* dan *posttest* disusun dengan tingkat kesulitan yang setara. Sebelum digunakan, soal divalidasi terlebih dahulu oleh validator untuk menilai kesesuaian soal dengan indikator pemahaman matematis, ketepatan konsep, kejelasan bahasa, dan kelayakan rubrik penskoran. Setelah itu, instrumen tes dianalisis validitas dan reliabilitasnya. Analisis validitas soal dilakukan melalui pengujian validitas isi dan validitas empiris, sedangkan reliabilitas instrumen ditentukan menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha*. Instrumen dinyatakan layak untuk digunakan apabila setiap butir soal memenuhi kriteria valid serta memiliki tingkat reliabilitas yang berada pada kategori memadai (Ayu et al., 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengembangan LKPD berbasis *problem based learning* berbantuan GeoGebra dilakukan melalui tahapan ADDIE, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Pada tahap analisis, diperoleh informasi bahwa pembelajaran bangun ruang sisi lengkung (BRSL) di salah satu SMP swasta di Kota Cimahi masih menghadapi kendala, terutama pada

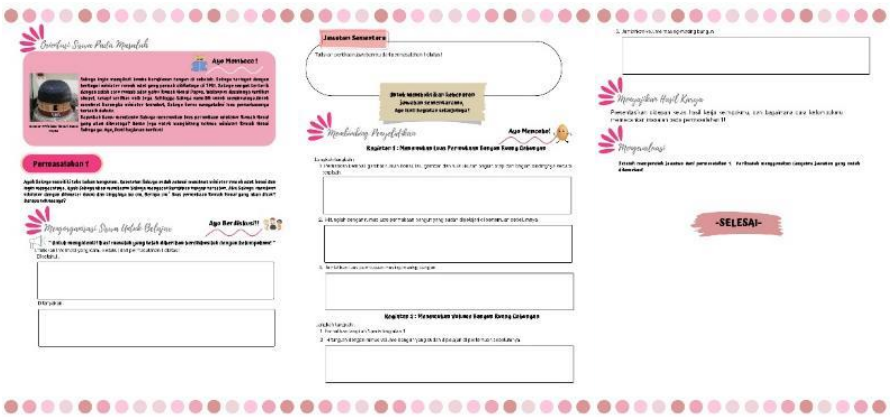
rendahnya pemahaman konsep siswa, keterbatasan media visual, dan kecenderungan siswa menghafal rumus tanpa memahami hubungan antarkonsep. Guru matematika juga menyampaikan bahwa siswa sering mengalami kesulitan membedakan unsur tabung, kerucut, dan bola, serta memilih prosedur yang sesuai ketika menyelesaikan soal kontekstual. Temuan ini menjadi dasar pengembangan LKPD yang tidak hanya berisi latihan soal, tetapi juga memuat masalah kontekstual, aktivitas penyelidikan, visualisasi GeoGebra, dan refleksi pemahaman konsep.

Pada tahap desain, LKPD dirancang untuk mendukung proses berpikir matematis siswa melalui sintaks *problem based learning*. Desain LKPD tidak sekedar diarahkan dari segi tampilan, melainkan dari fungsi pedagogisnya untuk membantu siswa membangun pemahaman matematis. Pada bagian awal, LKPD menyajikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan BRSL untuk mengaktifkan pengetahuan awal siswa. Selanjutnya, LKPD menyediakan ruang bagi siswa untuk menuliskan informasi yang diketahui, menyusun dugaan awal, melakukan penyelidikan menggunakan GeoGebra, mendiskusikan hasil dengan kelompok, menyajikan solusi, dan mengevaluasi kembali jawaban. Struktur ini dirancang agar siswa dapat menyatakan ulang konsep, mengklasifikasikan objek, memilih prosedur penyelesaian, dan memberikan alasan matematis atas jawaban yang diperoleh.



Gambar 1. Tampilan Cover dan KD, IPK, TP, Petunjuk Pengisian

Desain LKPD pada Gambar 1 tampilan cover meliputi judul, identitas, tujuan pembelajaran, petunjuk, soal permasalahan, dan langkah-langkah penyelesaian. Pemilihan format LKPD dibuat menarik dengan gaya tulisan yang digunakan ialah *serif bold*, Besar ukuran huruf yang digunakan adalah 18. Penyajian KI, IPK , tujuan pembelajaran, serta petunjuk pengerjaan dengan model *problem based learning* untuk memudahkan siswa mempelajari bangun ruang sisi lengkung (BRSL).



Gambar 2. Tampilan Pengerjaan LKPD

Pada Gambar 2 halaman pengerjaan LKPD berisi petunjuk pengerjaan dengan langkah *problem based learning* dalam mengerjakan kegiatan pengajaran. Pada tahap orientasi siswa pada masalah, siswa mengamati persoalan kontekstual yang berkaitan dengan bangun ruang sisi lengkung (BRSL) sehingga mendorong siswa untuk paham pada persoalan yang diberikan. Kemudian, pada tahap mengorganisasi siswa untuk belajar, siswa berdiskusi dalam kelompok dan menentukan langkah pemecahan masalah. Pada tahap membimbing penyelidikan, siswa mengumpulkan informasi dan mencari solusi melalui soal-soal yang terdapat dalam LKPD serta menghubungkan informasi tersebut dengan konsep matematika yang relevan. Setelah itu, pada tahap menyajikan hasil karya, siswa mempresentasikan hasil diskusi dan penyelesaian masalah di depan kelas. Tahapan akhir yaitu analisis dan evaluasi proses penyelesaian masalah, di mana guru dan siswa merefleksi dan mengevaluasi jawaban menggunakan GeoGebra sehingga pemahaman siswa terhadap konsep bangun ruang sisi lengkung (BRSL) menjadi lebih kuat.

Pada tahap perencanaan, validasi LKPD oleh ahli materi dan ahli media. Berdasarkan hasil validasi, LKPD memperoleh persentase sebesar 92% dari ahli materi dan 90,66% dari ahli media. Berdasarkan kriteria penilaian, kedua hasil tersebut berada pada kategori sangat baik atau sangat layak. Validator memberikan beberapa masukan utama, yaitu perlunya menambahkan stimulus masalah pada bagian awal pembelajaran, memperjelas instruksi penggunaan GeoGebra, memperkuat hubungan antara aktivitas LKPD dan indikator pemahaman matematis, serta memperbaiki redaksi beberapa pertanyaan agar lebih mudah dipahami siswa. Revisi dilakukan dengan menambahkan narasi masalah kontekstual, memperjelas langkah eksplorasi, menyediakan ruang jawaban sementara, dan mengarahkan siswa untuk menggunakan GeoGebra dalam memeriksa representasi visual bangun ruang sisi lengkung. Setelah revisi, LKPD bukan sekedar lembar latihan, namun berfungsi sebagai panduan belajar yang memfasilitasi penyelidikan konsep secara bertahap.

Tabel 1 Ringkasan Masukan Validator dan Revisi Produk

Komponen yang Direvisi	Masukan Validator	Revisi yang Dilakukan	Hasil Setelah Revisi
Stimulus awal	Masalah awal belum cukup membangkitkan rasa ingin tahu siswa	Ditambahkan masalah kontekstual terkait BRSL dalam kehidupan sehari-hari	Siswa diarahkan memahami konteks sebelum menggunakan rumus
Instruksi LKPD	Beberapa petunjuk belum cukup jelas	Petunjuk pengerjaan dibuat lebih runtut sesuai sintaks PBL	Siswa lebih mudah mengikuti alur kegiatan
Integrasi GeoGebra	Penggunaan GeoGebra perlu diarahkan lebih spesifik	Ditambahkan arahan eksplorasi visual dan pemeriksaan jawaban melalui GeoGebra	GeoGebra digunakan sebagai alat bantu pemahaman konsep, bukan sekadar media tambahan
Indikator pemahaman matematis	Aktivitas perlu dihubungkan dengan indikator pemahaman	Soal dan aktivitas disesuaikan dengan indikator menyatakan ulang konsep, mengklasifikasi, memilih prosedur, dan memberi alasan matematis	Aktivitas LKPD lebih selaras dengan tujuan peningkatan pemahaman matematis

Setelah revisi produk, penelitian ini melaksanakan dua tahapan uji coba, yaitu uji coba terbatas dan uji coba luas. Uji coba terbatas memperoleh rerata penilaian 86,50%, sedangkan uji coba

luas memperoleh rerata 87,95%. Keduanya berada pada kategori sangat baik atau sangat layak. Berdasarkan hasil yang diperoleh, LKPD yang dikembangkan telah memenuhi aspek kelayakan dan kepraktisan sehingga dapat digunakan dalam pembelajaran BRSL.

Pada tahap implementation, LKPD digunakan dalam pembelajaran terhadap 19 siswa selama empat pertemuan, yaitu pada 18 Maret, 25 Maret, 8 April, dan 15 April 2025. Sebelum kegiatan pembelajaran dimulai, siswa terlebih dahulu mengikuti pretest untuk mengukur kemampuan awal mereka, dilanjutkan dengan penggunaan LKPD berbasis PBL berbantuan GeoGebra, dan diakhiri dengan *posttest*. Pada tahap orientasi masalah, siswa mengamati permasalah kontekstual BRSL guna memahami situasi yang diberikan. Pada tahap pengorganisasian belajar, siswa berdiskusi untuk mengidentifikasi informasi penting dan merancang strategi penyelesaian. Pada tahap penyelidikan, siswa menggunakan GeoGebra untuk mengeksplorasi bentuk, unsur, dan hubungan ukuran pada tabung, kerucut, dan bola. Pada tahap penyajian hasil, siswa mempresentasikan strategi dan jawaban kelompok. Pada tahap evaluasi, guru dan siswa memeriksa kembali jawaban melalui diskusi dan visualisasi GeoGebra. Dengan demikian, setiap tahap PBL diarahkan untuk membantu siswa membangun pemahaman konsep secara bertahap.



Gambar 3. Dokumentasi penggunaan LKPD berbasis PBL

Pada tahap *evaluation*, diperoleh data peningkatan hasil belajar dan kemampuan pemahaman matematis siswa. Hasil *pretest* menunjukkan bahwa nilai tertinggi siswa adalah 70, nilai terendah 20, dan rata-rata 60,25. Setelah pembelajaran menggunakan LKPD berbasis PBL berbantuan GeoGebra, nilai tertinggi meningkat menjadi 100, nilai terendah menjadi 80, dan rata-rata meningkat menjadi 88,10. Jumlah siswa yang tuntas pada pretest adalah 4 dari 19 siswa, sehingga ketuntasan klasikal yang benar adalah 21,05%. Pada *posttest*, jumlah siswa yang tuntas meningkat menjadi 16 dari 19 siswa, sehingga ketuntasan klasikal menjadi 84,21%. Perbaikan ini sekaligus mengoreksi kesalahan sebelumnya yang menuliskan ketuntasan *pretest* sebesar 57,25%.

Tabel 2 Hasil Belajar Siswa

No.	Hasil	*Pretest*	*Posttest*
1.	Skor tertinggi	70	100
2.	Skor terendah	20	80
3.	Rata-rata	60,25	88,10
4.	Jumlah siswa yang tuntas dalam belajar	4	16
5.	Jumlah siswa yang belum tuntas dalam belajar	15	3
6.	Ketuntasan secara klasikal	21,05%	84,21%

Peningkatan kemampuan siswa juga dianalisis menggunakan *N-Gain*. Hasil perhitungan menunjukkan rata-rata *N-Gain* sebesar 0,71 dengan kategori tinggi dan persentase efektivitas

sebesar 71,25% dengan kategori efektif. Hasil ini menunjukkan bahwa setelah penggunaan LKPD, terjadi peningkatan kemampuan pemahaman matematis siswa pada materi BRSL. Namun, karena penelitian ini tidak menggunakan kelompok kontrol atau desain eksperimen pembanding, hasil tersebut tidak ditafsirkan sebagai bukti kausal yang kuat, melainkan sebagai bukti deskriptif bahwa LKPD berbasis PBL berbantuan GeoGebra berpotensi mendukung peningkatan pemahaman matematis siswa dalam konteks penelitian ini.

Tabel 3. Rata-rata Peningkatan Nilai Siswa

No.	Uji	Nilai	N-*Gain*	Kategori
1.	*Pretest*	60,25	0,71	Tinggi
2.	*Posttest*	88,10		

Berdasarkan tabel di atas diperoleh rata-rata 0,71 dikategorkan tinggi dengan persentase 71,25% dikategorikan efektif. Artinya, dapat disimpulkan bahwa LKPD berbasis model *problem based learning* berbantuan *geogebra* efektif meningkatkan kemampuan pemahaman matematis bangun ruang sisi lengkung (BRSL) siswa SMP.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengembangan LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan GeoGebra melalui model ADDIE menghasilkan bahan ajar yang valid, praktis, dan efektif untuk mendukung pembelajaran materi Bangun Ruang Sisi Lengkung (BRSL). Tahap analisis menunjukkan bahwa rendahnya pemahaman matematis siswa tidak hanya dipengaruhi oleh tingkat kesulitan materi, tetapi juga oleh proses pembelajaran yang belum memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi konsep secara visual, kontekstual, dan aktif. Kondisi tersebut sejalan dengan Marasabessy et al. (2021) yang menyatakan bahwa materi BRSL sering menimbulkan kesulitan konseptual dan prosedural karena siswa harus memahami representasi tiga dimensi beserta hubungan antarkonsep yang menyertainya.

Pada tahap desain, LKPD dikembangkan tidak hanya sebagai bahan ajar, tetapi juga sebagai panduan aktivitas belajar yang membantu siswa membangun pemahaman matematis secara bertahap. Penyajian masalah kontekstual, identifikasi informasi, kegiatan penyelidikan, diskusi kelompok, presentasi hasil, dan refleksi disusun secara sistematis agar siswa dapat menghubungkan konsep matematika dengan situasi nyata. Struktur tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk membangun pengetahuan melalui pengalaman belajar yang aktif. Temuan ini sejalan dengan Abdillah dan Astuti (2021) serta Cahyana et al. (2024) yang menjelaskan bahwa LKPD berbasis PBL mampu mendorong keterlibatan siswa dalam membangun pemahaman konsep.

Penerapan model *Problem Based Learning* memberikan kontribusi terhadap proses pembelajaran karena menempatkan siswa sebagai pusat kegiatan belajar. Melalui tahapan orientasi pada masalah, diskusi kelompok, penyelidikan, presentasi hasil, dan evaluasi, siswa didorong untuk memahami konsep sebelum menentukan prosedur penyelesaian. Pendekatan tersebut membantu siswa mengembangkan kemampuan dalam mengidentifikasi informasi, memilih strategi penyelesaian, memberikan alasan matematis, serta mengevaluasi hasil yang diperoleh. Temuan ini mendukung hasil penelitian Khurniati et al. (2023) dan Aripin et al. (2025) yang menunjukkan bahwa PBL mampu meningkatkan pemahaman konsep matematika melalui pembelajaran yang berpusat pada pemecahan masalah.

Penggunaan GeoGebra turut mendukung proses pembelajaran, khususnya pada materi BRSL yang memiliki karakteristik visual dan spasial. Visualisasi interaktif yang disediakan GeoGebra membantu siswa mengamati bentuk bangun ruang, mengenali unsur-unsurnya, serta memahami hubungan antara representasi visual dengan konsep luas permukaan maupun volume. Integrasi GeoGebra pada tahap penyelidikan dan evaluasi memberikan kesempatan kepada siswa untuk memverifikasi pemahamannya melalui eksplorasi secara langsung. Hasil ini sejalan dengan Astrilia et al. (2025), Langi et al. (2024), dan Puspita et al. (2024) yang menyatakan bahwa GeoGebra dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep matematika melalui visualisasi yang interaktif.

Integrasi sintaks PBL dengan GeoGebra dalam LKPD mampu memfasilitasi proses konstruksi konsep secara sistematis. Siswa tidak hanya diarahkan untuk memperoleh jawaban akhir, tetapi juga dibimbing dalam memahami masalah, mengidentifikasi informasi, menentukan strategi penyelesaian, dan mengevaluasi hasil yang diperoleh. Proses tersebut mendukung perkembangan kemampuan pemahaman matematis, terutama dalam menyatakan kembali konsep, mengklasifikasikan objek sesuai karakteristiknya, memilih prosedur penyelesaian yang tepat, serta memberikan alasan terhadap solusi yang diperoleh. Dengan demikian, LKPD yang dikembangkan berpotensi membantu siswa memahami materi BRSL secara lebih mendalam melalui pembelajaran yang aktif, visual, dan bermakna.

Meskipun demikian, hasil penelitian perlu diinterpretasikan secara hati-hati karena penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang tidak menggunakan kelompok pembanding serta dilaksanakan pada subjek penelitian yang terbatas. Oleh sebab itu, efektivitas LKPD tidak dapat sepenuhnya dikaitkan hanya dengan penggunaan produk yang dikembangkan. Faktor lain, seperti peran guru dalam pembelajaran, pengalaman belajar siswa, interaksi dalam diskusi kelompok, dan intensitas latihan, juga dapat memengaruhi hasil pembelajaran. Dengan demikian, temuan penelitian ini lebih tepat dipandang sebagai bukti bahwa LKPD berbasis PBL berbantuan GeoGebra layak digunakan dan memiliki potensi untuk mendukung peningkatan kemampuan pemahaman matematis siswa pada materi BRSL.

Secara teoretis, hasil penelitian ini memperkuat pandangan bahwa kemampuan pemahaman matematis dapat dikembangkan melalui pembelajaran yang mengintegrasikan masalah kontekstual, eksplorasi visual, dan refleksi. Secara praktis, LKPD yang dikembangkan dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan ajar untuk membantu guru menciptakan pembelajaran matematika yang lebih aktif, interaktif, dan bermakna. Meskipun demikian, implementasinya tetap memerlukan kesiapan perangkat, pengelolaan waktu yang baik, serta pembiasaan siswa dalam memanfaatkan GeoGebra selama proses pembelajaran.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengembangan LKPD berbasis *Problem Based Learning* berbantuan GeoGebra pada materi Bangun Ruang Sisi Lengkung telah berhasil dilaksanakan melalui tahapan model ADDIE. Produk yang dikembangkan memenuhi kriteria valid sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran matematika. Selain itu, LKPD juga memenuhi kriteria praktis berdasarkan respons pengguna, sehingga mudah digunakan dalam proses pembelajaran. Penggunaan LKPD berbasis *Problem Based Learning* berbantuan GeoGebra menunjukkan efektivitas dalam mendukung peningkatan kemampuan pemahaman matematis siswa pada materi Bangun Ruang Sisi Lengkung. Integrasi sintaks *Problem Based Learning* dengan visualisasi menggunakan GeoGebra membantu siswa memahami konsep secara lebih aktif, visual, dan bermakna. Oleh karena itu, LKPD yang dikembangkan dapat

dijadikan sebagai salah satu alternatif bahan ajar yang mendukung proses pembelajaran matematika, khususnya pada materi Bangun Ruang Sisi Lengkung.

DAFTAR PUSTAKA

Agustini, W., & Fitriani, N. (2021). Analisis kesulitan siswa SMP pada materi bangun ruang sisi lengkung. Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif, 4(1), 91–96. https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i1.91-96

Anwar, K., & Hidayati, K. (2025). Development of E-LKPD based on realistic mathematics education on three-variable linear equation system material oriented to critical thinking skills and self-efficacy of vocational school students. International Journal of Mathematics and Science Education, 2(1), 13–21. https://doi.org/10.62951/ijmse.v2i1.155

Astrilia, I. A. K. C., Wibawa, K. A., & Wulandari, I. G. A. P. A. (2025). Pembelajaran discovery learning berbantuan geogebra untuk meningkatkan pemahaman matematis siswa pada materi bangun ruang sisi lengkung kelas IX-4 SMP Neger 7 Denpasar. Jurnal Pembelajaran Dan Pengembangan Matematika (PEMANTIK), 5(1), 55–56. https://doi.org/10.36733/pemantik.v5i1.11378

Ayu, D., Maharani, I., & Siswadi, S. (2024). Upaya meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematika dengan metode example non examples. OMEGA: Jurnal Keilmuan Pendidikan Matematika, 3(1), 8–14. https://doi.org/10.47662/jkpm.v3i1.385

Cahyana, N., Rustiani, S., Djafar, S., & Nurdin, N. (2024). Literature review: Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) matematika berbasis geogebra. Journal of Education Research, 5(4), 4391–4399. https://doi.org/10.37985/jer.v5i4.1574

Hutagaul, F., Wasino, W., Widiarti, N., & Yuwono, A. (2025). Analisis strategi meningkatkan hasil belajar matematika dan berpikir kristis siswa dengan LKPD berbasis PBL. Media Pendidikan Matematika, 13(1), 196–208. https://doi.org/10.33394/mpm.v13i1.15951

Khurniati, N. L., Harun, L., & Nur Aini, A. (2023). Efektivitas model problem based learning berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis siwa pada materi bangun ruang sisi datar. Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika, 5(6), 406–411. https://doi.org/10.26877/imajiner.v5i6.16782

Langi, R. K., Vivian, N. K. T., & Regar, V. E. (2024). Meta Analisis: Pengaruh pembelajaran berbantuan geogebra terhadap pemahaman konsep matematika. Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran, 4(2), 858–868. https://doi.org/10.51574/jrip.v4i2.1610

Marasabessy, R., Hasanah, A., & Juandi, D. (2021). Bangun ruang sisi lengkung dan permasalahannya dalam pembelajaran matematika. EQUALS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, 4(1), 1–20. https://doi.org/10.46918/equals.v4i1.874

Mukti, M. A., & Pratiwi, T. O. (2025). Kemampuan pemahaman konsep matematika siswa SMP kelas VIII pada materi perpangkatan. Radian Journal: Research and Review in Mathematics Education, 4(1), 29–38. https://doi.org/10.35706/radian.v4i1.13129

Nuriah, S., Aripin, U., & Rohaeti, E. E. (2023). Kemampuan pemahaman konsep matematis siswa kelas VII pada materi himpunan. JRPM (Jurnal Review Pembelajaran Matematika), 8(2), 109–120. https://doi.org/10.15642/jrpm.2023.8.2.109-120

Oktavia, T., & Yulia, P. (2025). Analisis kemampuan pemahaman konsep matematis siswa berdasarkan tipe kepribadian thinking dan feeling dalam menyelesaikan soal aljabar. JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif), 8(1), 13–28. https://doi.org/10.22460/jpmi.v8i1.25678

Puspita, D., Efriani, A., & Afgani, M. W. (2024). Pengembangan media pembelajaran geogebra untuk meningkatkan pemahaman konsep bangun ruang sisi datar pada siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP). De Fermat : Jurnal Pendidikan Matematika, 7(1), 11–21.

https://doi.org/10.36277/defermat.v7i1.326

Ramlan, W., Zetriuslita, Z., Suripah, S., & Widiati, I. (2025). Development of autograph-assisted teaching materials to improve students' mathematical titeracy skills Phase F. OMEGA: Jurnal Keilmuan Pendidikan Matematika, 4(3), 273–282. https://doi.org/10.47662/jkpm.v4i3.1033

Sidik, G. A., & Sudiana, R. (2023). Analisis kemampuan pemahaman matematis siswa SMP kelas VIII berdasarkan teori Pirie-Kieren. Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika, 7(3), 2405–2419. https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i3.2081

Verina, I., & Darhim, D. (2023). Kemampuan pemahaman konsep matematis siswa SMP kelas VIII pada topik persegi panjang. AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika, 12(2), 2063–2076. https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i2.7581

Wati, D. K., Saragih, S., Suanto, E., & Roza, Y. (2023). Analisis kemampuan pemahaman matematis siswa ditinjau dari gaya belajar pada materi bangun ruang sisi lengkung. Prisma, 12(2), 425–435. https://doi.org/10.35194/jp.v12i2.3154.