

# PENGARUH MODEL *PROJECT BASED LEARNING* BERBANTUAN *PUZZLE TANGRAM* TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH GEOMETRI BANGUN RUANG PADA PESERTA DIDIK KELAS VI

Hidayah<sup>1\*</sup>, Riyadi<sup>2</sup>, Matsuri<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Magister PGSD, Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret,

Kentingan Jl. Ir. Sutami No.36, Jebres, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah. 57126, Indonesia  
e-mail: <sup>1\*</sup> ida.hida41@student.uns.ac.id, <sup>2</sup> riyadi\_pgsd\_fkip@staff.uns.ac.id, <sup>3</sup> matsuri@staff.uns.ac.id

\*Penulis Korespondensi

Diserahkan: 12-06-2025; Direvisi: DD-MM-YYYY; Diterima: DD-MM-YYYY

**Abstrak:** Penelitian ini bertolak dari temuan empiris terkini untuk menguji efektivitas model *PjBL* berbantuan *tangram* dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah geometri bangun ruang pada siswa sekolah dasar. Validitas dan reliabilitas instrumen pengukuran dikonfirmasi terlebih dahulu berdasarkan kerangka empat langkah Polya. Analisis statistik deskriptif dan inferensial menunjukkan peningkatan signifikan pada skor posttest kelompok eksperimen, yang didukung oleh hasil uji normalitas, homogenitas, dan *t-test*. Ukuran efek yang besar (Cohen's  $d = 1.169$ ) mengindikasikan kekuatan praktis dari desain pembelajaran ini. Perbandingan antara kelompok menunjukkan bahwa siswa yang belajar menggunakan *PjBL* berbantuan *tangram* memiliki pemahaman spasial dan strategi berpikir yang lebih unggul dibandingkan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Kendati hasilnya menjanjikan, keterbatasan pada keberagaman sampel dan durasi perlakuan mengisyaratkan perlunya studi lanjutan yang lebih luas dan berjangka Panjang. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi pula dimensi afektif dan sosial dari pembelajaran serta memperluas penerapan integrasi *PjBL-tangram* pada materi matematika lainnya.

**Kata Kunci:** *project-based learning*; *puzzle tangram*; pemecahan masalah; geometri bangun ruang; pendidikan dasar; efektivitas pembelajaran

**Abstract:** *Although Project-Based Learning (PjBL) is widely regarded as an effective instructional model, its integration with visual-manipulative tools such as tangram puzzles in mathematics education remains underexplored. Departing from recent empirical findings, this study investigates the effectiveness of PjBL combined with tangram media in enhancing elementary students' problem-solving skills in geometric spatial reasoning. First, instrument validation and reliability tests confirmed the quality of the problem-solving assessment based on Polya's four-step framework. Second, descriptive and inferential statistics revealed a significant improvement in posttest scores for the experimental group, supported by normality, homogeneity, and t-test results. A large effect size (Cohen's  $d = 1.169$ ) confirmed the practical strength of this instructional design. Third, the comparative analysis underscored that students engaged in tangram-based PjBL showed superior spatial understanding and strategic thinking compared to those in conventional instruction. Despite its promising outcomes, limitations in sample diversity and instructional duration call for broader, longitudinal studies. Future research is suggested to incorporate affective and social dimensions of learning while expanding the application of PjBL-tangram integration across diverse mathematical domains.*

**Keywords:** *project-based learning; tangram puzzle; problem-solving; three-dimensional geometry; elementary education; instructional effectiveness*

**Kutipan:** Hidayah, Riyadi, Matsuri .(2025). Pengaruh Model *Project Based Learning* Berbantuan *Puzzle Tangram* terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Geometri Bangun Ruang Pada Peserta Didik Kelas VI. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, Vol.11 No.2, (833-841). <https://doi.org/10.29100/jp2m.v11i2.8309>



## Pendahuluan

Kemampuan memecahkan masalah merupakan salah satu kompetensi esensial dalam pembelajaran matematika, terutama dalam domain geometri bangun ruang (Elsa *et al.*, 2022; Kusuma *et al.*, 2023; Rejeki *et al.*, 2021). Di tingkat sekolah dasar, kompetensi ini tidak hanya mencerminkan penguasaan konsep geometris, tetapi juga menjadi indikator penting kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti visualisasi spasial, penalaran logis, dan perencanaan strategi penyelesaian masalah. Meski kurikulum telah mengarahkan pembelajaran pada penguatan keterampilan tersebut, berbagai temuan menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami dan memanipulasi representasi tiga dimensi dari bangun ruang dasar seperti kubus, balok, prisma, dan limas (Febriyanti *et al.*, 2024; Lelling & Svensson, 2020).

Hasil observasi yang dilakukan di kelas VI SDN Tawang 01 menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik gagal mencapai nilai minimal yang ditetapkan dalam pembelajaran geometri bangun ruang. Kelemahan ini bukan hanya disebabkan oleh kurangnya pemahaman terhadap rumus matematis, tetapi lebih jauh berkaitan dengan lemahnya kemampuan visual-spasial dan kecakapan menyusun strategi penyelesaian masalah secara mandiri. Ketika dihadapkan pada soal kontekstual, peserta didik cenderung menjawab secara acak atau mengabaikan informasi visual, yang mengindikasikan perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih eksploratif, kontekstual, dan manipulatif.

*Project Based Learning (PjBL)* telah lama dipandang sebagai salah satu model pembelajaran inovatif yang mendukung pembelajaran bermakna berbasis pengalaman (Nurhidayah *et al.*, 2021; Yusri *et al.*, 2024). Model ini memungkinkan peserta didik terlibat secara aktif dalam pemecahan masalah melalui proyek-proyek yang dirancang untuk merepresentasikan situasi nyata. Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa penerapan *PjBL* dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan keterlibatan, rasa ingin tahu, serta kemampuan berpikir kritis dan kolaboratif peserta didik (Holmes & Hwang, 2016; Lazić *et al.*, 2021). Namun demikian, *PjBL* juga memiliki kelemahan, terutama ketika peserta didik tidak memperoleh dukungan visual atau alat bantu konkret yang memadai dalam memahami objek abstrak seperti bangun ruang (Fujita *et al.*, 2020; Waluyo & Nawfa, 2024).

Dalam konteks ini, media *puzzle tangram* menjadi instrumen yang potensial untuk melengkapi implementasi *PjBL. Tangram*, sebagai media manipulatif geometri, menyediakan pengalaman visual yang konkret dan dinamis dalam membangun dan membongkar bentuk bangun ruang (Kmetová & Lehocká, 2021). Proses manipulasi langsung potongan-potongan bangun datar dalam *tangram* memungkinkan peserta didik untuk menyusun, memutar, dan mengevaluasi struktur geometri secara visual, sehingga memperkuat keterampilan spasial yang menjadi dasar penting dalam pemecahan masalah geometri.

Integrasi antara model *PjBL* dan media *puzzle tangram* secara konseptual memberikan peluang untuk menciptakan pembelajaran yang bersifat konstruktif, visual, dan kolaboratif (Bohning & Althouse, 1997; Mardianti *et al.*, 2023a). Peserta didik tidak hanya ditantang untuk menyelesaikan proyek geometri berbasis bangun ruang, tetapi juga didorong untuk mengembangkan strategi penyelesaian masalah secara reflektif dan eksploratif. Interaksi antara karakteristik tugas proyek, pengalaman manipulatif visual, dan kemampuan visual-spasial diyakini dapat membentuk fondasi yang kuat dalam pengembangan kompetensi geometris secara menyeluruh.

Namun demikian, kajian yang secara eksplisit meneliti pengaruh *PjBL* berbantuan *puzzle tangram* dalam pembelajaran geometri bangun ruang di tingkat sekolah dasar masih sangat terbatas. Beberapa penelitian terdahulu misalnya (Lin *et al.*, 2011; Olkun *et al.*, 2005) hanya menitikberatkan pada bangun datar atau aspek motivasi belajar, tanpa mengaitkan secara langsung dengan dimensi pemecahan masalah dan kecerdasan visual-spasial peserta didik. Selain itu, belum banyak studi yang menjelaskan bagaimana efektivitas model ini dapat bervariasi berdasarkan perbedaan tingkat kecerdasan visual-spasial peserta didik, padahal kemampuan ini diketahui berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan belajar geometri.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan mendesak untuk mengembangkan model pembelajaran matematika yang tidak hanya menekankan hasil belajar kognitif, tetapi juga memberdayakan kemampuan berpikir spasial dan pemecahan masalah secara menyeluruh. Temuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi guru dalam merancang pembelajaran inovatif, serta menjadi acuan pengambilan kebijakan dalam perencanaan kurikulum yang berorientasi pada pengembangan keterampilan abad ke-21.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan mengkaji secara sistematis pengaruh model *Project Based Learning* berbantuan *puzzle tangram* terhadap kemampuan pemecahan masalah geometri bangun ruang, ditinjau dari perbedaan kecerdasan visual-spasial peserta didik. Dengan pendekatan ini, diharapkan penelitian dapat memberikan kontribusi empiris terhadap pengembangan desain pembelajaran matematika yang adaptif dan berbasis kebutuhan kognitif siswa. Temuan dari penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya wacana pedagogik mengenai pentingnya integrasi media visual dalam mendukung model pembelajaran konstruktivistik seperti *PjBL*.

Selain menawarkan integrasi pendekatan yang belum banyak dieksplorasi, penelitian ini mengusulkan pendekatan berbasis budaya lokal melalui proyek-proyek kontekstual yang relevan dengan lingkungan belajar peserta didik. Pendekatan ini membuka ruang baru bagi penerapan etnomatematika dalam pembelajaran geometri, yang sekaligus memperkuat relevansi pembelajaran dengan kehidupan nyata. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menawarkan kebaruan secara metodologis dan teoretis, tetapi juga memberikan sumbangan praktis terhadap transformasi pembelajaran matematika di sekolah dasar.

### Metode

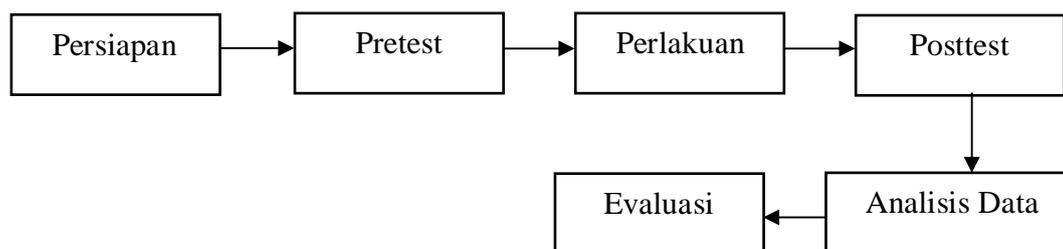
Penelitian ini dirancang sebagai studi kuasi-eksperimen untuk menguji pengaruh model *Project Based Learning (PjBL)* yang diintegrasikan dengan media *puzzle tangram* terhadap kemampuan pemecahan masalah geometri bangun ruang peserta didik sekolah dasar. Desain penelitian yang digunakan adalah *non-equivalent control group design* (Creswell, 2013), dengan melibatkan kelas-kelas yang telah terbentuk sebelumnya tanpa proses pengacakan secara acak. Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026 di enam sekolah dasar negeri di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah.

Pemilihan partisipan dilakukan secara purposif berdasarkan kesetaraan kemampuan akademik antar kelas, kesiapan guru dalam menerapkan model *PjBL*, serta ketersediaan media pendukung berupa *tangram*. Kelompok eksperimen terdiri atas tiga sekolah, yaitu SDN Ngreco 05 sebanyak 19 siswa, SDN Alasombo 02 sebanyak 18 siswa, dan SDN Karanganyar 03 sebanyak 18 siswa, sehingga total peserta eksperimen berjumlah 55 siswa. Kelompok kontrol juga terdiri atas tiga sekolah, yaitu SDN Tawang 01 sebanyak 18 siswa, SDN Karangtengah 01 sebanyak 24 siswa, dan SDN Weru 04 sebanyak 15 siswa, dengan jumlah total peserta kontrol sebanyak 57 siswa.

Instrumen utama dalam penelitian ini berupa tes uraian berjumlah lima soal kontekstual yang mengukur kemampuan pemecahan masalah geometri bangun ruang. Soal-soal dikembangkan berdasarkan indikator problem solving dari kerangka Polya, yaitu memahami masalah, merancang strategi penyelesaian, melaksanakan rencana, dan mengevaluasi hasil.

Validasi isi dilakukan oleh dua ahli pendidikan matematika dan satu dosen ahli evaluasi, sedangkan uji reliabilitas empiris menghasilkan nilai Alpha Cronbach sebesar 0,82 yang menunjukkan konsistensi internal tinggi.

Intervensi pembelajaran berlangsung selama delapan sesi. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan aktivitas manipulatif *puzzle tangram*. Setiap sesi dirancang untuk menstimulasi eksplorasi visual-spasial, kerja kelompok, serta presentasi solusi. Kelompok kontrol mengikuti pembelajaran konvensional yang berfokus pada penjelasan guru dan latihan soal menggunakan buku paket. Seluruh siswa mengikuti pretest sebelum perlakuan dan posttest setelah perlakuan untuk mengukur perubahan kemampuan pemecahan masalah. Berikut bagan alir penelitian:



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Data dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26.0. Uji asumsi dilakukan melalui uji normalitas Kolmogorov–Smirnov dan uji homogenitas Levene. Uji hipotesis dilakukan menggunakan *independent sample t-test*, dan ukuran efek (Cohen’s *d*) dihitung untuk melihat signifikansi pengaruh perlakuan. Peningkatan skor juga diukur menggunakan gain score berdasarkan selisih pretest dan posttest.

Prosedur penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap, yakni persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Tahap persiapan mencakup penyusunan perangkat pembelajaran dan instrumen yang tervalidasi. Tahap pelaksanaan dimulai dengan pretest, dilanjutkan pemberian perlakuan sesuai masing-masing kelompok, dan diakhiri dengan posttest. Seluruh proses penelitian mengikuti prinsip etika, dengan persetujuan tertulis dari kepala sekolah, guru kelas, dan wali siswa. Identitas siswa dijaga secara anonim, dan seluruh data digunakan secara terbatas untuk keperluan akademik.

## Hasil dan Pembahasan

Model *Project-Based Learning* berbantuan *puzzle tangram* memberikan pengaruh signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah geometri bangun ruang pada peserta didik sekolah dasar. Skor rerata hasil posttest peserta didik kelompok eksperimen menunjukkan angka 81,00 yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol sebesar 72,11. Perbedaan skor tersebut menunjukkan bahwa sintaks pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan aktivitas manipulatif visual seperti *tangram* mampu meningkatkan pemahaman spasial dan strategi pemecahan masalah secara bermakna. Perbandingan skor pretest dan posttest juga mengindikasikan peningkatan yang mencolok dalam capaian hasil belajar kelompok eksperimen setelah memperoleh perlakuan.

Peneliti menguji validitas dan reliabilitas instrumen sebelum digunakan dalam pengumpulan data. Korelasi item terhadap skor total pada uji validitas Pearson menunjukkan nilai *r* sebesar 0.763 dengan signifikansi  $p < 0.001$ . Hasil tersebut menunjukkan bahwa instrumen tergolong valid secara kuat. Nilai koefisien Kappa sebesar 0.877 pada uji reliabilitas antar-rater menunjukkan konsistensi yang sangat tinggi antar penilai. Hasil uji validitas dan

reliabilitas tersebut menegaskan bahwa instrumen layak digunakan untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah berdasarkan indikator Polya secara akurat dan konsisten.

Tabel 1. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Uji	Nilai	Interpretasi
Validitas (Pearson)	$r = 0.763, p = 0.000$	Signifikan dan kuat
Reliabilitas (Kappa)	$\kappa = 0.877$	Sangat tinggi

Peneliti melakukan uji prasyarat normalitas dan homogenitas untuk memastikan kelayakan penggunaan uji hipotesis parametrik. Hasil uji Kolmogorov–Smirnov menunjukkan bahwa data kelompok eksperimen memiliki nilai p sebesar 0.9966 dan kelompok kontrol memiliki nilai p sebesar 0.7984. Nilai p yang lebih besar dari 0.05 pada kedua kelompok menunjukkan bahwa data terdistribusi normal. Uji Levene menghasilkan nilai p sebesar 0.6417 yang juga lebih besar dari 0.05, sehingga varians antar kelompok dapat dianggap homogen. Hasil ini menunjukkan bahwa data memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, yang menjadi syarat utama dalam pelaksanaan uji t dua sampel independen secara valid.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas

Tes	Statistik	p-value	Interpretasi
Kolmogorov–Smirnov Eksperimen	0.0520	0.9966	Normal
Kolmogorov–Smirnov Kontrol	0.0828	0.7984	Normal
Levene (Homogenitas)	0.2178	0.6417	Homogen

Peneliti melakukan pengujian hipotesis menggunakan independent sample t-test untuk membandingkan hasil posttest antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Hasil analisis menunjukkan nilai t sebesar 6.1293 dengan p sebesar 0.0000 yang lebih kecil dari 0.05. Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara kedua kelompok. Ukuran efek yang dihitung menggunakan rumus Cohen’s d sebesar 1.1690 termasuk dalam kategori efek besar. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan model *Project-Based Learning* berbantuan *puzzle tangram* tidak hanya menghasilkan perbedaan yang signifikan, tetapi juga memberikan dampak praktis yang kuat dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah geometri bangun ruang pada peserta didik sekolah dasar.

Tabel 3. Hasil Uji Hipotesis dan Ukuran Efek

Perbandingan	t	p-value	Cohen’s d	Interpretasi
Posttest Eksperimen vs Kontrol	6.1293	0.0000	1.1690	Signifikan, efek besar

Hasil ini selaras dengan pandangan (Krontiris-Litowitz, 2003; Linaza *et al.*, 2025) bahwa manipulatif konkret dalam pembelajaran berbasis proyek meningkatkan keterampilan pemecahan masalah, karena memungkinkan siswa untuk merepresentasikan ide, menguji strategi, dan mengevaluasi solusi secara aktif. *Puzzle tangram* sebagai media visual-spasial mendukung proses konstruksi pengetahuan secara kinestetik dan konseptual, yang sangat penting dalam memahami bangun ruang. Temuan ini memperkuat argumen bahwa *PjBL* tidak hanya efektif dalam meningkatkan performa akademik, tetapi juga memberi ruang bagi siswa

untuk mengalami proses berpikir yang otentik, kolaboratif, dan reflektif, sebagaimana ditekankan oleh teori konstruktivisme sosial Vygotsky (Vygotsky, 1978) dan pendekatan experiential learning Kolb dalam konteks pembelajaran matematika sekolah dasar.

### Pembahasan

Peneliti melakukan serangkaian uji statistik untuk memastikan validitas dan reliabilitas data sebelum menarik kesimpulan dari pengaruh model *Project-Based Learning (PjBL)* berbantuan *puzzle tangram* terhadap kemampuan pemecahan masalah geometri bangun ruang. Uji validitas menunjukkan nilai korelasi Pearson sebesar  $r = 0.763$  dengan  $p < 0.001$  yang menunjukkan bahwa instrumen memiliki validitas tinggi. Uji reliabilitas menghasilkan nilai koefisien Kappa sebesar  $\kappa = 0.877$  yang termasuk kategori sangat tinggi, sehingga instrumen dapat dinyatakan konsisten dan layak digunakan. Peneliti melanjutkan proses dengan uji normalitas Kolmogorov–Smirnov yang menunjukkan bahwa data kelompok eksperimen dan kontrol terdistribusi normal ( $p > 0.05$ ), serta uji homogenitas Levene yang menghasilkan  $p = 0.6417$ . Hasil ini memperkuat asumsi bahwa data memenuhi syarat untuk dilakukan pengujian hipotesis parametrik.

Peneliti menemukan adanya pengaruh signifikan antara pembelajaran *PjBL* berbantuan *tangram* terhadap kemampuan pemecahan masalah geometri bangun ruang siswa. Nilai  $t$  sebesar 6.1293 dengan signifikansi  $p = 0.0000$  menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol. Perbedaan tersebut tidak hanya bermakna secara statistik, tetapi juga memiliki makna praktis yang kuat karena ukuran efek (Cohen's  $d$ ) mencapai 1.1690, yang tergolong dalam kategori efek besar. Hasil ini mengindikasikan bahwa integrasi antara aktivitas proyek dan media manipulatif visual mampu memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan keterampilan berpikir spasial dan penyelesaian masalah peserta didik (Dilmaç & Dilmaç, 2025; Putra *et al.*, 2021).

Efektivitas model pembelajaran *PjBL* berbantuan *puzzle tangram* dapat dilihat dari indikator pemecahan masalah berdasarkan kerangka Polya (Astria *et al.*, 2024; Mamonto *et al.*, 2024). Kelompok eksperimen menunjukkan peningkatan signifikan dalam empat aspek utama: memahami masalah, merancang strategi penyelesaian, melaksanakan rencana, dan mengevaluasi hasil. Proyek yang menuntut konstruksi bangun ruang menggunakan *tangram* memberikan ruang bagi siswa untuk menerapkan logika spasial secara konkret dan reflektif. Sintaks *PjBL* juga memungkinkan siswa untuk bekerja secara kolaboratif, merancang solusi, serta mengomunikasikan hasil pemecahan mereka dalam bentuk presentasi, yang berdampak pada penguatan dimensi kognitif dan metakognitif (Maor *et al.*, 2023; Yu, 2024).

Perbandingan antara model *PjBL* berbantuan *tangram* dan pembelajaran konvensional menunjukkan adanya keunggulan yang mencolok pada kelompok eksperimen. Siswa dalam pembelajaran konvensional cenderung hanya mengandalkan hafalan rumus dan penyelesaian soal secara prosedural, tanpa keterlibatan aktif dalam membangun konsep spasial (Mardianti *et al.*, 2023b). Sebaliknya, pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan media konkret seperti *tangram* memungkinkan keterlibatan multisensori dan mengaktifkan pengalaman belajar yang lebih bermakna, kontekstual, dan mendalam.

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam ruang lingkup pelaksanaan, yakni terbatas pada tiga sekolah dasar di Kabupaten Wonogiri dengan jumlah sampel terbatas. Keterbatasan lain terletak pada durasi perlakuan yang hanya berlangsung selama delapan pertemuan, sehingga dampak jangka panjang dari model pembelajaran ini belum dapat diamati secara menyeluruh. Selain itu, penilaian berfokus pada hasil tes tertulis, tanpa mengeksplorasi lebih jauh dimensi afektif atau sosial yang mungkin turut berkembang selama proses pembelajaran berbasis proyek.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan sekolah dan melibatkan populasi yang lebih beragam guna meningkatkan generalisasi hasil. Peneliti juga merekomendasikan agar evaluasi difokuskan tidak hanya pada aspek kognitif, tetapi juga melibatkan observasi keterampilan sosial, refleksi proses belajar, dan portofolio proyek siswa untuk menggambarkan efektivitas pembelajaran secara lebih holistik. Integrasi *puzzle tangram* juga dapat dikembangkan lebih lanjut dalam konteks pembelajaran matematika lainnya, seperti transformasi bangun datar atau pengukuran volume.

### Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa model *Project-Based Learning (PjBL)* berbantuan *puzzle tangram* valid dan efektif digunakan dalam konteks pembelajaran geometri bangun ruang pada siswa sekolah dasar. Hasil analisis mengungkap bahwa model ini memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa, dengan efek yang tinggi secara statistik dan praktis. Keunggulan model *PjBL* berbantuan *tangram* tampak lebih menonjol dibandingkan pendekatan konvensional, terutama pada aspek visual-spasial dan strategi penyelesaian masalah. Selain itu, keberhasilan implementasi dipengaruhi oleh kejelasan sintaks pembelajaran dan keterlibatan aktif siswa dalam eksplorasi manipulatif. Oleh karena itu, dukungan terhadap penggunaan media visual seperti *tangram* perlu diperkuat dalam kurikulum matematika, dan penerapan model berbasis proyek perlu terus dikembangkan untuk meningkatkan kompetensi pemecahan masalah siswa secara bermakna. Temuan ini memiliki implikasi penting terhadap desain pembelajaran matematika di sekolah dasar. Guru perlu mempertimbangkan penggunaan model *PjBL* berbantuan media manipulatif sebagai strategi pedagogis untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah. Kurikulum matematika juga perlu memberi ruang pada pendekatan berbasis proyek yang berpusat pada siswa dan bersifat konstruktivistik. Penerapan media visual konkret seperti *tangram* dapat menjadi sarana yang efektif untuk menjembatani abstraksi konsep geometri dan pengalaman belajar nyata yang dialami siswa secara aktif.

### Daftar Pustaka

- Astria, R., Haji, S., & Sumardi, H. (2024). The Effect of the *Project Based Learning* Learning Model on the Ability of Problem Solving of Students at SMA Negeri 6 Kepahiang. *JPMI (Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia)*. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v9i1.4546>
- Bohning, G., & Althouse, J. K. (1997). Using *tangrams* to teach geometry to young children. *Early Childhood Education Journal*, 24, 239–242. <https://doi.org/10.1007/BF02354839>
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches-4th ed.* SAGE Publications, 86(385).
- Dilmaç, S., & Dilmaç, O. (2025). The effects of design-based art activities on students' spatial thinking skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*. <https://doi.org/10.11591/ijere.v14i1.30911>
- Elsa, H. A., Juandi, D., & Fatimah, S. (2022). STUDENTS' ERRORS IN SOLVING SOLID GEOMETRY PROBLEMS. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5193>
- Febriyanti, W., Wahyuddin, W., & Mutmainnah, M. (2024). Analysis of Student Errors in Solving Problems on Three-Dimensional Shapes with Flat Surfaces: A Qualitative Study on Eighth-Grade Students. *International Journal of Geometry Research and Inventions in Education (Gradient)*. <https://doi.org/10.56855/gradient.v1i2.1198>

- Fujita, T., Kondo, Y., Kumakura, H., Kunimune, S., & Jones, K. (2020). Spatial reasoning skills about 2D representations of 3D geometrical shapes in grades 4 to 9. *Mathematics Education Research Journal*, 32, 235–255. <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00335-w>
- Holmes, V., & Hwang, Y. (2016). Exploring the effects of *Project-Based Learning* in secondary mathematics education. *The Journal of Educational Research*, 109, 449–463. <https://doi.org/10.1080/00220671.2014.979911>
- Kmetová, M., & Lehocká, Z. N. (2021). Using *Tangram* as a Manipulative Tool for Transition between 2D and 3D Perception in Geometry. *Mathematics*. <https://doi.org/10.3390/math9182185>
- Krontiris-Litowitz, J. (2003). Using manipulatives to improve learning in the undergraduate neurophysiology curriculum. *Advances in Physiology Education*, 27 1-4, 109–119. <https://doi.org/10.1152/ADVAN.00042.2002>
- Kusuma, A. P., Aslamia, A. S., Sintiya, H., Rahayu, R. G., & Rahmawati, N. (2023). Analysis of Students' Difficulties in Solving Problems Related to Solid Geometry. *Brillo Journal*. <https://doi.org/10.56773/bj.v2i2.37>
- Lazić, B. D., Knežević, J. B., & Maričić, S. M. (2021). The influence of *Project-Based Learning* on student achievement in elementary mathematics education. *South African Journal of Education*. <https://doi.org/10.15700/saje.v41n3a1909>
- Lelinge, B., & Svensson, C. (2020). TEACHERS' AWARENESS AND UNDERSTANDING OF STUDENTS' CONTENT KNOWLEDGE OF GEOMETRIC SHAPES. *Problems of Education in the 21st Century*. <https://doi.org/10.33225/PEC/20.78.777>
- Lin, C.-P., Shao, Y., Wong, L., Li, Y.-J., & Niramitranon, J. (2011). THE IMPACT OF USING SYNCHRONOUS COLLABORATIVE VIRTUAL *TANGRAM* IN CHILDREN'S GEOMETRIC. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10, 250–258.
- Linaza, N. K. D., Gultiano, S. R. O., & Susada, B. L. (2025). Enhancing Grade 4 students' mathematical problem-solving skills using manipulatives. *Davao Research Journal*. <https://doi.org/10.59120/drj.v16i1.303>
- Mamonto, K., Yaro, Z. F., & Fakhriyana, D. (2024). A Decade of *Project-Based Learning (PjBL)* and Mathematical Problem Solving: Past, Present, and Future Direction. *Pasundan Journal of Mathematics Education : Jurnal Pendidikan Matematika*. <https://doi.org/10.23969/pjme.v14i1.11562>
- Maor, R., Paz-Baruch, N., Grinshpan, N., Milman, A., Mevarech, Z., Levi, R., Shlomo, S., & Zion, M. (2023). Relationships between metacognition, creativity, and critical thinking in self-reported teaching performances in *Project-Based Learning* settings. *Thinking Skills and Creativity*. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101425>
- Mardianti, S. A. D., Gembong, S., & Wahyuni, S. (2023a). UPAYA MENINGKATKAN AKTIVITAS BELAJAR PESERTA DIDIK MELALUI MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* DAN MEDIA *TANGRAM* PADA MATA PELAJARAN MATEMATIKA MENYUSUN BERBAGAI BANGUN DATAR. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*. <https://doi.org/10.23969/jp.v8i1.7713>
- Mardianti, S. A. D., Gembong, S., & Wahyuni, S. (2023b). UPAYA MENINGKATKAN AKTIVITAS BELAJAR PESERTA DIDIK MELALUI MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* DAN MEDIA *TANGRAM* PADA MATA PELAJARAN MATEMATIKA MENYUSUN BERBAGAI BANGUN DATAR. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*. <https://doi.org/10.23969/jp.v8i1.7713>
- Nurhidayah, I., Wibowo, F. C., & Astra, I. M. (2021). *Project Based Learning (PjBL)* Learning Model in Science Learning: Literature Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2019/1/012043>

- Olkun, S., Altun, A., & Smith, G. (2005). Computers and 2D geometric learning of Turkish fourth and fifth graders. *Br. J. Educ. Technol.*, *36*, 317–326. <https://doi.org/10.1111/J.1467-8535.2005.00460.X>
- Putra, A., Sumarmi, S., Deffinika, I., & Islam, M. N. (2021). The Effect of Blended *Project-Based Learning* with Stem Approach to Spatial Thinking Ability and Geographic Skill. *International Journal of Instruction*. <https://doi.org/10.29333/IJI.2021.14340A>
- Rejeki, S., Riyadi, & Siswanto. (2021). Analysis of students' problem-solving ability in solving geometry problem. *Journal of Physics: Conference Series*, *1918*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/4/042075>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- Waluyo, M., & Nawfa, Z. (2024). PATOGE geometry transformation board: A teaching aid to enhance junior high school students' conceptual understanding. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.24042/ijjsme.v7i2.21017>
- Yu, H. (2024). Enhancing creative cognition through project-based learning: An in-depth scholarly exploration. *Heliyon*, *10*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27706>
- Yusri, R., Yusof, A. M., & Sharina, A. (2024). A systematic literature review of project-based learning: Research trends, methods, elements, and frameworks. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i5.27875>