Journal of Authentic Research
https://journal-center.litpam.com/index.php/jar/index

November 2026 Vol. 5, No. 4
e-ISSN: 2828-3724
pp. 7968-7986

Perbedaan Minat dan Hasil Belajar Matematika pada PBL Terintegrasi Pendekatan Pembelajaran Mendalam Berbantuan Polypad

[1]Inayah Afifasani, [2]Sri Imawati, [3]Muhamad Sofian Hadi
[1,2,3] Program Studi Magister Pendidikan Dasar, Universitas Muhamadiyah Jakarta. Jl. K.H. Ahmad Dahlan, Cireundeu, Ciputat, Tangerang Selatan, Banten 15419, Indonesia
*Corresponding Author e-mail: afifasaniinayah17@gmail.com

Received: September 2026; Revised: Oktober 2026; Published: November 2026

Abstrak

Pembelajaran matematika kelas V memerlukan strategi yang mendukung minat belajar sekaligus penguasaan konsep geometri. Penelitian ini membandingkan minat dan hasil belajar matematika antara kelas yang mengikuti Problem Based Learning (PBL) terintegrasi pendekatan Pembelajaran Mendalam berbantuan Polypad dan kelas dengan pembelajaran konvensional. Penelitian kuasi-eksperimen menggunakan desain nonequivalent pretest-posttest control group pada 47 peserta didik SD Al Jihad Klademak, Kota Sorong (eksperimen n = 23; kontrol n = 24), dengan satu kelas pada setiap kondisi. Data berasal dari angket minat belajar dan tes hasil belajar matematika. Perbedaan posttest yang belum disesuaikan dengan skor awal dianalisis menggunakan independent-samples t-test, selisih rerata, interval kepercayaan (CI) 95%, dan Hedges' g. Profil gabungan kedua outcome dianalisis menggunakan MANOVA dengan Pillai's Trace. Rerata posttest minat belajar kelas eksperimen (87,35) lebih tinggi daripada kontrol (75,75), selisih 11,60 (95% CI 7,34–15,86), $p < 0,001$, $g = 1,57$ (95% CI 0,92–2,22). Rerata hasil belajar masing-masing 78,04 dan 56,67, selisih 21,38 (95% CI 13,75–29,00), $p < 0,001$, $g = 1,62$ (95% CI 0,96–2,27). Analisis multivariat menghasilkan Pillai's Trace = 0,479, $F(2, 44) = 20,218$, $p < 0,001$, partial $\eta^2 = 0,479$. Hasil tersebut menggambarkan perbedaan dua kelas, bukan estimasi kausal perlakuan: hanya satu kelas tersedia per kondisi, sehingga variasi kelas dan perlakuan tidak terpisahkan, sementara inferensi berbasis peserta didik tidak mereplikasi intervensi di tingkat kelas. Keterbatasan pengendalian baseline dan kesetaraan bentuk tes juga membatasi interpretasi.

Kata kunci: Problem Based Learning, Pembelajaran Mendalam, Polypad, Minat Belajar, Hasil Belajar Matematika

Mathematics Learning Interest and Outcomes in Polypad-Assisted PBL Integrated with a Pedagogical Deep Learning Approach

Abstract

Fifth-grade mathematics instruction requires strategies that support learning interest and understanding of geometry. This quasi-experimental study compared Polypad-assisted Problem-Based Learning (PBL) integrated with a pedagogical Deep Learning approach against conventional instruction. A nonequivalent pretest-posttest control-group design involved 47 students at SD Al Jihad Klademak, Sorong City (experimental n = 23; control n = 24), with only one intact class per condition. Learning interest was measured by questionnaire and mathematics achievement by test. Unadjusted posttest differences were summarized using independent-samples t-tests, mean differences, 95% confidence intervals (CIs), and Hedges' g; their joint profile was examined using MANOVA and Pillai's Trace. Posttest learning interest was higher in the experimental class (87.35 vs 75.75), mean difference 11.60 (95% CI 7.34–15.86), $p < .001$, $g = 1.57$ (95% CI 0.92–2.22). Mathematics achievement was also higher (78.04 vs 56.67), mean difference 21.38 (95% CI 13.75–29.00), $p < .001$, $g = 1.62$ (95% CI 0.96–2.27). The multivariate analysis yielded Pillai's Trace = .479, $F(2, 44) = 20.218$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .479$. These results describe unadjusted differences between two classes rather than an identified causal effect. Because each condition comprised one class, class-level and treatment differences cannot be separated, and student-level tests do not provide independent replication of the intervention. Lack of baseline adjustment and evidence of equivalence between test forms further limits interpretation.

Keywords: Problem-Based Learning, Pedagogical Deep Learning, Polypad, Learning Interest, Mathematics Achievement

How to Side: Afifasani, I., Imawati, S. ., & Hadi, M. S. . (2026). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Deep Learning Berbantuan Polypad Terhadap Minat Dan Hasil Belajar Matematika Peserta Didik. Journal of Authentic Research, 5(4), 7968-7986. https://journal-center.litpam.com/index.php/jar/article/view/6863

https://journal-center.litpam.com/index.php/jar/article/view/6863

Copyright© 2026, Afifasani et al.
This is an open-access article under the CC-BY-SA License.

PENDAHULUAN

Pada materi sudut dan ciri-ciri bangun datar di kelas V sekolah dasar, peserta didik perlu menghubungkan bentuk visual dengan sifat geometri serta menjelaskan alasan matematis. Pembelajaran yang berpusat pada penjelasan guru dapat membatasi kesempatan untuk memanipulasi bentuk, menguji dugaan, dan membandingkan strategi. Oleh karena itu, penelitian ini memusatkan perhatian pada rancangan pembelajaran geometri yang melibatkan pemecahan masalah dan representasi virtual secara aktif, sesuai kebutuhan pengembangan pengalaman belajar bermakna (Irsalulloh & Maunah, 2023).

Pemahaman geometri pada jenjang sekolah dasar membutuhkan proses bernalar, bukan hanya menghafal ciri bentuk dan prosedur (Rofikoh et al., 2026). Manipulasi objek sudut dan bangun datar dapat menyediakan konteks untuk membandingkan sifat, menyusun representasi, dan mengomunikasikan alasan matematis. Kebutuhan kognitif ini perlu diperhatikan bersama minat belajar agar peserta didik terlibat dalam eksplorasi konsep.

Salah satu persoalan dalam pembelajaran matematika adalah rendahnya minat dan hasil belajar. Minat belajar merujuk pada kecenderungan peserta didik untuk memberikan perhatian, menunjukkan ketertarikan, merasa senang, dan terlibat dalam kegiatan belajar (Andini et al., 2022). Minat yang lebih kuat dapat mendorong partisipasi dan ketekunan, sedangkan minat yang rendah dapat berkaitan dengan perhatian yang mudah teralihkan, kebosanan, dan keterlibatan yang terbatas. Kondisi tersebut dapat berhubungan dengan pencapaian hasil belajar (Irmawati et al., 2025).

Literatur menunjukkan bahwa minat belajar matematika dipengaruhi oleh variasi pembelajaran, motivasi, dan lingkungan belajar (Ary & Muaini, 2025). Novanti dan Budiman (2023) melaporkan rendahnya minat pada peserta didik kelas VIII SMP Negeri 1 Anjatan, sedangkan Sucipto dan Firmansyah (2021) juga menemukan bahwa respons minat matematika pada peserta didik SMP belum optimal. Angka persentase pada kedua studi tersebut berasal dari konteks, jenjang, dan instrumen yang berbeda sehingga tidak dapat dibandingkan secara langsung dengan peserta didik kelas V sekolah dasar dalam penelitian ini. Namun, temuan tersebut tetap menunjukkan bahwa dimensi afektif dalam pembelajaran matematika perlu diperhatikan bersama dengan capaian kognitif.

Kebutuhan tersebut juga terlihat pada kondisi empiris kelas V SD Al Jihad Kota Sorong. Observasi awal menunjukkan bahwa perhatian peserta didik mudah teralihkan, partisipasi dalam tanya jawab dan diskusi masih rendah, dan sebagian peserta didik cenderung pasif serta cepat bosan. Pembelajaran masih banyak menggunakan penjelasan guru dan latihan soal rutin, sehingga kesempatan untuk mengeksplorasi konsep, berdiskusi, dan menyelesaikan masalah secara mandiri belum optimal.

Kondisi afektif tersebut berjalan beriringan dengan capaian belajar yang belum memenuhi harapan sekolah. Hasil belajar pada penelitian ini dipahami sebagai capaian kognitif yang diukur melalui tes setelah proses pembelajaran (Gulo, 2022). Dalam pembelajaran matematika, capaian tersebut penting karena merefleksikan sejauh mana peserta didik memahami dan dapat menggunakan konsep yang dipelajari.

Berdasarkan rekap Asesmen Sumatif Akhir Semester I Tahun Ajaran 2025/2026 yang dilaporkan sekolah, sebanyak 42 dari 66 peserta didik kelas V

memperoleh nilai matematika di bawah KKM 70, dengan rerata 59,21. Angka 66 merujuk pada populasi kelas V yang terdiri atas tiga rombongan belajar, bukan hanya 47 peserta didik yang menjadi sampel penelitian. Temuan awal tersebut menjadi konteks kebutuhan perbaikan pembelajaran; angka ini tidak digunakan sebagai bukti kesetaraan kelas eksperimen dan kontrol.

Problem Based Learning (PBL) dipilih karena menempatkan masalah sebagai pemicu proses belajar: peserta didik mengidentifikasi persoalan, mengaktifkan pengetahuan awal, mencari informasi, menguji strategi, berdiskusi, dan menyusun solusi (Nuraeni et al., 2025). Secara afektif, masalah yang relevan dan kerja kolaboratif dapat meningkatkan rasa memiliki terhadap proses belajar dan memberi alasan yang jelas untuk terlibat. Secara kognitif, kebutuhan untuk menjelaskan strategi dan mengevaluasi solusi mendorong pemrosesan konsep yang lebih mendalam. Studi pengembangan berbasis conceptual-problem-based learning menunjukkan bahwa integrasi tahapan pemecahan masalah dengan proses evaluatif dapat memperkuat aktivitas berpikir tingkat tinggi (Fitriani et al., 2022), sedangkan tinjauan Verawati et al. (2024) menunjukkan bahwa manfaat PBL dipengaruhi oleh konteks dan cara implementasinya.

Dalam penelitian ini, istilah Pembelajaran Mendalam (Deep Learning) digunakan sebagai konstruk pedagogis, bukan deep learning dalam kecerdasan buatan. Pendekatan ini menekankan pembelajaran yang mindful, meaningful, dan joyful: peserta didik diarahkan untuk sadar terhadap tujuan dan proses berpikirnya, menghubungkan konsep dengan pengalaman atau konteks yang relevan, serta belajar dalam suasana yang mendukung keterlibatan positif. Dalam pembelajaran matematika, kerangka tersebut dapat dioperasionalkan melalui masalah kontekstual, diskusi reflektif, eksplorasi terbuka, dan evaluasi strategi (Khotimah & Abdan, 2025; Siregar et al., 2025). Dengan demikian, PBL menyediakan struktur inquiry dan pemecahan masalah, sedangkan Pembelajaran Mendalam memberi orientasi pemaknaan, kesadaran proses, dan refleksi terhadap pengalaman belajar.

Media digital dalam pembelajaran dapat membantu memvisualisasikan objek yang sulit diamati secara langsung; fungsi umum visualisasi interaktif juga tampak pada penggunaan simulasi digital di bidang lain (Noverma et al., 2024). Namun, Polypad berbeda dari media digital umum karena berfungsi sebagai lingkungan virtual manipulatives yang memungkinkan peserta didik menggeser, memutar, menyusun, membandingkan, dan mengubah representasi matematis secara dinamis. Affordance manipulatif virtual—termasuk fokus pada objek matematis, variasi strategi, keterkaitan representasi, presisi, dan motivasi—dilaporkan dapat mendukung pembelajaran matematika (Moyer-Packenham & Westenskow, 2013). Karakteristik tersebut relevan untuk materi sudut dan bangun datar karena peserta didik dapat mengeksplorasi bentuk dan relasi geometri secara langsung. Penelitian yang menggunakan Polypad pada sekolah dasar melaporkan keterlibatan atau motivasi yang lebih baik (Amelia et al., 2025) dan peningkatan hasil belajar (Novitasari et al., 2025); studi terbaru juga menunjukkan potensi PBL berbantuan Polypad untuk pemahaman konsep sudut pada kelas V (Fadillah et al., 2026).

Studi terdahulu menyediakan dasar empiris yang relevan, tetapi variasi jenjang, rancangan, media, dan outcome mengharuskan perbandingan dilakukan secara kritis. Aprianti et al. (2024) menguji PBL berbantuan Quizizz terhadap minat dan hasil belajar pada SMA; Masjudin et al. (2025) menelaah minat dan pemahaman

konsep pada kelas IV SD melalui inquiry; Bariroh (2025) mengkaji PBL dan Pembelajaran Mendalam; sedangkan A. H. L. Nasution et al. (2026) serta Fadillah et al. (2026) meneliti PBL berbantuan Polypad pada outcome kognitif yang berbeda. Dalam studi yang ditelaah pada Tabel 1, belum ditemukan pengujian paket PBL–Pembelajaran Mendalam–Polypad terhadap minat belajar dan hasil belajar matematika secara bersamaan dalam konteks kelas V yang sama. Pernyataan gap ini dibatasi pada literatur yang ditelaah, bukan klaim ketiadaan studi secara menyeluruh.

Tabel 1. Sintesis Penelitian Terdahulu dan Posisi Research Gap

Studi	Konteks	Komponen utama	Outcome	Posisi terhadap gap
Masjudin et al. (2025)	Kelas IV SD	Inquiry-based learning tools	Minat; pemahaman konsep	Afektif + kognitif; tanpa PBL–Pembelajaran Mendalam–Polypad
Aprianti et al. (2024)	SMA	PBL + Quizizz	Minat; hasil belajar	PBL digital; media dan jenjang berbeda
Amelia et al. (2025)	Kelas V SD, sudut	Polypad	Motivasi	Polypad langsung; tanpa PBL/Pembelajaran Mendalam dan hasil belajar
Novitasari et al. (2025)	Kelas IV SD, bangun datar	Polypad	Hasil belajar	Kognitif; tanpa PBL/Pembelajaran Mendalam dan minat
A. H. L. Nasution et al. (2026)	Sekolah dasar	PBL + Polypad	Berpikir kreatif matematis	Tanpa Pembelajaran Mendalam; outcome berbeda
Fadillah et al. (2026)	Kelas V SD, sudut	PBL + Polypad	Pemahaman konsep	Konteks dekat; belum menguji minat + hasil belajar simultan
Bariroh (2025)	Matematika	PBL + Pembelajaran Mendalam	Pemahaman konsep; pemecahan masalah	Tanpa Polypad dan outcome afektif–kognitif simultan

Berdasarkan sintesis pada Tabel 1, kontribusi konseptual penelitian ini ialah perancangan integrasi PBL sebagai struktur pemecahan masalah, Pembelajaran Mendalam sebagai orientasi pemaknaan dan refleksi, serta Polypad sebagai sarana manipulasi representasi geometri. Mekanisme masing-masing unsur belum diuji secara terpisah; kontribusi empiris penelitian ini terbatas pada perbandingan dua outcome posttest antara dua kelas. Pertanyaan penelitian ialah: (1) apakah terdapat perbedaan minat belajar dan hasil belajar matematika posttest antara kelas

eksperimen dan kontrol jika masing-masing outcome dianalisis terpisah? dan (2) apakah profil gabungan kedua outcome posttest berbeda antara kedua kelas? Hipotesis alternatif yang diuji menyatakan adanya perbedaan antarkelas pada masing-masing outcome dan pada vektor outcome gabungan, tanpa menyimpulkan efek kausal komponen intervensi.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di SD Al Jihad Klademak, Kota Sorong, Provinsi Papua Barat Daya, selama empat bulan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode kuasi-eksperimen dan desain nonequivalent pretest-posttest control group. Desain ini dipilih karena penelitian membandingkan dua kelas yang telah terbentuk sebelumnya, sehingga kelompok tidak dibentuk melalui randomisasi individual. Pretest diberikan sebelum perlakuan dan posttest setelah perlakuan untuk menggambarkan kondisi awal dan akhir pada kedua kelompok.

Tabel 2. Desain Penelitian

Kelas	*Pretest*	Perlakuan	*Posttest*
Eksperimen	O1	X	O2
Kontrol	O3	-	O4

Populasi mencakup peserta didik kelas V SD Al Jihad Klademak tahun ajaran 2025/2026 dalam tiga rombongan belajar. Sampel terdiri atas kelas V C (eksperimen, n = 23) dan kelas V A (kontrol, n = 24). Naskah awal menyebut cluster random sampling (Rasyid, 2022), tetapi dokumentasi prosedur undian, jumlah peserta didik di kelas V B, alasan tidak terpilihnya V B, dan prosedur alokasi kelas ke kondisi belum tersedia pada berkas yang diperiksa. Karena itu, status pengacakan belum dapat diverifikasi. Tidak terdapat randomisasi peserta didik secara individual. Lebih penting lagi, satu kelas pada setiap kondisi membuat karakteristik kelas dan paket intervensi saling berimpit; pengujian pada tingkat peserta didik tidak menghasilkan replikasi independen paket pada tingkat kelas. Hasil inferensial berikut diperlakukan sebagai deskripsi perbedaan dua kelas, bukan identifikasi efek kausal perlakuan. Dokumentasi implementasi yang tersedia memetakan lima tahap PBL dan prinsip mindful, meaningful, joyful pada Tabel 3. Namun, jumlah dan durasi pertemuan, guru pengajar, perangkat serta pola akses Polypad, contoh LKPD, observasi keterlaksanaan, dan rincian aktivitas kelas kontrol belum tercantum dalam naskah sumber. Uraian prosedural tersebut perlu dilengkapi berdasarkan dokumen pelaksanaan asli sebelum naskah diserahkan; tanpa informasi itu, replikasi intervensi dan kontrol masih terbatas.

Tabel 3. Operasionalisasi Integrasi PBL, Pembelajaran Mendalam, dan Polypad

Tahap PBL	Prinsip Pembelajaran Mendalam	Aktivitas Polypad	Aktivitas peserta didik	Peran guru

Orientasi pada masalah	Meaningful + mindful	Representasi awal sudut/bangun	Mengidentifikasi informasi dan konsep terkait	Memfasilitasi konteks dan tujuan masalah
Mengorganisasi belajar	Mindful	Menyiapkan objek/representasi	Menyusun rencana penyelidikan dan peran kelompok	Memberi pertanyaan pemantik dan batas tugas
Penyelidikan	Meaningful + joyful	Menggeser, memutar, menyusun, mengukur, membandingkan	Menguji dugaan, mencatat pola, membandingkan strategi	Memberi scaffolding tanpa mengambil alih eksplorasi
Mengembangkan/presentasi	Meaningful + joyful	Representasi Polypad sebagai bukti visual	Menjelaskan strategi dan menanggapi kelompok lain	Memfasilitasi argumentasi dan umpan balik
Analisis/evaluasi	Mindful + meaningful	Meninjau dan memperbaiki representasi	Merefleksikan strategi, kesalahan, generalisasi konsep	Menuntun refleksi dan merangkum konsep

Variabel perlakuan dalam penelitian ini adalah paket PBL terintegrasi pendekatan Pembelajaran Mendalam berbantuan Polypad. Dalam kerangka metodologis, variabel bebas merupakan faktor yang digunakan untuk menjelaskan perbedaan pada variabel terikat (Abubakar, 2021), sedangkan variabel terikat merupakan outcome yang diamati sebagai hasil atau konsekuensi dalam penelitian (Muin, 2023). Dua outcome penelitian ini ialah minat belajar matematika (Y1) dan hasil belajar matematika (Y2). Karena desain membandingkan satu paket intervensi dengan pembelajaran kontrol, hasil penelitian tidak digunakan untuk mengestimasi kontribusi terpisah PBL, Pembelajaran Mendalam, atau Polypad.
Validasi isi, jumlah dan karakteristik responden uji coba, kriteria korelasi butir, serta blueprint angket dan tes belum dijelaskan secara lengkap dalam dokumen yang tersedia; informasi ini memerlukan verifikasi terhadap arsip penyusunan instrumen. Prosedur izin sekolah, persetujuan orang tua/wali, persetujuan partisipasi anak, dan perlindungan identitas peserta didik juga perlu dilaporkan sesuai praktik yang benar-benar dilakukan.

Instrumen penelitian meliputi angket minat belajar dan tes hasil belajar matematika. Angket minat belajar dikembangkan berdasarkan empat indikator—perasaan senang, ketertarikan, perhatian, dan keterlibatan—yang secara konseptual

mencerminkan kecenderungan peserta didik untuk memberikan perhatian serta terlibat dalam kegiatan belajar (Andini et al., 2022; Slameto, 2010). Empat indikator tersebut relevan untuk pembelajaran matematika sekolah dasar karena menangkap respons afektif sekaligus keterlibatan perilaku selama aktivitas pemecahan masalah. Dari 33 butir awal, 30 butir memenuhi kriteria validitas empiris berdasarkan korelasi Pearson product moment. Reliabilitas internal angket sangat baik dengan Cronbach's alpha = 0,925.

Tes hasil belajar berbentuk pilihan ganda pada materi sudut dan ciri-ciri bangun datar. Pada bentuk pretest, 21 dari 25 butir memenuhi kriteria validitas empiris dan Cronbach's alpha = 0,751; pada bentuk posttest, 20 dari 25 butir memenuhi kriteria validitas empiris dan alpha = 0,748. Konsistensi internal tersebut belum membuktikan kesetaraan kedua bentuk tes. Berkas yang tersedia juga belum menjelaskan konversi jumlah jawaban benar ke skor yang dilaporkan atau hasil equating/parallel-form. Oleh karena itu, nilai perubahan pretest–posttest disajikan semata-mata sebagai statistik deskriptif dan tidak ditafsirkan sebagai gain pada skala pengukuran yang sudah terbukti ekuivalen.

Analisis dilakukan menggunakan SPSS versi 25. Statistik deskriptif mencakup rerata, standar deviasi, minimum, dan maksimum. Shapiro–Wilk dan Levene's test digunakan sebagai pemeriksaan asumsi univariat. Perbandingan posttest tanpa penyesuaian pretest dilaporkan melalui independent-samples t-test, selisih rerata, CI 95%, dan Hedges' g. Profil bersama dua outcome diperiksa menggunakan MANOVA dengan Pillai's Trace, dengan mempertimbangkan Box's M. Nilai p yang tercetak 0,000 dinyatakan sebagai $p < 0,001$. Seluruh hasil uji yang mengasumsikan independensi observasi peserta didik bersifat eksploratif untuk perbandingan dua kelas; korelasi intrakelas tidak dapat diestimasi secara memadai dan tidak terdapat replikasi cluster untuk menyimpulkan efek perlakuan. Penyesuaian baseline tidak dilakukan karena data individual yang diperlukan dan bukti kesetaraan bentuk tes tidak tersedia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data minat belajar dan hasil belajar dikumpulkan sebelum serta sesudah pembelajaran pada dua kelas. Pada pretest, rerata minat kelas eksperimen dan kontrol masing-masing 72,13 dan 69,92 (selisih eksperimen–kontrol 2,21 poin), sedangkan rerata hasil belajar masing-masing 43,96 dan 44,46 (selisih −0,50 poin). Kedekatan rerata ini bersifat deskriptif, bukan bukti bahwa kedua kelas ekuivalen. Tabel 4 dan Tabel 5 menyajikan ringkasan pretest dan posttest.

Tabel 4. Rekapitulasi Data Minat dan Hasil Belajar Matematika (Pretest)

Data Statistik	Kelas Kontrol		Kelas Eksperimen	
	Minat Belajar	Hasil Belajar	Minat Belajar	Hasil Belajar
Mean	69,9167	44,4583	72,1304	43,9565
Standar Deviasi	8,55121	11,99992	8,88464	12,53533
Nilai Maksimum	88,00	62,00	83,00	67,00
Nilai Minimum	53,00	19,00	51,00	24,00

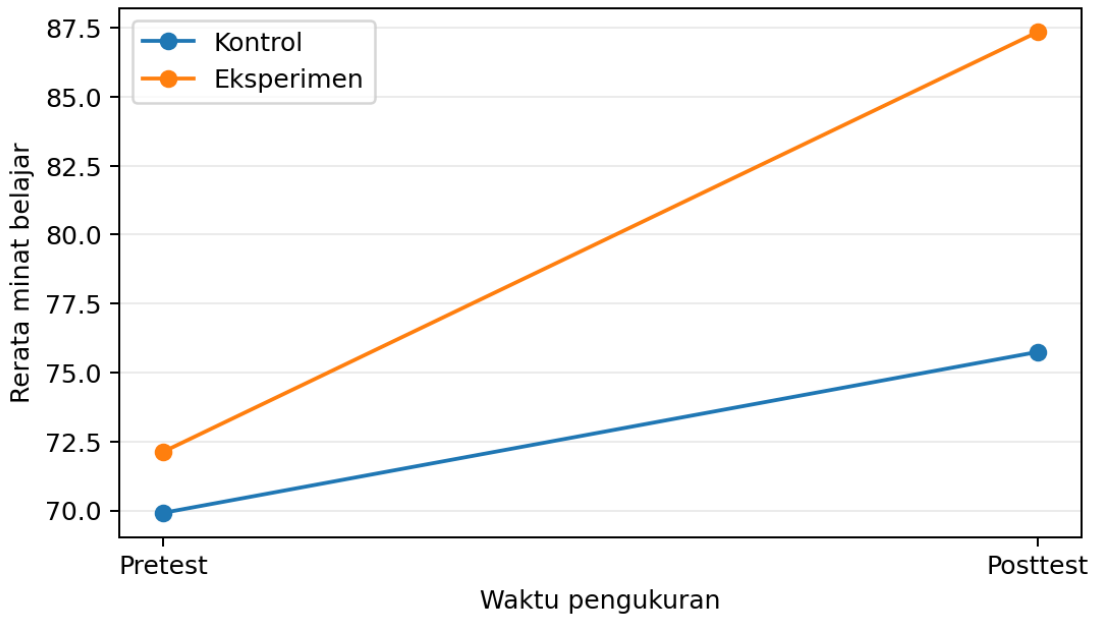
Statistik deskriptif posttest digunakan untuk melihat posisi akhir kedua kelompok setelah pembelajaran.

Tabel 5. Rekapitulasi Data Minat dan Hasil Belajar Matematika (Posttest)

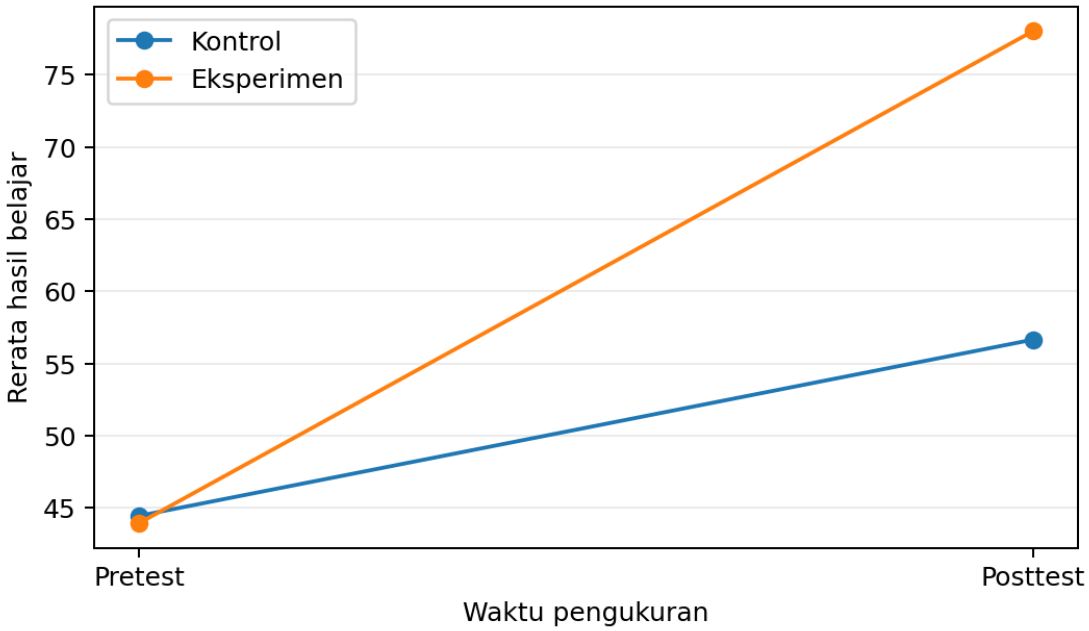
Data Statistik	Kelas Kontrol		Kelas Eksperimen	
	Minat Belajar	Hasil Belajar	Minat Belajar	Hasil Belajar
Mean	75,7500	56,6667	87,3478	78,0435
Standar Deviasi	8,13607	15,01207	6,19097	10,41624
Nilai Maksimum	92,00	85,00	97,00	95,00
Nilai Minimum	57,00	25,00	75,00	60,00

Jumlah peserta didik yang dianalisis ialah n = 24 pada kontrol dan n = 23 pada eksperimen. Rentang teoretis skor, penggunaan butir minat yang sama pada pretest dan posttest, dan prosedur konversi skor tes hasil belajar belum dapat dipastikan dari berkas yang diperiksa; informasi tersebut harus dicocokkan dengan instrumen dan lembar skoring asli.

Secara deskriptif, rerata minat belajar kelas eksperimen berubah dari 72,13 menjadi 87,35 (+15,22), sedangkan kelas kontrol berubah dari 69,92 menjadi 75,75 (+5,83). Rerata hasil belajar kelas eksperimen berubah dari 43,96 menjadi 78,04 (+34,09), sedangkan kelas kontrol berubah dari 44,46 menjadi 56,67 (+12,21). Perubahan tersebut divisualisasikan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Karena bentuk pretest dan posttest memiliki jumlah butir valid berbeda dan data kovarians individual tidak tersedia dalam berkas yang direvisi, selisih perubahan ini dilaporkan secara deskriptif dan tidak diperlakukan sebagai estimasi efek terkontrol.



Gambar 1. Perubahan Rerata Minat Belajar pada Kelas Kontrol dan Eksperimen



Gambar 2. Perubahan Rerata Hasil Belajar Matematika pada Kelas Kontrol dan Eksperimen

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas Minat Belajar Matematika

Kelompok	Sig.	α (Taraf Signifikansi)	Keterangan
Kontrol *(Pretest)*	0,816	0,05	Normal
Kontrol *(Posttest)*	0,961	0,05	Normal
Eksperimen *(Pretest)*	0,063	0,05	Normal
Eksperimen *(Posttest)*	0,402	0,05	Normal

Uji Shapiro–Wilk untuk minat belajar menghasilkan p = 0,816 (pretest kontrol), 0,961 (posttest kontrol), 0,063 (pretest eksperimen), dan 0,402 (posttest eksperimen). Seluruh nilai p > 0,05, sehingga tidak terdapat bukti yang cukup untuk menolak asumsi normalitas univariat pada keempat distribusi tersebut.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas Hasil Belajar Matematika

Kelompok	Sig.	α (Taraf Signifikansi)	Keterangan
Kontrol *(Pretest)*	0,217	0,05	Normal
Kontrol *(Posttest)*	0,646	0,05	Normal
Eksperimen *(Pretest)*	0,229	0,05	Normal
Eksperimen *(Posttest)*	0,052	0,05	Normal

Uji Shapiro–Wilk untuk hasil belajar menghasilkan p = 0,217 (pretest kontrol), 0,646 (posttest kontrol), 0,229 (pretest eksperimen), dan 0,052 (posttest eksperimen). Seluruh nilai p > 0,05, sehingga tidak terdapat bukti yang cukup untuk menolak asumsi normalitas univariat.

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Uji Homogenitas Minat dan Hasil Belajar Matematika

Variabel	*Levene Statistic*	*df1*	*df2*	*Sig.*	Keterangan
Minat Belajar	1,391	1	45	0,244	Homogen
Hasil Belajar	0,962	1	45	0,332	Homogen

Levene's test menghasilkan p = 0,244 untuk minat belajar dan p = 0,332 untuk hasil belajar. Kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05, sehingga asumsi homogenitas varians univariat tidak ditolak. Pemeriksaan asumsi multivariat kemudian dilakukan untuk menentukan statistik MANOVA yang paling tepat digunakan. Normalitas multivariat diperiksa melalui hubungan antara Mahalanobis distance dan kuantil chi-square pada masing-masing kelas. Scatter plot menunjukkan pola yang mendekati linear. Pemeriksaan ini diperlakukan sebagai diagnostik pendukung, bukan sebagai bukti tunggal bahwa distribusi sepenuhnya normal secara multivariat.

Grafik diagnostik yang membandingkan Mahalanobis distance dengan kuantil chi-square memperlihatkan pola yang mendekati linear. Korelasi deskriptifnya adalah r = 0,981 pada kontrol (n = 24) dan r = 0,946 pada eksperimen (n = 23). Nilai korelasi dan signifikansinya tidak dipakai sebagai pengujian formal normalitas multivariat. Pemeriksaan lebih lanjut terhadap pencilan multivariat, linearitas hubungan antar-outcome, dan matriks kovarians per kelas memerlukan output individual yang belum tersedia.

Homogenitas matriks varians–kovarians diuji menggunakan Box's M. Hasil pengujian menghasilkan Box's M = 9,267 dengan p = 0,032. Berdasarkan kriteria α = 0,05 yang digunakan dalam penelitian, asumsi homogenitas matriks kovarians tidak terpenuhi. Temuan ini secara eksplisit dipertimbangkan pada pemilihan statistik multivariat.

Dengan ukuran kelas yang hampir sama (23 dan 24 peserta didik) serta Levene's test yang tidak signifikan, hasil MANOVA ditampilkan menggunakan Pillai's Trace, yang relatif lebih tahan terhadap perbedaan matriks kovarians daripada Wilks' Lambda. Namun, pemilihan statistik tersebut tidak menyelesaikan confounding kelas-perlakuan atau kemungkinan ketergantungan respons peserta didik dalam kelas yang sama. Karena satu kelas digunakan untuk setiap kondisi, interpretasi inferensial tingkat perlakuan tetap dibatasi.

Hubungan antara dua outcome juga diperiksa agar keduanya tidak bersifat hampir identik. Output tambahan menunjukkan tolerance = 0,506 dan VIF = 1,977. Nilai ini tidak menunjukkan hubungan ekstrem. Namun, VIF bukan prasyarat utama MANOVA; informasi tersebut hanya digunakan sebagai diagnostik tambahan mengenai redundansi antarkonstruk.

Uji Glejser pada naskah awal menghasilkan p = 0,922 untuk minat belajar dan p = 0,642 untuk hasil belajar. Karena heteroskedastisitas merupakan diagnostik yang lebih relevan untuk model regresi, hasil ini tidak digunakan sebagai dasar utama kelayakan MANOVA. Keputusan analisis multivariat terutama mempertimbangkan distribusi outcome, Levene's test, Box's M, keseimbangan ukuran kelompok, dan pemilihan Pillai's Trace.

Secara keseluruhan, uji Shapiro–Wilk dan Levene's test tidak menunjukkan bukti cukup untuk menolak asumsi univariat pada tingkat signifikansi yang digunakan. Box's M = 9,267 (p = 0,032) menjadi alasan kehati-hatian pada asumsi homogenitas matriks kovarians dengan ambang α = 0,05; interpretasi dapat sensitif

terhadap pilihan ambang dan ukuran sampel. Pillai's Trace digunakan sebagai statistik ringkasan multivariat yang relatif robust, bukan sebagai solusi atas ketiadaan replikasi kelas. Hasil t-test dan MANOVA berikut merupakan perbandingan posttest tidak teradjustasi yang dibatasi oleh desain.

Perbandingan Minat Belajar

Perbedaan minat belajar posttest antara kelas eksperimen dan kontrol dianalisis menggunakan independent-samples t-test. Karena Levene's test tidak signifikan, hasil equal variances assumed digunakan. Selain signifikansi statistik, selisih rerata dan Hedges' g dilaporkan untuk menilai besarnya perbedaan.

Tabel 9. Hasil Uji Independent Samples t-Test Minat Belajar

Variabel	n E/K	t (df)	p	Selisih E–K	95% CI	Hedges' g (95% CI)
Minat posttest	23/24	−5,482 (45)	< 0,001	11,598	7,337–15,860	1,57 (0,92–2,22)

Dengan orientasi selisih eksperimen dikurangi kontrol, rerata minat belajar posttest berbeda 11,598 poin (95% CI 7,337–15,860), Hedges' g = 1,57 (95% CI 0,92–2,22). Output SPSS dengan urutan kontrol dikurangi eksperimen menghasilkan t(45) = −5,482, p < 0,001. Perbedaan ini besar pada skala terstandar, tetapi angka p dan CI mengandalkan asumsi observasi siswa independen. Karena masing-masing kondisi hanya memiliki satu kelas, angka tersebut tidak dapat dibaca sebagai ketidakpastian efek perlakuan yang sudah mempertimbangkan variasi antarkelas. Analisis tidak mengontrol skor awal.

Tabel 10. Ukuran Efek Perbedaan Posttest Minat Belajar

Ukuran	Nilai	95% CI	Interpretasi
Selisih rerata (Eksperimen - Kontrol)	11,598	7,337–15,860	Posttest eksperimen lebih tinggi
Hedges' g	1,57	0,92–2,22	Perbedaan terstandar besar pada sampel
Catatan	—	—	Analisis posttest belum disesuaikan terhadap pretest

Secara pendidikan, selisih 11,60 poin menunjukkan perbedaan yang substantif pada skala minat yang digunakan, dan interval kepercayaan seluruhnya berada di atas nol. Namun, ukuran efek ini menggambarkan perbedaan antar-kelas pada sampel, bukan persentase "kontribusi" perlakuan. Tabel R^2 pada naskah awal dihapus karena model tersebut menempatkan skor minat sebagai predictor sehingga tidak dapat ditafsirkan sebagai 40% kontribusi model pembelajaran.

Perbandingan Hasil Belajar Matematika

Perbedaan hasil belajar matematika posttest dianalisis menggunakan independent-samples t-test dengan pelaporan selisih rerata, 95% CI, dan Hedges' g.

Levene's test tidak signifikan, sehingga interpretasi mengacu pada equal variances assumed.

Tabel 11. Hasil Uji Independent Samples t-Test Hasil Belajar

Variabel	n E/K	t (df)	p	Selisih E–K	95% CI	Hedges' g (95% CI)
Hasil belajar posttest	23/24	−5,648 (45)	< 0,001	21,377	13,754–29,000	1,62 (0,96–2,27)

Dengan orientasi selisih eksperimen dikurangi kontrol, hasil belajar posttest berbeda 21,377 poin (95% CI 13,754–29,000), Hedges' g = 1,62 (95% CI 0,96–2,27). Output SPSS dengan urutan sebaliknya menghasilkan t(45) = −5,648, p < 0,001. Rerata kelas eksperimen 78,04 melampaui KKM 70, sedangkan rerata kontrol 56,67; perbandingan rerata tersebut tidak menunjukkan proporsi peserta didik yang tuntas. Nilai inferensial masih mengasumsikan independensi antarindividu dan belum disesuaikan dengan pretest, sehingga tidak membuktikan efek kausal paket.

Tabel 12. Ukuran Efek Perbedaan Posttest Hasil Belajar Matematika

Ukuran	**Nilai**	**95% CI**	**Interpretasi**
Selisih rerata (Eksperimen - Kontrol)	21,377	13,754–29,000	Posttest eksperimen lebih tinggi
Hedges' g	1,62	0,96–2,27	Perbedaan terstandar besar pada sampel
Catatan	—	—	Analisis posttest belum disesuaikan terhadap pretest

Interval kepercayaan selisih rerata hasil belajar tidak mencakup nol dan magnitude terstandar juga besar. Hasil ini lebih informatif daripada R^2 pada naskah awal. Tabel R^2 yang sebelumnya ditafsirkan sebagai "kontribusi 41,5%" tidak dipertahankan karena output menempatkan hasil belajar sebagai predictor, bukan sebagai outcome yang dijelaskan oleh kelompok perlakuan.

Analisis Multivariat

MANOVA digunakan untuk membandingkan profil gabungan minat belajar dan hasil belajar posttest antara kelas eksperimen dan kontrol. Karena Box's M signifikan, interpretasi difokuskan pada Pillai's Trace. Partial eta squared dilaporkan sebagai ukuran efek multivariat.

Tabel 13. Hasil Uji Multivariat

Efek	**Statistik**	**Nilai**	**F (df)**	**p**	**Partial η^2**
Kelas (posttest)	Pillai's Trace	0,479	20,218 (2, 44)	< 0,001	0,479

Untuk perbandingan profil gabungan kedua outcome posttest antarkelas, Pillai's Trace = 0,479, F(2, 44) = 20,218, p < 0,001, partial η^2 = 0,479. Ukuran efek tersebut menggambarkan hasil model MANOVA tingkat peserta didik, bukan

persentase kontribusi kausal. Box's M (p = 0,032) dan ketiadaan replikasi kelas membatasi inferensi. Secara khusus, MANOVA tidak membuktikan peningkatan akibat perlakuan, hubungan kausal antar-outcome, ataupun efektivitas independen komponen PBL, Pembelajaran Mendalam, dan Polypad.

Tabel 14. Ringkasan Ukuran Efek Multivariat

Statistik	Nilai	F (df)	p	Ukuran efek / interpretasi
Pillai's Trace	0,479	20,218 (2, 44)	< 0,001	partial η^2 = 0,479
Box's M	9,267	—	0,032	Homogenitas matriks kovarians tidak terpenuhi
Catatan	—	—	—	Partial η^2 bukan persentase kontribusi kausal

Partial η^2 = 0,479 digunakan sebagai ukuran efek multivariat yang relevan pada output MANOVA. Nilai ini tidak ditafsirkan sebagai "45,5% kontribusi" kausal dari perlakuan. Tabel Adjusted R^2 pada naskah awal dihapus karena model tersebut memasukkan minat belajar dan hasil belajar sebagai predictor, sehingga arah model tidak sesuai dengan klaim kontribusi paket pembelajaran terhadap kedua outcome.

PEMBAHASAN

Pada dua kelas yang diteliti, rerata minat belajar posttest kelas eksperimen lebih tinggi 11,60 poin (95% CI 7,34–15,86; Hedges' g = 1,57) daripada kontrol. Perbedaan ini berkaitan dengan rancangan pembelajaran yang memadukan masalah kontekstual, eksplorasi representasi, kerja kelompok, dan refleksi, tetapi keterkaitan tersebut belum membuktikan mekanisme penyebab. Aktivitas tersebut merupakan kemungkinan jalur yang mendukung perhatian, ketertarikan, dan keterlibatan sebagaimana dimensi minat belajar (Furqon, 2024). Karena indikator keterlaksanaan dan mediator aktivitas tidak diukur secara langsung dalam data yang tersedia, penjelasan ini bersifat teoretis.

Mekanisme tersebut konsisten dengan karakter PBL yang memberi ruang bagi peserta didik untuk mencari informasi, mendiskusikan strategi, dan menyelesaikan masalah secara aktif (Ensuriati, 2024). Aprianti et al. (2024) juga melaporkan peningkatan minat dan hasil belajar pada PBL berbantuan Quizizz, meskipun jenjang dan fungsi medianya berbeda. Pada konteks matematika sekolah dasar, Masjudin et al. (2025) menunjukkan bahwa perangkat inquiry dapat mendukung minat sekaligus pemahaman konseptual. Kesamaan mekanistiknya terletak pada pemberian peran aktif kepada peserta didik; perbedaannya, penelitian ini menggunakan masalah PBL, refleksi Pembelajaran Mendalam, dan manipulatif virtual Polypad dalam satu paket.

Pendekatan Pembelajaran Mendalam memberikan lapisan pedagogis pada aktivitas PBL melalui prinsip mindful, meaningful, dan joyful. Dalam penelitian ini, mindful diarahkan pada kesadaran strategi dan refleksi; meaningful pada pengaitan konsep dengan konteks masalah; dan joyful pada eksplorasi serta interaksi yang menantang tetapi memberi ruang pilihan. Kerangka ini konsisten dengan penjelasan pedagogis Pembelajaran Mendalam yang menekankan pemaknaan, refleksi/metakognisi, dan pengalaman belajar aktif (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia, 2025; Siregar et al., 2025). Dengan demikian,

Pembelajaran Mendalam diposisikan sebagai cara mengelola kualitas pengalaman belajar di dalam fase PBL, bukan sebagai label tambahan.

Polypad menambah affordance representasional yang berbeda dari media evaluasi digital. Peserta didik dapat menggeser, memutar, menyusun, membandingkan, dan mengukur objek geometri sehingga hubungan antarsudut dan ciri bangun dapat diuji secara visual. Meta-analisis tentang virtual manipulatives menunjukkan efek rata-rata positif, tetapi juga menekankan bahwa manfaat bergantung pada affordance dan cara penggunaannya dalam tugas matematika (Moyer-Packenham & Westenskow, 2013). Studi langsung pada siswa kelas V juga melaporkan penggunaan PBL berbantuan Polypad untuk pemahaman konsep matematis pada materi sudut (Fadillah et al., 2026). Temuan tersebut memperkuat plausibilitas mekanisme visual-manipulatif, tanpa berarti bahwa Polypad sendiri dapat dipisahkan efeknya dari komponen lain pada desain penelitian ini.

Pada hasil belajar matematika, kelas eksperimen juga memiliki posttest lebih tinggi daripada kontrol dengan selisih 21,38 poin (95% CI 13,75–29,00) dan Hedges' g = 1,62. Rerata eksperimen 78,04 berada di atas KKM 70, sedangkan rerata kontrol 56,67; hal ini memberi konteks pendidikan terhadap magnitude perbedaan, walaupun proporsi peserta didik yang tuntas tidak tersedia. Hasil belajar mencerminkan perubahan kemampuan setelah proses pembelajaran (Irawati et al., 2021), tetapi pada penelitian ini interpretasi difokuskan pada capaian kognitif yang diukur oleh tes matematika.

Rerata hasil belajar posttest yang lebih tinggi pada kelas eksperimen dapat ditafsirkan sebagai pola yang sesuai dengan dugaan bahwa penyelidikan berbasis masalah, refleksi, dan representasi geometri membantu proses pembelajaran. Namun, data tidak mengukur mediator tersebut dan tidak membandingkan masing-masing komponen secara tersendiri. Bariroh (2025) melaporkan temuan pada integrasi PBL–Pembelajaran Mendalam terhadap pemahaman konsep dan pemecahan masalah, sedangkan A. H. L. Nasution et al. (2026) meneliti PBL berbantuan Polypad terhadap berpikir kreatif matematis. Kedua penelitian memiliki outcome dan rancangan berbeda, sehingga tidak dapat digunakan sebagai bukti langsung atas mekanisme atau besarnya efek pada penelitian ini.

Literatur juga menunjukkan kondisi batas. Verawati et al. (2024) menyimpulkan bahwa PBL umumnya mendukung berpikir kritis, tetapi keunggulannya tidak otomatis muncul pada semua konteks karena dipengaruhi desain, implementasi, dan karakteristik peserta didik. Pada studi kelas III–IV, Moyer-Packenham et al. (2013) tidak menemukan perbedaan capaian yang signifikan antara virtual manipulatives dan beberapa perlakuan pembanding. Temuan yang tidak sepenuhnya konsisten ini penting: teknologi atau PBL bukan penyebab yang bekerja secara otomatis; kualitas tugas, scaffolding, keterhubungan representasi, waktu belajar, dan kondisi kelas dapat menentukan manfaat yang diperoleh.

Analisis multivariat memperlihatkan perbedaan profil gabungan minat dan hasil belajar, Pillai's Trace = 0,479, $F(2, 44) = 20,218$, $p < 0,001$, partial $\eta^2 = 0,479$. Pola simultan ini relevan karena pembelajaran matematika yang efektif tidak hanya menargetkan outcome kognitif, tetapi juga kondisi afektif yang menopang keterlibatan. Minat merupakan salah satu faktor internal yang berhubungan dengan keberhasilan belajar (F. Nasution et al., 2024). Namun, hasil MANOVA pada penelitian ini menunjukkan perbedaan paket outcome antar-kelas dan tidak

membuktikan bahwa peningkatan minat secara kausal menyebabkan peningkatan hasil belajar.

Kontribusi konseptual penelitian terletak pada rancangan integrasi PBL sebagai struktur penyelesaian masalah, Pembelajaran Mendalam sebagai orientasi pemaknaan dan refleksi, serta Polypad sebagai sarana representasi dinamis. Fitriani et al. (2022) dan Muhali et al. (2026) mendukung perlunya perancangan aktivitas yang eksplisit. Akan tetapi, mekanisme integrasi ini belum divalidasi melalui pengukuran proses atau analisis mediasi. Kontribusi empiris terbatas pada perbedaan dua outcome posttest di dua kelas, sehingga hasil tidak menetapkan keunggulan independen salah satu komponen.

Interpretasi efek harus mempertimbangkan beberapa penjelasan alternatif. Antusiasme terhadap media baru dapat menimbulkan novelty effect; interaksi kelompok yang lebih intens dapat memengaruhi keterlibatan; perbedaan karakteristik guru atau kelas dapat berkontribusi terhadap hasil; dan penggunaan teknologi dapat meningkatkan perhatian sementara tanpa selalu mencerminkan perubahan yang bertahan lama. Karena hanya satu kelas berada pada setiap kondisi, efek kelas dan efek perlakuan tidak dapat dipisahkan secara penuh.

Keterbatasan lain adalah desain tidak memiliki kelompok PBL saja, Pembelajaran Mendalam saja, atau Polypad saja. Oleh karena itu, data tidak dapat mengatribusikan efek secara terpisah kepada setiap komponen. Selain itu, pretest dan posttest hasil belajar memiliki jumlah butir valid berbeda (21 vs 20) dan naskah belum memuat bukti kesetaraan kedua bentuk tes. Perbandingan utama yang tersedia juga masih berbasis posttest tanpa penyesuaian pretest, sehingga ANCOVA/MANCOVA berbasis data individual akan memberikan estimasi yang lebih sesuai dengan desain nonequivalent pretest–posttest.

Generalisasi penelitian dibatasi oleh 47 peserta didik dari satu sekolah, dengan satu kelas pada setiap kondisi. Lebih mendasar, unit pemberian perlakuan adalah kelas, sedangkan uji statistik dihitung pada tingkat siswa; tanpa replikasi kelas, varians efek perlakuan antarkelas tidak dapat diestimasi dan potensi ketergantungan intrakelas tidak tertangani. ANCOVA/MANCOVA berbasis skor individual, bila instrumen ekuivalen dan data tersedia, dapat membantu penyesuaian baseline tetapi tidak menyelesaikan confounding akibat satu kelas per kondisi. Tanpa delayed posttest, retensi juga belum dapat dinilai. Temuan karenanya merupakan perbandingan kontekstual yang eksploratif.

Secara keseluruhan, rancangan integrasi PBL–Pembelajaran Mendalam–Polypad merupakan alternatif pembelajaran geometri yang layak diteliti lebih lanjut. Data yang tersedia menunjukkan rerata posttest dan profil gabungan outcome yang berbeda antara dua kelas, tetapi belum memungkinkan estimasi kausal yang memisahkan pengaruh paket dari karakteristik kelas, menguji mekanisme masing-masing komponen, atau menilai retensi.

KESIMPULAN

Pada dua kelas V SD Al Jihad Klademak yang diteliti, rerata posttest minat belajar dan hasil belajar matematika lebih tinggi pada kelas dengan paket PBL–Pembelajaran Mendalam–Polypad daripada kelas kontrol. Selisih rerata tidak teradjustasi masing-masing 11,60 poin (95% CI 7,34–15,86; Hedges' $g = 1,57$) dan 21,38 poin (95% CI 13,75–29,00; Hedges' $g = 1,62$); keduanya $p < 0,001$ berdasarkan uji

tingkat siswa. Profil gabungan juga berbeda, Pillai's Trace = 0,479, $F(2, 44) = 20,218$, $p < 0,001$, partial $\eta^2 = 0,479$. Namun, karena hanya terdapat satu kelas per kondisi dan analisis belum mengontrol skor awal, hasil tersebut tidak dapat dipandang sebagai estimasi kausal yang mengisolasi pengaruh perlakuan. Temuan ini memberikan dasar eksploratif bagi penelitian dengan replikasi kelas, pengukuran keterlaksanaan, dan instrumen yang ekuivalen.

REKOMENDASI

Penelitian lanjutan perlu melibatkan lebih banyak sekolah dan lebih dari satu kelas/cluster pada setiap kondisi agar efek kelas dapat dipisahkan dari efek perlakuan. Desain komponen atau faktorial disarankan untuk membandingkan PBL, Pembelajaran Mendalam, dan Polypad secara terpisah maupun terintegrasi. Pada desain pretest–posttest nonequivalent, analisis berbasis data individual sebaiknya menggunakan ANCOVA untuk masing-masing outcome dan MANCOVA atau model longitudinal yang sesuai untuk pengujian simultan. Instrumen pretest dan posttest perlu menggunakan bentuk yang ekuivalen atau bukti parallel-form yang memadai, disertai blueprint, tingkat kesukaran, daya pembeda, dan pelaporan validitas isi. Treatment fidelity, jumlah pertemuan, guru pengajar, dan aktivitas kelas kontrol perlu didokumentasikan secara eksplisit. Delayed posttest juga diperlukan untuk menilai retensi serta membedakan efek belajar yang bertahan dari novelty effect penggunaan teknologi.

ACKNOWLEDGMENT

Penulis menyampaikan terima kasih kepada kepala sekolah, guru kelas V, dan seluruh peserta didik kelas V SD Al Jihad Klademak Kota Sorong atas kerja sama dan partisipasinya dalam proses penelitian. Penulis turut mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing Universitas Muhammadiyah Jakarta atas bimbingan, arahan, dan masukan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Semoga segala bantuan dan dukungan yang diberikan memperoleh balasan yang terbaik.

REFERENSI

Abubakar, R. (2021). Pengantar Metodologi Penelitian. SUKA-Press UIN Sunan Kalijaga.

Amelia, I., Nugraheni, E. R., Dahlia, I., & Sariningsih, R. (2025). Analisis Motivasi Belajar Siswa Kelas V SDN Cibabat Mandiri 2 pada Materi Sudut dalam Mata Pelajaran Matematika dengan Bantuan Media Polypad. Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 10(02), 466–474.

Andini, A. N., Andrizal, & Mailani, I. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Role Playing Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam Dan Budi Pekerti Kelas V Sdn 017 Jaya Kopah Kecamatan Kuantan Tengah. JOM FTK UNIKS, 3(1), 22–30.

Aprianti, W., Rohandi, M., & Kadim, A. A. (2024). Peningkatan Minat dan Hasil Belajar Siswa Melalui Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning menggunakan Quizizz. Jurnal PTI (Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi), 11(2), 50–56. https://doi.org/10.35134/jpti.v11i2.211

Ary, F., & Muaini. (2025). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Rendahnya Minat Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika Di Kelas VI SD Negeri Aik Berik Kabupaten Lombok Tengah Tahun Ajaran 2024/2025. Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika, 6(2), 1008–1013.

Bariroh, A. (2025). Pengaruh Pendekatan Deep Learning Malalui Model Problem Based Learning Terhadap Pemahaman Konsep Dan Kemampuan Pemecahan. Amaliyatu Tadris (AMYTA), 3(2), 148–156.

Ensuriati. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Minat Belajar Peserta Didik Di Sekolah Dasar. Asian Journal of Early Childhood and Elementary Education, 2(3), 178–186. https://doi.org/10.58578/AJECEE.v2i3.2953

Fadillah, H. T. N., Nisa, F. F., Safitri, F. A., Safitri, N., & Dhiani, A. N. (2026). Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan Polypad untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Kelas V Sekolah Dasar. Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 11(3), 892–908. https://doi.org/10.23969/jp.v11i3.59078

Fitriani, H., Samsuri, T., Rachmadiarti, F., Raharjo, R., & Mantlana, C. D. (2022). Development of Evaluative-Process Learning Tools Integrated with Conceptual-Problem-Based Learning Models: Study of Its Validity and Effectiveness to Train Critical Thinking. International Journal of Essential Competencies in Education, 1(1), 27–37. https://doi.org/10.36312/ijece.v1i1.736

Furqon, M. (2024). Minat Belajar. MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA.

Gulo, A. (2022). Penerapan Model Discovery Learning Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Ekosistem. 1(1), 307–313.

Irawati, I., Nasruddin, & Mohammad Liwa Ilhamdi. (2021). Pengaruh Gaya Belajar Terhadap Hasil Belajar Ipa Influence. J. Pijar MIPA, 16(1), 44–48. https://doi.org/10.29303/jpm.v16i1.2202

Irmawati, T., Suryandari, K. C., & Salimi, M. (2025). Hubungan Minat Belajar dan Kebiasaan Belajar Terhadap Hasil Belajar IPA Siswa Kelas V SDN Se-Kecamatan Gumelar Tahun Ajaran 2023/2024. Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan, 13(2), 932–938.

Irsalulloh, D. B., & Maunah, B. (2023). Peran Lembaga Pendidikan Dalam Sistem Pendidikan Indonesia. PENDIKDAS: Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar, 04(02), 17–26.

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. (2025). Naskah Akademik Pembelajaran Mendalam.

Khotimah, D. K., & Abdan, M. R. (2025). Analisis Pendekatan Deep Learning untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran PAI di SMKN Pringkuku. Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Indonesia (JPPI), 5(2), 866–879. https://doi.org/10.53299/jppi.v5i2.1466

Masjudin, M., Abidin, Z., Kurniawan, A., Pujilestari, P., Astuti, S. H., & Yuliyanti, S. (2025). Development of Inquiry-Based Learning Tools to Enhance Students' Learning Interest and Conceptual Understanding in Mathematics. Jurnal

Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: e-Saintika, 9(2), 379–404. https://doi.org/10.36312/e-saintika.v9i2.2987

Moyer-Packenham, P. S., & Westenskow, A. (2013). Effects of Virtual Manipulatives on Student Achievement and Mathematics Learning. International Journal of Virtual and Personal Learning Environments, 4(3), 35–50. https://doi.org/10.4018/jvple.2013070103

Moyer-Packenham, P. S., Baker, J., Westenskow, A., Anderson, K., Shumway, J., Rodzon, K., & Jordan, K. (2013). A Study Comparing Virtual Manipulatives with Other Instructional Treatments in Third- and Fourth-Grade Classrooms. Journal of Education, 193(2), 25–39. https://doi.org/10.1177/002205741319300204

Muhali, M., Hunaepi, H., & Verawati, N. N. S. P. (2026). Higher-order thinking in STEM and science education: A systematic review of constructs, frameworks, and applications. Review Journal of Higher-Order Thinking and Metacognition, 1(1), 144–181. https://doi.org/10.36312/rjhotm.v1i1.5

Muin, A. (2023). Buku Ajar Metode Penelitian Kuantitatif. Literasi Nusantara.

Nasution, A. H. L., Saadah, A., Aqila, Y., Zahra, N. A., & Putri, H. E. (2026). PENGARUH MODEL PBL BERBANTUAN MEDIA POLYPAD TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATEMATIS SISWA SEKOLAH. EduMath, 18(2), 90–106.

Nasution, F., Siregar, Z., Siregar, R. A., & Manullang, A. Z. (2024). Pembelajaran dan Konstruktivis Sosial. Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 1(12), 837–841. https://doi.org/10.5281/zenodo.10465606

Novanti, S. P., & Budiman, I. (2023). Analisis Tinggi Rendahnya Minat Belajar Matematika Siswa Kelas VIII di SMP Negeri 1 Anjatan. Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika, 823–828.

Noverma, N., Perawati, P., & Susanti, T. (2024). Pemanfaatan Phet Interactive Simulation Sebagai Sumber Belajar Ilmu Pengetahuan Alam Di Sekolah Menengah Pertama. 9(4), 40–44.

Novitasari, Charisma, D., & Ameliawati. (2025). Upaya Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas IV Mata Pelajaran Matematika Bangun Datar Dengan Pemanfaatan Media Interaktif Polypad. Jurnal Penelitian & Artikel Pendidikan, 17(02), 919–934.

Nuraeni, Y., Tuzzami, U., Pratama, M. A., & Anggraeni, A. (2025). Strategi Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem-Based Learning) dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. Jurnal Bersama Ilmu Pnedidikan, 1(3), 146–152. https://doi.org/10.55123/didik.v1i3.292

Rasyid, F. (2022). Metodologi Penelitian Kualitatif Dan Kuantitatif: Teori, Metode Dan PrakteK. IAIN Kediri Press.

Rofikoh, S., Guru, P., Ibtidaiyah, M., As-sunniyah, U. A., Artikel, I., Learning, M., & Media, L. (2026). Efektivitas Media Pembelajaran Smartbox dalam Meningkatkan Daya Kemampuan HOTS Siswa pada Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar. DIAJAR: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran, 5(2), 671–678. https://doi.org/10.54259/diajar.v5i2.7423

Siregar, T., Fauzan, A., Yerizon, Y., & Syafriandi, S. (2025). Designing Mathematics Teaching through Deep Learning Pedagogy: Toward Meaningful, Mindful, and Joyful Learning. Journal of Deep Learning, 1(2), 188–202. https://doi.org/10.23917/jdl.v1i2.11969

Slameto. (2010). Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya. Rineka Cipta.

Sucipto, M. F., & Firmansyah, D. (2021). Analisis Minat Belajar Siswa SMP Pada Pembelajaran Matematika. MAJU, 8(2), 376–380.

Verawati, N. N. S. P., Rokhmat, J., Harjono, A., Makhrus, M., & Sukarso, A. (2024). How Problem-Based Learning Enhances Critical Thinking? An Analysis of Contexts, Methods, and Findings from Previous Research. International Journal of Essential Competencies in Education, 3(2), 200–216. https://doi.org/10.36312/ijece.v3i2.2208