



Pendampingan Guru SD dalam Desain Pembelajaran Geometri Berbasis Van Hiele dan Geogebra

Hery Susanto¹, Indriati Nurul Hidayah¹, Santi Irawati^{1*}, Bedilius Gunur^{1,2},
Pika Merliza^{1,3}, Ratnah Lestary^{1,4}

¹ Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang No. 5, Kota Malang, Jawa Timur

² Universitas Katolik Indonesia, Jalan Ahmad Yani No. 10, Ruteng, Flores,
NTT, 86518. Indonesia

³ Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung, Jalan Ki Hajar Dewantara 15
A Iringmulyo, Kota Metro, Lampung

⁴ Universitas Bengkulu, Jalan WR. Supratman, Kandang Limun, Kec. Muara
Bangkahulu, Kota Bengkulu, Bengkulu

e-mail: hery.susanto.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Pembelajaran geometri di sekolah dasar masih didominasi pendekatan prosedural yang berfokus pada hafalan rumus, sehingga kurang mendukung pemahaman konseptual siswa. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk: (1) memfasilitasi guru dalam menyusun rancangan aktivitas pembelajaran geometri berbasis teori Van Hiele dan GeoGebra; (2) meningkatkan kompetensi pedagogis dan teknologis guru melalui model pendampingan *co-design*. kegiatan dilaksanakan di sdk sang timur, kota malang, dengan melibatkan 13 guru kelas selama enam minggu menggunakan pendekatan blended yang terdiri atas in-service training 1, on-the-job training, dan in-service training 2 yang berfokus pada presentasi hasil, umpan balik, revisi, dan refleksi. Data dikumpulkan melalui angket pretest-posttest, analisis produk rancangan, dan refleksi kualitatif peserta. Hasil menunjukkan peserta berhasil menghasilkan rancangan aktivitas pembelajaran yang memuat alur eksploratif berbasis tahapan van hiele dan integrasi geogebra. Secara deskriptif, terjadi peningkatan pada aspek pemanfaatan geogebra sebesar 0,75, sementara aspek lain relatif stabil pada kategori tinggi. analisis kualitatif menunjukkan pergeseran dari pembelajaran prosedural menuju eksploratif berbasis inkuiri. pendampingan berbasis co-design efektif mengembangkan rancangan aktivitas pembelajaran serta meningkatkan kompetensi pedagogis-teknologis guru untuk implementasi di kelas.

Kata kunci:

Pendampingan guru; Pembelajaran Geometri; Van Hiele; Geogebra; TPACK

Assisting Elementary School Teachers In Designing Geometry Learning Based On Van Hiele And Geogebra

Abstract

Geometry learning in elementary schools is still predominantly procedural, emphasizing formula memorization rather than conceptual understanding. This community service program aimed to (1) facilitate teachers in developing geometry learning activity designs based on Van Hiele theory and GeoGebra, and (2) enhance teachers' pedagogical and technological competencies through a co-design mentoring model. The program was conducted at sdk sang timur, malang, involving 13 elementary school teachers over six weeks using a blended approach consisting of in-service training

1, On-the-Job Training, and In-Service Training 2, which focused on presentation of outputs, feedback, revision, and reflection. Data were collected through pretest–posttest questionnaires, analysis of the developed designs, and qualitative reflections from participants. The results show that participants successfully produced powerpoint-based learning activity designs incorporating exploratory learning aligned with van hiele thinking levels and geogebra integration. descriptively, there was a notable improvement in geogebra utilization +0.75, while other dimensions remained consistently high. qualitative findings indicate a shift from procedural teaching toward inquiry-based exploratory approaches. in conclusion, the co-design-based mentoring model is effective in developing instructional blueprints and enhancing teachers' pedagogical-technological competencies for classroom implementation.

Keywords: Teacher assisting; geometry learning; Van Hiele; Geogebra; TPACK

PENDAHULUAN

Literasi geometri merupakan fondasi penting dalam pengembangan kemampuan berpikir spasial dan penalaran matematis siswa sekolah dasar (Crompton, 2024; Novita dkk, 2018). Namun, capaian literasi matematika siswa Indonesia masih tergolong rendah, khususnya pada aspek geometri (Fauzi et al., 2025; Juandi, 2022). Kondisi ini juga terjadi pada sekolah mitra, di mana data Rapor Pendidikan menunjukkan capaian literasi geometri berada pada kategori rendah, masih di bawah rata-rata nasional (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2023).

Rendahnya capaian tersebut tidak terlepas dari dominasi pembelajaran yang bersifat prosedural. Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian guru belum memahami tahapan berpikir geometris siswa, 93% aktivitas pembelajaran masih berfokus pada perhitungan rutin, serta pemanfaatan teknologi seperti GeoGebra belum digunakan secara optimal sebagai sarana eksplorasi konsep.

Secara teoretis, teori Van Hiele menjelaskan bahwa pemahaman geometri berkembang melalui tahapan berpikir yang berurutan, sehingga pembelajaran perlu dirancang sesuai dengan perkembangan kognitif siswa (Arlianti et al., 2025; Renanda et al., 2023). Pendekatan pembelajaran bermakna dan

pembelajaran mendalam juga menekankan pentingnya eksplorasi aktif dalam membangun pemahaman konseptual (Mystakidis, 2021; Zebua, 2025).

Dalam konteks ini, GeoGebra berpotensi menjadi alat eksplorasi visual yang mendukung konstruksi konsep secara interaktif (Ayna & Sari, 2024; Gusteti & Rahmalina, 2025; Kurniawan et al., 2024; Rivaldiansyah et al., 2023; Thapa et al., 2022; Hohenwarter & Preiner, 2007). Namun, pemanfaatannya sangat bergantung pada kemampuan guru dalam mengintegrasikan aspek pedagogi, konten, dan teknologi sebagaimana dalam kerangka TPACK (Marange, 2024; Yildiz & Arpaci, 2024).

Berdasarkan kondisi tersebut, permasalahan utama mitra terletak pada keterbatasan guru dalam mengintegrasikan tahap berpikir Van Hiele dan pemanfaatan GeoGebra ke dalam rancangan aktivitas pembelajaran geometri yang eksploratif dan bermakna. Akibatnya, pembelajaran geometri belum mampu memberikan pengalaman visual dan investigatif yang mendukung perkembangan literasi geometri siswa.

Berbagai studi telah menyoroti pentingnya GeoGebra dan teori perkembangan geometris, kajian yang secara khusus mengungkap bagaimana proses pendampingan dapat meningkatkan kemampuan guru dalam merancang aktivitas

pembelajaran geometri berbasis eksplorasi visual masih terbatas.

Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan rancangan aktivitas pembelajaran geometri berbasis tahap berpikir Van Hiele berbantuan GeoGebra yang sesuai karakteristik kognitif siswa SD, dan (2) meningkatkan kompetensi guru dalam merancang serta mengintegrasikan media tersebut ke dalam perencanaan pembelajaran melalui pendampingan workshop terstruktur. Pencapaian kedua tujuan ini diharapkan mampu menjembatani kesenjangan antara potensi teknologi dengan kapasitas pedagogis guru, serta berkontribusi pada peningkatan kualitas literasi geometri di sekolah mitra.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian ini dirancang menggunakan pendekatan pendampingan partisipatif dengan model co-design dan evaluasi formatif. Kerangka kerja mengacu pada prinsip *Professional Learning Communities (PLC)* yang menekankan kolaborasi berkelanjutan, inkuiri berbasis praktik, dan refleksi kolektif (Hord, 1997). Secara konseptual, program ini mengintegrasikan kerangka TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) untuk memastikan keselarasan antara konten geometri, strategi pedagogis, dan pemanfaatan teknologi, serta teori perkembangan kognitif Van Hiele sebagai landasan penyusunan urutan aktivitas yang sesuai dengan tahap berpikir siswa.

Kegiatan dilaksanakan di SDK Sang Timur, Kota Malang, dengan melibatkan 13 guru kelas sebagai peserta. Ruang lingkup program difokuskan pada perancangan aktivitas pembelajaran geometri yang mengintegrasikan tahapan berpikir Van Hiele dan fitur eksplorasi GeoGebra. Luaran utama berupa rancangan aktivitas

pembelajaran dalam bentuk presentasi (PPT) yang berfungsi sebagai blueprint pembelajaran dan siap untuk dikembangkan serta diimplementasikan di kelas.

Program berlangsung selama enam minggu (9 Maret–20 April 2026) dengan alokasi 32 jam pelajaran (JP), terbagi dalam tiga fase terstruktur:

1. *In-Service Training 1*
Kegiatan penyamaan persepsi, asesmen awal, dan pelatihan konseptual dan praktis mengenai tahap Van Hiele serta fitur dinamis GeoGebra.
2. *On-the-Job Training*
Kegiatan praktik mandiri perancangan produk didampingi secara kolaboratif melalui umpan balik formatif dan diskusi daring.
3. *In-Service Training 2 (Refleksi)*
Kegiatan presentasi hasil rancangan, validasi ahli, revisi akhir, serta refleksi terhadap proses dan dampak pendampingan.

Implementasi menggunakan model workshop intensif yang dipadukan dengan pendampingan terstruktur. Setiap fase dirancang secara siklus: perencanaan bersama (co-planning), pengembangan produk, dan refleksi kritis. Evaluasi formatif dilakukan secara berkelanjutan untuk menyesuaikan intensitas pendampingan dengan kebutuhan guru, memastikan transisi dari pemahaman teoretis menuju kesiapan pedagogis-teknologis yang terwujud dalam rancangan pembelajaran yang sistematis dan aplikatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Awal: Hasil Pretest Persepsi Guru

Kegiatan pengabdian ini melibatkan 13 guru kelas dari SDK Sang Timur, Kota Malang. Sebelum

pelaksanaan workshop, dilakukan asesmen awal menggunakan angket persepsi dengan skala Likert 5 poin yang telah melalui proses validasi oleh ahli. Instrumen tersebut mengukur empat dimensi utama, yaitu pemahaman terhadap teori Van Hiele, kompetensi dalam merancang aktivitas pembelajaran, pemanfaatan GeoGebra, serta efikasi diri dalam penggunaan teknologi. Hasil analisis deskriptif dari pengukuran tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skor Pretest Persepsi Guru Berdasarkan Dimensi (N = 13)

Dimensi	Butir Terkait	M	SD	Kategori
Pemahaman teori pembelajaran	1, 2, 3	4,18	0,91	Tinggi
Kompetensi Desain	4, 5, 9	3,95	0,87	Tinggi
Pemanfaatan GeoGebra	6, 7	2,92	1,30	Sedang
Efikasi Diri Teknologi	8, 10	4,08	0,73	Tinggi
Rata-rata Total	1-10	3,84	1,18	Tinggi
Kategori penilaian terdiri atas Rendah (<2,34), Sedang (2,34–3,67), dan Tinggi (3,68–5,00).				

Data pretest menunjukkan bahwa guru memiliki fondasi konseptual yang kuat (Pemahaman teori pembelajaran: $M = 4,18$), namun pengalaman langsung dalam menggunakan GeoGebra masih terbatas ($M = 2,92$). Temuan ini menjadi dasar empiris pelaksanaan pendampingan yang mengintegrasikan pelatihan teknis GeoGebra dengan perancangan aktivitas yang selaras dengan tahapan Van Hiele.

Respons kualitatif memperkuat temuan tersebut. Guru mengemukakan bahwa kebutuhan utama meliputi: (a) media konkret dan alat peraga, (b) aplikasi digital yang relevan dan sederhana untuk siswa sekolah dasar, serta (c) pendampingan praktis dalam

merancang aktivitas eksploratif. Sebagaimana diungkapkan oleh salah satu peserta:

“Guru perlu benar-benar memahami konsep dasar geometri agar dapat mengembangkan aktivitas yang tidak hanya berfokus pada rumus, tetapi juga pada pemahaman konsep secara visual dan kontekstual” (G3, Pretest).

Pelaksanaan Kegiatan Berdasarkan Jadwal Terstruktur

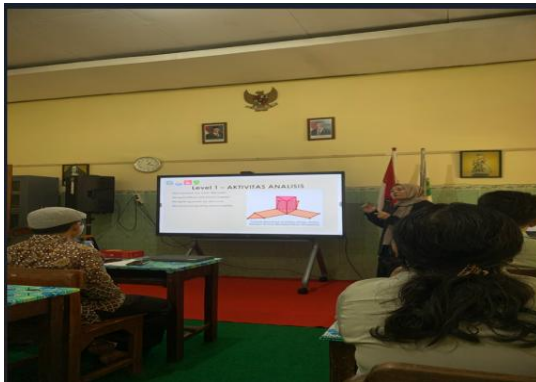
Kegiatan dilaksanakan dalam tiga tahap sesuai dengan jadwal yang telah dirancang, yaitu: (1) *In-Service Training 1* (9 Maret 2026), (2) *On-the-Job Training* (10–28 Maret 2026), dan (3) *In-Service Training 2* (20 April 2026), dengan total durasi keseluruhan mencapai 32 JP.



Gambar 1. Sesi Pembukaan pada Sesi In-Service Training 1 (Sumber: Dokumentasi Tim PKM, 2026)

Pada tahap *In-Service Training 1*, kegiatan diawali dengan registrasi peserta, sambutan pembukaan, serta pelaksanaan asesmen awal. Selanjutnya, peserta mengikuti dua sesi materi utama, yaitu: (a) perancangan aktivitas geometri berbasis Van Hiele dengan dukungan GeoGebra, dan (b) pendalaman pembelajaran geometri melalui pendekatan eksplorasi visual. Selain itu, peserta juga mendapatkan pelatihan terkait penggunaan fitur

dinamis GeoGebra, seperti *dragging*, *construction*, dan *measurement*.



Gambar 2. Demonstrasi Fitur GeoGebra untuk Eksplorasi Geometri SD

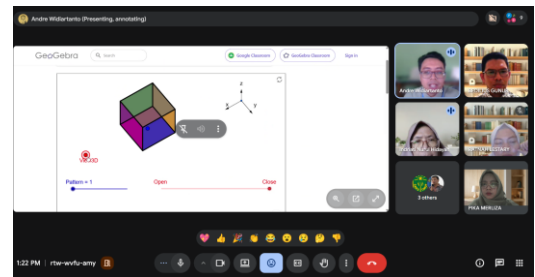
(Sumber: Dokumentasi Tim PKM, 2026)

Pada tahap *On-the-Job Training*, guru mengimplementasikan pengetahuan yang telah diperoleh melalui praktik mandiri dalam merancang media pembelajaran geometri. Tim PKM memberikan pendampingan secara daring melalui grup komunikasi, serta menyediakan umpan balik formatif terhadap draf awal produk. Seluruh guru mengumpulkan hasil desain berupa rancangan aktivitas pembelajaran dan file GeoGebra melalui tautan Google Drive yang telah disediakan pada tanggal 29 Maret 2026.



Gambar 3. Praktik Co-Design Aktivitas Geometri Berbasis Van Hiele (Sumber: Dokumentasi Tim PKM, 2026)

Pada tahap *In-Service Training 2*, peserta mempresentasikan produk desain yang telah dikembangkan, memperoleh masukan dari tim ahli, serta melakukan revisi akhir terhadap produk tersebut. Kegiatan ditutup dengan sesi refleksi bersama dan pelaksanaan posttest untuk mengukur peningkatan kompetensi peserta.



Gambar 4. Presentasi Media Ajar Geometri Hasil Co-Design oleh Guru Mitra

(Sumber: Dokumentasi Tim PKM, 2026)

Pengembangan Rancangan Aktivitas Pembelajaran Geometri Berbasis Van Hiele & GeoGebra (Tujuan 1)

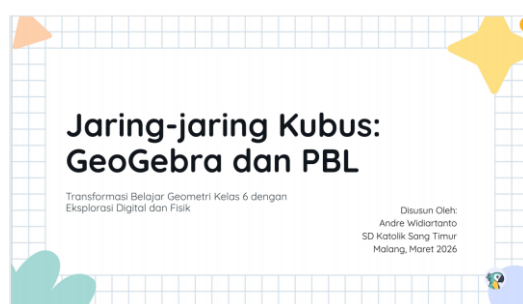
Berdasarkan identifikasi kebutuhan pada asesmen awal, tim pengabdian memfasilitasi proses *co-design* yang melibatkan seluruh 13 guru kelas SDK Sang Timur. Seluruh peserta berhasil menyelesaikan dan mengumpulkan rancangan aktivitas pembelajaran geometri melalui Google Drive pada 29 Maret 2026. Capaian ini mengonfirmasi bahwa model pendampingan terstruktur dengan fase *On-the-Job Training* efektif dalam mendukung guru menyelesaikan produk desain yang siap diimplementasikan.

Setiap aktivitas dirancang dengan memetakan tugas secara eksplisit pada tahapan berpikir Van Hiele level 0–2 (visualisasi, analisis, dan deduksi informal), serta mengintegrasikan fitur dinamis GeoGebra sebagai media eksplorasi

visual. Sebagai representasi produk unggulan, modul “*Jaring-jaring Kubus: GeoGebra dan PBL*” (Widiartanto, 2026) mengilustrasikan integrasi kerangka teoretis ke dalam desain praktik yang koheren.

Modul ini mengadopsi sintaks *Problem-Based Learning* (PBL) dengan konteks autentik “Pabrik Kardus”, di mana siswa ditantang menemukan desain jaring-jaring yang paling mudah dipotong dan menghasilkan sisa bahan minimal untuk efisiensi produksi massal. Pemetaan ke tahap Van Hiele dilakukan secara sistematis sebagai berikut:

- Level 0 (Visualisasi) dicapai melalui eksplorasi *slider* dan *dragging* di GeoGebra untuk melipat dan membuka jaring-jaring secara dinamis.
- Level 1 (Analisis) difasilitasi melalui klasifikasi 11 pola jaring-jaring valid (1-4-1, 2-3-1, 2-2-2, 3-3) berdasarkan sifat strukturalnya.
- Level 2 (Deduksi Informal) diaktifkan melalui kuis konseptual dan diskusi reflektif yang menuntut siswa memverifikasi klaim geometris serta mengevaluasi efisiensi desain tanpa bergantung pada hafalan rumus.



Gambar 5. Modul “*Jaring-jaring Kubus: GeoGebra dan PBL*” hasil *co-design*.

Modul ini mengintegrasikan eksplorasi digital (GeoGebra applet), *Problem-Based Learning* (konteks

pabrik kardus), dan konstruksi fisik (pembuatan model kubus). Pemetaan eksplisit terhadap tahap Van Hiele tampak pada transisi dari manipulasi visual, klasifikasi pola, dan justifikasi konseptual. (Sumber: Produk *Co-Design* Guru SDK Sang Timur, 2026).



Gambar 6. Presentasi Modul “*Jaring-jaring Kubus: GeoGebra dan PBL*” hasil *co-design*.

Pada tahap *In-Service Training 2*, produk dipresentasikan dan memperoleh masukan formatif dari tim ahli. Umpan balik difokuskan pada penyederhanaan bahasa instruksi sesuai tingkat literasi siswa SD, penyajian teori van hiele secara lebih eksplisit, penyesuaian alokasi waktu dalam sintaks PBL atau PjBL. Guru kemudian melakukan revisi berdasarkan masukan tersebut, sehingga paket desain akhir tidak hanya selaras secara teoretis, tetapi juga siap secara operasional untuk diujicobakan di kelas.

Peningkatan Kompetensi Guru dalam Perancangan Aktivitas (Tujuan 2)

Peningkatan kompetensi guru ditelusuri melalui triangulasi tiga sumber bukti, yaitu: (1) data persepsi dari angket pretest-posttest, (2) kualitas produk desain yang dihasilkan, dan (3) refleksi kualitatif peserta. Seluruh 13 guru berhasil menghasilkan produk desain yang fungsional, sehingga indikator keberhasilan utama program terpenuhi secara menyeluruh.

Secara umum, rata-rata skor persepsi guru meningkat dari 3,84 pada pretest menjadi 3,87 pada posttest. Dimensi Pemanfaatan GeoGebra menunjukkan peningkatan paling menonjol sebesar 0,75, berpindah dari kategori sedang ke tinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendampingan terstruktur berhasil mengurangi kesenjangan antara kesadaran pedagogis dan kesiapan teknis yang teridentifikasi pada awal program.

Analisis kualitatif terhadap produk dan respons terbuka menunjukkan adanya pergeseran paradigma yang lebih substantif dibandingkan sekadar perubahan angka. Desain aktivitas berkembang dari pendekatan prosedural (misalnya, “menghitung luas menggunakan rumus”) menuju pendekatan eksploratif berbasis inkuiri (misalnya, “menggeser titik, mengamati perubahan, mendiskusikan pola, serta memverifikasi menggunakan GeoGebra sebelum melakukan konstruksi fisik”).

Hal ini diperkuat oleh keberhasilan seluruh peserta menghasilkan file GeoGebra yang fungsional dan rancangan aktivitas yang terstruktur, serta laporan reflektif yang menyoroti manfaat utama program, seperti:

“Saya mendapatkan metode pembelajaran baru berbantuan teknologi yang memungkinkan bangun ruang diputar sehingga siswa dapat melihat dari berbagai perspektif” (P3).

Tantangan dalam adaptasi antar-muka yang masih dilaporkan guru justru menegaskan pentingnya fase *On-the-Job Training* dengan umpan balik berkelanjutan, sebagaimana dirancang dalam model pendampingan berbasis komunitas praktik ini. Dengan demikian, meskipun data persepsi posttest terbatas, bukti produk dan refleksi kualitatif memberikan gambaran yang konsisten dan meyakinkan mengenai dampak positif program terhadap

peningkatan kompetensi pedagogis-teknologis guru.

Pembahasan

Hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran dan peningkatan kompetensi guru merupakan dua aspek yang saling mendukung dalam proses pendampingan profesional berkelanjutan.

Pertama, rancangan aktivitas pembelajaran berbasis Van Hiele menunjukkan bahwa teori perkembangan kognitif dapat dioperasionalkan secara konkret melalui desain pembelajaran yang sistematis. Meskipun luaran yang dihasilkan berupa PPT, struktur aktivitas yang disusun telah memetakan alur pembelajaran ke dalam tahap visualisasi dan analisis, sehingga memungkinkan guru merancang *scaffolding* yang sesuai dengan kebutuhan belajar siswa (Agustiningsih & Yuliati, 2020; Amelia & Anugrahana, 2024; Hartono et al., 2025; Hu & Zhang, 2025). Pemanfaatan fitur dinamis GeoGebra, seperti dragging, measurement, dan dynamic text, berperan sebagai sarana eksplorasi yang mampu mengubah konsep abstrak menjadi pengalaman visual yang lebih bermakna (Asryana et al., 2017; Ayna & Sari, 2024; Hutasuhut et al., 2023; Yildiz & Arpacı, 2024). Dengan demikian, meskipun belum berupa implementasi langsung di kelas, rancangan yang dihasilkan telah merepresentasikan kesiapan konseptual pembelajaran berbasis eksplorasi.

Kedua, peningkatan kompetensi guru selaras dengan kerangka TPACK yang menekankan integrasi antara pengetahuan konten, pedagogi, dan teknologi (Adipat, 2023; Li et al., 2022; Nurhidayah & Suyanto, 2021). Hasil pretest menunjukkan adanya kesenjangan antara penguasaan teknologi dan penerapan pedagogisnya. Melalui model pendampingan yang mema-

dukan sesi tatap muka dan daring, kesenjangan tersebut dapat dikurangi melalui siklus kegiatan berupa demonstrasi, praktik terbimbing, pemberian umpan balik, dan revisi produk. Proses ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis guru, tetapi juga memperkuat efikasi diri serta kesadaran pedagogis dalam penggunaan teknologi.

Ketiga, struktur kegiatan yang terdiri atas tiga sesi dengan tahap *On-the-Job Training* terbukti efektif dalam menjaga keberlanjutan pembelajaran bagi guru (Istiqomah et al., 2023; Uzorka et al., 2024). Pendampingan daring yang berlangsung selama periode 10–28 Maret memberikan kesempatan bagi guru untuk mengimplementasikan konsep yang telah dipelajari dalam konteks nyata, sekaligus memperoleh umpan balik secara tepat waktu sebelum tahap presentasi akhir. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip pengembangan profesional berbasis praktik (*job-embedded professional development*) (Gumus & Bellibas, 2021). Pembelajaran guru terjadi dalam konteks praktik nyata, meskipun masih pada level perancangan.

Adapun keterbatasan kegiatan ini terletak pada fokus yang masih terbatas pada tahap perencanaan dan validasi awal, sehingga belum mencakup implementasi jangka panjang di kelas maupun pengukuran dampaknya terhadap hasil belajar siswa. Selain itu, penggunaan data persepsi berbasis self-report berpotensi menimbulkan bias sosial. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan untuk: (1) menguji efektivitas rancangan aktivitas dalam praktik pembelajaran, serta (2) mengevaluasi transfer kompetensi guru ke dalam praktik mengajar melalui observasi kelas dan pengukuran hasil belajar siswa.

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian ini berhasil menghadirkan solusi strategis terhadap permasalahan rendahnya literasi geometri serta dominasi pembelajaran yang bersifat prosedural di SDK Sang Timur melalui pendampingan terstruktur yang mengintegrasikan teori Van Hiele dan GeoGebra. Secara konkret, kegiatan ini menghasilkan 13 rancangan aktivitas pembelajaran geometri yang merepresentasikan kemampuan guru dalam menyusun alur pembelajaran berbasis eksplorasi.

Dengan demikian, produk yang dihasilkan sebagai rancangan yang siap untuk dikembangkan lebih lanjut dan diimplementasikan sebagai media eksplorasi visual dalam pembelajaran di kelas. Dari sisi kompetensi guru, model pendampingan blended berbasis co-design terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas pedagogis dan teknologis, sekaligus mendorong pergeseran paradigma dari pembelajaran berbasis hafalan rumus menuju pendekatan eksploratif yang selaras dengan tahapan berpikir siswa.

Secara praktis, sekolah direkomendasikan untuk mengintegrasikan aktivitas ini ke dalam perencanaan pembelajaran rutin serta membentuk komunitas praktisi di dalam sekolah maupun antar sekolah guna memastikan keberlanjutan pendampingan dan pertukaran praktik baik antar guru. Dari sisi kontribusi keilmuan, kegiatan ini memperkuat implementasi kerangka TPACK dan teori perkembangan kognitif Van Hiele dalam konteks sekolah dasar, serta menunjukkan bahwa pemanfaatan alat matematika dinamis mampu menjembatani kesenjangan antara penguasaan konten oleh guru dan praktik pembelajaran yang bermakna.

Ke depan, peneliti lanjutan perlu dilakukan untuk menguji secara empiris dampak penggunaan media terhadap peningkatan literasi geometri siswa, serta mengembangkan model pendampingan berkelanjutan yang terintegrasi dengan prinsip diferensiasi dalam Kurikulum Merdeka.

DAFTAR PUSTAKA

- Adipat, S. (2023). *Technological Pedagogical Content Knowledge for Professional Teacher Development*. 173–182.
- Agustiningsih, N., & Yuliati, N. (2020). Scaffolding profile in solving geometry problems in terms of van Hiele level Scaffolding profile in solving geometry problems in terms of van Hiele level. *Journal of Physics: Conference Series*, 1538. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1538/1/012069>
- Amelia, P. B., & Anugrahana, A. (2024). *Studi Pustaka Kemampuan Menganalisis pada Pembelajaran Geometri dengan Menerapkan Teori Van Hiele terhadap Peserta Didik Kelas V SD*. 3(1). <https://doi.org/10.58540/jipsi.v3i1.565>
- Arlianti, N., Marzal, J., Haris, M., & Hasibuan, E. (2025). *Navigating geometric thought: A classroom-based intervention using discovery-contextual strategies aligned with van Hiele's cognitive framework*. 16(02), 499–517. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v16i>
- Asryana, A., Sanapia, S., & Kinasih, I. P. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Geogebra Untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Siswa. *Media Pendidikan Matematika*, 5(2), 107. <https://doi.org/10.33394/mpm.v5i2.1836>
- Ayna, Q., & Sari, D. I. (2024). Deskripsi Berpikir Visual Siswa dalam Memahami Materi Geometri Menggunakan Geogebra Ditinjau dari Perbedaan Kemampuan Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 12(1), 72–84. <https://doi.org/10.21831/jpm.v12i1.73252>
- Crompton, H. (2024). *An analysis of the essential understandings in elementary geometry and a comparison to the common core standards with teaching implications*. 12(2), 258–275.
- Fauzi, I., Chano, J., & Wu, C. C. (2025). *Mathematical Literacy of Indonesian Elementary School Students: A Case Study of Bandung School*. 14(2), 58–72. <https://doi.org/10.5430/jct.v14n2p58>
- Gumus, E., & Bellibas, M. S. (2021). The relationship between the types of professional development activities teachers participate in and their self-efficacy: a multi-country analysis. *European Journal of Teacher Education* 1, 46(1). <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1892639>
- Gusteti, M. U., & Rahmalina, W. (2025). GeoGebra Augmented Reality: An Innovation in Improving Students' Mathematical Problem-Solving Skills To cite this article: GeoGebra Augmented Reality: An Innovation in Improving Students' Mathematical Problem-Solving Skills. *International Journal of*

Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST), 13(3), 584–596.

- Hartono, S., Ramadhona, R., Irawati, S., Frentika, D., Tri, H., & Rizki, N. (2025). *Enhancing Students' van Hiele Geometric Thinking Levels Through the Integration of Geometer's Sketchpad (GSP) in Geometry Learning*. 5(2), 265–278.
- Hord, S. M. (1997). *Professional learning communities: Communities of continuous inquiry and improvement* (ED410659). ERIC.
- Hu, Y., & Zhang, Y. (2025). *A Study on Instructional Design for Geometry Reasoning Ability Based on Van Hiele Theory*. 8, 142–150.
<https://doi.org/10.23977/curtm.2025.080718>
- Hutasuhut, M., Panjaitan, A., Rangkuti, Y., & Hutasuhut, S. (2023). *Development Media Education Based on PBL with the help of Geogebra to Improve Mathematical Creative Thinking Skills of SMK PAB 2 HELVETIA Students*. 2–6.
<https://doi.org/10.4108/eai.1-11-2022.2326173>
- Istiqomah, D., Purwanto, N. A., & Yogyakarta, U. N. (2023). *Teacher Competency Development Through On-The-Job Training: A Case Study At SDIT Lan Tabur Purwodadi*. *Eduvest-Journal of Universal Studies*, 3(9), 1582–1592.
- Juandi, D. (2022). *The description of Indonesian student mathematics literacy in the last decade*. 5(1), 105–110.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2023). *Rapor Pendidikan Indonesia 2023*. Jakarta: Pusat Asesmen Pendidikan
- Kurniawan, A. A., Cahyaningsih, D., Sari, M., Ramadhaniyah, M., Yukans, S. S., Kurniadi, E., & Utari, R. S. (2024). *Motivasi Belajar Siswa Gen-Alpha dalam Pembelajaran Geometri Berbantuan Geogebra*. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(3), 521–532.
<https://doi.org/10.31980/plusminus.v4i3.2418>
- Li, S., Liu, Y., & Su, Y. (2022). *Differential Analysis of Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Abilities According to Teaching Stages and Educational Levels*.
- Marange, I. Y. (2024). *Gender dynamics in GeoGebra integration: In-service mathematics teachers' development*. 20(6).
- Mystakidis, S. (2021). *Deep Meaningful Learning*. 988–997.
- Novita, R., Putra, M., Rosayanti, E., & Fitriati, F. (2018). *Design learning in mathematics education: Engaging early childhood students in geometrical activities to enhance geometry and spatial reasoning*. *The 6th South East Asia Design Research International Conference*.
- Nurhidayah, L., & Suyanto, S. (2021). *Integrated of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) for Pre-Service Science Teachers: Literature Review*. 541(Isse 2020), 98–106.
- Renanda, A., Qohar, A., Chandra, T. D., Matematika, P., Malang, U. N., & Malang, J. S. (2023).

- Analisis Peningkatan Level Berpikir Geometri Mahasiswa Berdasarkan Teori Van Hiele dengan Pendekatan Konstruktivisme.* 6(1), 101–114.
- Rivaldiansyah, M., Akbar, A., & Komalasari, K. (2023). Efektifitas Aplikasi Geogebra Pada Pembelajaran Geometri. *Al-'Adad: Jurnal Tadris Matematika*, 2(1), 93–101. <https://doi.org/10.24260/add.v2i1.1565>
- Thapa, R., Dahal, N., & Pant, B. P. (2022). *GeoGebra Integration in High School Mathematics: An Experiential Exploration on Concepts of Circle.* 14(5), 16–33.
- Uzorka, A., Kalabuki, K., & Odebiyi, O. A. (2024). *The effectiveness of in-service teacher training programs in enhancing teaching quality and student achievement.* 2(3), 1–20.
- Yildiz, E., & Arpacı, I. (2024). *intentions to use GeoGebra: The role of technological pedagogical content knowledge.* 18817–18838.
- Zebua, N. (2025). *Education Transformation: Implementation of Deep Learning in 21st-Century Learning.* 2(2), 146–152.