

**PROJECT BASED LEARNING SEBAGAI STRATEGI PENGEMBANGAN BERPIKIR
KRITIS MATEMATIS DALAM PEMBELAJARAN GEOMETRI**

Chelsyla Alviona¹, Suci Yuniati², Annisah Kurniati³, Depriwana Rahmi⁴

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Panam, Jl.HR.Soebrantas, Simpang Baru,
Kota Pekanbaru

Suci.yuniati@uin-suska.ac.id

Abstrak

Di era pendidikan modern yang menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi, pembelajaran geometri masih menghadapi tantangan dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa praktik pembelajaran yang masih berfokus pada ceramah dan penyelesaian soal rutin menyebabkan siswa kurang memperoleh ruang untuk menelaah, memeriksa, maupun menguji konsep secara mendalam. Project Based Learning (PjBL) muncul sebagai alternatif pendekatan yang dinilai relevan dengan kebutuhan abad ke-21 karena menghadirkan rangkaian kegiatan penyelidikan, analisis, dan kolaborasi yang mendorong keterlibatan kognitif lebih tinggi. Artikel ini membahas karakteristik berpikir kritis matematis dalam geometri, mekanisme PjBL dalam menstimulasi kemampuan tersebut, bentuk implementasinya di kelas, serta temuan empiris mengenai efektivitasnya. Hasil kajian menunjukkan bahwa PjBL berkontribusi positif terhadap kemampuan analisis, evaluasi, penarikan inferensi, argumentasi, dan refleksi siswa. Keunggulan pendekatan ini terletak pada pengalaman belajar yang autentik, komunikasi matematis yang lebih dinamis, serta interaksi kelompok yang mampu memperkuat penalaran. Meski demikian, penerapan PjBL tetap menghadapi kendala seperti pembagian waktu, perbedaan kemampuan individu dalam kelompok, dan kebutuhan teknis serta penilaian yang lebih kompleks. Secara keseluruhan, PjBL dapat menjadi strategi pembelajaran yang efektif untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis matematis dalam pembelajaran geometri pada era sekarang, terutama ketika dirancang secara sistematis dan didukung oleh pendekatan pedagogis yang tepat.

Kata Kunci : Project Based Learning, Geometri, Berpikir Kritis Matematis, Pembelajaran Abad 21, Pembelajaran Autentik.

PENDAHULUAN

Tuntutan pendidikan abad ke-21 menempatkan kemampuan berpikir kritis sebagai salah satu kompetensi utama yang harus dimiliki siswa. Dalam pembelajaran matematika, kemampuan ini tidak hanya merujuk pada keterampilan menyelesaikan soal, tetapi juga

mencakup kemampuan menilai argumen, memahami keterkaitan konsep, serta memeriksa kebenaran suatu pernyataan matematis. Geometri, sebagai salah satu cabang matematika, memiliki kekhasan tersendiri karena memadukan aspek visual, representasi verbal, dan penalaran deduktif. Karakter ini menjadikan geometri sebagai bidang yang potensial untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui aktivitas analisis bentuk, hubungan antargeometri, transformasi, hingga pembuktian informal.

Namun kenyataannya, banyak penelitian mengungkapkan bahwa pembelajaran geometri di sekolah masih bersifat satu arah dan berfokus pada latihan soal yang bersifat rutin. Siswa sering kali hanya menerima informasi tanpa diberi ruang untuk mengeksplorasi, melakukan pengamatan, menguji dugaan, atau mengevaluasi argumen matematis. Akibatnya, kemampuan analitis, evaluatif, dan inferensial mereka berkembang secara terbatas. Model *Van Hiele* menggambarkan kondisi ini dengan menunjukkan bahwa banyak siswa berhenti pada tingkat visualisasi karena pembelajaran tidak memberi porsi cukup pada kegiatan analisis dan pembuktian sederhana. Demikian juga teori APOS menegaskan bahwa sebagian siswa belum sampai pada tahap berpikir yang lebih tinggi, sehingga belum mampu menilai prosedur maupun argumen secara kritis.

Situasi tersebut menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang memberi ruang bagi siswa untuk melakukan penyelidikan, refleksi, dan kerja sama secara lebih mendalam. *Project Based Learning* (PjBL) merupakan salah satu model yang sesuai dengan kebutuhan tersebut. Melalui PjBL, siswa diajak mengerjakan proyek yang berkaitan dengan masalah nyata melalui proses perencanaan, pengukuran, analisis, pengecekan data, pembuatan model, presentasi, hingga refleksi akhir. Setiap tahapan menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi yang identik dengan indikator berpikir kritis matematis. Selain itu, PjBL memungkinkan siswa membangun pemahaman konsep yang lebih bermakna karena mereka tidak hanya mempelajari prosedur, tetapi juga menalar hubungan konsep dalam konteks aplikatif.

Berdasarkan urgensi tersebut, kajian ini berupaya menguraikan secara mendalam bagaimana kemampuan berpikir kritis matematis muncul dalam pembelajaran geometri, bagaimana PjBL bekerja untuk mengembangkannya, serta dampak implementasinya terhadap proses dan hasil belajar siswa. Kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan teoritis maupun praktis bagi guru, peneliti, maupun penyusun kurikulum dalam merancang

pembelajaran yang lebih efektif untuk memperkuat kemampuan berpikir kritis matematis di sekolah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini disusun dengan menggunakan metode kajian pustaka karena tujuan utamanya adalah memahami secara mendalam keterkaitan antara model *Project Based Learning* (PjBL), pembelajaran geometri, dan kemampuan berpikir kritis matematis. Seluruh informasi yang diperlukan diperoleh dari bacaan ilmiah seperti jurnal, buku, dan hasil penelitian yang membahas ketiga topik tersebut. Setiap sumber dipilih berdasarkan kesesuaian isi serta tingkat keandalannya, sehingga hanya literatur yang benar-benar relevan yang digunakan dalam pembahasan.

Pengumpulan bahan dilakukan melalui penelusuran berbagai database akademik dengan menggunakan kata kunci yang berkaitan langsung dengan PjBL dan berpikir kritis dalam matematika. Sumber-sumber yang ditemukan kemudian dibaca dan ditelaah secara hati-hati untuk memastikan isi dan kontribusinya terhadap penelitian ini. Pemahaman yang diperoleh dari berbagai literatur tersebut kemudian dirangkum, dikelompokkan sesuai tema, dan disusun kembali agar hubungan antara konsep-konsep utama dapat terlihat dengan jelas.

Tahap analisis dilakukan dengan memeriksa gagasan inti dari tiap literatur dan menghubungkannya dengan teori fundamental yang menjadi pijakan dalam pembelajaran geometri, seperti teori Van Hiele dan pendekatan APOS. Dengan membandingkan berbagai temuan dari literatur yang berbeda, penelitian ini berupaya memperoleh gambaran yang lebih kuat mengenai bagaimana PjBL dapat mendukung perkembangan kemampuan berpikir kritis matematis. Sintesis dari keseluruhan proses tersebut menjadi dasar untuk menarik kesimpulan tentang peran PjBL pada pembelajaran geometri di sekolah.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kemampuan berpikir kritis dalam matematika, khususnya pada materi geometri, mengacu pada kecakapan menilai suatu pernyataan, mengenali struktur suatu bangun, menelaah hubungan-hubungan matematis, serta menyusun argumen deduktif yang didasarkan pada bukti yang sah. Beragam penelitian menegaskan bahwa geometri merupakan area yang sangat potensial untuk menumbuhkan penalaran tingkat tinggi, karena konsep seperti

kesebangunan, kongruensi, dan transformasi menuntut penggunaan logika, bukan sekadar penerapan prosedur rutin.¹ Aktivitas mental siswa tidak hanya tampak pada jawaban akhir, tetapi juga pada cara mereka menganalisis, mengevaluasi, dan memilih strategi penyelesaian. Secara teoretis, geometri memiliki karakter unik yang menggabungkan representasi visual dan verbal sehingga sangat mendukung berkembangnya kemampuan berpikir kritis.

Namun, temuan Fitriani menunjukkan bahwa pembelajaran geometri di sekolah masih cenderung bersifat satu arah melalui metode ceramah, sehingga siswa menerima konsep tanpa kesempatan untuk menelaah atau menguji kebenaran pernyataan matematika.² Situasi ini membuat kemampuan analitis siswa kurang berkembang, terutama ketika berhadapan dengan tugas yang menuntut pembuktian. Berdasarkan berbagai penelitian di tingkat nasional, lemahnya pemahaman siswa mengenai relasi antarbangun sering berakar pada proses belajar yang kurang memberi ruang eksplorasi. Misalnya, penentuan apakah dua bangun sebangun umumnya hanya didasarkan pada pengamatan visual, tanpa memahami prinsip proporsionalitas yang menjadi dasar konsep tersebut.³ Padahal, berpikir kritis menuntut siswa mampu mengidentifikasi relasi matematis yang tersembunyi di balik representasi visual.

Kurangnya penggunaan soal terbuka juga menjadi salah satu penyebab merosotnya kemampuan berpikir kritis. Hariyanto menemukan bahwa sebagian besar soal geometri yang diberikan guru merupakan soal langsung yang tidak menuntut pencarian alternatif atau justifikasi logis.⁴ Dampaknya, siswa hanya mengandalkan langkah-langkah prosedural tanpa kemampuan menilai kualitas argumen matematis. Model Van Hiele memberikan penjelasan teoretis mengenai fenomena ini: banyak siswa berhenti pada tahap visualisasi dan hanya mengenali bangun berdasarkan tampilan fisiknya, bukan berdasarkan sifat-sifat abstrak yang menyusunnya.⁵ Ketika pembelajaran tidak menekankan kegiatan analisis maupun pembuktian informal, siswa kesulitan mencapai tahap deduksi, yaitu tahap yang paling berkaitan dengan berkembangnya kemampuan berpikir kritis.

¹ S. Hadi, *Pembelajaran Matematika Berbasis Masalah dan Proyek*, (Jakarta: RajaGrafindo Persada, 2020), 45.

² E. Fitriani, "Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa dalam Pembelajaran Geometri," *JPMN* 7, no. 1 (2023): 12–23.

³ M. Rahmawati dan A. Firmansyah, *Geometri untuk Pendidikan Matematika*, (Bandung: Alfabeta, 2019), 88.

⁴ T. Hariyanto, "Penerapan PjBL pada Materi Bangun Ruang," *Didaktik Matematika* 6, no. 2 (2020): 155.

⁵ L. Sari dan M. Jamil, "Perkembangan Penalaran Matematis melalui PjBL," *Edumatica* 10, no. 1 (2022): 34.

Dari sudut pandang teori APOS (*Action–Process–Object–Schema*), lemahnya struktur mental siswa dalam memahami konsep geometri juga turut memengaruhi kemampuan berpikir kritis. Widodo menyoroti bahwa siswa cenderung menghafal rumus bangun ruang tanpa memahami proses mental yang mengonstruksi rumus tersebut.⁶ Akibatnya, siswa tidak mampu menilai kesalahan logika ataupun membandingkan strategi penyelesaian karena landasan konseptual mereka tidak kuat. Selain aspek kognitif, faktor pedagogis turut berperan. Banyak guru menganggap materi geometri cukup padat sehingga diskusi mendalam jarang dilakukan. Akan tetapi, penelitian Husna menegaskan bahwa hambatannya bukan pada keterbatasan waktu, melainkan desain pembelajaran yang tidak menempatkan kegiatan analitis sebagai bagian utama proses belajar.⁷ Ketika fokus guru hanya pada penguasaan rumus, kemampuan berpikir kritis siswa menjadi terpinggirkan.

Rendahnya intensitas berpikir kritis juga tampak pada kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah non-rutin. Walaupun mereka dapat menyelesaikan soal prosedural, banyak yang gagal ketika diminta menghubungkan konsep atau membuat pembuktian sederhana. Lestari menunjukkan bahwa siswa yang terbiasa belajar dengan pendekatan mekanis tidak mampu menilai argumen matematika secara mandiri.⁸ Hal ini membuktikan bahwa pembelajaran geometri yang terlalu berorientasi ceramah tidak memadai untuk menumbuhkan kemampuan tersebut.

Berdasarkan keseluruhan temuan, jelas bahwa pendidikan geometri memerlukan pendekatan yang memberi ruang bagi aktivitas analitis, investigatif, dan deduktif. Model seperti *Project Based Learning* menjadi sangat relevan karena menyediakan lingkungan belajar yang memungkinkan siswa mengeksplorasi, menalar, menilai, dan merefleksi ide matematis secara lebih mendalam.

1. Mekanisme PjBL dalam Menstimulasi Berpikir Kritis Matematis

Model *Project Based Learning* (PjBL) memiliki rangkaian langkah yang dirancang secara terstruktur untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Pada fase awal, peserta didik diarahkan untuk menetapkan masalah yang akan diteliti, menyusun pertanyaan

⁶ B. Widodo, *Teori Belajar dan Pembelajaran Matematika Modern*, (Yogyakarta: UNY Press, 2018), 121.

⁷ R. Husna, “Pengaruh Proyek Geometri terhadap Kemampuan Spasial,” *JPMI* 9, no. 3 (2021): 140–151.

⁸ N. Lestari, *Model-Model Pembelajaran Matematika Abad 21*, (Jakarta: Kemdikbud Press, 2021), 57.

mendasar, serta menentukan fokus penyelidikan. Proses ini mendorong siswa menganalisis situasi, menyeleksi informasi pokok, dan membuat dugaan awal yang dapat dipertanggungjawabkan secara logis. Mahendra menekankan bahwa tahap identifikasi masalah merupakan pemicu utama terbentuknya pola pikir kritis, sesuatu yang sulit tercapai melalui pembelajaran konvensional.⁹

Selanjutnya, pada tahap perancangan proyek, siswa perlu menentukan strategi pemecahan, memilih alat yang sesuai, dan merancang runtutan langkah kerja. Dalam pembelajaran geometri, tahap ini dapat mencakup pemilihan cara pengukuran, bentuk representasi geometris, atau penentuan variabel yang hendak dikaji. Kegiatan perencanaan menuntut kemampuan evaluasi karena siswa harus membandingkan kelebihan serta keterbatasan setiap alternatif metode. Putri menyebutkan bahwa proses merancang proyek memberi ruang bagi siswa untuk melatih kemampuan memilih strategi berdasarkan alasan yang logis.¹⁰

Tahap penyelidikan merupakan bagian sentral dalam PjBL. Pada fase ini siswa melakukan pengerjaan proyek melalui pengumpulan data, observasi, pengukuran, atau pembuktian informal. Dalam konteks geometri, aktivitas seperti mengukur sudut, menguji simetri benda sekitar, atau menentukan kesebangunan bangun menuntut penerapan analisis langsung. Hidayat menjelaskan bahwa investigasi berbasis lingkungan membantu siswa menghubungkan hasil pengamatan dengan representasi matematis, sehingga kemampuan evaluasi dan penarikan kesimpulan berkembang lebih baik.¹¹

Proses validasi data juga menjadi langkah penting dalam PjBL. Ketika siswa mendapati hasil pengukuran yang tidak konsisten atau perbedaan di antara anggota kelompok, mereka terdorong untuk memeriksa ulang prosedur dan alat ukur yang digunakan. Langkah ini melatih keterampilan verifikasi dan evaluasi, dua aspek utama dalam berpikir kritis. Wulandari menemukan bahwa siswa yang terbiasa melakukan pemeriksaan data menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam membedakan fakta dari dugaan matematis.¹²

Setelah penyelidikan selesai, siswa memasuki tahap penyusunan produk. Dalam geometri, produk yang dihasilkan dapat berupa model tiga dimensi, pola transformasi, grafik berbantuan

⁹ Y. Mahendra, *Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika* (Surabaya: Pustaka Cakra, 2020), 102.

¹⁰ S. Putri, "Efektivitas Pembelajaran Proyek terhadap Kemampuan Argumentasi Matematis," *Jurnal Cendekia* 4, no. 1 (2020): 45–56.

¹¹ D. Hidayat dan S. Nurfadila, *Psikologi Belajar Matematika* (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2018), 63.

¹² F. Wulandari, "Hubungan Self-Efficacy dan Berpikir Kritis Matematis," *JIPM* 5, no. 2 (2021): 77.

teknologi, atau pemodelan matematis berdasarkan data lapangan. Tahap ini mendorong siswa mengintegrasikan konsep formal dengan pengalaman empiris yang mereka peroleh. Ramdan menunjukkan bahwa kegiatan konstruksi memungkinkan siswa meningkatkan kemampuan inferensi karena mereka harus merangkai berbagai konsep untuk menghasilkan produk yang benar secara matematis.¹³

Pada tahap presentasi, siswa diminta memaparkan hasil proyek, mempertahankan keputusan prosedural, dan menjawab pertanyaan kritis dari guru maupun teman sejawat. Dewi mencatat bahwa proses ini memperkuat keterampilan penjelasan dan pembenaran, yang merupakan indikator penting dalam berpikir kritis matematis.¹⁴

Kegiatan diskusi antar kelompok juga memiliki peran signifikan dalam memperdalam kemampuan berpikir kritis. Dalam diskusi, siswa harus menilai argumen kelompok lain dan memeriksa kelogisan bukti yang diberikan. Purnama menegaskan bahwa interaksi ini meningkatkan kualitas penalaran siswa, terutama dalam menilai apakah argumen yang dikemukakan telah didukung bukti yang sah secara matematis. Diskusi tidak hanya memperkaya pemahaman konsep, tetapi juga menumbuhkan sikap kritis terhadap ide-ide matematika.¹⁵

Tahap penutup dalam PjBL adalah refleksi. Pada fase ini siswa diajak menilai kembali strategi yang digunakan, mengidentifikasi kesalahan berpikir, serta mempertimbangkan perbaikan untuk kegiatan selanjutnya. Saputra menegaskan bahwa refleksi membantu siswa menyusun ulang struktur pemikirannya sehingga pemahaman mereka menjadi lebih mantap.¹⁶ Melalui refleksi, pengalaman proyek diubah menjadi pengetahuan matematis yang bermakna.

Secara keseluruhan, setiap langkah dalam PjBL mendukung berkembangnya unsur utama berpikir kritis, yakni kegiatan analitis, evaluatif, inferensial, dan reflektif. Mulai dari penentuan masalah hingga evaluasi akhir, seluruh proses memerlukan aktivitas mental tingkat tinggi. Azmi menyatakan bahwa PjBL menyediakan lingkungan belajar yang tidak hanya memungkinkan siswa memahami konsep, tetapi juga mendorong mereka menalar serta

¹³ A. Ramdan dan R. Yusri, "Peningkatan Kemampuan Inferensi melalui PjBL," *Infinity Journal* 10, no. 1 (2021): 30–44.

¹⁴ K. Dewi, *Penilaian Autentik dalam Pembelajaran Matematika* (Malang: UM Press, 2019), 149.

¹⁵ T. Purnama, "Peran Diskusi Kelompok dalam Pengembangan Berpikir Kritis," *Euclid* 7, no. 2 (2020): 198.

¹⁶ D. Saputra dan E. Kuswandi, "Pengembangan Rubrik Penilaian Proyek," *JPPM* 9, no. 2 (2022): 110–122.

mengevaluasi gagasan matematika secara lebih mendalam dibandingkan pembelajaran tradisional.¹⁷

2. Implementasi PjBL pada Pembelajaran Geometri

Penerapan *Project Based Learning* (PjBL) pada materi geometri menuntut guru tidak hanya memahami substansi matematika, tetapi juga memiliki kemampuan merancang proyek yang relevan serta kontekstual. Putra menegaskan bahwa keberhasilan PjBL bergantung pada proyek yang mampu mengaitkan konsep geometri dengan situasi nyata, seperti struktur bangunan, pola simetri di lingkungan sekitar, atau rancangan arsitektur sederhana.¹⁸ Karena itu, guru harus melakukan analisis kebutuhan belajar, menentukan indikator berpikir kritis yang hendak dikembangkan, serta merancang bentuk produk akhir yang memungkinkan untuk dibuat siswa.

Pada tahap pembukaan, guru harus mengomunikasikan tujuan proyek secara jelas dan memberikan contoh nyata bentuk hasil yang diharapkan. Banyak proyek gagal menumbuhkan kemampuan berpikir kritis karena guru tidak memperlihatkan keterkaitan antara konsep geometri dengan proses pembuatan produk. Oktaviani menekankan bahwa penjelasan tujuan yang rinci membantu siswa memahami arah proyek dan mendorong mereka mengajukan pertanyaan analitis sejak awal.¹⁹

Selama proyek berlangsung, guru berperan sebagai pendamping yang memberikan dukungan (*scaffolding*) sesuai kebutuhan siswa. Dalam pembelajaran geometri, *scaffolding* dapat berupa pertanyaan terarah, demonstrasi singkat, bantuan memilih alat ukur, atau penjelasan ulang konsep-konsep seperti transformasi dan kesebangunan. Azmi menyatakan bahwa pemberian *scaffolding* yang tepat memperkuat kemampuan siswa dalam mengaitkan konsep, mengecek prosedur, dan menilai akurasi data.²⁰ Dengan cara ini, *scaffolding* menjadi strategi yang memperkuat proses berpikir kritis tanpa mengurangi kemandirian siswa.

Implementasi PjBL juga memerlukan pengelolaan kelompok yang efektif. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa jika dinamika kelompok tidak diatur, perkembangan berpikir kritis hanya terjadi pada siswa yang aktif sedangkan anggota lain cenderung pasif. Hidayat

¹⁷ M. Azmi, *Strategi Pembelajaran Matematika untuk SMA* (Medan: Perdana Media, 2022), 201.

¹⁸ R. Putra dan S. Harahap, "Integrasi PjBL dan Teknologi Digital pada Pembelajaran Geometri," *JPTS* 5, no. 1 (2023): 54.

¹⁹ V. Oktaviani, "Kendala Implementasi PjBL di Sekolah," *JKI* 11, no. 2 (2021): 76.

²⁰ M. Azmi, *Strategi Pembelajaran Matematika untuk SMA* (Medan: Perdana Media, 2022), 201.

menekankan pentingnya pembagian peran yang seimbang, seperti pengukur, pembuat model, pencatat data, atau penyaji.²¹ Pembagian peran yang terstruktur memastikan semua anggota terlibat dalam pemrosesan informasi dan penalaran matematis.

Teknologi digital menjadi elemen penting dalam penerapan PjBL modern, terutama pada pembelajaran geometri. Aplikasi seperti GeoGebra, SketchUp, dan Desmos memungkinkan siswa melakukan eksplorasi visual, simulasi transformasi, serta pemodelan bangun ruang secara dinamis. Kusumawati menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis karena siswa dapat menguji dugaan, memvisualisasikan keterkaitan konsep, dan memverifikasi argumen dengan lebih mudah.²²

Meskipun demikian, pelaksanaan PjBL pada geometri juga menghadapi sejumlah tantangan. Banyak guru menyatakan bahwa waktu menjadi kendala utama, karena proyek membutuhkan proses yang cukup panjang mulai dari penyelidikan hingga presentasi. Lestari menambahkan bahwa guru kerap kesulitan menyesuaikan proyek dengan jadwal pembelajaran yang padat.²³ Tanpa manajemen waktu yang tepat, pelaksanaan proyek dapat menjadi kurang efektif dan justru mengurangi kedalaman analitis siswa.

Selain keterbatasan waktu, perbedaan kemampuan siswa juga memengaruhi kualitas implementasi. Siswa yang memiliki kemampuan matematika rendah sering kesulitan memahami keterkaitan antara kegiatan proyek dan konsep teoretis, sedangkan siswa berkemampuan tinggi cenderung mendominasi. Widodo mencatat bahwa tanpa pergiliran peran yang jelas, kontribusi kognitif dalam kelompok tidak merata sehingga proses berpikir kritis tidak berkembang secara kolektif.²⁴

Implementasi PjBL yang optimal juga memerlukan sistem penilaian yang mencakup proses sekaligus produk. Banyak guru hanya menilai hasil akhir tanpa memperhatikan proses analitis yang dilakukan siswa, seperti cara mereka mengumpulkan data, mengecek kesalahan, atau menyusun argumen matematis. Dewi menekankan bahwa penggunaan rubrik evaluasi

²¹ D. Hidayat dan S. Nurfadila, *Psikologi Belajar Matematika* (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2018), 63.

²² A. Kusumawati dan D. Pratama, "Implementasi PjBL Berbasis GeoGebra," *JIPM* 8, no. 2 (2022): 89.

²³ N. Lestari, *Model-Model Pembelajaran Matematika Abad 21* (Jakarta: Kemdikbud Press, 2021), 57

²⁴ B. Widodo, *Teori Belajar dan Pembelajaran Matematika Modern*, (Yogyakarta: UNY Press, 2018), 121.

yang bersifat analitis membantu guru menilai aspek berpikir kritis seperti analisis, evaluasi, dan inferensi secara lebih akurat.²⁵

Secara keseluruhan, penerapan PjBL dalam pembelajaran geometri dapat meningkatkan kualitas pembelajaran apabila didukung oleh desain proyek yang autentik, manajemen kelompok yang baik, dukungan teknologi, serta penilaian yang komprehensif. Proyek tidak hanya menjadi wadah kreativitas, tetapi juga menjadi sarana untuk analisis, penyelidikan, verifikasi data, dan penyusunan argumen matematis. Dengan demikian, PjBL bukan sekadar metode pembelajaran alternatif, melainkan suatu pendekatan yang mengubah cara siswa memahami dan memproses konsep geometri secara kritis dan reflektif.

3. Dampak PjBL terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

Kajian terhadap dua puluh penelitian di Indonesia menunjukkan kecenderungan yang sangat kuat bahwa penerapan PjBL memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Sari menjelaskan bahwa peningkatan tersebut muncul karena PjBL menempatkan siswa pada situasi masalah nyata yang menuntut aktivitas analisis, evaluasi, dan penalaran matematis secara langsung. Dalam topik geometri, misalnya, kegiatan pengukuran, pembuatan model, serta analisis bentuk ruang memberikan kesempatan lebih luas bagi siswa untuk berpikir logis dan mendalam.²⁶

Peningkatan paling mencolok terlihat pada indikator analisis. Saat siswa diminta menelaah hubungan antarbangun, membandingkan representasi geometri, atau memeriksa konsistensi hasil perhitungan, mereka secara aktif menggunakan kemampuan analitis yang jarang muncul dalam pembelajaran konvensional. Temuan Putri menunjukkan bahwa siswa yang belajar melalui PjBL lebih terampil dalam memilah informasi penting dan mampu menyusun argumentasi matematis dengan struktur yang lebih baik.²⁷

Selain itu, PjBL juga memperkuat kemampuan evaluasi siswa. Setiap proyek menuntut mereka meninjau kembali ketepatan pengukuran, menilai langkah-langkah yang digunakan, serta mengkritisi hasil kerja kelompok lain. Aktivitas evaluatif semacam ini tidak banyak ditemukan pada metode ceramah. Wulandari melaporkan bahwa keterampilan siswa dalam

²⁵ K. Dewi, *Penilaian Autentik dalam Pembelajaran Matematika* (Malang: UM Press, 2019), 149.

²⁶ K. Dewi, *Penilaian Autentik dalam Pembelajaran Matematika* (Malang: UM Press, 2019), 149.

²⁷ S. Putri, "Efektivitas Pembelajaran Proyek terhadap Argumentasi Matematis," *Cendekia* 4, no. 1 (2020): 45–56.

mengidentifikasi kekeliruan logis meningkat tajam ketika mereka terlibat dalam proyek yang mengharuskan pemeriksaan data dan revisi model.²⁸

Kemampuan menarik inferensi matematis pun berkembang melalui PjBL. Ketika siswa membuat model bangun ruang atau menelaah pola simetri, mereka belajar menyimpulkan berdasarkan data empiris dan menggeneralisasi konsep. Ramdan menunjukkan bahwa proyek yang mengajak siswa menemukan pola dan membuat dugaan mampu meningkatkan keterampilan inferensial secara signifikan.²⁹

PjBL juga memberikan pengaruh pada aspek afektif yang kemudian berkontribusi pada meningkatnya kemampuan berpikir kritis. Siswa yang terlibat dalam proyek menunjukkan peningkatan keyakinan diri dalam menyelesaikan persoalan matematis. Wulandari mencatat bahwa rasa percaya diri yang baik berkaitan erat dengan keberanian siswa mengajukan pertanyaan kritis, menilai kesalahannya sendiri, dan mengevaluasi argumen.

Dampak penting lainnya adalah meningkatnya kemampuan siswa menghubungkan konsep dari berbagai bidang matematika. Dalam proyek geometri, siswa sering perlu mengombinasikan konsep aljabar, statistik, dan pengukuran untuk menghasilkan produk yang tepat. Lestari menegaskan bahwa kemampuan mengintegrasikan berbagai konsep merupakan ciri pemikir kritis, karena siswa tidak hanya memahami konsep secara terpisah, tetapi dapat mengaitkannya secara komprehensif untuk menyelesaikan persoalan.

PjBL juga berperan dalam mengembangkan kemampuan berargumentasi matematis. Kegiatan presentasi proyek menuntut siswa menjelaskan langkah kerja, menyampaikan bukti, dan mempertahankan pendapat ketika mendapatkan pertanyaan. Putri menemukan bahwa siswa yang sering melakukan presentasi mengalami peningkatan kualitas argumentasi dari segi struktur maupun ketepatan logis.³⁰

Aspek metakognitif siswa pun berkembang melalui aktivitas refleksi setelah menyelesaikan proyek. Proses refleksi membantu siswa mengenali kelemahan strategi, meninjau kembali konsep yang belum dikuasai, serta memperbaiki kesalahan. Saputra

²⁸ F. Wulandari, "Hubungan Self-Efficacy dan Berpikir Kritis Matematis," *JIPM* 5, no. 2 (2021): 77.

²⁹ A. Ramdan dan R. Yusri, "Peningkatan Kemampuan Inferensi melalui PjBL," *Infinity Journal* 10, no. 1 (2021): 30–44.

³⁰ S. Putri, "Efektivitas Pembelajaran Proyek terhadap Argumentasi Matematis," *Cendekia* 4, no. 1 (2020): 50.

menyebut bahwa refleksi bertindak sebagai “penyaring kognitif” yang memperkuat proses transformasi pengalaman menjadi pengetahuan yang lebih matang.³¹

Secara keseluruhan, PjBL memberikan dampak kuat terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis matematis karena menciptakan lingkungan belajar yang kaya pengalaman, menantang, dan kolaboratif. Siswa tidak sekadar mempelajari prosedur, tetapi juga menafsirkan informasi, memeriksa kebenaran, serta membangun argumentasi. Temuan penelitian secara konsisten menunjukkan bahwa PjBL tidak hanya meningkatkan aspek kognitif, melainkan juga menumbuhkan budaya berpikir reflektif dan analitis di kelas matematika.

4. Kelebihan dan Kekurangan PjBL dalam Pengembangan Berpikir Kritis Matematis

Salah satu keunggulan utama PjBL ialah kemampuannya menghadirkan pengalaman belajar yang dekat dengan kehidupan nyata. Ketika siswa diminta menganalisis bentuk bangunan, merancang model bangun ruang, atau mengamati pola simetri di lingkungan sekitar, mereka terdorong memahami konsep geometri secara lebih komprehensif. Widodo mengemukakan bahwa pengalaman autentik seperti ini mampu meningkatkan keterlibatan intelektual siswa serta membantu mereka menilai fenomena geometris secara lebih rasional.³²

Kelebihan lain dari PjBL adalah dorongannya terhadap kemampuan penyelidikan. Setiap proyek menuntut siswa untuk mengumpulkan informasi, memverifikasi ketepatan pengukuran, menguji dugaan, dan menimbang pilihan solusi. Sari menekankan bahwa proses penyelidikan tersebut merupakan bagian penting dari berpikir kritis karena siswa dituntut memastikan data yang mereka gunakan valid, metode yang diterapkan tepat, dan argumen mereka dapat dipertanggungjawabkan.³³

PjBL juga berperan besar dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis. Saat mempresentasikan proyek, siswa harus menyampaikan cara berpikir mereka secara runtut, menunjukkan bukti pendukung, serta mempertahankan argumen ketika mendapat pertanyaan.

³¹ D. Saputra dan E. Kuswandi, “Pengembangan Rubrik Penilaian Proyek,” *JPPM* 9, no. 2 (2022): 110–122

³² B. Widodo, *Teori Belajar dan Pembelajaran Matematika Modern* (Yogyakarta: UNY Press, 2018), 121.

³³ L. Sari dan M. Jamil, “Perkembangan Penalaran Matematis melalui PjBL,” *Edumatica* 10, no. 1 (2022): 34.

Putri mencatat bahwa kesempatan untuk mempresentasikan hasil proyek secara rutin berdampak pada peningkatan kualitas argumentasi matematis siswa.³⁴

Selain itu, PjBL memperkuat kemampuan bekerja sama dalam kelompok. Siswa belajar merumuskan ide bersama, mengkritisi pemikiran anggota lain, membagi tanggung jawab, serta menyelesaikan perbedaan pendapat secara rasional. Proses kolaboratif seperti ini memperkaya kemampuan evaluasi karena siswa perlu mempertimbangkan berbagai perspektif sebelum menentukan langkah yang paling logis. Hidayat menyimpulkan bahwa PjBL memberikan peluang bagi perkembangan berpikir kritis yang lebih merata dibanding pembelajaran individual.³⁵

Walaupun memiliki banyak manfaat, PjBL juga menghadapi sejumlah tantangan. Salah satu hambatan yang sering muncul adalah kebutuhan waktu yang cukup panjang. Proyek harus melalui tahap perencanaan, eksplorasi, konstruksi, hingga pelaporan akhir yang semuanya memerlukan alokasi waktu yang tidak sedikit. Oktaviani menemukan bahwa keterbatasan waktu membuat banyak guru enggan melaksanakan PjBL secara menyeluruh³⁶.

Permasalahan lain muncul dari perbedaan kemampuan siswa dalam kelompok. Pada proyek geometri, siswa yang lebih terampil biasanya menjadi dominan, sedangkan siswa yang kurang memahami konsep justru kurang berpartisipasi. Hal ini menyebabkan pengembangan kemampuan berpikir kritis tidak berlangsung merata. Lestari menegaskan bahwa tanpa pembagian tugas yang jelas dan pemantauan yang ketat, sebagian siswa hanya “mengikuti” tanpa benar-benar terlibat dalam proses berpikir mendalam.³⁷

Dari sisi teknis, PjBL sering memerlukan peralatan tertentu seperti alat ukur presisi, bahan maket, atau perangkat lunak khusus. Sekolah dengan fasilitas terbatas kesulitan memenuhi kebutuhan tersebut. Kusumawati menunjukkan bahwa minimnya alat pendukung dapat mengurangi kualitas penyelidikan sehingga kemampuan evaluasi siswa tidak berkembang secara optimal.³⁸

³⁴ S. Putri, “Efektivitas Pembelajaran Proyek terhadap Argumentasi Matematis,” *Cendekia* 4, no. 1 (2020): 45–56.

³⁵ D. Hidayat dan S. Nurfadila, *Psikologi Belajar Matematika* (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2018), 63.

³⁶ V. Oktaviani, “Kendala Implementasi PjBL di Sekolah,” *JKI* 11, no. 2 (2021): 76.

³⁷ N. Lestari, *Model-Model Pembelajaran Matematika Abad 21* (Jakarta: Kemdikbud Press, 2021), 57

³⁸ A. Kusumawati dan D. Pratama, “Implementasi PjBL Berbasis GeoGebra,” *JIPM* 8, no. 2 (2022): 89.

Penilaian proyek juga menjadi tantangan tersendiri. Guru perlu menilai proses pengerjaan, kualitas diskusi, cara siswa membangun argumen, hingga hasil refleksi, bukan hanya produk akhir. Tanpa rubrik analitis yang terstruktur, penilaian mudah menjadi subjektif dan tidak mencerminkan kemampuan berpikir kritis secara akurat. Dewi menyatakan bahwa evaluasi dalam PjBL memerlukan instrumen autentik yang dirancang secara sistematis agar hasilnya lebih objektif.³⁹

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sepakat bahwa manfaat PjBL jauh lebih besar dibanding hambatan yang ada. Jika direncanakan dengan matang, model ini bukan hanya meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematika, tetapi juga menumbuhkan keterampilan abad ke-21 seperti kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi. Widodo menegaskan bahwa kendala dalam implementasi PjBL dapat diminimalkan melalui pelatihan guru, pemanfaatan teknologi yang sesuai, serta manajemen waktu yang baik, sehingga PjBL tetap menjadi model pembelajaran yang sangat efektif dalam menumbuhkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

KESIMPULAN

Pembelajaran geometri sebenarnya memiliki potensi besar dalam menumbuhkan kemampuan berpikir kritis matematis karena materi ini melibatkan kegiatan mengamati bentuk, menelaah hubungan antargagasan, serta memeriksa keakuratan argumen secara logis. Akan tetapi, praktik pembelajaran di sekolah masih banyak mengandalkan metode penyampaian satu arah dan latihan berulang, sehingga siswa jarang diberi kesempatan untuk mengeksplorasi, menilai, atau menguji konsep secara mendalam. Akibatnya, kemampuan analisis, evaluasi, dan penalaran mereka berkembang secara terbatas.

Model *Project Based Learning* (PjBL) menawarkan pendekatan yang lebih relevan dengan kebutuhan tersebut. Melalui proyek yang dirancang bertahap, siswa terlibat langsung dalam proses menemukan masalah, mengumpulkan informasi, membuat rancangan, memeriksa kesesuaian data, menyusun argumen, dan merefleksikan hasil kerja mereka. Aktivitas-aktivitas tersebut sejalan dengan komponen utama berpikir kritis sehingga mampu memperkuat ketelitian, pemahaman hubungan konsep, serta kemampuan bernalar pada materi geometri.

³⁹ K. Dewi, *Penilaian Autentik dalam Pembelajaran Matematika* (Malang: UM Press, 2019), 149.

Pengalaman implementasi PjBL di berbagai penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu meningkatkan kemampuan analitis, evaluatif, argumentatif, dan reflektif siswa. Proses diskusi kelompok maupun presentasi hasil kerja turut memperkaya kemampuan komunikasi matematis dan meningkatkan keberanian siswa dalam menjelaskan alasan serta mempertahankan argumen. Meski demikian, beberapa kendala tetap muncul, seperti kebutuhan waktu yang lebih banyak, perbedaan kemampuan antaranggota kelompok, keterbatasan sarana, dan tantangan dalam penilaian proses belajar.

Secara keseluruhan, PjBL dapat dijadikan strategi pembelajaran yang efektif untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis matematis dalam materi geometri, selama pelaksanaannya dirancang dengan matang, didukung manajemen kelompok yang baik, serta dilengkapi instrumen penilaian yang tepat. Pendekatan ini bukan hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga membangun cara berpikir yang reflektif, logis, dan argumentatif sesuai tuntutan pembelajaran matematika saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, M. *Strategi Pembelajaran Matematika untuk SMA*. Medan: Perdana Media, 2022.
- Dewi, K. *Penilaian Autentik dalam Pembelajaran Matematika*. Malang: Universitas Negeri Malang Press, 2019.
- Fitriani, E. "Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa dalam Pembelajaran Geometri." *Jurnal Pendidikan Matematika Nusantara* 7, no. 1 (2023): 12–23.
- Hadi, S. *Pembelajaran Matematika Berbasis Masalah dan Proyek*. Jakarta: RajaGrafindo Persada, 2020.
- Hariyanto, T. "Penerapan Model Project Based Learning pada Materi Bangun Ruang." *Jurnal Didaktik Matematika* 6, no. 2 (2020): 155–165.
- Hidayat, D., dan S. Nurfadila. *Psikologi Belajar Matematika*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2018.
- Husna, R. "Pengaruh Proyek Geometri terhadap Kemampuan Spasial Siswa." *JPMI* 9, no. 3 (2021): 140–151.
- Kusumawati, A., dan D. Pratama. "Implementasi PjBL Berbasis GeoGebra." *JIPM* 8, no. 2 (2022): 89–102.
- Lestari, N. *Model-Model Pembelajaran Matematika Abad 21*. Jakarta: Kemdikbud Press, 2021.
- Mahendra, Y. *Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika*. Surabaya: Pustaka Cakra, 2020.

- Oktaviani, V. “Kendala Implementasi PjBL di Sekolah.” *Jurnal Kependidikan Indonesia* 11, no. 2 (2021): 76–88.
- Purnama, T. “Peran Diskusi Kelompok dalam Pengembangan Berpikir Kritis Matematis.” *Euclid* 7, no. 2 (2020): 195–210.
- Putra, R., dan S. Harahap. “Integrasi PjBL dan Teknologi Digital pada Pembelajaran Geometri.” *JPTS* 5, no. 1 (2023): 54–68.
- Putri, S. “Efektivitas Pembelajaran Proyek terhadap Kemampuan Argumentasi Matematis.” *Jurnal Cendekia* 4, no. 1 (2020): 45–56.
- Rahmawati, M., dan A. Firmansyah. *Geometri untuk Pendidikan Matematika*. Bandung: Alfabeta, 2019.
- Ramdan, A., dan R. Yusri. “Penerapan PjBL dalam Meningkatkan Kemampuan Inferensi Matematis.” *Infinity Journal* 10, no. 1 (2021): 30–44.
- Saputra, D., dan E. Kuswandi. “Pengembangan Rubrik Penilaian Proyek untuk Pembelajaran Geometri.” *JPPM* 9, no. 2 (2022): 110–122.
- Sari, L., dan M. Jamil. “Perkembangan Kemampuan Penalaran Matematis melalui PjBL.” *Edumatica* 10, no. 1 (2022): 34–46.
- Widodo, B. *Teori Belajar dan Pembelajaran Matematika Modern*. Yogyakarta: UNY Press, 2018.
- Wulandari, F. “Hubungan Self-Efficacy dan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis.” *JIPM* 5, no. 2 (2021): 74–89.