

## PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS PROJECT BASED LEARNING UNTUK MEMFASILITASI KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS PESERTA DIDIK

Ferdiyanti<sup>1\*</sup>, Ramon Muhandaz<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi S1 Pendidikan Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

email : [1\\*ferdiyantihb@gmail.com](mailto:1*ferdiyantihb@gmail.com) [2\\*ramon.muhan@uin-suska.ac.id](mailto:2*ramon.muhan@uin-suska.ac.id)

\* Korespondensi penulis

### Abstrak

Rendahnya performa peserta didik pada asesmen nasional maupun internasional menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis masih perlu ditingkatkan melalui perangkat pembelajaran yang tepat. Sejalan dengan itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul ajar dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) guna memfasilitasi kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik SMP/MTs. Pengembangan perangkat dilakukan melalui desain penelitian *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE. Subjek penelitian terdiri atas peserta didik kelas VII.2 dan VII.3 SMP Al-Faruqi serta dua kelompok validator yang mencakup ahli materi dan ahli teknologi pendidikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kriteria Sangat Valid dengan nilai indeks validitas 0,82, serta tergolong Sangat Praktis berdasarkan hasil uji coba, yaitu 89% pada kelompok kecil dan 91% pada kelompok besar. Selain itu, perangkat ini terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis, ditunjukkan oleh perbedaan signifikan antara rerata nilai posttest kelompok eksperimen (71,79) dan kelompok kontrol (54,28). Dengan demikian, perangkat pembelajaran berbasis PjBL yang dikembangkan layak digunakan untuk mendukung pembelajaran matematika selaras dengan Kurikulum Merdeka.

**Kata kunci :** Kemampuan Berpikir Kritis, Perangkat Pembelajaran, Matematika, Project-Based Learning, LKPD

### Abstract

The low performance of students in national and international assessments indicates that their mathematical critical thinking skills still need to be strengthened through appropriate learning instruments. Therefore, the present study aims to develop teaching modules and student worksheets (LKPD) based on Project-Based Learning (PjBL) model to facilitate the enhancement of mathematical critical thinking skills among junior high school students. The development process employed a Research and Development (R&D) design using the ADDIE model. The research subjects consisted of students from classes VII.2 and VII.3 at Al-Faruqi Junior High School, along with two groups of validators, namely material experts and educational technology experts. The findings reveal that the developed learning tools meet the criteria of being Highly Valid, with a validity index of 0.82, and are categorized as Highly Practical based on trial results; 89% in the small-group trial and 91% in the large-group trial. Furthermore, the instruments were proven effective in improving students' mathematical critical thinking skills, as evidenced by a significant difference between the mean posttest scores of the experimental group (71.79) and the control group (54.28). Therefore, the PjBL-based learning instruments developed in this study are deemed suitable for supporting mathematics learning in alignment with the Merdeka Curriculum.

**Keywords :** Critical Thinking Skills, Learning Instruments, Mathematics, Project-Based Learning, Student Worksheet (LKPD)

Cara menulis sitasi : Ferdiyanti., & Muhandaz, R (2020). Desain Perangkat Pembelajaran Berbasis Project Based Learning Sebagai Upaya Penguatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, 9(3), 381-390.

## PENDAHULUAN

Keaktifan belajar peserta didik dalam pembelajaran matematika merupakan faktor utama yang memengaruhi hasil belajar. Untuk meningkatkan keaktifan itu, pendidik perlu memanfaatkan perangkat pembelajaran yang selaras dengan kurikulum dan dirancang untuk mendukung keterlibatan peserta didik. Perangkat pembelajaran berfungsi sebagai sumber utama yang dipelajari, dianalisis, dipahami, sekaligus sebagai panduan dalam aktivitas pembelajaran (Fartina, 2024). Pengembangan perangkat pembelajaran berkontribusi besar pada pencapaian tujuan pembelajaran serta kompetensi yang diharapkan sesudah mempelajari suatu topik, terutama pada mata pelajaran universal seperti matematika. Dengan perangkat yang tepat, minat peserta didik pada materi baru bisa mengalami kenaikan sehingga proses pemahaman menjadi lebih mudah (Ayu, 2023). Sebagai alternatif, keaktifan dan minat belajar peserta didik bisa meningkat dengan melakukan pengembangan pada perangkat pembelajaran.

Pendidikan pada hakikatnya bertujuan mengarahkan potensi individu agar berkembang secara optimal. Untuk mencapai tujuan itu, diperlukan kurikulum yang mempermudah aktivitas pembelajaran dan berorientasi pada kebutuhan peserta didik (Pawestri et al., 2020). Kurikulum Merdeka hadir sebagai jawaban pada kebutuhan ini dengan menekankan kebebasan belajar dan penguatan karakter Profil Pelajar Pancasila. Terkait dengan hal itu, pendidik dituntut untuk menciptakan perangkat pembelajaran yang inovatif, adaptif, dan relevan dengan tuntutan kurikulum itu guna meningkatkan pemahaman, keterampilan berpikir kritis, serta menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan.

Data PISA (2022) memperlihatkan bahwasanya skor matematika Indonesia hanya mencapai 366, jauh di bawah rerata OECD sebanyak 472, dengan posisi peringkat 63 dari 81 negara. Di lain sisi, hasil TIMSS dan Asesmen Nasional Berbasis Komputer (ANBK) tahun 2023 memperlihatkan bahwasanya mayoritas peserta didik SMP masih berada pada level dasar literasi numerasi hanya bisa menyelesaikan soal rutin, tetapi kesulitan dalam menyelesaikan soal nonrutin yang membutuhkan penalaran kritis. Fakta ini menegaskan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik belum sepenuhnya bisa didukung oleh perangkat pembelajaran yang dipakai.

Setiap peserta didik mempunyai potensi yang berbeda-beda dalam hal bakat, minat, dan kebutuhan. Aktivitas pembelajaran yang efektif harus memperhatikan keberagaman karakteristik itu. Pendidik perlu memahami gaya belajar, kecerdasan, dan karakter peserta didik agar bisa merancang strategi pembelajaran yang tepat (Layyina et al., 2024). Terkait dengan hal itu, peran sebagai pengajar tidak hanya dimainkan oleh guru, tetapi juga sebagai fasilitator yang membantu peserta didik berkembang selaras dengan keunikannya melalui sejumlah media seperti gambar, aktivitas interaktif, ataupun pengalaman belajar kontekstual.

Perangkat pembelajaran yang memuat modul ajar dan LKPD berperan penting dalam mengarahkan aktivitas pembelajaran agar mencapai kompetensi yang diharapkan. Modul ajar merupakan perangkat belajar mandiri yang dirangkai secara sistematis dengan mencantumkan tujuan, materi, metode, serta evaluasi pembelajaran (Samosir et al., 2022). Modul ajar yang berkualitas mendukung pencapaian kompetensi berdasarkan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), Capaian Pembelajaran (CP), dan Profil Pelajar Pancasila, serta membantu peserta didik memahami konsep-konsep matematika secara terstruktur (Khairani et al., 2024). Di lain sisi, lembar kerja memuat sejumlah tugas dan petunjuk penyelesaian yang dirancang agar peserta didik memahami konsep matematika melalui aktivitas yang menarik dan sistematis yang dikenal dengan LKPD. LKPD mendorong peserta didik untuk

mengeksplorasi, menyelidiki, dan memecahkan masalah secara mandiri sehingga kemampuan berpikir kritis mereka mengalami kenaikan (Hasanah et al., 2023).

Dalam Kurikulum Merdeka, guru diharapkan bisa mengimplementasikan sejumlah variasi model pembelajaran. Satu dari sekian model yang relevan adalah PjBL, yakni model pembelajaran inovatif yang diimplementasikan dengan cara peserta didik dijadikan sebagai pusat pembelajaran dan berorientasi pada pengembangan sikap, pengetahuan, dan keterampilan (Cyndiani et al., 2023). Model ini membantu peserta didik memahami konsep melalui proyek nyata yang menantang dan bermakna. Dalam konteks tersebut, LKPD dapat diintegrasikan dengan model *Project Based Learning* (PjBL) karena keduanya sama-sama menekankan aktivitas eksploratif dan pemecahan masalah yang berpusat pada peserta didik. Langkah-langkah PjBL memuat pertanyaan mendasar, perencanaan proyek, penyusunan jadwal, monitoring, penilaian hasil, dan evaluasi (Makatika, 2024).

LKPD dirancang berbasis PjBL dapat memberi ruang bagi peserta didik untuk bekerja pada tugas autentik yang menuntut eksplorasi, argumentasi, dan refleksi sehingga secara langsung melatih indikator berpikir kritis, seperti interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi. Hal ini diperlihatkan oleh penelitian Perni Juliansih, Bambang Hariyadi, dan Evita Anggreini (2023) yang menyatakan bahwa LKPD berbasis PjBL layak digunakan dan membuat peserta didik mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka. Temuan tersebut diperkuat oleh penelitian Rofi' Hidayati Husna dan Ade Cyntia Pritasari (2024) yang menunjukkan bahwa perangkat berbasis PjBL yang valid dan praktis dapat secara efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik karena mengadakan pengalaman belajar yang menuntut pemecahan masalah tingkat tinggi. Selain itu, Gumanti dkk. (2024) menegaskan bahwa modul ajar berbasis PjBL mendorong pembelajaran aktif yang membuat peserta didik sebagai kunci proses belajar sehingga guru dapat merancang aktivitas yang menantang dan kontekstual untuk melatih kemampuan berpikir kritis sesuai tuntutan Kurikulum Merdeka. Senada dengan itu, Nelia Safenita dkk (2023) menemukan bahwa LKPD berbasis PjBL mempermudah guru dalam menyampaikan materi matematika serta mengambangkan keaktifan belajar peserta didik yang menjadi landasan penting bagi berkembangnya kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran matematika.

*National Council of Teacher of Mathematics* (NCTM) memaparkan bahwa kemampuan pemecahan masalah, penalaran, komunikasi, koneksi, dan representasi adalah sejumlah kualifikasi kemampuan yang wajib dikuasai oleh peserta didik dalam pembelajaran matematika. Di lain sisi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan menambahkan bahwa kemampuan matematika juga memuat kemampuan berpikir kritis. Dari seluruh kemampuan tersebut, penelitian ini memfokuskan pada kemampuan berpikir kritis sebagai sasaran utama pengembangan perangkat pembelajaran berbasis PjBL.

Kemampuan individu untuk berpikir rasional, sistematis, dan logis dalam memahami apa yang harus dilakukan dikenal dengan kemampuan berpikir kritis. Di era Kurikulum Merdeka, kemampuan ini menjadi sangat penting sebab berperan besar dalam membentuk peserta didik yang bernalar kritis dan reflektif. Permendikbud No. 22 Tahun 2020 memaparkan bahwasanya kemampuan berpikir kritis termasuk dalam capaian Profil Pelajar Pancasila, dan juga menjadi salah satu indikator yang dinilai dalam asesmen internasional seperti TIMSS dan PISA. Sayangnya, hasil kedua studi itu memperlihatkan bahwasanya kemampuan literasi numerasi Indonesia masih tertinggal dibanding negara lain seperti Malaysia dan Singapura.

Perbedaan utama perangkat pembelajaran ini dengan perangkat pembelajaran sebelumnya terletak pada orientasinya yang secara khusus dirancang untuk menstimulasi kemampuan berpikir kritis melalui integrasi LKPD berbasis PjBL, sementara itu perangkat pembelajaran konvensional yang umum dipakai sebelumnya biasanya hanya memuat ringkasan materi dan Latihan soal yang bersifat repetitive sehingga kurang memberikan tantangan. Penelitian Fartina dkk. (2024) menemukan bahwa LKPD yang tersedia selama ini kurang menarik, minim aktivitas eksploratif, dan tidak menyediakan ruang bagi peserta didik untuk melakukan penyelidikan, sehingga berdampak pada rendahnya kemampuan berpikir kritis. Dengan demikian, temuan Riski Sakinah Aprilia, Pipit Firmanti, Tasnim Rahmat, dan Rusdi memperlihatkan rerata pencapaian indikator berpikir kritis hanya 45,16% yang mengindikasikan bahwa perangkat pembelajaran sebelumnya belum dirancang untuk melatih interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi. Berbeda dengan itu, perangkat pembelajaran yang dikembangkan pada penelitian ini tidak semata-mata menyajikan materi, tapi juga mengintegrasikan aktivitas proyek, langkah-langkah investigatif, tantangan kontekstual, serta pertanyaan pemicu berpikir tingkat tinggi, sehingga lebih mampu mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis.

## METODE

SMP Al-Faruqi yang berlokasi di Jalan Kubang Raya Kualu, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau dijadikan sebagai lokasi dilakukannya penelitian ini pada periode April hingga Juni 2025. Peserta didik kelas VII, validator instrumen, ahli materi, dan ahli teknologi pendidikan dijadikan sebagai subjek penelitian. Adapun yang menjadi objek penelitian adalah proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *project-based learning* (PjBL) yang dirancang untuk mendukung kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik SMP/MTs. Untuk menghasilkan perangkat pembelajaran yang dapat dikembangkan sekaligus diuji kualitasnya, penelitian ini menerapkan pendekatan Research and Development (R&D). Proses pengembangan mengikuti model ADDIE yang terdiri dari lima Langkah, yaitu analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Model ini dipilih karena sistematis, sederhana, serta memungkinkan revisi berkelanjutan hingga perangkat yang valid, praktis, dan efektif dapat dihasilkan.

Tahap analisis kebutuhan dan kinerja menjadi fase awal dalam melakukan prosedur pengembangan dengan maksud agar masalah dalam pembelajaran matematika, khususnya materi Data dan Diagram bisa diidentifikasi. Selanjutnya pada tahap perancangan, peneliti menyusun perangkat pembelajaran berbasis PjBL, memuat rancangan isi, format, indikator, serta penyusunan instrumen penelitian seperti angket validasi, angket kepraktisan, dan soal posttest. Tahap pengembangan melibatkan pembuatan produk awal yang divalidasi oleh ahli teknologi pendidikan dan ahli materi pembelajaran, diikuti revisi sesuai masukan validator. Sesudah validasi, dilakukan implementasi melalui uji coba terbatas dan luas untuk mengukur kepraktisan dan efektivitas LKPD pada kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik. Tahap terakhir adalah evaluasi yang dilakukan dengan maksud agar kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan perangkat pembelajaran bisa dianalisis, serta umpan balik bisa diberikan agar produk bisa disempurnakan.

Data penelitian ini bersifat kualitatif dan kuantitatif yang dihimpun melalui angket, tes, serta observasi selama proses uji coba. Analisis data kualitatif dipakai untuk menafsirkan saran, komentar, dan masukan dari validator, sementara analisis kuantitatif dipakai untuk menguji validitas, kepraktisan, dan efektivitas produk. Uji validitas perangkat pembelajaran dilakukan dengan indeks Aiken, di lain sisi uji kepraktisan dianalisis berdasarkan persentase respon peserta didik. Untuk efektivitas LKPD, dipakai desain *Quasi Experimental* dengan model *Nonequivalent Posttest-Only Control Group Design*, di mana

perbandingan antara kelas eksperimen dan kontrol dianalisis mengimplementasikan uji normalitas (Chi-Kuadrat), homogenitas (uji F), dan uji-t untuk menentukan signifikansi perbedaan hasil belajar. Perangkat pembelajaran berbasis PjBL yang valid, praktis, dan efektif bisa dihasilkan oleh keseluruhan tahapan ini, sehingga kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik bisa ditingkatkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Tahap implementasi dilakukan sesudah perangkat pembelajaran berbasis *project-based learning* dianggap valid oleh validator dan perbaikan sudah dilakukan selaras dengan sejumlah saran perbaikan yang diberikan oleh validator. Selanjutnya LKPD diuji cobakan pada kelompok kecil peserta didik sejumlah 10 peserta didik. Uji coba ini diimplementasikan dengan maksud agar saran dari peserta didik bisa didapat sehingga LKPD yang sudah dibuat bisa disempurnakan.

**Tabel 1. Hasil Kepraktisan Uji Coba Kelompok Kecil**

No	Aspek Penilaian	Skor yang didapatkan	Skor Maksimal	Nilai Kepraktisan	Kriteria
1	Efisiensi Waktu	183	200	92	Sangat Praktis
2	Kesesuaian	266	300	89	Sangat Praktis
3	Daya Tarik Dan Motivasi	177	200	89	Sangat Praktis
4	Dampak Pada Pemahaman	87	100	87	Sangat Praktis
Jumlah		713	800	356	Sangat Praktis
Percentase Keidealaman (%)			89		Sangat Praktis

Berdasarkan hasil perhitungan persentase keidealaman pada uji coba kelompok kecil adalah 90% sehingga dikategorikan sangat Praktis.

**Tabel 2. Hasil Kepraktisan Uji Coba Kelompok Besar**

No	Aspek Penilaian	Skor yang didapat	Skor Maksimal	Nilai Kepraktisan	Kriteria
1	Efisiensi Waktu	633	700	90	Sangat Praktis
2	Kesesuaian dengan Model	956	1050	91	Sangat Praktis
3	Daya Tarik dan Motivasi	647	700	92	Sangat Praktis
4	Dampak pada Pemahaman	323	350	92	Sangat Praktis
Jumlah		2559	2800	366	Sangat Praktis
Percentase Keidealaman (%)			91		Sangat Praktis

Berdasarkan hasil perhitungan persentase keidealaman pada uji coba kelompok besar adalah 91% sehingga dikategorikan sangat Praktis.

Tabel 3 berikut memaparkan hasil rerata posttest kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

**Tabel 3. Hasil Tes Kelompok Eksperimen dan Kontrol**

Kelompok	Rerata (Mean)	Simpangan Baku (SD)	Skor Maks	Skor Min
----------	---------------	---------------------	-----------	----------

Eksperimen	71,7857	12,9622	100	56
Kontrol	54,2856	13,9709	75	31

Berdasarkan Tabel 3. bisa diperhatikan bahwa rerata skor tes kelompok eksperimen melampaui rerata skor tes kelompok kontrol. Selisih skor tes kedua kelas itu adalah 17,5001. Tetapi, signifikan tidaknya perbedaan yang dijumpai bisa diidentifikasi dengan mengimplementasikan uji statistik. Uji prasyarat pada kedua kelas harus dilakukan terlebih dahulu sebelum uji statistik dilakukan. Uji normalitas dan homogenitas adalah dua jenis pengujian yang diimplementasikan dalam uji prasyarat. Normal tidaknya distribusi yang terjadi pada data bisa diidentifikasi dengan mengimplementasikan uji normalitas.

**Tabel 4. Temuan uji Normalitas**

Kelompok	Rerata Skor Tes	dk	$\alpha$ (Taraf Signifikan)	$t_{hitung}$	$t_{tabel}$
Eksperimen	71,7857	5	0,05	8,9756	11,070
Kontrol	54,2856	5	0,05	10,1536	11,070

$X_{hitung}^2 \leq X_{tabel}^2$  atau  $8,9756 \leq 11,070$  sehingga berdasarkan kriteria pengujian bisa diambil kesimpulan data berdistribusi normal. Di lain sisi pada kelompok kontrol  $X_{hitung}^2 \leq X_{tabel}^2$  atau  $10,1536 \leq 11,070$  sehingga berdasarkan kriteria pengujian bisa diambil kesimpulan data berdistribusi normal. Sesudah dilakukan perhitungan dijumpai bahwa data kedua kelompok eksperimen dan kontrol berdistribusi normal, selanjutnya dilakukan perhitungan uji homogenitas.

Sama tidaknya varians yang dimiliki oleh data kedua kelompok kelompok eksperimen dan kontrol bisa diidentifikasi dengan mengimplementasikan uji homogenitas.

**Tabel 5. Temuan uji Homogenitas**

Nilai Varians Sampel	Kelas	
	Ekperimen	Kontrol
S	5089,7085	3011,5579
N	35	30
F hitung	1,69006	
F tabel	1,77207	
Kesimpulan	HOMOGEN	

Berdasarkan Tabel IV.16 dijumpai bahwa kelompok eksperimen dan kontrol yaitu  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$  atau  $1,6900 \leq 1,7720$  sehingga berdasarkan kriteria pengujian bisa diambil kesimpulan bahwa distribusi data homogen.

Sesudah data kedua kelompok itu diambil kesimpulan normal dan homogen, maka dilanjutkan uji statistik. Uji statistik yang dilakukan yaitu mengimplementasikan uji-t untuk melihat keefektifan penggunaan modul ajar yang dikembangkan. Temuan uji-t bisa diperhatikan pada Tabel 6.

**Tabel 6. Temuan uji-t**

Kelompok	Varians	Simpangan Baku (SD)	Rerata	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$
Eksperimen	205,3571	14,3303		68	5,1462
Kontrol	199,3829	14,1203			1,6676

## Pembahasan

Sejumlah penelitian terdahulu turut mendukung pentingnya proses validasi dalam pengembangan perangkat pembelajaran berbasis PjBL. Penelitian oleh Hakiki dkk (2022) menemukan bahwa perangkat pembelajaran matematika berbasis PjBL yang dinyatakan valid dan praktis mampu memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik, sebagaimana ditunjukkan melalui hasil uji t yang signifikan.

Hasil validasi instrumen memperlihatkan bahwasanya seluruh komponen yang dikembangkan dalam studi ini sudah memenuhi kriteria kevalidan yang sangat tinggi. Instrumen penelitian yang memuat angket validasi materi, validasi tampilan, angket praktikalitas, dan soal posttest terlebih dahulu mendapat persetujuan dari dosen pembimbing sebelum dinilai oleh para validator. Validator ahli materi bertugas menilai kelayakan isi, kelayakan Bahasa, kelayakan penyajian, syarat didaktik, syarat konstruksi, dan model PjBL yang terdapat pada perangkat pembelajaran, sedangkan validator ahli teknologi bertugas menilai kelayakan kegrafikan dan syarat teknis. Keduanya memberikan nilai "A" untuk semua instrumen penelitian, yang berarti instrumen itu valid dan bisa dipakai tanpa revisi. Sesudah melalui validasi ini, peneliti melakukan penyesuaian kecil sesuai saran para ahli sebelum instrumen diimplementasikan dalam fase uji coba produk.

Validasi perangkat pembelajaran yang dilakukan oleh ahli materi pembelajaran menghasilkan nilai indeks validitas sebanyak 0,82 yang tergolong dalam kategori Sangat Valid. Penilaian dilakukan berdasarkan enam aspek, yakni kelayakan isi, kelayakan bahasa, kelayakan penyajian, syarat didaktik, syarat konstruksi, dan kesesuaian model PjBL. Pada aspek kelayakan isi, indikator "keakuratan materi" memperoleh nilai 0,88, sementara "kemutakhiran materi" mendapat 0,79. Tiga indikator, yakni lugas, komunikatif, serta dialogis dan interaktif termuat di dalam aspek kelayakan bahasa dengan nilai rerata 0,79. Di lain sisi, aspek penyajian memperoleh nilai 0,79 untuk indikator teknik penyajian dan penyajian pembelajaran, yang berarti perangkat sudah memenuhi kaidah penyusunan yang baik.

Pada aspek syarat didaktik, perangkat pembelajaran dinilai valid dengan nilai rerata 0,79. Indikator yang memperlihatkan kesesuaian materi dengan kurikulum mendapat nilai 0,79, indikator pemberian ruang bagi gaya belajar peserta didik memperoleh 0,75, dan indikator interaksi pembelajaran mencapai 0,83. Di lain sisi, aspek syarat konstruksi yang memuat empat indikator memperoleh nilai rerata 0,82, dengan sejumlah indikator seperti "tujuan belajar yang jelas", "identitas materi", dan "kelengkapan modul ajar" mencapai nilai 0,83, menandakan bahwa perangkat dirancang secara lengkap dan terstruktur. Terakhir, aspek model PjBL memperlihatkan nilai indeks validitas 0,88, yang mengonfirmasi kesesuaian model pembelajaran dengan tujuan pengembangan.

Validasi juga dilakukan oleh ahli teknologi pendidikan dengan maksud agar aspek kegrafikan dan syarat teknis bisa dinilai. Hasilnya memperlihatkan nilai indeks validitas 0,83 yang termasuk kategori Sangat Valid. Penilaian ini memuat indikator ukuran LKPD (0,75), desain sampul (0,83), penggunaan tulisan (0,78), desain LKPD (0,89), penggunaan gambar (0,88), dan penampilan LKPD (0,83). Nilai-nilai ini memperlihatkan bahwasanya desain visual yang menarik dan proporsional dimiliki oleh LKPD yang dikembangkan sehingga keterbacaan dan ketertarikan peserta didik bisa dikembangkan. Terkait dengan hal itu, perangkat pembelajaran berbasis PjBL yang dikembangkan dianggap sangat layak dan siap untuk diimplementasikan dalam aktivitas pembelajaran.

Uji praktikalitas dilakukan untuk mengetahui kemudahan penggunaan perangkat oleh peserta didik dan pendidik. Hasilnya memperlihatkan bahwasanya LKPD berbasis PjBL terklasifikasi pada kategori Sangat Praktis dengan persentase kepraktisan sebanyak 89%. Pada variabel efisiensi waktu, indikator "waktu pengerjaan LKPD sesuai alokasi pembelajaran" memperoleh nilai 91%, di lain sisi "LKPD tidak menghabiskan waktu berlebihan" mencapai 92%. Variabel kesesuaian dengan model memperlihatkan bahwasanya LKPD menghubungkan konsep pembelajaran dengan kehidupan nyata (88%), mendorong eksplorasi melalui pengalaman langsung (86%), serta memfasilitasi diskusi antar peserta didik (92%).

Di lain sisi, variabel daya tarik dan motivasi memperlihatkan hasil yang sangat baik, dengan indikator “desain menarik dan meningkatkan motivasi belajar” memperoleh 87% dan “aktivitas LKPD menyenangkan” mencapai 90%. Pada variabel dampak pada pemahaman, indikator “LKPD membantu peserta didik memahami materi lebih baik” juga tergolong Sangat Praktis dengan nilai 87%. Hasil ini memperlihatkan bahwasanya keterlibatan dan pemahaman konsep matematika pada peserta didik bisa ditingkatkan secara efektif oleh implementasi LKPD berbasis PjBL dengan mudah.

Tahap efektivitas bermaksud untuk menilai sejauh mana kenaikan kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik menerima dampak dari LKPD yang dikembangkan. Sebelum diujicobakan, soal posttest divalidasi oleh para ahli dan memperoleh nilai indeks validitas 0,84 yang memperlihatkan kriteria Sangat Valid. Sesudah dipakai dalam pembelajaran, hasil posttest memperlihatkan kelompok eksperimen berbeda secara signifikan dengan kelompok kontrol. Rerata skor kelompok eksperimen mencapai 71,7857, di lain sisi kelompok kontrol hanya 54,2856. Perbedaan ini memperlihatkan bahwasanya kenaikan kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik menerima dampak positif dari implementasi LKPD berbasis PjBL.

Secara keseluruhan, temuan analisis kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan memperlihatkan bahwasanya seluruh kriteria kualitas produk pendidikan sudah bisa dipenuhi oleh perangkat pembelajaran berbasis *Project Based Learning* yang dikembangkan. Produk ini dinilai sangat valid oleh ahli materi dan ahli teknologi pendidikan, sangat praktis dipakai dalam aktivitas pembelajaran, sehingga kemampuan berpikir kritis peserta didik terbukti bisa ditingkatkan secara efektif. Terkait dengan hal itu, perangkat pembelajaran ini bisa dijadikan sebagai satu dari sekian inovasi pembelajaran matematika yang relevan dengan Kurikulum Merdeka serta bisa mendorong tercapainya Profil Pelajar Pancasila, khususnya dalam aspek bernalar kritis.

## SIMPULAN

Temuan penelitian yang sudah dipaparkan pada bab hasil dan pembahasan mengarah pada kesimpulan bahwa perangkat pembelajaran berupa modul ajar dan LKPD berbasis PjBL pada materi Data dan Diagram berhasil dihasilkan oleh penelitian ini, sehingga kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik bisa difasilitasi. Temuan uji validitas oleh ahli teknologi pendidikan dan ahli materi pembelajaran memperlihatkan nilai indeks sebanyak 0,82 yang terklasifikasi pada kategori Sangat Valid, menandakan bahwa aspek kelayakan isi, bahasa, penyajian, syarat didaktik, konstruksi, model PjBL, dan syarat teknis sudah dipenuhi oleh perangkat yang dikembangkan. Uji kepraktisan memperlihatkan hasil Sangat Praktis dengan persentase keidealannya sebanyak 89% pada kelompok kecil dan 91% pada kelompok besar, yang berarti perangkat ini efisien, sesuai model pembelajaran, menarik, memotivasi, serta berdampak positif pada pemahaman peserta didik. Di lain sisi, temuan uji efektivitas memperlihatkan bahwasanya kemampuan berpikir kritis matematis bisa ditingkatkan secara efektif oleh implementasi perangkat pembelajaran berbasis PjBL, dibuktikan dengan rerata nilai posttest kelas eksperimen sebanyak 71,7857, dimana nilai itu melampaui kelas kontrol sebanyak 54,2856, sehingga peserta didik yang mendapat perlakuan dari implementasi LKPD berbasis PjBL berbeda secara signifikan dengan yang tidak menerimanya.

## SARAN

Pertama, perangkat pembelajaran serupa dengan materi atau konteks berbeda harus dikembangkan oleh peneliti selanjutnya dengan menggunakan sintaks pembelajaran yang disesuaikan agar memperluas implementasi model PjBL di sejumlah topik matematika. Kedua, perangkat pembelajaran berbasis PjBL bisa dikombinasikan dengan model pembelajaran lain yang yang menjadikan peserta didik sebagai orientasi dengan maksud agar suasana belajar yang lebih variatif, interaktif, dan inovatif bisa diciptakan. Terakhir, penelitian pengembangan selanjutnya diharapkan bisa mengadaptasi perangkat ini berdasarkan kemampuan kognitif atau jenjang

pendidikan yang berbeda, sehingga menghasilkan inovasi baru dalam pengembangan perangkat pembelajaran yang bisa mendukung kenaikan keterampilan berpikir kritis di sejumlah konteks pembelajaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ayu, D., Diah, et al. (2023). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) matematika dengan model *Problem Based Learning (PBL)* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Pembelajaran dan Matematika Sigma (JPMS)*, 9(2). <https://doi.org/10.36987/jpms.v9i2.4552>
- Cyndiani, S., Asmah, S. N., & Nurcahyo, M. A. (2023). Analisis model *Project Based Learning (PjBL)* pada buku siswa tema 1 kelas V sekolah dasar. *Jurnal Kiprah Pendidikan*, 2. <https://doi.org/10.33578/kpd.v2i2.126>
- Fartina, et al. (2024). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis *Problem Based Learning (PBL)* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Kappa Journal*, 8. <https://doi.org/10.29408/kpj.v8i3.28682>
- Gumanti, Y., Roza, Y., & Murni, A. (2024). Pengembangan modul ajar dengan menggunakan model *Project Based Learning* untuk meningkatkan kecakapan pemecahan masalah matematis siswa SMP. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i1.3001>
- Hakiki, Fiqih Nur, et al. (2022). Pengembangan perangkat pembelajaran matematika model project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6184>
- Hasanah, U., & Siregar, L. N. K. (2023). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis keterampilan materi operasi hitung penjumlahan dan pengurangan. *Jurnal EDUCATIO: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 9. <https://doi.org/10.29210/1202323008>
- Hidayati Husna, R., & Pritasari, A. C. (2024). Pengembangan perangkat pembelajaran model *Project Based Learning* untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis. *Journal of Mathematics Learning Innovation*, 3. <https://doi.org/10.35905/jmlipare.v3i1.8978>
- Khairani, D., et al. (2024). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *Discovery Learning* berbantuan Geogebra untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 13. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v13i2.8468>
- Layyina, H., Nursyahadiyah, F., & Listyarini, I. (2023). Peningkatan hasil belajar melalui model *Project Based Learning* berbantuan media Wordwall pada siswa kelas V SDN Peterongan. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8. <https://doi.org/10.23969/jp.v8i1.8608>
- Juliansih, P., Hariyadi, B., & Anggereini, E. (2023). Pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis *Project Based Learning* untuk pembelajaran IPA terintegrasi materi gambut. *Jurnal BINOMIAL: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6. <https://doi.org/10.46918/bn.v6i2.1827>
- Makatita, A. L. (2024). Pengembangan perangkat pembelajaran model *Project Based Learning (PjBL)* materi ekosistem untuk meningkatkan hasil belajar kognitif pada siswa SMA Negeri 4 Ambon. *Dharmas Education Journal (DE\_Journal)*, 5. <https://doi.org/10.56667/dejournal.v5i1.1289>
- Pawestri, E., & Zulfiati, H. M. (2020). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) untuk mengakomodasi keberagaman siswa pada pembelajaran tematik kelas II di SD Muhammadiyah Danunegaran. *Trihayu: Jurnal Pendidikan Ke-SD-an*, 6. <https://doi.org/10.30738/trihayu.v6i3.8151>

Samosir, K., & Simatupang, N. (2022). Analisis validitas dan praktikalitas terhadap pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis masalah pada materi statistik. *Jurnal Pendidikan Matematika*. <https://doi.org/10.24114/jfi.v2i1>

Sumanti, Vivi, et al. Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis STEM-PjBL untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan kolaborasi siswa SD. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 6. <https://doi.org/10.59141/japendi.v6i1.6665>