



Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Project Based Learning Menggunakan Google Sites Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis dan Literasi Digital Siswa Kelas IV SD

Ismail

Universitas Terbuka, Indonesia

Email: ismail286@guru.sd.belajar.id

Kata kunci:

Berpikir kritis matematis; e-modul interaktif; Google Sites; literasi digital; Project Based Learning.

ABSTRAK

Kurikulum Merdeka menuntut pembelajaran yang mendorong fleksibilitas, relevansi, dan berorientasi pada kemampuan abad 21. Namun, praktik pembelajaran di sekolah masih berpusat pada guru dan kemampuan berpikir kritis siswa masih kurang terstimulasi, serta penggunaan teknologi digital yang masih minim. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul interaktif berbasis Project Based Learning (PjBL) menggunakan Google Sites yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis dan literasi digital siswa kelas IV SD. Pengembangan menggunakan pendekatan model ADDIE dan dilakukan pengujian quasi eksperimen menggunakan kelas kontrol dan kelas eksperimen. Penelitian ini dilakukan dengan metode observasi, wawancara, dan angket kebutuhan e-modul, validasi ahli materi dan bahan ajar, angket respon guru dan siswa, serta tes. Hasil validasi memperoleh kategori sangat valid (92,22% dan 91,67%) dan sangat praktis (56,83 dan 48,00). Efektivitas e-modul interaktif dibuktikan melalui hasil uji-t yang signifikan untuk kemampuan berpikir kritis dengan nilai $\text{Sig. } 0,013 < 0,05$ (terdapat perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol, dengan selisih rata-rata 9,95 poin lebih tinggi pada kelas eksperimen) dan literasi digital dengan nilai $\text{Sig. } 0,003 < 0,05$ (selisih rata-rata 10,80 poin lebih tinggi pada kelas eksperimen). Nilai N-Gain masing-masing sebesar 0,57 (57,23% - kategori cukup efektif) dan 0,58 (57,60% - kategori cukup efektif) menunjukkan peningkatan kemampuan yang substansial. Implikasi praktis dari temuan ini adalah e-modul interaktif berbasis PjBL dapat diimplementasikan sebagai alternatif sumber belajar digital yang mendukung pembelajaran aktif, kolaboratif, dan sesuai tuntutan Kurikulum Merdeka, serta dapat meningkatkan kompetensi abad 21 siswa secara terukur. Dengan demikian, e-modul interaktif berbasis Project Based Learning menggunakan Google Sites dinyatakan valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis serta literasi digital siswa kelas IV SD.

Keywords:

Digital literacy; Google Sites; interactive e-modules; mathematical critical thinking; Project Based Learning.

ABSTRACT

The Merdeka Curriculum requires learning that encourages flexibility, relevance, and 21st-century skills orientation. However, learning practices in schools are still teacher-centered, students' critical thinking skills are still under-stimulated, and the use of digital technology is still minimal. This study aims to develop a valid, practical, and effective interactive e-module based on Project Based Learning (PjBL) using Google Sites to improve the mathematical critical thinking and digital literacy skills of fourth-grade elementary school students. The development used the ADDIE model approach and was tested using a quasi-experiment with a control class and an experimental class. This research was conducted using observation, interviews, and questionnaires on e-module requirements, validation of subject matter and teaching materials by experts, questionnaires on teacher

and student responses, and tests. The validation results obtained the categories of highly valid (92.22% and 91.67%) and highly practical (56.83 and 48.00). The effectiveness of the interactive e-module was proven through significant t-test results for critical thinking skills with Sig. value of $0.013 < 0.05$ (significant difference between experimental and control classes, with an average difference of 9.95 points higher in the experimental class) and digital literacy with Sig. value of $0.003 < 0.05$ (average difference of 10.80 points higher in the experimental class). N-Gain values of 0.57 (57.23% - moderately effective category) and 0.58 (57.60% - moderately effective category) respectively demonstrate substantial skill improvement. The practical implication of these findings is that PjBL-based interactive e-modules can be implemented as alternative digital learning resources that support active, collaborative learning aligned with the Merdeka Curriculum requirements, and can measurably enhance students' 21st-century competencies. Thus, the interactive e-module based on Project Based Learning using Google Sites is declared valid, practical, and effective in improving the mathematical critical thinking skills and digital literacy of fourth-grade elementary school students..

PENDAHULUAN

Kurikulum Merdeka merupakan kurikulum yang diterapkan pada saat ini dengan pendekatan pembelajaran mendalam. Kurikulum ini mengembangkan keterampilan abad ke-21, yaitu Communications, Collaboration, Critical Thinking, dan Creativity dengan penekanan proses pembelajaran berpusat pada siswa (Betu et al., 2024). Dua kompetensi utama yang menjadi pendukung tercapainya tujuan tersebut adalah literasi digital dan kemampuan berpikir kritis matematis. Pada jenjang sekolah dasar, seperti pembelajaran matematika pada fase B khususnya kelas IV, kemampuan berpikir logis dan penggambaran secara visual dibutuhkan agar siswa bisa memahami konsep matematika secara lengkap (Santoso & Nurjamil, 2024). Berdasarkan teori perkembangan kognitif Piaget (1936), proses belajar siswa kelas IV berada pada tahap operasional kongkret dan agar belajar lebih optimal, maka melalui aktivitas nyata, visual, serta pemecahan masalah. Oleh karena itu, sumber belajar interaktif menjadi kebutuhan yang penting agar mendukung tercapainya literasi digital dan berpikir kritis secara matematis (Aurellia et al., 2023).

Kondisi dilapangan, proses belajar di SD Negeri Pangbatok 2 kecamatan Proppo menunjukkan ketimpangan yang cukup signifikan antara tuntutan kurikulum Merdeka dengan praktik pembelajaran. Hasil wawancara dengan guru dan observasi yang dilakukan oleh Kepala Sekolah menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa masih berada pada kategori berpikir tingkat rendah hingga sedang. Dimensi memperoleh serta memproses informasi sudah berada pada kategori cukup, tetapi siswa belum sampai pada tahap menagalisis, mengevaluasi, dan merefleksi hasil berpikir. Mereka belum terbiasa mengajukan pertanyaan secara kritis, memberikan alasan secara logis, dan meninjau Kembali proses pemecahan masalah yang telah dilakukan. Keadaan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya pembelajaran yang masih didominasi oleh guru (teacher-centered), minimnya tugas terbuka atau kegiatan reflektif, kurangnya pemanfaatan sumber belajar interaktif, serta sedikitnya rangsangan guru untuk membimbing siswa berpikir tingkat tinggi (Fahlevi, 2022).

Kemampuan literasi secara digital, hasil observasi terhadap 13 siswa menunjukkan bahwa tingkat literasi digital berada pada kategori cukup dengan persentase 30,77%. Siswa sudah mampu menggunakan aplikasi digital dasar melalui Hanphone, namun mereka belum mampu

Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Project Based Learning Menggunakan Google Sites Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Dan Literasi Digital Siswa Kelas IV SD

memanfaatkan perangkat secara efektif dan mandiri untuk menyelesaikan tugas berbasis digital. Kesadaran terhadap etika dan keamanan digital juga belum konsisten, karena dalam proses pembelajaran siswa masih sering mengakses aplikasi game saat kurang pemantauan. Kebutuhan sumber belajar digital didukung oleh data kuesioner kepada guru, dimana 66,7% responden menyatakan perlunya digital berbasis proyek untuk mendukung penguatan dimensi berpikir kritis dalam Profil Pelajar Pancasila. Responden 58,3% mengatakan sekolah belum memiliki modul digital yang mendukung penerapan proyek menggunakan Platform seperti Google Sites (Nugraha, 2022; Nuraini, 2024; Pratiwi et al., 2024). Hanya 30,6 % guru mengenal dan menggunakan Platform Google Sites pada proses belajar.

******Berbagai penelitian sebelumnya menyatakan bahwa Project Based Learning (PjBL) efektif dalam meningkatkan motivasi belajar, hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi siswa (Dewi, 2023; Rahardhian, 2022; Baidowi et al., 2024). Penelitian Rahardhian (2022) menunjukkan bahwa pembelajaran PjBL berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi listrik dinamis dengan N-Gain sebesar 0,64 (kategori sedang). Sementara itu, Baidowi et al. (2024) menemukan bahwa model pembelajaran berbasis proyek berpengaruh signifikan terhadap kemampuan karya ilmiah geografi siswa SMA dengan nilai sig. $0,000 < 0,05$. Pada bagian digital, penggunaan Google Sites dalam pembelajaran terbukti dapat meningkatkan interaksi siswa, penguasaan materi, minat belajar, serta mendukung implementasi proyek P5 secara kontekstual (Setianingsih et al., 2024; Aziz & Rozi, 2023). Penelitian Setianingsih et al. (2024) secara spesifik mengembangkan media pembelajaran berbasis web (Google Sites) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi digital siswa kelas V SD dengan hasil sangat praktis (85,55%) dan efektif (N-Gain 0,71). Aziz & Rozi (2023) juga melaporkan bahwa e-modul interaktif berbasis website Google Sites dengan metode Team Based Project pada materi perpindahan kalor memperoleh kategori valid (87,5%), praktis (91,67%), dan efektif dengan persentase ketuntasan klasikal 90%. Penerapan PjBL berbasis platform digital juga membantu meningkatkan literasi digital, kemampuan menyaring informasi, serta karakter mandiri dan kolaborasi siswa (Palayukan et al., 2024). Penelitian Hidayati et al. (2024) menambahkan bahwa media pembelajaran berbasis Google Sites efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa SMK dengan nilai N-Gain 0,68 dan 0,72 (kategori sedang). Dengan demikian, pengembangan e-modul interaktif berbasis Project Based Learning menggunakan Google Sites dinilai sangat relevan untuk menjawab tantangan pembelajaran modern sekaligus mendukung kebutuhan penguatan kompetensi abad ke-21.

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada tiga aspek utama. Pertama, integrasi PjBL dengan Google Sites dalam format e-modul interaktif yang secara simultan menargetkan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis dan literasi digital siswa SD, yang belum banyak dieksplorasi dalam penelitian sebelumnya, khususnya pada konteks pembelajaran matematika kelas IV SD. Kedua, pengembangan e-modul yang disesuaikan dengan karakteristik Kurikulum Merdeka fase B dengan mengintegrasikan dimensi Profil Pelajar Pancasila, khususnya dimensi mandiri dan berpikir kritis, melalui fitur-fitur interaktif seperti video pembelajaran, kuis digital, rubrik proyek, dan ruang kolaborasi online yang memungkinkan siswa belajar secara mandiri dan fleksibel. Ketiga, penelitian ini menghasilkan produk pembelajaran digital yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja, sehingga

berkontribusi praktis terhadap transformasi pembelajaran di sekolah dasar menuju pembelajaran yang lebih student-centered, teknologi-enabled, dan sesuai dengan tuntutan kompetensi abad 21. Dibandingkan dengan penelitian Setianingsih et al. (2024) yang fokus pada kelas V dan materi IPA, penelitian ini secara spesifik mengembangkan e-modul untuk materi bangun datar kelas IV dengan sintaks PjBL yang dirancang khusus untuk konteks pembelajaran matematika SD. Sementara penelitian Aziz & Rozi (2023) menggunakan metode Team Based Project, penelitian ini menerapkan PjBL secara individual dan kelompok dengan penekanan pada tahapan pemecahan masalah matematis yang sistematis.

Berdasarkan uraian permasalahan dan temuan di atas, dibutuhkan suatu Solusi inovatif yang mampu menjembatani kesenjangan antara tuntutan Kurikulum Merdeka dan Praktik pembelajaran di sekolah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: Mendeskripsikan proses pengembangan modul digital interaktif berbasis pembelajaran proyek menggunakan Google Sites dinyatakan valid, praktis digunakan, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis dan literasi digital siswa kelas IV SD. Menganalisis efektivitas kemampuan berpikir kritis matematis siswa kelas IV SD setelah menggunakan e-modul interaktif berbasis Project Based Learning melalui platform Google Sites. Menganalisis peningkatan kemampuan literasi digital siswa kelas IV SD setelah menggunakan e-modul interaktif berbasis proyek melalui platform Google Si

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan dengan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) untuk dikembangkan dan diuji efektivitas e-modul interaktif berbasis Project Based Learning menggunakan Google Sites pada materi Bangun Datar kelas IV SD. Model ini dipilih karena bersifat sistematis dan mampu memastikan produk pembelajaran yang dikembangkan layak atau valid, praktis atau mudah digunakan, dan efektif terdapat perbedaan dan peningkatan terhadap kemampuan berpikir kritis dan literasi digital saat digunakan pada proses pembelajaran.

Tahapan proses pengembangan modul digital interaktif (e-modul) berbasis pembelajaran proyek terdiri dari: (1) analisis kebutuhan modul digital interaktif melalui wawancara, observasi, dan kuesioner untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran dan kebutuhan sumber belajar; (2) perancangan konten berbasis Google Sites, struktur navigasi, materi dan Langkah-langkah proyek dan evaluasi modul digital interaktif; (3) pengembangan e-modul dan validasi ahli materi dan bahan ajar untuk mengetahui kelayakan e-modul interaktif; (4) implementasi melalui uji coba pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui respon guru dan siswa terhadap e-modul interaktif; (5) evaluasi efektivitas terhadap perbedaan dan peningkatan melalui tes hasil belajar.

Responden penelitian ialah siswa kelas IV Gugus 1 Kecamatan Proppo Kabupaten Pamekasan Jawa Timur. Uji terbatas dilakukan di SD Srambah, uji luas pada SD Pangbatok 2 sebagai kelas eksperimen dan SD Tatangoh sebagai kelas kontrol. Instrumen penelitian terdiri dari: pedoman wawancara kebutuhan, lembar observasi kemampuan berpikir kritis matematis dan literasi digital, penyebaran kuesioner untuk mengidentifikasi kebutuhan siswa dan guru terkait sumber belajar digital, angket validasi ahli materi dan bahan ajar, angket respon guru dan siswa setelah uji coba, serta tes kemampuan berpikir kritis matematis dan literasi digital untuk evaluasi perbedaan melalui uji-t dan evaluasi peningkatan dengan uji N-gain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji efektivitas modul digital interaktif berbasis pembelajaran proyek menggunakan Google Sites untuk meningkatkan kemampuan berpikir secara matematis dan literasi digital siswa kelas IV Sekolah Dasar. Pengembangan menggunakan pendekatan model ADDIE yang mencakup analisis kebutuhan e-modul interaktif melalui Google Sites, desain e-modul interaktif; pengembangan e-modul melalui validasi ahli, pelaksanaan e-modul interaktif berbasis pembelajaran proyek menggunakan Google Sites, dan evaluasi perbedaan dan peningkatan e-modul interaktif berbasis pembelajaran proyek melalui tes. Setelah menghasilkan produk modul digital interaktif berbasis pembelajaran proyek menggunakan Google Sites, selanjutnya menguji kelayakan melalui validasi ahli materi dan bahan ajar, uji kepraktisan pengguna oleh guru dan siswa, serta uji eksperimen perbedaan dan peningkatan pretest-posttest kemampuan berpikir kritis secara matematis dan literasi digital pada kelas eksperimen dan kelas kontrol (Septia & Wahyu, 2023).

Hasil Pengembangan dan Validasi Ahli.

Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa e-modul memperoleh persentase kelayakan 92,22% dengan kategori sangat valid, yang berarti isi materi lengkap dan mendalam sesuai dengan capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka, serta sesuai dengan pendekatan pembelajaran berbasis proyek, penyajian materi tersusun sistematis, logis dan sesuai dengan sintak PjBL yang dikaitkan dengan lingkungan sekitar, mendukung keterlibatan siswa yang menegedepankan dimensi mandiri dan berpikir kritis, dan penggunaan bahasa yang komunikatif, jelas dan sesuai dengan level pemahaman siswa (Ubaidi et al., 2023). Validasi ahli bahan ajar juga menunjukkan hasil 91,67% dengan kategori sangat valid, yaitu tampilan menarik, materi disajikan sistematis dan logis, e-modul interaktif mendukung keterlibatan siswa, penyajian bahasa yang komunikatif dan disajikan dengan jelas ringkas, tidak membingungkan, serta penggunaan multimedia, sehingga secara keseluruhan e-modul telah memenuhi standar akademik dan pedagogik untuk digunakan dalam pembelajaran. Komponen tampilan, kualitas instruksional, efektivitas media, dan sistem penyajian dinilai mampu mendukung proses belajar siswa secara optimal (Yuliani et al., 2024). Hasil validasi ahli terhadap e-modul interaktif yang dikembangkan menunjukkan penilaian yang sangat baik dari segi kelayakan materi, tampilan bahan ajar, penyajian materi, dan penggunaan bahasa, serta aspek pembelajaran. Rincian hasil penilaian dari masing-masing validator berdasarkan persentase hasil dan kategori akan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli

Validator	Persentase rata-rata skor	Kategori
Ahli materi	92,22%	Sangat Valid
Ahli bahan ajar	91,67%	Sangat Valid

Guru merasa modul mudah digunakan, menarik, membantu manajemen proses pembelajaran, dan mendukung kegiatan belajar aktif, ditunjukkan dengan hasil uji kepraktisan oleh guru menunjukkan nilai rata-rata skor 56,83 dari 12 pernyataan dengan kategori sangat

praktis. Respon siswa juga menunjukkan kategori sangat praktis dengan rata-rata skor 48 dari 11 pernyataan, di mana siswa menilai modul menarik, mudah dipahami, dan interaktif untuk digunakan. Dengan demikian, dari aspek kelayakan dan kepraktisan, e-modul interaktif berbasis PjBL siap diimplementasikan pada pembelajaran matematika di sekolah dasar. Rekapitulasi hasil respon guru dan siswa dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji Kepraktisan

Responden	Skor Rata-rata pernyataan	Kategori
Respon guru	56,83	Sangat praktis
Respon siswa	48,00	Sangat praktis

Hasil Perbedaan dan Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis.

Uji efektivitas ialah dengan membandingkan hasil belajar siswa pada kelas eksperimen (menggunakan e-modul berbasis PjBL) dan kelas kontrol (menggunakan pembelajaran konvensional). Uji normalitas menunjukkan bahwa seluruh data pretest dan posttest berdistribusi normal. Uji homogenitas juga menunjukkan bahwa varians kedua kelompok homogen. Dengan demikian, dapat digunakan dengan uji parametrik menggunakan Independent Sample T-test.

Uji-t terhadap kemampuan berpikir kritis matematis, hasil uji Independent Sample T-test pada pretest menunjukkan nilai Sig. (2-tailed) = 0,196 > 0,05, yang berarti tidak terdapat perbedaan kemampuan awal antara kedua kelompok. Kondisi awal yang setara penting untuk memastikan bahwa perbedaan hasil yang muncul merupakan murni karena perlakuan e-modul interaktif berbasis Pembelajaran proyek. Setelah perlakuan selanjutnya akan dilakukan perbandingan hasil posttest antara kelas kontrol dengan kelas eksperimen, hasil uji Independent Sample T-test pada posttest memperoleh nilai Sig. (2-tailed) = 0,013 < 0,05, sehingga terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelas. Rata-rata posttest kelas eksperimen lebih tinggi sebesar 9,95 poin dibanding kelas kontrol. Hasil uji-t pada tahap evaluasi setelah pelaksanaan modul digital interaktif berbasis Pembelajaran proyek menggunakan Google Sites akan ditunjukkan pada hasil SPSS dibawah ini.

Tabel 3. Perbedaan Hasil Posttest Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

		t-test for Equality of Means						
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
							Lower	Upper
Berpikir Kritis Matematis	Equal variances assumed	- 2.609	38	.013	-9.950	3.814	- 17.671	-2.229
	Equal variances not assumed	- 2.609	37.44	.013	-9.950	3.814	- 17.675	-2.225

Analisis N-Gain menunjukkan peningkatan 57,23% termasuk kategori cukup efektif pada kelas eksperimen dan 48,82% termasuk kategori kurang efektif untuk kelas kontrol. Data tersebut menyimpulkan bahwa modul digital interaktif berbasis PjBL efektif meningkatkan

kemampuan berpikir kritis matematis siswa kelas IV SD. Berikut tabel analisis peningkatan e-modul interaktif berbasis pembelajaran proyek menggunakan Google Sites.

Tabel 4. Peningkatan hasil Posttest Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

Kelas	Kemampuan	N-Gain	% N-Gain	kategori
Eksperimen	Berpikir Kritis Matematis	0,57	57,23%	Cukup efektif
Kontrol	Berpikir Kritis Matematis	0,49	48,82%	Kurang efektif

Hasil Perbedaan dan Peningkatan Literasi Digital

Seluruh data Pretest dan posttest pada hasil uji normalitas literasi digital juga berdistribusi normal. Uji homogenitas memperoleh nilai Sig. $0,512 > 0,05$, sehingga varians kedua kelas adalah homogen. Dengan demikian, uji-t dapat dilanjutkan, uji Independent Sample T-test pada pretest literasi digital mendapatkan nilai Sig. (2-tailed) = $0,095 > 0,05$, yang berarti kemampuan awal kedua kelas setara. Namun,

Implementasi dilakukan pada tahap selanjutnya dengan menerapkan modul digital interaktif berbasis pembelajaran pada kelas eksperimen. setelah perlakuan, kelas eksperimen menunjukkan hasil yang jauh lebih baik dibanding kelas kontrol. Dibuktikan dengan hasil perbedaan yang signifikan, yaitu nilai Sig. $0,003 < 0,005$ yang akan disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Uji-t Posttest Kemampuan Literasi Digital

		Independent Samples Test					95% Confidence Interval of the Difference	
		T	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Literasi Digital	Equal variances assumed	-3.119	38	.003	-10.800	3.462	-17.809	-3.791
	Equal variances not assumed	-3.119	37.800	.003	-10.800	3.462	-17.810	-3.790

Evaluasi selanjutnya dengan menguji dan melihat kriteria peningkatan hasil posttest pada kedua kelas menggunakan rumus N-Gain. Perhitungan N-Gain menunjukkan peningkatan 57,26% dengan kategori cukup efektif di kelas eksperimen sedangkan kelas kontrol hanya 26,23% dan termasuk kategori tidak efektif. berikut hasil analisis N-Gain setelah dihitung menggunakan rumus.

Tabel 6. Hasil Peningkatan Kemampuan Literasi Digital dengan N-Gain.

Kelas	Kemampuan	N-Gain	% N-Gain	Kategori
Eksperimen	Literasi Digital	0,58	57,60%	Cukup efektif
Kontrol	Literasi Digital	0,26	26,23%	Tidak efektif

Siswa pada kelas eksperimen menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam mengakses, memilih, mengolah, mengevaluasi, dan memanfaatkan informasi digital untuk

proses belajar. Hal ini menjadi bukti bahwa e-modul interaktif berbasis PjBL tidak hanya berpengaruh pada aspek akademik matematis, tetapi juga mendukung pencapaian kompetensi digital abad 21.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil pengembangan modul digital interaktif berbasis pembelajaran proyek menggunakan Google Sites memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis dan literasi digital siswa. Pembelajaran berbasis proyek yang dikemas dalam bentuk e-modul memungkinkan siswa belajar secara aktif, mandiri, dan kolaboratif melalui kegiatan mengidentifikasi informasi pada masalah, merancang proyek, menyelidiki konsep, dan menyelesaikan permasalahan nyata. Berdasarkan analisis dan desain kebutuhan terhadap modul digital interaktif melalui Google sites berbasis pembelajaran proyek, hasil pengembangan dinyatakan sangat valid oleh para ahli dan sangat praktis berdasarkan respon guru dan siswa setelah menerapkan pembelajaran dengan e-modul interaktif melalui Google Sites berbasis pembelajaran proyek.

Pembahasan

Kemampuan berpikir Kritis Matematis

Berdasarkan hasil analisis data, kemampuan awal siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berada pada kondisi setara. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji Independent Sample T-test pada pretest yang menunjukkan nilai Sig. (2-tailed) = 0,196 > 0,05, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelas sebelum diterapkan e-modul interaktif. Kondisi awal yang setara menggambarkan bahwa peningkatan yang terjadi merupakan akibat dari perlakuan pembelajaran, bukan karena perbedaan kemampuan dasar.

Hasil uji perbedaan pada posttest (uji-t) memperoleh nilai Sig. (2-tailed) = 0,013 < 0,05, yang berarti ada perbedaan signifikan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Rata-rata posttest siswa kelas eksperimen lebih tinggi (selisih 9,95 poin) dibanding kelas kontrol. Hal ini diperkuat oleh hasil N-Gain, di mana kelas eksperimen mengalami peningkatan dengan nilai 57,23% (kategori cukup efektif), sedangkan kelas kontrol juga mengalami peningkatan mencapai 48,82%, namun kategorinya masih kurang efektif. Kedua bukti statistik tersebut menemukan pernyataan bahwa pembelajaran melalui e-modul berbasis PjBL lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis dibandingkan pembelajaran konvensional (Wahyudin & Dahlan, 2022).

Hasil ini sejalan dengan karakteristik PjBL yang menekankan penyelesaian masalah melalui eksplorasi, penalaran, dan argumentasi serta komponen yang identik dengan indikator berpikir kritis, yaitu interpretasi, aplikasi, analisis, inferensi, eksplanasi, dan strategi atau self-regulation (Facione, P., 2015). Fitur interaktif dalam Google Sites (video, latihan, kuis digital, dan rubrik proyek) juga berkontribusi pada keterlibatan aktif siswa dalam proses bernalar dan membuat keputusan.

Kemampuan Literasi Digital

Analisis awal menghasilkan bahwa kemampuan literasi digital siswa pada kedua kelas juga setara, dibuktikan dengan nilai Sig. (2-tailed) = 0,095 > 0,05 pada uji-t pretest. Setelah implementasi, nilai posttest terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelompok, di mana hasil uji-t posttest menunjukkan Sig. (2-tailed) = 0,003 < 0,05. Perbedaan ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan modul digital berbasis pembelajaran proyek menggunakan Google Sites benar berpengaruh terhadap peningkatan literasi digital siswa. Perhitungan N-Gain

memperkuat temuan tersebut, kelas eksperimen yang mencapai 57,26% berada pada kategori cukup efektif, sedangkan kelas kontrol hanya mencapai persentase nilai 26,23% masih berada pada kategori tidak efektif. Dengan demikian, pembelajaran melalui Google Sites terbukti membantu siswa menjadi lebih mampu dalam mengakses, mengelola, mengevaluasi, dan memanfaatkan informasi digital sebagai sumber belajar (Firmansyah, 2021; Husna & Pritasari, 2024; Juraidah & Hartoyo, 2022; Mahdiah, 2024).

Peningkatan ini di dukung melalui pengembangan dari fitur pembelajaran yang berbasis ruang digital, di mana siswa terbiasa berselancar pada laman web, mengunduh materi, menonton video, mengerjakan kuis interaktif, dan mempresentasikan hasil proyek. Aktivitas ini sangat relevan dengan indikator literasi digital menurut kurikulum merdeka dan kompetensi pembelajaran abad-21 (Rahayu & Dewi, 2022).

Keterkaitan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu

Temuan penelitian ini konsisten dan memperkuat berbagai penelitian sebelumnya yang menegaskan efektivitas pembelajaran berbasis proyek dan penggunaan media digital dalam pendidikan dasar.

Temuan kevalidan ini sejalan dengan penelitian Azis & Rosi (2023) yang mengembangkan e-modul interaktif berbasis Google Sites menggunakan 4D dan memperoleh kategori valid dari ahli, praktis penggunaannya, dan efektif meningkatkan dalam pembelajaran IPA. Hal yang sama di dukung penelitian dari Aditya et al. (2025) bahwa media atau bahan ajar berbasis website pada materi bangun datar segiempat memiliki Tingkat validitas tinggi pada tahap validasi ahli. Dengan demikian, kevalidan e- modul interaktif berbasis Project Based Learning memperkuat bukti bahwa Google Sites layak digunakan sebagai bahan ajar siswa sekolah dasar.

Memperkuat temuan Setianingsih et al. (2024) yang menyatakan bahwa pembelajaran menggunakan Google Sites dinilai sangat praktis dan mendukung keaktifan siswa. Penelitian Rahman et al. (2024) melaporkan bahwa Google Sites memungkinkan siswa mengakses materi kapan saja dan dimana saja secara mandiri sehingga meningkatkan kepraktisan media.

Peningkatan ini selaras dengan indikator kemampuan berpikir kritis Facione (2015) yang meliputi: interpretation, analysis, evaluasi, inference, explanation, dan self-regulation. Hal ini sejalan dengan penelitian Rahardian (2022) dan Kusuma et al. (2024) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui aktivitas eksplorasi, kolaborasi dan penyelesaian masalah berbasis proyek. E-modul interaktif berbasis Project Based Learning menggunakan Google Sites efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis secara matematis siswa di kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol.

Hidayati et al. (2024) yang menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif melalui Google Sites. Rahman et al. (2024) yang menegaskan efektivitas E-Modul berbasis Google Sites sebagai media pembelajaran digital. Hal ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan modul digital interaktif berbasis pembelajaran proyek menggunakan Google Sites efektif meningkatkan literasi digital siswa secara signifikan pada kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa e-modul interaktif dengan pendekatan Project Based Learning menggunakan Google Sites pada materi Bangun Datar kelas IV SD berhasil dikembangkan melalui model ADDIE dan memperoleh penilaian sangat valid dari ahli serta sangat praktis menurut guru dan siswa. Penggunaan e-modul ini terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis dan literasi digital siswa, ditandai dengan hasil uji-t yang menunjukkan perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol serta peningkatan kategori cukup efektif berdasarkan nilai N-Gain. Dengan keberhasilan tersebut, e-modul ini berperan sebagai sumber belajar pembelajaran digital yang mendukung pembelajaran aktif, kolaboratif, dan mendukung terhadap tuntutan Kurikulum Merdeka. Sehubungan dengan temuan tersebut, guru dan sekolah disarankan memanfaatkan e-modul serupa serta memperkuat infrastruktur yang telah di dukung oleh pemerintah melalui Interactive Flat Panel (IFP) dan pelatihan Koding dan Kecerdasan Artifisial (KKA) melalui berbagai Platform kuis. Peneliti selanjutnya diharapkan memperluas cakupan subjek dan konten isi materi (modul) untuk menghasilkan temuan yang lebih luas dan lengkap. Pemerintah dan pemangku kebijakan pendidikan juga diharapkan menjadikan penelitian ini sebagai rujukan dalam mengembangkan kebijakan transformasi pembelajaran digital di sekolah dasar.

REFERENSI

- Aurellia F.P, Naila, I., & Kunti D.A.A. (2023). Pengembangan Media Google Sites Berbasis Ethno Sains Pada Mata Pelajaran IPAS Sekolah Dasar. *Susunan Artikel Pendidikan*, 07, 2549-2845.
- Aziz, N., & Rozi, F. (2023). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Website Google Sites dengan Metode Team Based Project pada Materi Perpindahan Kalor di Kelas V SD Negeri 101768 Tembung. *Guru Kita*, 07, 497-507.
- Baidowi, A., Sumarmi, S., & Amiruddin, A. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek terhadap Kemampuan Karya Ilmiah Geografi Siswa SMA (Vol. 20). *Jurnal Pendidikan Geografi*.
- Betu, J., Patandean, A. J., & Burhan. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Berbantuan Media Puzzle Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *PBUP*, 116-120.
- Dewi, M. R. (2023). Kelebihan dan Kekurangan Project-based Learning untuk Penguatan Profil pelajar Pancasila Kurikulum Merdeka Advantatages and Disadvantages of Project-based Learning Strengthening the Profil Pelajar Pancasila Kurikulum Merdeka (Vol. 19). *Jurnal UPI*.
- Fahlevi, M. T. (2022). Kajian Project Based Blended Learning Sebagai Model Pembelajaran Pasca Pandemi dan Bentuk Implementasi Kurikulum Merdeka (Vol. 5). *Jurnal Sustainable*.
- Firmansyah, R. S. (2021). Pemanfaatan Google Sites sebagai media pembelajaran digital dalam pembelajaran daring. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 45-53.
- Hidayati, K., Rahmawati, A., & Wjayanto, S. D. (2024). Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Google Sites Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa SMK. *Social, Humanities, and Educational Studies*, 07, 2422-2429.

Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Project Based Learning Menggunakan Google Sites Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Dan Literasi Digital Siswa Kelas IV SD

- Husna, R., & Pritasari, A. C. (2024). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Project Based Learning Untuk Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kritis . *Jounal Of Mathematics Learning Innovation* , 45-59
- Juraidah, & Hartoyo, A. (2022). Peran Guru Dalam Menumbuhkembangkan Kemandirian Belajar Dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar Melalui Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila. *Pendidikan Dasar Perkhasa*, 105-118.
- Kusuma, E. S., Handayani, A., & Rakhmawati, D. (2024). Pentingnya Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Siswa Sekolah Dasar: Sebuah Tinjauan Literatur. *Wawasan Pendidikan*, 04, 369-379.
- Mahdiyah. (2024). *Studi Mandiri dan Seminar Proposal Penelitian*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Nugraha, D. (2022). Literasi Digital dan Pembelajaran Sastra Berpaut Literasi Digital di Tingkat Sekolah Dasar. *JURNAL BASICEDU*, Vol. 6 No. 6, 9230-9244.
- Nuraini. (2024). Literasi Digital (Telaah Administrasi Persiapan Pembelajaran). *Humanistis: Jurnal Humaniora, Sosial dan Bisnis*, 1682-1697.
- Palayukan, H., Panglipur, I. R., & Palengka, I. (2024). Analisis Hasil Belajar Pada Pembelajaran Project Based Learning dengan Literasi Digital Riset Mahasiswa. *Prismatika*, 337-346.
- Pratiwi, B. A., Sumiyadi, & Nugroho, R. A. (2024). Pembelajaran Diferensiasi Berbasis Proyek untuk Pengembangan Keterampilan Menulis Cerita Pendek di SMP. *Onoma: Pendidikan, Bahasa dan Sastra*, 10 , 2998-3009.
- Rahayu, B. N., & Dewi, N. R. (2022). Kajian teori : Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Ditinjau dari Rasa Ingin Tahu pada Model Pembelajaran Preprospec Berbantu TIK. *PRISMA*, 297-303.
- Rahardhian, A. (2022). Pengaruh Pembelajaran PjBL Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Listrik |Dinamis (Vol. 3). *Jurnal Inovasi Penelitian dan Pembelajaran Fisika*.
- Rahman, M. H., Hamid, F., Isra, H. H., Viyanti, Irsan, A., Panigfat, M., & Sahjat, S. (2024, Oktober). Implementasi E-Modul Pembelajaran Sejarah Fisika Menggunakan Google Sites Dengan Model Pembelajaran Berbasis Project Based Learning Pada Mahasiswa Fisika. (H. H. Isra, Ed.) *Edukasi*, 849-858.
- Santoso, E., & Nurjamil, D. (2024). Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap kemampuan Pemecahan Masalah. *Theorems*, 429-437.
- Septia, T., & Wahyu, R. (2023). Literasi Digital Siswa Dalam Pembelajaran Bangun Datar Terintegrasi geogebra. *PLUSMINUS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 51-60.
- Setianingsih, D., Siswono, T. Y., & Yumiati. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis WEB (Google Sites) untuk meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Literasi Digital Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Elementary School Education Journal*, 08, 440-450.
- Ubaidi, A., Nabila, R., Raffi, M. A., & Marini, A. (2023, Juni). Pengembangan Media Interaktif Berbasis Website Google Sites Terhadap Minat Belajar Matematika Siswa Di Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar dan Sosial Humaniora*, Vol. 2 No. 8, 943-951.

Wahyudin, & Dahlan, J. A. (2022). Statistika Pendidikan. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.

Yuliani, A., Nugraha, Y., & Samura, A. O. (2024, Januari). Pengaruh Penggunaan Pembelajaran Berbasis Proyek terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika pada Siswa Sekolah menengah Atas. *Majalah Universitas Muhammadiyah Mataram*, Vol. 28 No. 1, 15-19.

© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

