Copyright © 2025 The Author(s)
Didaktika: Jurnal Kependidikan Vol. 14 No. 1 Februari 2025

Pengembangan E-Modul Interaktif Pada Mata Pelajaran Matematika untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar

Zulfa Rahmani[1], Rizki Hikmawan[2]
[1,2]Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

[2]hikmariz@upi.edu

Abstrak

Salah satu keterampilan 4C yang diperlukan siswa untuk menghadapi tantangan abad ke-21 adalah kemampuan berpikir kritis. Namun, rendahnya kemampuan berpikir kritis di kalangan siswa sekolah dasar masih menjadi kendala yang membutuhkan solusi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul interaktif berbasis *project-based learning* (PjBL) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas 3 SD. E-modul ini dirancang dengan pendekatan interaktif yang mencakup elemen visual, audio, serta latihan soal berbasis proyek. Metode penelitian yang digunakan adalah research and development (R&D) dengan model pengembangan 4-D dari Thiagarajan, yang meliputi empat tahap: pendefinisian, perencanaan, pengembangan, dan penyebaran. Penelitian ini melibatkan siswa kelas 3 SD di salah satu sekolah di Kota Cimahi, dengan kelas 3A sebagai kelompok kontrol dan kelas 3B sebagai kelompok eksperimen. Hasil validasi dari para ahli menunjukkan bahwa e-modul ini memenuhi kriteria "sangat valid" dengan rata-rata skor 3,823. Uji coba awal dan operasional juga mendapatkan respons "sangat baik" dari siswa dan guru. Uji efektivitas dengan *independent sample t-test* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, dengan nilai Cohen's d sebesar 2,54 yang termasuk dalam kategori efek besar. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian ini menyimpulkan bahwa e-modul berbasis PjBL efektif sebagai media pembelajaran yang mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 khususnya kemampuan berpikir kritis.
Kata kunci: E-modul, PjBL, Kemampuan Berpikir Kritis

Pendahuluan

Pesatnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi informasi di abad ke-21 memberikan dampak signifikan pada berbagai aspek kehidupan, termasuk bidang pendidikan. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional mengamanatkan bahwa pendidikan harus mencakup pengembangan keterampilan yang dibutuhkan siswa untuk menghadapi tantangan zaman. National Education Association (2010) memperkenalkan konsep keterampilan abad ke-21 yang dikenal sebagai "The 4Cs". Keterampilan ini, yang meliputi kemampuan *critical thinking and problem solving, communication, collaboration,* serta *creativity and innovation,* menjadi kemampuan utama yang perlu dimiliki siswa agar dapat berperan aktif dalam kehidupan nyata (Wijaya, dkk., 2016) dan sangat relevan bagi siswa di tingkat pendidikan dasar dan menengah (Wibowo, dkk., 2018). Keterampilan tersebut membantu siswa mempersiapkan diri menghadapi tantangan karier dan permasalahan di abad ke-21 (Redhana, 2019). Di antara keempat keterampilan tersebut, kemampuan berpikir kritis memiliki peran yang sangat penting dalam membantu siswa menganalisis, mengevaluasi, dan menafsirkan informasi secara mendalam, serta membuat keputusan berdasarkan data.

Sayangnya, pengembangan kemampuan berpikir kritis ini belum optimal, terutama di tingkat sekolah dasar (Magdalena, dkk., 2020). Penelitian Azizah, dkk. (2018), menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar di Semarang berada pada kategori rendah. Penelitian serupa oleh Fajriyah, N. (2021) menemukan hasil yang sama di kalangan siswa SD di Malang bahwa siswa memiliki kemampuan berpikir kritis yang tergolong rendah. Selain itu, studi pendahuluan berupa wawancara dengan guru di salah satu sekolah dasar di Kota Cimahi bahwa hanya sedikit siswa yang mampu menunjukkan kemampuan berpikir kritis. Hasil observasi dan wawancara juga menunjukkan bahwa bahan ajar yang digunakan saat ini terbatas pada buku Bupena dan papan tulis, sehingga menyebabkan kurangnya minat siswa serta pembelajaran yang cenderung satu arah. Akibatnya, siswa menjadi kurang fokus, tidak aktif, dan kesulitan dalam memahami pembelajaran terutama dalam mata pelajaran matematika, karena minimnya pengalaman belajar langsung.

Untuk mengatasi masalah ini, beberapa peneliti telah mengusulkan solusi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, seperti dengan melakukan intervensi model pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran berbasis proyek, *problem posing*, *discovery learning*, inkuiri terbimbing, dan *group investigation* (Firdausi, dkk., 2021). Penerapan model pembelajaran berbasis masalah yang menekankan pada pemecahan masalah nyata dapat meningkatkan berpikir kritis siswa SD (Saputri, 2020). Selain itu, penerapan model pembelajaran aktif, seperti diskusi kelompok dan proyek kolaboratif yang terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Fitriani, dkk., 2019). Namun, meskipun berbagai metode ini telah diterapkan, masih diperlukan inovasi yang lebih menarik dan interaktif.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan modul pembelajaran inovatif berupa e-modul interaktif berbasis *project based learning* (PjBL) yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Penelitian ini sangat relevan di era saat ini, mengingat pentingnya kemampuan berpikir kritis dalam mempersiapkan siswa menghadapi tantangan abad ke-21 yang kompleks dan didominasi oleh perkembangan teknologi serta informasi. Melalui e-modul ini, diharapkan siswa dapat lebih aktif terlibat dalam pembelajaran dan terlatih dalam analisis serta pemecahan masalah. Dengan menawarkan pendekatan baru, modul pembelajaran ini diharapkan dapat mengatasi kekurangan metode pembelajaran yang ada dan meningkatkan keterlibatan siswa.

Walaupun telah banyak penelitian yang berfokus pada pengembangan pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, penelitian ini menawarkan inovasi baru dengan mengembangkan media pembelajaran berupa e-modul interaktif berbasis PjBL. Dengan ini, siswa tidak hanya dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, tetapi juga dapat mengajak siswa untuk lebih aktif terlibat dalam proses pembelajaran. E-modul ini berupaya menjawab kekosongan dalam literatur yang ada dengan menambah elemen multimedia yang beragam, seperti adanya video dan kuis interaktif yang direkomendasikan oleh Pratiwi, dkk. (2023) dan Amalia, dkk. (2023). Sementara banyak e-modul lain yang cenderung monoton, modul ini dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan menarik bagi siswa, sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D) yang berfokus pada proses pengembangan. Tujuan utama penelitian ini adalah menghasilkan e-modul yang berbasis pada model pembelajaran berbasis proyek untuk siswa sekolah dasar. Penyusunan produk akhir dilakukan dengan mengikuti model pengembangan 4-D yang dikemukakan oleh Thiagarajan, yang meliputi empat tahap: pendefinisian (*define*), perencanaan

Copyright © 2025 The Author(s)

(*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*dissemination*) (Thiagarajan, 1976). Alur proses model 4-D Thiagarajan ini digambarkan dalam bentuk *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model 4-D Thiagarajan

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Pada tahap ini, dilakukan kajian pustaka dan survei lapangan untuk mengidentifikasi berbagai permasalahan yang ada (Ekantini & Wilujeng, 2018). Analisis awal dilakukan guna menentukan kebutuhan pengembangan modul, dimulai dengan meninjau bahan ajar dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, khususnya Bupena untuk kelas 3 SD. Selanjutnya, analisis siswa dilakukan melalui wawancara dengan guru kelas dan observasi langsung untuk memahami karakteristik serta gaya belajar siswa. Analisis tugas dilakukan dengan mengkaji lembar kerja peserta didik (LKPD) guna mengidentifikasi kemampuan dan pengetahuan yang harus dikuasai siswa. Analisis konsep dilakukan untuk menentukan materi pelajaran yang relevan, berdasarkan hasil wawancara dengan guru terkait materi yang akan diajarkan melalui modul berbasis proyek.

Tahap terakhir adalah menentukan tujuan instruksional, di mana tujuan pembelajaran dan kompetensi inti dirancang secara spesifik dan terukur untuk diintegrasikan dalam proses pembelajaran. Fokus utama tahap ini adalah meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Dengan merancang tujuan yang sejalan dengan materi pelajaran, hasil pembelajaran diharapkan menjadi lebih terukur. Selain itu, pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan partisipasi aktif siswa dalam proses belajar.

2. Tahap Perencanaan (*Design*)

Pada tahap perencanaan, desain produk awal dirancang berdasarkan hasil analisis pada tahap pendefinisian. Kegiatan yang dilakukan meliputi penyusunan tes kriteria, pemilihan media dan format yang tepat, serta pembuatan desain awal dengan mengumpulkan data melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi.

Tes kriteria disusun untuk memastikan instrumen evaluasi sesuai dengan tujuan pembelajaran atau kompetensi yang diharapkan. Tes ini dirancang untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa, menggunakan indikator berpikir kritis matematis seperti merumuskan pokok masalah, mengidentifikasi fakta, memilih argumen logis, mendeteksi bias dari sudut pandang berbeda, dan menarik kesimpulan (Ennis, 1993). Proses penyusunan tes kriteria

mencakup perancangan butir soal serta pengujian validitas dan reliabilitas, sehingga hasil evaluasi konsisten dan akurat dalam mengukur kemampuan berpikir kritis siswa. Tahap berikutnya adalah pemilihan media yang mendukung pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, serta menentukan format modul yang akan digunakan. Format modul disesuaikan dengan standar modul reguler di sekolah dasar. Dalam proses desain awal, modul dikembangkan berdasarkan data yang diperoleh dari observasi dan dokumentasi. Setelah desain awal selesai, tahap berikutnya adalah pengembangan untuk penyempurnaan dan pengujian lebih lanjut.

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan melibatkan uji validitas produk oleh ahli materi, ahli modul, dan ahli media untuk memastikan kualitas modul yang dihasilkan. Data yang dikumpulkan bersifat deskriptif kuantitatif, dengan skor rata-rata dihitung berdasarkan penilaian dari tiga validator. Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert dengan skor 1 hingga 4, sesuai dengan kriteria yang diadaptasi dari berbagai aspek penilaian. Skor rata-rata untuk setiap aspek kemudian dikonversi sesuai pedoman yang ditetapkan (Baidowi, dkk., 2023; Ratumanan, & Laurens, 2016), sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Kualitas Modul

Interval Skor	Kategori	Informasi
$1 \leq P \leq 1.75$	Sangat tidak valid	Belum bisa dipakai dan masih perlu konsultasi
$1.75 \leq P \leq 2.75$	Tidak valid	Dapat digunakan dengan beberapa revisi
$2.75 \leq P \leq 3.25$	Valid	Dapat digunakan dengan revisi yang cukup
$3.25 \leq P \leq 4.0$	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi kecil

Catatan: P = rata – rata perolehan dari setiap aspek kuesioner yang diisi oleh tiga validator.

Dari hasil validitas, modul yang memenuhi kriteria 'sangat valid' atau 'valid' dapat langsung digunakan atau hanya memerlukan sedikit revisi agar sesuai dengan standar yang diharapkan. Sementara itu, modul yang berada dalam kategori 'tidak valid' atau 'sangat tidak valid' perlu dilakukan perbaikan, baik dari segi isi, penyajian, maupun media pendukungnya, sebelum bisa digunakan secara efektif dalam proses pembelajaran. Selain itu, uji coba awal dilakukan terhadap 6 orang siswa dengan berbagai tingkat kemampuan yang berbeda. Enam siswa tersebut terdiri dari 2 siswa dengan kemampuan rendah, 2 siswa dengan kemampuan sedang, dan 2 siswa dengan kemampuan tinggi. Siswa – siswa tersebut dipilih sebagai perwakilan dari berbagai tingkatan kemampuan siswa. Setelah e-modul diujicobakan, siswa diminta untuk mengisi penilaian berupa angket tanggapan, yang hasilnya akan menjadi masukan untuk perbaikan e-modul.

Selanjutnya dilakukan uji coba operasional yang dilakukan di salah satu kelas di salah satu sekolah di Kota Cimahi. Setelah uji coba operasional selesai, guru dan siswa diminta untuk mengisi angket respons menggunakan skala *likert*. Hasil angket kemudian diberi skor dan diklasifikasikan sesuai dengan Tabel 2 (Baidowi, dkk., 2023; Widoyoko, E. P., 2009), serta digunakan sebagai masukan untuk merevisi modul. Untuk Tabel 2, $\overline{X_i} = \frac{1}{2}$ (skor maksimum ideal + skor minimum ideal), $sb_i = \frac{1}{6}$ (skor maksimum ideal - skor minimum ideal) dan X = skor empiris, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Copyright © 2025 The Author(s)

Tabel 2. Rumus untuk Menentukan Klasifikasi Interval

Rumus	Klasifikasi
$X > \bar{X}_i + 1{,}8 \times sb_i \Leftrightarrow X > 3{,}4$	Sangat Baik
$\bar{X}_i + 0{,}6 \times sb_i < X \leq \bar{X}_i + 1{,}8 \times sb_i \Leftrightarrow 2{,}8 < X \leq 3{,}4$	Baik
$\bar{X}_i - 0{,}6 \times sb_i < X \leq \bar{X}_i + 0{,}6 \times sb_i \Leftrightarrow 2{,}2 < X \leq 2{,}8$	Cukup
$\bar{X}_i - 1{,}8 \times sb_i < X \leq \bar{X}_i - 0{,}6 \times sb_i \Leftrightarrow 1{,}6 < X \leq 2{,}2$	Kurang
$X \leq \bar{X}_i - 1{,}8 \times sb_i \Leftrightarrow X \leq 1{,}6$	Sangat Kurang

4. Tahap Penyebaran (*Dissemination*)

Tahap ini melibatkan kegiatan sosialisasi modul di lapangan serta evaluasi efektivitasnya berdasarkan hasil belajar siswa. Penelitian dilakukan pada dua kelas di salah satu sekolah dasar di Kota Cimahi, dengan satu kelas berperan sebagai kelompok kontrol yang tidak menggunakan modul, dan kelas lainnya sebagai kelompok eksperimen yang menggunakan modul dalam pembelajaran. Untuk menganalisis perbedaan hasil belajar antara kedua kelompok, digunakan uji-t dan analisis *effect size*. Modul dianggap efektif apabila hasil belajar siswa di kelas eksperimen secara signifikan lebih baik dibandingkan dengan kelompok kontrol. Jika hasilnya belum memenuhi standar yang diharapkan, maka dilakukan revisi guna memperbaiki kekurangan dan meningkatkan efektivitas modul.

Hasil

Tahap Pendefinisian (Define)

Tahap pendefinisian bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi siswa serta menentukan kebutuhan dalam pengembangan modul pembelajaran. Pada tahap analisis awal, identifikasi dilakukan melalui wawancara dengan guru kelas dan observasi lapangan secara langsung. Hasil temukan menunjukkan bahwa pembelajaran matematika di kelas 3 sekolah dasar membutuhkan bahan ajar yang mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Namun, bahan ajar yang digunakan masih terbatas pada buku Bupena dan papan tulis tanpa pemanfaatan teknologi. Selain itu, hasil observasi juga menunjukkan bahwa pembelajaran bersifat satu arah dan kurang menarik bagi siswa.

Selanjutnya, tahap analisis siswa dilakukan untuk memahami karakteristik subjek uji coba lapangan. Uji coba akan dilakukan di kelas 3 sekolah dasar dengan 8 siswa laki-laki dan 13 siswa perempuan. Wawancara dengan guru menunjukkan bahwa siswa lebih menyukai pembelajaran yang melibatkan praktik langsung, seperti eksperimen kecil, karena dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar mereka dibandingkan metode konvensional seperti membaca buku teks atau mengerjakan soal tertulis. Analisis tugas dilakukan dengan meninjau lembar kerja peserta didik (LKPD) yang selama ini digunakan. Ditemukan bahwa soal-soal dalam LKPD sebagian besar hanya berfokus pada prosedur dasar tanpa mendorong analisis, pemecahan masalah, atau pengambilan keputusan. Contohnya, siswa tidak dilatih memilih alat ukur yang tepat untuk situasi tertentu atau menyelesaikan tantangan yang membutuhkan berpikir kritis.

Pada tahap analisis konsep, materi pembelajaran yang sesuai dipilih berdasarkan kurikulum kelas 3 sekolah dasar. Topik yang dipelajari meliputi bilangan cacah, pecahan, dan pengukuran. Materi pengukuran dipilih karena memiliki keterkaitan yang kuat dengan pendekatan pembelajaran berbasis proyek, memungkinkan siswa untuk mempraktikkan konsep-konsep tersebut dalam situasi nyata. Terakhir, spesifikasi tujuan pembelajaran disusun dengan merancang capaian yang jelas dan terukur. Modul ini bertujuan untuk membantu siswa memahami konsep satuan panjang, memilih alat ukur yang sesuai, melakukan pengukuran benda di sekitar, menyajikan hasil pengukuran dengan benar, serta melakukan konversi satuan panjang. Dengan pendekatan ini, siswa tidak hanya belajar secara teoritis, tetapi juga

mengembangkan kemampuan praktis yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, seperti memecahkan masalah terkait pengukuran dan memperkuat pemahaman matematis mereka.

Tahap Perencanaan (Design)

Tahap perencanaan mencakup pembuatan desain awal modul yang meliputi penyusunan tes kriteria, pemilihan media pembelajaran, dan perancangan format modul. Pada bagian penyusunan tes kriteria, dirancang tes esai sebanyak 7 soal yang telah teruji valid untuk materi pengukuran panjang. Soal-soal ini dirancang untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa, seperti memilih alat ukur yang tepat, melakukan konversi satuan panjang, membandingkan hasil pengukuran, dan menyajikan jawaban dengan penalaran logis. Validasi soal dilakukan bersama ahli pendidikan sekolah dasar, sementara uji empiris digunakan untuk memastikan konsistensi dan akurasi instrumen evaluasi. Hasilnya menunjukkan bahwa seluruh soal memenuhi kriteria validitas dan memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi.

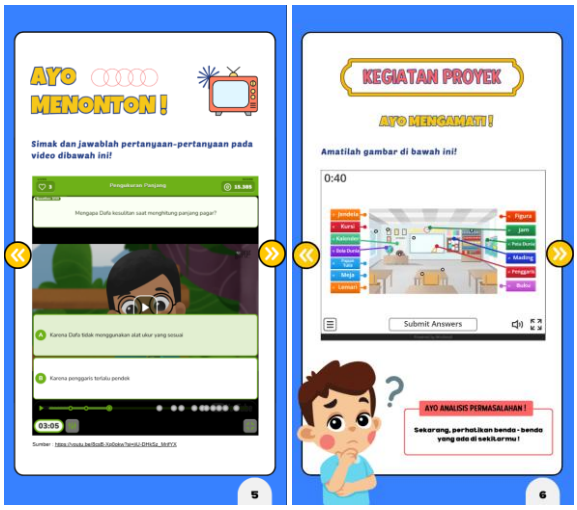
Pada pemilihan media, modul pembelajaran berbasis elektronik dipilih karena lebih interaktif dan menarik bagi siswa. Media ini dirancang menggunakan Canva dan Quiz Creator, yang memungkinkan integrasi video, animasi, dan permainan interaktif. Berdasarkan wawancara, siswa lebih termotivasi belajar menggunakan media yang melibatkan video atau permainan dibandingkan media cetak. Canva dipilih karena fleksibilitasnya, yang memungkinkan modul diakses melalui berbagai perangkat seperti komputer, tablet, maupun ponsel.

Desain awal modul dibuat dalam format vertikal dengan rasio 9:16 dan resolusi 1080x1920 piksel. Modul dirancang dengan tata letak yang menarik, menggunakan kombinasi warna, gambar, dan animasi. Konten modul mencakup teori, video pembelajaran, dan latihan soal interaktif. Sebagai contoh, pada bagian sampul modul (Gambar 2), informasi penting seperti judul materi, capaian pembelajaran, dan tujuan modul disajikan secara ringkas. Modul ini juga mencakup aktivitas interaktif, seperti video pembelajaran yang meminta siswa menjawab pertanyaan sebelum melanjutkan ke bagian berikutnya (Gambar 3).

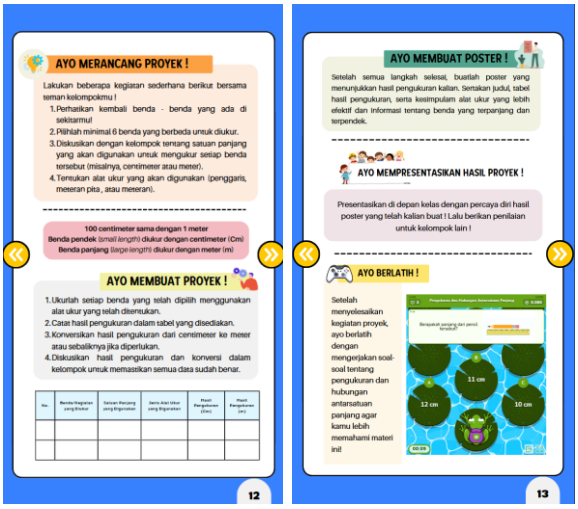


Gambar 2. Desain Sampul dan Identitas E-Modul

Copyright © 2025 The Author(s)



Gambar 3. Kegiatan Interaktif



Gambar 4. Contoh Proyek dalam Modul

Gambar 4 menggambarkan model pembelajaran berbasis proyek yang diterapkan dalam modul ini. Proyek ini dirancang untuk diselesaikan siswa dalam tiga pertemuan. Pada pertemuan pertama, siswa bersama guru mendiskusikan jadwal dan perencanaan proyek. Dalam tahap ini, siswa mempelajari berbagai jenis alat ukur panjang serta cara penggunaannya. Pada pertemuan kedua, siswa melakukan aktivitas pengukuran benda-benda di sekitar mereka menggunakan berbagai alat ukur untuk memahami kelebihan masing-masing alat dalam situasi yang berbeda. Pada pertemuan ketiga, siswa membuat poster yang berisi hasil pengukuran, kesimpulan mengenai alat ukur yang paling efektif untuk setiap benda, serta informasi mengenai benda dengan ukuran terpanjang dan terpendek. Setelah poster selesai, siswa mempresentasikan hasil proyek tersebut di depan kelas.

Tahap Pengembangan (Develop)

Tahap pengembangan (*develop*) mencakup proses uji validitas produk yang dilakukan oleh tiga ahli, yaitu ahli materi, ahli modul, dan ahli media, untuk memastikan kualitas modul yang dikembangkan. Setiap ahli memiliki peran dan fokus penilaian yang berbeda. Ahli materi bertanggung jawab mengevaluasi kesesuaian konten dengan tujuan pembelajaran, serta menilai struktur dan penggunaan bahasa dalam modul. Ahli modul fokus pada kejelasan isi, tingkat

interaktivitas, dan kemudahan penggunaan modul. Sementara itu, ahli media menilai aspek visual dan desain modul. Hasil evaluasi dari ketiga validator tersebut dirangkum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validitas dari Tiga Validator

Ahli Materi		**Ahli Modul**		**Ahli Media**	
Aspek	**Rata – rata Skor**	**Aspek**	**Rata – rata Skor**	**Aspek**	**Rata – rata Skor**
Kesesuaian Materi	4	Kejelasan Konten	3.8	Tampilan Desain Layar	3.6
Struktur dan Relevansi Konten	4	Kesesuaian dengan Tujuan Pembelajaran	4	Kemudahan Pengguna	3.75
Kebahasaan	3.8	Interaktivitas	3.8	Konsistensi	3.34
		Aksesibilitas	3.75	Kegrafikan	3.8
Skor rata – rata setiap ahli	3.96		3.8375		3.6725
Skor rata – rata dari tiga validator	**3.823**				

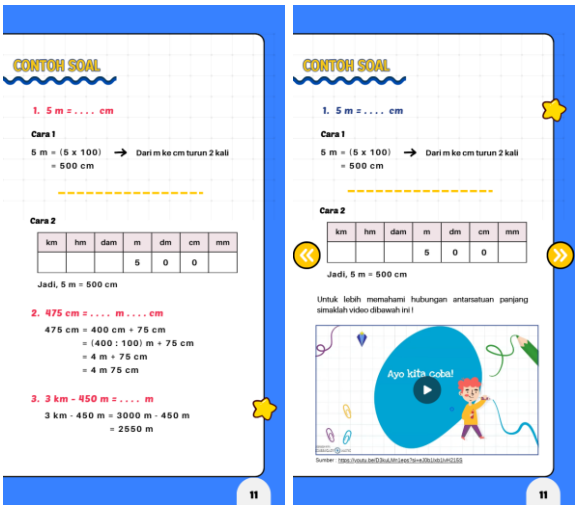
Berdasarkan Tabel 3, rata-rata skor yang diberikan oleh ketiga validator adalah 3,823. Mengacu pada Tabel 1, skor tersebut masuk dalam kategori "sangat valid." Hal ini menunjukkan bahwa modul dianggap layak untuk digunakan dengan hanya memerlukan sedikit revisi. Rekomendasi dan masukan dari ketiga validator dirangkum dalam Tabel 4.

Tabel 4. Saran dari Tiga Validator

Ahli Materi	**Ahli Modul**	**Ahli Media**
Menambahkan contoh video penyampaian materi yang lebih bervariasi untuk meningkatkan pemahaman.	Perbaikan navigasi agar lebih sederhana dan lebih mudah dipahami oleh siswa.	Tambahkan pemberian apresiasi seperti pemberian skor setelah mengerjakan soal latihan.

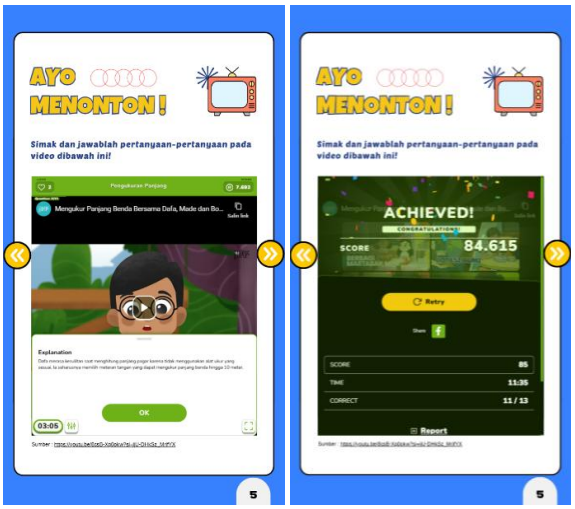
Modul ini telah diperbaiki berdasarkan saran yang diberikan oleh ketiga validator. Perbaikan yang dilakukan meliputi penambahan contoh video materi yang lebih bervariasi untuk meningkatkan pemahaman siswa, perbaikan navigasi agar lebih sederhana dan mudah dipahami, serta penambahan fitur apresiasi berupa pemberian skor dan penjelasan untuk jawaban yang salah. Perbaikan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Copyright © 2025 The Author(s)



(i) (ii)

Gambar 5. Pengembangan Modul: (i) Sebelum dan (ii) Setelah Perbaikan, serta Penyempurnaan Navigasi



Gambar 6. Fitur Apresiasi

Uji coba awal dilakukan dengan melibatkan 6 siswa kelas 3 dari salah satu sekolah dasar di Kota Cimahi, yang dipilih berdasarkan tingkat kemampuan (rendah, sedang, dan tinggi) dengan 2 siswa dari masing-masing kelompok. Tujuan uji coba ini adalah untuk menilai keterbacaan, daya tarik, dan kemudahan penggunaan e-modul dari perspektif siswa. Siswa diminta membaca e-modul dan menyelesaikan beberapa kegiatan interaktif yang ada, kemudian mengisi angket penilaian. Rata-rata skor respons siswa adalah 3,68, yang menurut Tabel 2 tergolong dalam kategori 'sangat baik'. Selanjutnya, e-modul digunakan untuk uji coba operasional.

Uji coba operasional dilakukan di kelas 3B selama tiga pertemuan dengan model pembelajaran berbasis proyek. Setelah tiga pertemuan, guru dan siswa mengisi angket untuk menilai e-modul yang digunakan. Rata-rata skor respons siswa adalah 3,72, yang mengklasifikasikan e-modul sebagai 'sangat baik', sementara rata-rata skor dari guru adalah 3,775, juga dalam kategori 'sangat baik'. Respons positif dari siswa dan guru menunjukkan bahwa e-modul ini siap untuk disebarkan.

Tahap Penyebaran (Dissemination)

Tahap penyebaran mencakup kegiatan seperti menguji efektivitas e-modul berdasarkan nilai siswa dan melakukan sosialisasi lapangan. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen di salah satu sekolah dasar di Kota Cimahi untuk mengevaluasi efektivitasnya. Kelas 3A berfungsi sebagai kelompok kelas kontrol yang tidak menggunakan e-modul, sementara kelas 3B menjadi kelompok kelas eksperimen yang belajar menggunakan e-modul. Sosialisasi e-modul dilakukan dengan memberikan presentasi kepada guru kelas mengenai fitur, manfaat, dan cara penggunaan e-modul berbasis PjBL. Guru juga diberikan kesempatan untuk mencoba e-modul sebelum digunakan dalam kelas eksperimen. Langkah ini bertujuan untuk memastikan guru memahami penggunaan e-modul dan dapat memanfaatkan fitur interaktifnya dengan optimal selama proses pembelajaran.

Setelah kedua kelompok melakukan proses pembelajaran sesuai dengan kriteria eksperimen selama tiga pertemuan, dilakukan pengujian kemampuan berpikir kritis melalui tes berupa soal uraian. Kemudian, hasilnya dianalisis menggunakan uji-t. Rincian hasil uji efektivitas kedua kelompok tersebut disajikan dalam tabel Tabel 5 dan Tabel 6, dimulai dengan uji normalitas dan homogenitas data kemampuan berpikir kritis pada kedua kelas.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas Kelas Kontrol dan Eksperimen

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelas Kontrol	.139	21	.200*	.931	21	.143
Kelas Eksperimen	.150	21	.200*	.952	21	.364

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan Tabel, hasil uji normalitas menggunakan *One-Sample Shapiro-Wilk Test* menunjukkan nilai signifikansi kelas kontrol sebesar 0,143 dan kelas eksperimen sebesar 0,364. Nilai signifikansi pada data kemampuan berpikir kritis di kedua kelas tersebut lebih besar dari 0,05, yang berarti bahwa menurut uji normalitas *One-Sample Shapiro-Wilk Test*, data kemampuan berpikir kritis dari kedua kelas terdistribusi secara normal. Selanjutnya, Tabel 6 menampilkan hasil uji homogenitas. Uji ini bertujuan untuk mengetahui keseragaman varians dalam data. Pada penelitian ini, uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan uji Levene Test. Keputusan diambil dengan mempertimbangkan nilai signifikansi; jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka data tersebut dianggap homogen.

Tabel 6. Hasil Uji Homogenitas Levene

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Evaluasi	Based on Mean	.068	1	40	.796
	Based on Median	.031	1	40	.862
	Based on Median and with adjusted df	.031	1	38.261	.862
	Based on trimmed mean	.039	1	40	.845

Hasil uji homogenitas menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,796, yang lebih besar dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis pada kedua kelas memiliki varians yang homogen. Karena kedua data tersebut berdistribusi normal dan homogen, uji hipotesis

Copyright © 2025 The Author(s)

dapat dilanjutkan. Uji hipotesis dilakukan menggunakan uji *independent sample t-test*, yang digunakan untuk membandingkan rata-rata kemampuan berpikir kritis antara dua kelompok yang independen. Tujuan uji ini adalah untuk menentukan apakah ada perbedaan signifikan antara kedua kelompok tersebut. Uji t dilakukan dengan hipotesis nol (H0) yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa di kelas eksperimen sama dengan kelas kontrol, dan hipotesis alternatif (H1) yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa di kelompok eksperimen lebih baik dibandingkan dengan kelompok kontrol. Signifikansi diuji dengan alpha = 0,05, dan hasil dari uji *independent sample t-test* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji T Independen

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Hasil Evaluasi	Equal variances assumed	.068	.796	-8.226	40	.000	-19.333	2.350	-24.083	-14.583
	Equal variances not assumed			-8.226	39.569	.000	-19.333	2.350	-24.085	-14.582

Berdasarkan hasil uji *independent sample t-test* yang dilakukan menggunakan SPSS, diperoleh nilai signifikansi (2-tailed) sebesar 0,000. Karena pengujian dilakukan dengan uji satu sisi sesuai dengan hipotesis, nilai signifikan dihitung menjadi 0,000/2 = 0,0005, yang lebih kecil dari nilai signifikansi 0,05. Oleh karena itu, H0 ditolak dan H1 diterima. Pengujian dilanjutkan dengan uji *effect size* untuk mengukur besar efek penggunaan produk e-modul, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji T *Effect Size*

Uji *Effect Size*	N	Rerata d	S_d	Cohen's d	Kesimpulan
Kelas Kontrol	21	69.05	7.207	2.54	Efek Besar
Kelas Eksperimen	21	88.38	8.003		

Hasil uji *effect size* menunjukkan bahwa penerapan e-modul berbasis PjBL efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, dengan nilai Cohen's d sebesar 2,54, yang termasuk dalam kategori efek besar. Ini menunjukkan bahwa e-modul tersebut memiliki dampak positif yang signifikan dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa.

Pembahasan

Tahap pendefinisian bertujuan untuk mengenali permasalahan dalam pembelajaran dan kebutuhan pengembangan modul melalui analisis yang komprehensif, sehingga menghasilkan desain berbasis PjBL yang efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan cara yang praktis dan menarik. Tahap ini mencakup lima aspek penting: analisis awal, analisis siswa, analisis tugas, analisis konsep, dan spesifikasi tujuan pembelajaran (Maulita, dkk., 2023). Kemajuan pesat dalam ilmu pengetahuan dan teknologi informasi pada abad ke-21 telah membawa pengaruh besar terhadap dunia pendidikan. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengembangkan kemampuan abad ke-21, dengan penekanan khusus pada kemampuan berpikir kritis. Salah satu solusi inovatif yang dapat diterapkan adalah penggunaan e-modul interaktif berbasis PjBL. Kajian pustaka mendukung bahwa pendekatan pembelajaran berbasis proyek efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Fitriani, dkk., 2019).

Tahap perencanaan menghasilkan tes kriteria yang berhasil mencakup indikator berpikir kritis matematis. Hasil tes kriteria yang telah teruji valid dan reliabel mendukung penggunaan instrumen tersebut dalam evaluasi kemampuan siswa, memastikan hasil pengukuran yang akurat dan konsisten. Selain itu, perencanaan modul interaktif yang mengintegrasikan elemen multimedia seperti adanya media visual dan audio terbukti menarik perhatian dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penggunaan multimedia interaktif dapat meningkatkan motivasi siswa dalam belajar, yang pada akhirnya berdampak positif pada peningkatan hasil belajar siswa (Yasa, dkk., 2021). Desain modul memungkinkan siswa untuk belajar secara aktif melalui proyek yang dirancang untuk mempraktikkan konsep pengukuran dalam situasi nyata. Tiga tahap proyek ini dapat membantu siswa memahami teori, mempraktikkan keterampilan, dan menyajikan hasil, yang mendukung pembelajaran kolaboratif dan analitis.

Tahap pengembangan, hasil validasi dari tiga ahli menunjukkan bahwa modul ini memenuhi kriteria kualitas dari segi materi, desain, dan media. Rekomendasi dari validator membantu meningkatkan aspek navigasi, variasi konten, dan apresiasi terhadap siswa. Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa validasi oleh para ahli sangat penting untuk memastikan efektivitas modul pembelajaran sebelum digunakan di kelas (Fitriyah, dkk., 2023). Tingginya rata-rata skor validasi para ahli menunjukkan modul ini dianggap sangat valid dan siap untuk digunakan dengan sedikit revisi yang diperlukan untuk meningkatkan kualitas dan efektivitasnya.

Respon positif dari siswa dan guru pada tahap penyebaran mengindikasikan bahwa e-modul ini menarik, mudah digunakan, dan efektif. Penelitian Megayanti, dkk., (2020) menyatakan bahwa modul merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan belajar siswa. Temuan pada penelitian ini mendukung pernyataan tersebut dengan hasil uji statistik yang menunjukkan bahwa penggunaan e-modul berbasis PjBL secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dibandingkan metode pembelajaran konvensional. Uji *effect size* menunjukkan bahwa modul ini memiliki dampak besar dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa yang mencerminkan keberhasilan implementasi e-modul interaktif berbasis proyek ini.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa e-modul interaktif berbasis PjBL yang dikembangkan telah mendapatkan penilaian ‘sangat valid’ dari para ahli dan dinilai ‘sangat baik’ oleh siswa dan guru pada uji coba awal serta uji operasional. Keefektifan e-modul ini diukur dengan membandingkan peningkatan kemampuan berpikir kritis antara kelas eksperimen yang menggunakan e-modul dan kelas kontrol yang tidak menggunakannya. Hasil analisis efektivitas menunjukkan nilai *effect size* sebesar 2,54, yang termasuk dalam kategori efek besar. Ini membuktikan adanya perbedaan signifikan dalam kemampuan berpikir kritis antara kedua kelompok, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan e-modul berdampak positif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas 3 di salah satu sekolah dasar di Kota Cimahi. Untuk pengembangan selanjutnya, e-modul ini dapat diperbaiki dengan menambahkan fitur interaktif seperti kuis, gamifikasi, atau aktivitas kreatif lainnya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Selain itu, penggunaan platform selain Canva juga bisa dipertimbangkan untuk memberikan lebih banyak fleksibilitas dalam desain dan fitur yang ditawarkan. Penelitian ini juga dapat diperluas dengan menerapkan e-modul pada mata pelajaran lain atau tingkat pendidikan yang berbeda untuk mengevaluasi efektivitasnya secara lebih luas.

Copyright © 2025 The Author(s)

Di sisi lain, pelatihan untuk guru sangat penting untuk memastikan bahwa teknologi pembelajaran ini dapat diintegrasikan secara optimal dalam proses pembelajaran.

References

Amalia, Z., Yulianti, D., Rohman, F., & Nurhanurawati. (2023). Pengembangan e-Modul Berbasis Project based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas V. *Al-Madrasah: Jurnal Ilmiah Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah, 7*(4), 1875-1890. https://doi.org/10.35931/am.v7i4.2739

Antari, P. L., Widiana, I. W., & Wibawa, I. M. (2023, Agustus). Modul Elektronik Berbasis Project Based Learning Pembelajaran IPAS untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran, 7*(2), 266-275.

Azizah, M., Sulianto, J., & Cintang, N. (2018). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar pada Pembelajaran Matematika Kurikulum 2013. *Jurnal Penelitian Pendidikan, 35*(1), 61-70.

Baidowi, Arjudin, Novitasari, D., & Kertiyani, N. M. (2023, January). The Development of Project Based Learning Module for Vocational High Schools to Improve Critical Thinking Skills. *JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika), 7*(1), 217-230.

Ekantini, A., & Wilujeng, I. (2018). The Development of Science Student Worksheet Based on Education for Environmental Sustainable Development to Enhance Scientific Literacy. *Universal Journal of Educational Research, 6*, 1339–1347. https://doi.org/10.13189/ujer.2018.060625

Ennis, R. H. (1993). Critical Thinking Assessment. *Theory into Practice, 32*(3), 179-186.

Fahrurrazi, F., & Jayawardaya, S. S. (2024). Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa SD Melalui Metode Pembelajaran Interaktif. *Semantik: Jurnal Riset Ilmu Pendidikan, Bahasa dan Budaya, 2*(3), 101-110. https://doi.org/10.61132/semantik.v2i3.776

Fajriyah, N. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Sekolah Dasar (SD) pada Mata Pelajaran Matematika (Skripsi, Jurusan Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang).

Fatmawati, H., Mardiyana, & Triyanto. (2014, November). Analisis Berpikir Kritis Siswa dalam Pemecahan Masalah Matematika berdasarkan Polya Pada Pokok Bahasan Persamaan Kuadrat. *Jurnal Elektronik Pembelajaran Matematika, 2*(9), 911-922.

Firdausi, B. W., Warsono, & Yermiandhoko, Y. (2021). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Siswa Sekolah Dasar. Jurnal MUDARRISUNA: Media Kajian Pendidikan Agama Islam, 229-243.

Fitriani, R., Surahman, E., & Azzahrah, I. (2019, Januari). Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi, 11*(1), 6-11.

Fitriyah, H., Lestari, N. A., & Budiarto, E. (2023). Validitas Modul AjarBerbasis Inquiry LearningTerintegrasi Pendidikan Lingkungan Terkait Perubahan Iklim untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran, 17-28.

Hutahaean, L. A., Siswandari, & Harini. (2017). Pemanfaatan E-Modul Interaktif sebagai Media Pembelajaran di Era Digital. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pendidikan Pascasarjana UNIMED,* 298-305.

Kurniawati, D., & Ekayanti, A. (2020). Pentingnya Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika. *PeTeKa (Jurnal Penelitian Tindakan Kelas dan Pengembangan Pembelajaran), 3*(2), 107-114.

Magdalena, I., Hasna AJ, A., Auliya, D., & Ariani, R. (2020, April). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas VI dalam pembelajaran IPA di SDN Cipete 2. *PENSA : Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial, 2*(1), 153-162.

Maulita, P. P., Hidayat, O. S., & Hasanah, U. (2023, Juni). Analisis Kebutuhan E-Modul berbasis Project Based Learning (PjBL) pada Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Kompetensi, 16*(1), 168-175.

Megayanti, T., Busono, T., & Maknun, J. (2020). Efektivitas pembelajaran berbasis proyek dalam pendidikan vokasi: Tinjauan pustaka. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 830(4), 042075. https://doi.org/10.1088/1757-899X/830/4/042075

National Education Association. (2010). *Preparing 21st Century Students for a Global Society: An Educator's Guide to the "Four Cs."*

Nopiani, S., Purnamasari, I., Nuvitalia, D., & Rahmawati, A. (2023, Juni). Kompetensi 4C dalam Implementasi Kurikulum Merdeka di Kelas IV Sekolah Dasar. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri, 9*(2), 5202-5210.

Pratiwi, K. F., Sulianto, J., & Sumarno. (2023, September). Pengembangan E-Modul berbasis Project Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri, 9*(4), 1282-1294.

Rahmawati, D., Khoirunnisa, A., & Sekarsari, A. (2022). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning dalam Pembelajaran Matematika Terhadap Keterampilan 4C. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika IV (Sandika IV),* 489-497. Pekalongan.

Ratumanan, T. G., & Laurens, T. (2016). Analisis Penguasaan Objek Matematika (Kajian pada Luludan SMA di Provinsi Maluku). *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia, 1*(2), 146-154.

Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad ke-21 dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia, 13*(1), 2239-2253.

Saputri, M. A. (April 2020). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meninhkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas V Sekolah Dasar. Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK), 92-98.

Sarwandi, Giatman, M., Sukardi, & Irfan, D. (2019, Juni). Developing Mobile-Based Project-Based Learning Module for Project Management Courses in Vocational Education. *Jurnal Pendidikan Vokasi, 9*(2), 207-216.

Thiagarajan, S. (1976). Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook. Minnesota: ERIC (Education Resources Information Center). https://doi.org/10.1016/0022-4405(76)90066-2

Umayroh, R., & Siregar, N. (2024). Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Bangun Ruang di Sekolah Dasar. *ELSE (Elementary School Education Journal), 8*(3), 10-20.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.

Wibowo, W. S., Roektiningroem, E., Bastian, N., & Hudda, K. S. (2018). Development of Project-Based Learning Science Module to Improve Critical Thinking. *Journal of Science Education Research, 2*(2), 71-76.

Widoyoko, E. P. (2009). Evaluasi program pembelajaran. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Wijaya, E. Y., Sudjimat, D. A., & Nyoto, A. (2016). Transformasi Pendidikan Abad 21 sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Global. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016, 1*, 263-270. Universitas Kanjuruhan Malang.

Yasa, I. K., Agung, A. A., & Simamora, A. H. (2021). Meningkatkan Semangat Belajar Siswa Melalui Multimedia Interaktif Pada Mata Pelajaran IPA. Jurnal Edutech Undiksha, 104-112.