EDUTECH

Jurnal Teknologi Pendidikan

Journal homepage https://ejournal.upi.edu/index.php/edutech

Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan STEM Untuk Meningkatkan Kreativitas, dan Berpikir Kritis Siswa Kelas VIII

Hendra Tan[1*], Nancy Susianna[2]

[1]BPK PENABUR, Jakarta, Indonesia

[2]Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia

*Correspondence: e-mail: hendra.tan@bpkpenaburjakarta.or.id

ABSTRACT

In the era of global transformation, 21st-century skills such as creativity and critical thinking are essential for students to address complex challenges. However, various studies indicate that these skills among Indonesian junior high school students remain relatively low. Therefore, this study aimed to develop a Mathematics learning module using a STEM approach integrated with the Engineering Design Process on the topic of circles. This study employed a Research and Development method using the Borg and Gall model, limited to the preliminary field testing stage. Data were collected through questionnaires and written tests and analyzed descriptively both quantitatively and qualitatively. The validity test results indicated that the module was highly valid, while the effectiveness test showed moderate improvements in students' creativity and critical thinking skills. Thus, the developed module is considered valid and suitable for use in Grade VIII Mathematics learning.

ABSTRAK

Di era transformasi global, keterampilan abad ke-21 seperti kreativitas dan berpikir kritis sangat penting bagi siswa untuk mengatasi tantangan yang kompleks. Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa keterampilan ini di kalangan siswa SMP Indonesia masih relatif rendah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran Matematika menggunakan pendekatan STEM yang terintegrasi dengan Proses Desain Teknik pada topik lingkaran. Penelitian ini menggunakan metode Penelitian dan Pengembangan dengan model Borg dan Gall, terbatas pada tahap uji lapangan pendahuluan. Data dikumpulkan melalui kuesioner dan tes tertulis dan dianalisis secara deskriptif baik

ARTICLE INFO

Article History:
Submitted/Received 7 Augs 2026
First Revised 11 Sept 2026
Accepted 1 Oct 2026
First Available online 31 Oct 2026
Publication Date 31 Oct 2026

Keyword:
STEM,
Kreativitas,
Berpikir kritis.

kuantitatif maupun kualitatif. Berdasarkan hasil analisis uji validitas produk didapatkan hasil sangat layak dan layak, sedangkan uji efektivitas pembelajaran didapatkan hasil sedang untuk kreativitas dan berpikir kritis. Oleh karena itu, modul pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini mencapai kualifikasi valid dan dinyatakan layak untuk diterapkan dalam pembelajaran Matematika di kelas VIII.

© 2025 Teknologi Pendidikan UPI

1. PENDAHULUAN

Perkembangan global saat ini ditandai oleh meningkatnya kompleksitas permasalahan di berbagai sektor, seperti isu lingkungan, polusi, perubahan iklim ekstrem, pertumbuhan populasi yang cepat, pembuangan limbah, serta keterbatasan sumber daya alam dan energi (Purwanto, 2023). Situasi ini menuntut generasi muda untuk memiliki kompetensi abad ke-21, yang mencakup kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, serta literasi informasi dan teknologi (Binkley, 2020).

Hasil studi internasional seperti TIMSS menunjukkan bahwa kemampuan penalaran dan pemecahan masalah matematis siswa Indonesia masih berada pada peringkat bawah dibandingkan negara lain. Sementara itu, Zubaidah (2010) melalui kajian konseptualnya menegaskan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik di Indonesia belum berkembang secara optimal. Temuan tersebut sejalan dengan hasil studi pendahuluan di SMP XYZ, di mana lebih dari 60% siswa kelas VIII mengalami kesulitan dalam mengembangkan ide-ide kreatif, serta belum terbiasa menggunakan penalaran kritis dalam memecahkan masalah. Padahal kedua keterampilan tersebut sangat penting untuk dikuasai dalam menghadapi tantangan abad ke-21.

Salah satu pendekatan yang dinilai relevan untuk menjawab kebutuhan tersebut adalah pembelajaran berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Pendekatan ini menekankan integrasi lintas disiplin ilmu untuk menyelesaikan permasalahan nyata melalui pengalaman langsung yang mendorong kolaborasi, kreativitas, serta kemampuan berpikir kritis (Wahono, 2020; Istinana, 2023). Pembelajaran berbasis STEM dengan penerapan proses desain teknik memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengidentifikasi masalah, merancang solusi, melakukan pengujian, serta merefleksikan hasil belajar secara sistematis (Capraro dkk., 2013).

Dalam konteks implementasi Kurikulum Merdeka, penerapan pendekatan STEM masih belum tergambarkan dengan jelas, khususnya dalam mata pelajaran Matematika (BSKAP, 2024). Berdasarkan hasil angket di SMP XYZ, sebanyak 67% guru mengaku belum menerapkan pendekatan STEM karena kesulitan dalam mengintegrasikan keempat disiplin ilmu tersebut dalam kegiatan belajar mengajar. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan modul pembelajaran yang tidak hanya menekankan pemahaman konsep, tetapi juga mengasah kemampuan berpikir kreatif dan kritis melalui pendekatan STEM.

Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menggunakan model pengembangan Borg & Gall (1996) yang mencakup sepuluh tahapan sistematis, mulai dari penelitian pendahuluan dan pengumpulan informasi, perencanaan, pengembangan produk awal, uji coba lapangan awal, revisi produk utama, uji coba lapangan utama, revisi operasional, revisi akhir, hingga diseminasi dan implementasi. Model ini dipilih karena memungkinkan pengembangan produk pendidikan yang valid, praktis, serta efektif melalui proses uji coba bertahap. Artikel ini tidak membahas kesepuluh tahapan dan hanya akan membahas hingga tahap uji coba lapangan awal.

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.102171
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengembangan modul pembelajaran Matematika berbasis STEM dengan model Borg & Gall pada topik lingkaran kelas VIII SMP?
2. Bagaimana validitas dan efektivitas modul pembelajaran tersebut dalam meningkatkan kreativitas, dan berpikir kritis siswa?

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengembangkan modul pembelajaran Matematika berbasis STEM dengan model Borg & Gall pada topik lingkaran kelas VIII SMP.
2. Menguji validitas dan efektivitas modul pembelajaran tersebut dalam meningkatkan kreativitas, dan berpikir kritis siswa.

2. METODE

Penelitian ini menerapkan metode Research and Development (R&D) dengan mengadaptasi model pengembangan yang dikemukakan oleh Borg & Gall (1996). Model tersebut meliputi beberapa tahapan, yaitu penelitian pendahuluan dan pengumpulan informasi, perencanaan, pengembangan bentuk awal produk, uji coba lapangan awal, revisi produk utama, uji coba lapangan utama, revisi produk operasional, revisi produk akhir, serta tahap diseminasi dan implementasi (Sugiyono, 2009). Penelitian ini dibatasi hingga tahap uji coba lapangan awal, sesuai dengan tujuan pengembangan dan keterbatasan waktu penelitian. Subjek penelitian ini melibatkan enam puluh dua siswa kelas VIII pada studi pendahuluan dan tiga puluh siswa kelas VIII SMP pada uji efektivitas.

Dalam proses pengembangan modul pembelajaran, penelitian ini menggunakan dua metode utama dalam pengumpulan data, yaitu kuesioner dan tes. Kuesioner digunakan untuk memperoleh data dengan memberikan daftar pertanyaan kepada responden (Putri, 2023), sedangkan metode tes tertulis digunakan untuk mengukur tingkat pengetahuan, keterampilan, kecerdasan, atau kemampuan siswa melalui serangkaian soal objektif.

Instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis, yaitu instrumen kuesioner (termasuk lembar tinjauan ahli) dan instrumen tes berbentuk soal uraian. Kisi-kisi dari masing-masing instrumen penelitian disajikan pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

Tabel 1. Instrumen pengalaman belajar STEM (diadaptasi dari Ong, 2024).

No	Aspek	Indikator
1	Problematisasi	Kompleks
2	Problematisasi	Autentik
3	Problematisasi	Terbuka
4	Agensi	Usulan ide
5	Agensi	Berpusat pada siswa
6	Keterlibatan Produktif Inter-disiplin	Keterlibatan kognitif
7	Keterlibatan Produktif Inter-disiplin	Kolaborasi
8	Keterlibatan Produktif Inter-disiplin	Kualitas solusi akhir untuk masalah STEM

Tabel 2. Instrumen kepraktisan modul pembelajaran.

No	Aspek	Indikator
1	Kemudahan Penggunaan	Fleksibilitas penggunaan

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.102171
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

No	Aspek	Indikator
2	Kemudahan Penggunaan	Instruksi penggunaan
3	Kebahasaan	Sesuai aturan bahasa
4	Kebahasaan	Penggunaan istilah dengan tepat
5	Kepuasan	Desain modul
6	Kepuasan	Kegunaan modul

Tabel 3. Instrumen kreativitas (diadaptasi dari Guilford, 1950).

No	Aspek	Indikator
1	Kelancaran (fluency)	menghasilkan banyak ide
2	Fleksibilitas (flexibility)	mencari solusi secara fleksibel
3	Keaslian (originality)	menghasilkan ide yang asli
4	Elaborasi (elaboration)	mengembangkan ide secara penuh

Tabel 4. Instrumen berpikir kritis (diadaptasi dari Facione, 2000).

No	Aspek	Indikator
1	Menginterpretasi	menguraikan fakta/ prosedur
2	Menganalisis	menganalisis masalah secara logis
3	Mengevaluasi	menggunakan bukti dalam pengambilan keputusan
4	Menyimpulkan	menarik kesimpulan

Teknik analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk mengolah data yang diperoleh melalui angket. Hasil skor dengan skala likert 1-5 dari angket diubah menjadi nilai dalam rentang 0-100. Rumus yang digunakan untuk mengubah skor menjadi nilai adalah sebagai berikut :

$$Nilai = \frac{Skor}{Skor\ Maksimum} \times 100\% \quad (1)$$

Untuk dapat memberikan makna dan pengambilan keputusan, maka nilai tersebut diklasifikasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Konversi nilai (diadaptasi dari Putri, 2023).

No	Nilai	Klasifikasi
1	81 - 100	Sangat layak, tidak perlu direvisi
2	61 - 80	Layak. Tidak perlu direvisi
3	41 - 60	Tidak memadai, perlu direvisi
4	21 - 40	Tidak memungkinkan, perlu direvisi
5	< 21	Tidak memungkinkan, perlu direvisi

Normalized gain (*n-gain*), diperkenalkan oleh Hake pada tahun 1998. *N-gain* adalah ukuran kasar terhadap efektifitas pembelajaran dalam meningkatkan pemahaman siswa. Hake mendefinisikan nilai rata-rata *n-gain* sebagai berikut :

$$n - gain(g) = \frac{<posttest> - <pretest>}{100 - <pretest>} \quad (2)$$

Nilai *n-gain* yang telah diperoleh berdasarkan perhitungan menggunakan rumus di atas akan diklasifikasikan menurut kriteria seperti pada tabel 6.

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.102171
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

Tabel 6. Klasifikasi *normalized gain* (diadaptasi dari Hake, 2002).

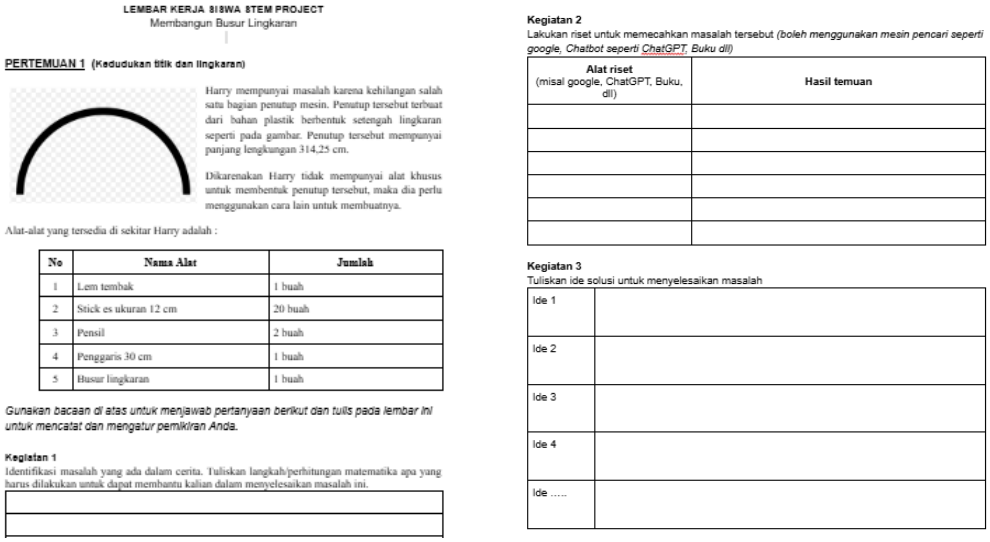
No	Nilai	Klasifikasi
1	$g \geq 0{,}7$	tinggi
2	$0{,}3 \leq g < 0{,}7$	sedang
3	$g < 0{,}3$	rendah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengembangan modul pembelajaran Matematika diawali dengan analisis terhadap karakteristik siswa serta permasalahan yang muncul dalam kegiatan belajar mengajar. Studi pendahuluan dilakukan melalui penyebaran angket kepada 62 siswa kelas VIII dan enam guru yang mengajar mata pelajaran Matematika, IPA (Fisika dan Biologi), serta Informatika. Hasil angket menunjukkan bahwa sebagian besar siswa (85%) masih kesulitan menghasilkan ide-ide kreatif, sementara kemampuan berpikir kritis mereka cenderung bersifat prosedural. Dari sisi guru, sebanyak 67% menyatakan belum menerapkan pendekatan STEM karena mengalami kendala dalam mengintegrasikan empat disiplin ilmu tersebut ke dalam proses pembelajaran. Oleh sebab itu, diperlukan pengembangan modul pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada pemahaman konsep, tetapi juga mampu menumbuhkan kreativitas dan kemampuan berpikir kritis melalui penerapan pendekatan STEM.

Tahap berikutnya adalah tahap pengembangan, yang dilakukan dengan merancang desain modul pembelajaran berdasarkan hasil analisis pada tahap sebelumnya. Kegiatan dalam tahap ini mencakup penyusunan rancangan modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM dan pembuatan modul pembelajaran.

Tahap ketiga merupakan tahap validasi, di mana modul pembelajaran yang dikembangkan dinilai oleh dua orang ahli, yaitu ahli materi pembelajaran dan ahli desain pembelajaran. Selanjutnya, tahap keempat adalah uji coba modul pembelajaran, yang bertujuan untuk mengumpulkan data terkait kualitas modul yang dikembangkan. Hasil dari uji coba ini kemudian dianalisis sebagai dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan modul. Contoh bentuk modul pembelajaran yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 1.



LEMBAR KERJA SISWA STEM PROJECT
Membangun Busur Lingkaran

PERTEMUAN 1 (Kedudukan titik dan lingkaran)

Harry mempunyai masalah karena kehilangan salah satu bagian penutup mesin. Penutup tersebut terbuat dari bahan plastik berbentuk setengah lingkaran seperti pada gambar. Penutup tersebut mempunyai panjang lengkungan 314,25 cm.

Dikarenakan Harry tidak mempunyai alat khusus untuk membentuk penutup tersebut, maka dia perlu menggunakan cara lain untuk membuatnya.

Alat-alat yang tersedia di sekitar Harry adalah :

No	Nama Alat	Jumlah
1	Lem tembak	1 buah
2	Stick es ukuran 12 cm	20 buah
3	Pensil	2 buah
4	Penggaris 30 cm	1 buah
5	Busur lingkaran	1 buah

Gunakan bacaan di atas untuk menjawab pertanyaan berikut dan tulis pada lembar ini untuk mencatat dan mengatur pemikiran Anda.

Kegiatan 1
Identifikasi masalah yang ada dalam cerita. Tuliskan langkah/perhitungan matematika apa yang harus dilakukan untuk dapat membantu kalian dalam menyelesaikan masalah ini.

Kegiatan 2
Lakukan riset untuk memecahkan masalah tersebut *(boleh menggunakan mesin pencari seperti google, Chatbot seperti ChatGPT, Buku dll)*

Alat riset (misal google, ChatGPT, Buku, dll)	Hasil temuan

Kegiatan 3
Tuliskan ide solusi untuk menyelesaikan masalah

Ide 1	
Ide 2	
Ide 3	
Ide 4	
Ide	

Gambar 1. Rancangan modul pembelajaran dengan pendekatan STEM.

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.102171
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

Hasil uji validitas modul pembelajaran oleh ahli isi pembelajaran, dan ahli desain pembelajaran. dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Persentase hasil validasi pengembangan modul pembelajaran.

No	Instrumen Tes	Hasil	Kualifikasi
1	Pengalaman Belajar STEM	87,5	Sangat layak, tidak perlu direvisi
2	Kepraktisan Modul Pembelajaran	76,7	Layak. Tidak perlu direvisi

Berdasarkan data pada tabel, modul pembelajaran yang dikembangkan sudah memenuhi syarat. Ada beberapa catatan terkait narasi permasalahan dalam modul pembelajaran yang perlu diperbaiki. Setelah dilakukan uji validitas, analisis dilanjutkan dengan uji efektivitas. Berdasarkan data skor *pre-test* dan *post-test* dari 30 siswa yang terlibat, dilakukan perhitungan nilai *n-gain*, seperti yang terlihat pada tabel 8. Hasil perhitungan nilai rata-rata *n-gain*, modul pembelajaran mendapat kualifikasi sedang dalam meningkatkan kreativitas dan berpikir kritis.

Tabel 8. Nilai *n-gain*.

No	Instrumen Tes	Nilai rata-rata	Kualifikasi
1	Kreativitas	0,66	sedang
2	Berpikir Kritis	0,59	sedang

Efektivitas modul pembelajaran dalam meningkatkan kreativitas didapatkan hasil sebesar 0,66 dalam kategori sedang. Menurut Soriano (2001) ada empat hambatan dalam kreativitas siswa, yaitu : 1) rasa malu dalam menyampaikan pendapat, 2) kurangnya waktu/ kesempatan, 3) represi sosial dan 4) kurangnya motivasi. Oleh karena itu, perancangan modul pembelajaran perlu mengatasi hambatan-hambatan tersebut.

Efektivitas modul pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis didapatkan hasil 0,59 dalam kategori sedang. Beberapa penelitian mengenai efektivitas pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis melalui tinjauan sistematik terhadap 12 artikel selama tahun 2017-2022 didapatkan hasil 96% efektif dan 4% tidak efektif (Rahmawati, 2022). Hambatan terhadap berpikir kritis dapat disebabkan oleh faktor waktu yang terbatas/ tidak cukup, kurangnya minat, faktor emosi, dan kemampuan literasi yang buruk (Fox, 1962).

Berdasarkan hasil analisis data, modul pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini mencapai kualifikasi valid dan dinyatakan layak untuk diterapkan dalam pembelajaran Matematika di kelas VIII. Penerapan model pengembangan dengan Borg dan Gall yang sistematis terstruktur dan iteratif, memastikan validitas serta kepraktisan produk (Rohmaini dkk., 2020).

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, modul pembelajaran berbasis STEM yang dikembangkan dengan menggunakan model Borg dan Gall dinyatakan valid serta layak diterapkan dalam pembelajaran Matematika kelas VIII. Modul ini menunjukkan efektivitas pada kategori sedang dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreativitas siswa. Integrasi antara pendekatan STEM dan proses desain teknik dalam kerangka model Borg dan Gall menghasilkan struktur pengembangan yang sistematis dan kontekstual, sehingga mendukung terciptanya proses pembelajaran yang bermakna, menarik, serta selaras dengan prinsip-prinsip Kurikulum Merdeka.

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.102171
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781

Oleh karena itu, modul pembelajaran STEM yang telah dikembangkan direkomendasikan untuk diuji lebih lanjut pada tahap uji coba lapangan utama dalam pembelajaran Matematika kelas VIII, khususnya di sekolah-sekolah yang menerapkan Kurikulum Merdeka. Penelitian lanjutan disarankan untuk melanjutkan proses hingga tahap diseminasi dan implementasi agar modul ini dapat diterapkan secara lebih luas.

5. PERNYATAAN PENULIS

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan terkait penerbitan artikel ini. Penulis menegaskan bahwa naskah artikel bebas dari plagiarisme.

6. REFERENSI

Abdulla, A. M., & Cramond, B. (2017). After six decades of systematic study of creativity: What do teachers need to know about what it is and how it is measured?. *Roeper Review*, *39*(1), 9-23.

Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan. (2024). *Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*. Nomor 032/H/KR/2024.

Binkley, M. (2012). *Defining Twenty-First Century Skills*. Assessment and teaching of 21st century skills/Springer.

Capraro, R. M., Slough, S. W., Capraro, M. M., & Morgan, J. (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Brill.

Facione, P. A. (2000). *The disposition toward critical thinking: Its character, measurement, and relationship to critical thinking skill*. Informal logic, 20(1).

Fox, R. B. (1962). Difficulties in developing skill in critical thinking. *The Journal of Educational Research*, *55*(7), 335-337.

Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (1996). *Educational research: An introduction*. Longman Publishing.

Guilford, J. (1950). *Creativity. American Psychology*. 5 (9), 444–454.

Hake, R. R. (2002, August). Relationship of individual student normalized learning gains in mechanics with gender, high-school physics, and pretest scores on mathematics and spatial visualization. In Physics education research conference (Vol. 8, No. 1, pp. 1-14).

Istinana, R., Herawati, D., Heningtyas, F., & Ichsan, I. Z. (2023, March). STEM Learning to Improve Problem Solving Ability on the Topic of Environmental Education. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 9(3), 1202-1208. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.2979

OECD (2017), PISA 2015 Results (Volume V): Collaborative Problem Solving, PISA, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/9789264285521-en.

Ong, Y. S., Koh, J., Tan, A. L., & Ng, Y. S. (2024). Developing an integrated STEM classroom observation protocol using the productive disciplinary engagement framework. *Research in Science Education*, *54*(1), 101-118.

Putri, S. N., Agung, A. A. G., & Suartama, I. K. (2023). E-module with the Borg and Gall Model with a Contextual Approach to Thematic Learning. *Journal for Lesson and Learning Studies*, *6*(1), 27-34.

Purwanto, M. B., Hartono, R., & Wahyuni, S. (2023). Essential Skills Challenges for the 21st Century Graduates: Creating A Generation of High-Level Competence in The

Industrial Revolution 4.0 Era. *Asian Journal of Applied Education*, *2*(3), https://doi.org/10.55927/ajae.v2i3.3972

Rahmawati, L., Juandi, D., & Nurlaelah, E. (2022). Implementasi STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *11*(3), 2002.

Rohmaini, L., Netriwati, N., Komarudin, K., Nendra, F., & Qiftiyah, M. (2020). Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis Etnomatematika Berbantuan Wingeom Berdasarkan Langkah Borg And Gall. Teorema: Teori https://doi.org/10.25157/teorema.v5i2.3649

Ricu, S., & Najuah. (2020). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Android pada Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar. *Jurnal Pendidikan Sejarah*, *9*(1), 1–14. https://doi.org/10.21009/JPS.091.01

Soriano de Alencar, E. M. (2001). Obstacles to personal creativity among university students. *Gifted Education International*, *15*(2), 133-140.

Sugiyono, D. (2009). Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D.

Wahono, B., Lin, P. L., & Chang, C. Y. (2020). Evidence of STEM enactment effectiveness in Asian student learning outcomes. International Journal of STEM Education 7. https://doi.org/10.1186/s40594-020-00236-1

Zubaidah, S. (2010, January). Berpikir Kritis: kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran sains. In Seminar Nasional Sains (Vol. 6, No. 8, pp. 1-14).

DOI: https://doi.org/10.17509/e.v25i3.102171
P-ISSN 0852-1190 E-ISSN 2502-0781