

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>

## PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF *BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS PESERTA DIDIK

Rohmatulloh<sup>1\*</sup>, Hepsi Nindiasari<sup>2</sup>, Abdul Fatah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Pendidikan Matematika, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, Indonesia

\*Corresponding author.

E-mail: [7778210011@untirta.ac.id](mailto:7778210011@untirta.ac.id)<sup>1\*)</sup>  
[hepsinindiasari@untirta.ac.id](mailto:hepsinindiasari@untirta.ac.id)<sup>2)</sup>  
[abdulfatah@untirta.ac.id](mailto:abdulfatah@untirta.ac.id)<sup>3\*)</sup>

Received 24 June 2023; Received in revised form 15 November 2023; Accepted 30 November 2023

### Abstrak

Kemampuan peserta didik yang rendah dalam berpikir kritis dan ketersediaan bahan ajar yang mendorong kemampuan berpikir kritis masih sangat terbatas. Oleh karena itu, tujuan riset ini untuk menghasilkan E-Modul interaktif berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang valid, praktis dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik SMP. Pengembangan E-Modul interaktif dilaksanakan menggunakan model pengembangan ADDIE. Adapun Subjek dari riset ini adalah kelas VIII SMPN 25 Kota Serang. Tes kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik, lembar penilaian kepraktisan, dan lembar validasi ahli adalah instrumen riset yang digunakan. Hasil riset menunjukkan bahwa pengembangan E-Modul yang dikembangkan sangat valid dan praktis. Hasil tes kemampuan berpikir kritis matematis menunjukkan bahwa nilai N-gain berada dalam kategori peningkatan sedang pada kelas eksperimen dan kategori rendah pada kelas kontrol. Selanjutnya, melalui *independent sample t-test* menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik dalam kelas eksperimen dan kelas kontrol berbeda secara signifikan. Rata-rata skor kemampuan berpikir kritis matematis pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Dapat disimpulkan bahwa E-Modul interaktif berbasis PBL valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik.

**Kata kunci:** E-Modul Interaktif, Kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis, PBL.

### Abstract

The low ability of students in critical thinking and availability of teaching materials that encourage critical thinking skills are very limited. Therefore, the aims of this research is to produce interactive E-Modules based on *Problem Based Learning* (PBL) that are valid, practical and effective in improving the mathematical critical thinking skills of junior high school students. The development of interactive E-Modules is carried out using the ADDIE development model. The subject of this research is class VIII SMPN 25 Serang City. Tests of students' mathematical critical thinking skills, practicality assessment sheets, and expert validation sheets are the research instruments used. The results showed that the development of the E-Module developed was very valid and practical. The results of the mathematical critical thinking ability test showed that the N-gain value was in the moderate improvement category in the experimental class and the low category in the control class. Furthermore, through *independent sample t-test* showed an increase in students' mathematical critical thinking skills in experimental classes and control classes significantly different. The average score of mathematical critical thinking skills in the experimental class was higher than in the control class. It can be concluded that PBL-based interactive e-modules are valid, practical, and effective to improve students' critical mathematical thinking skills.

**Keywords:** Interactive e-module, mathematical critical thinking ability, PBL.



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>

## PENDAHULUAN

Berpikir kritis merupakan kemampuan yang perlu dimiliki. Melalui pemikiran yang kritis, kemampuan dalam bernalar dan menghadapi masalah akan meningkat, salah satunya dalam proses belajar (Ardiansyah, Kurniati, Trapsilasiwi, & Osman, 2022; Evendi et al., 2022). Supena & Hariyadi (2021) menjelaskan bahwa pembelajaran abad 21 di satuan pendidikan mengharuskan peserta didik memiliki kemampuan 4C, yang didalamnya terdapat kemampuan dalam berpikir secara kritis. Individu dengan kemampuan berpikir kritis mampu mengevaluasi dan mencari kebenaran informasi yang diterimanya agar sampai pada kesimpulan yang logis (Rahardhian, 2022; Monteleone et al., 2023).

Pembelajaran matematika sangat penting untuk menumbuhkan kemampuan dalam berpikir secara kritis. Kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis adalah kemampuan berpikir kritis dalam matematika (Suparman et al., 2022). Saat ini, pengajaran matematika harus dirancang agar peserta didik dalam berpikir kritis memiliki kemampuan yang meningkat (Nugraha & Suparman, 2021; Yuliani, Kusumah, & Dahlan, 2021). Dengan demikian, tujuan pembelajaran matematika harus mencapai kemampuan peserta didik untuk berpikir secara kritis.

Peserta didik harus mampu berpikir secara kritis secara mendasar. Memiliki kapasitas untuk berpikir matematis secara kritis yang kuat, memungkinkan mereka bertindak logis dan memilih pilihan terbaik untuk diri mereka sendiri (Al-Fanny & Roesdiana, 2019; Firdaus, Nisa, & Nadhifah, 2019). Hal senada disampaikan Rachmantika & Wardono (2019). yaitu dengan kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis peserta didik dapat menaf-

sirkan, menganalisis, mengevaluasi, menalar, dan menafsirkan informasi.

Fakta menunjukkan bahwa kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis peserta didik SMP masih rendah, meskipun ini penting. (Nuryanti, Zubaidah, & Diantoro, 2021; Pujiastuti, Ayatullah, & Haryadi, 2019; Rohani, Ahmad, Lubis, & Nasution, 2022). Pembelajaran yang diberikan tidak menghasilkan pemecahan masalah, yang mengakibatkan rendahnya kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis. (Benyamin, Qohar, & Sulandra, 2021; Kusmaharti, 2022), proses pembelajaran yang masih berpusat pada guru (Nurfitriyani, Makki, & Husniati, 2022; Ratnawati, Handayani, & Hadi, 2020; Rismayanti, Anriani, & Sukirwan, 2022), bahan ajar yang tidak sejalan dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan serta tidak mendukung peserta didik dalam meningkatkan kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis mereka (Dwijayanti & Nugroho, 2020). Oleh karena itu, langkah-langkah harus diambil untuk meningkatkan kapasitas peserta didik dalam berpikir kritis matematis.

PBL, atau pembelajaran berbasis masalah, berpotensi meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam matematika. PBL dapat membantu peserta didik menjadi lebih mahir menggunakan kemampuan berpikir kritis matematis (Sarwastuti & Purnomo, 2023). Dalam PBL, peserta didik menghadapi masalah selama proses pembelajaran (Anzani & Juandi, 2022). PBL membantu orang belajar berpikir kritis, yang berarti mereka dapat menganalisis, memverifikasi, dan menjustifikasi kebenaran dan kevalidan informasi yang mereka peroleh, sehingga mereka dapat menyesuaikan diri dalam berbagai macam situasi

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>

(Sarwastuti & Purnomo, 2023; Suparman, Juandi, & Martadiputra, 2021). Dengan demikian, pembelajaran menggunakan PBL dianggap berguna untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis matematis.

Bahan ajar juga merupakan komponen yang mendukung kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis peserta didik. Dwijayanti et al. (2020) mengungkapkan bahwa faktor yang mendorong kemampuan dalam berpikir kritis adalah penyajian materi yang terkait dengan dunia nyata melalui bantuan bahan ajar yang interaktif. Senada dengan itu, Iswantara et al. (2023) menjelaskan bahwa teknologi dapat membantu guru membuat pembelajaran lebih menarik dan interaktif.

Bahan ajar yang interaktif dan selaras dengan perkembangan ilmu teknologi adalah elektronik modul (E-Modul). Fahmi et al. (2022) menerangkan, E-Modul adalah modul yang dirancang untuk revolusi industri keempat yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi canggih. Peserta didik dapat lebih termotivasi untuk belajar ketika mereka memanfaatkan E-Modul, memperoleh penguasaan yang semakin baik tentang materi, dan memiliki kemampuan untuk belajar secara mandiri (E. T. Aulia & Prahmana, 2022; Desty Sugiharti, Supriadi, & Andriani, 2019; Nindiasari, Fatah, & Madadina, 2022). Selanjutnya, A. Aulia & Hardeli (2022) menjelaskan bahwa Pengembangan modul elektronik dapat diintegrasikan dengan model pembelajaran yang dianggap mendukung kemampuan peserta didik.

Penggunaan PBL dapat mendorong berpikir kritis pada peserta didik dan dapat didukung dengan penggunaan sumber pembelajaran yang sesuai, yaitu E-Modul. Ramadanti et al. (2021) menjelaskan, E-Modul dapat dibentuk

dan disusun sesuai dengan sintaks model PBL. Kegunaan penerapan E-Modul berbasis PBL dapat membantu pelajar melatih kecakapan berpikir kritis dan juga membantu pelajar membangun pengetahuan atau konsepsi yang benar secara ilmiah (Sarwastuti & Purnomo, 2023; Syahlan & Simamora, 2022).

E-Modul berbasis PBL telah ditetapkan pada sejumlah penelitian sebelumnya untuk membantu peserta didik meningkatkan keterampilan matematika mereka. Peserta didik dapat menyelesaikan masalah matematika dengan menggunakan E-Modul yang dikembangkan melalui sintaks PBL (Islahiyah, Pujiastuti, & Mutaqin, 2021; Ristiningsih, Karimah, & 'Adna, 2021), hasil belajar pada berbagai materi matematika (Nurhandayani, Mulyono, & Yanto, 2022; Ramadanti et al., 2021). Lebih lanjut, Rismayanti et al. (2022) memberikan saran E-Modul dapat dikembangkan meningkatkan kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis peserta didik. Andini et al. (2021) menambahkan, dibutuhkan pengembangan E-Modul yang berbasiskan PBL dalam memfasilitasi kecakapan matematis peserta didik.

Pengembangan e-modul berbasis *problem based learning* (PBL) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik SMP belum menjadi pokok bahasan penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menciptakan e-modul interaktif berbasis PBL yang valid, praktis, dan efisien untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik SMP.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan atau *research and development* (R&D) sebagai

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>

metodologi penelitiannya. Lima langkah model ADDIE—analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi digunakan untuk melakukan penelitian. (Fahmi et al., 2022). Penggunaan model ADDIE dipilih berdasarkan pertimbangan pada setiap langkah pengembangan sistematis, dan dalam bergerak untuk menuntaskan problematika belajar yang berkaitan dengan sumber belajar (Widyastuti & Susiana, 2019).

Penjabaran dalam setiap tahapan, yaitu (1) Tujuan dari tahap analisis adalah untuk memastikan kebutuhan sekolah atau mendapatkan pemahaman umum mengenai kebutuhan modul elektronik yang akan dibuat.; (2) Tahap Desain merupakan perancangan E-Modul yang akan dikembangkan dilakukan pada tahap ini. Pada fase ini, ada beberapa langkah, seperti menyiapkan pembuatan produk, membuat *storyboard*, dan membuat alat penilaian untuk kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis yang mencakup lembar validasi, angket respons untuk guru dan angket respons untuk peserta didik (3) Tahap Pengembangan dilakukan validasi E-Modul pada ahli pendidikan, ahli media dan ahli materi. Setelah validasi E-Modul, uji coba skala kecil dilakukan berdasarkan masukan dari guru dan peserta didik untuk memastikan kelayakannya; (4) Pada Tahap Implementasi, E-Modul interaktif berbasis PBL menggunakan *pretest-postest control group design*. Dalam kelas eksperimen, modul elektronik yang dikembangkan digunakan, sedangkan dalam kelas kontrol, modul yang sudah ada di sekolah digunakan; (5) Tahap terakhir dalam pengembangan ini yaitu Tahap Evaluasi. Pada tahap ini, setiap langkah yang diperlukan untuk perbaikan dilakukan, termasuk evaluasi kualitas E-Modul

yang digunakan dalam pembelajaran, yang mencakup aspek validitas, praktisitas, dan efektivitas.

Enam puluh peserta didik kelas VIII A dan VIII B SMP Negeri 25 Kota Serang dijadikan sebagai subjek penelitian. Pengembangan E-Modul ini menggunakan instrumen pengumpulan data berupa instrumen untuk mengukur kevalidan yang terdiri dari lembar validasi, instrumen untuk mengukur kepraktisan yang terdiri dari angket respons guru dan peserta didik, dan instrumen untuk kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis. Dalam penelitian ini, teknik berikut digunakan untuk menganalisis data:

#### 1. Uji kevalidan E-Modul

Validitas E-Modul diperoleh berdasarkan validasi dari ahli pendidikan, ahli media, dan ahli materi. Setelah mendapatkan data kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan rumus (1) (Rosdiana, Raupu, & Hilma, 2022) :

$$V = \frac{\sum \text{Skor per item}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\% \dots(1)$$

Setelah didapatkan skor, kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria pada Tabel 1 .

Tabel 1. Kriteria validitas e-modul

Persentase	Kriteria
$0\% < V \leq 20\%$	Sangat tidak valid
$20\% < V \leq 40\%$	Tidak valid
$40\% < V \leq 60\%$	Kurang valid
$60\% < V \leq 80\%$	Valid
$80\% < V \leq 100\%$	Sangat valid

(Rosdiana et al., 2022)

#### 2. Uji Kepraktisan E-Modul

Kepraktisan E-Modul diperoleh dari lembar respon guru dan respon peserta didik. Lembar respon guru dan respon peserta didik ini dimaksudkan untuk mengetahui penilaian dan tanggapan guru dan peserta didik serta

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>

sebagai dasar untuk mengetahui kepraktisan E-Modul interaktif berbasis PBL yang dikembangkan. Setelah mendapatkan data kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan rumus (2). (Dini, Nesri, Kristanto, & Sanata, 2020) :

$$P = \frac{\sum \text{Skor respon}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\% \dots (2)$$

Setelah didapatkan skor, kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria kepraktisan e-modul

Persentase	Kriteria
$80\% < P \leq 100\%$	Sangat praktis
$60\% < P \leq 80\%$	Praktis
$40\% < P \leq 60\%$	Kurang praktis
$20\% < P \leq 40\%$	Tidak praktis
$0\% < P \leq 20\%$	Sangat tidak praktis

(Dini et al., 2020)

### 3. Uji Efektivitas E-Modul

Kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis diukur dengan indikator memberikan penjelasan sederhana (*Elementary clarification*); membangun keterampilan dasar (*Basic Support*); membuat kesimpulan (*Inference*), dan menggunakan strategi dan taktik (*Strategies and tactics*) (Sianturi, Sipayung, & Simorangkir, 2018). Untuk mengetahui besar peningkatan, dihitung dengan menggunakan rumus (3) gain ternormalisasi yang dikemukakan oleh Hake (1999).

$$g = \frac{\text{skorposttest} - \text{skorpretest}}{\text{skormaks} - \text{skorpretes}} \dots (3)$$

Hasil perhitungan N-gain kemudian dilakukan interpretasi berdasarkan Tabel 3 (Meltzer, 2002).

Tabel 3. Tafsiran nilai n-gain

Nilai N-gain	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < g \leq 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

Untuk mengetahui apakah pembelajaran E-Modul interaktif berbasis PBL meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik dibandingkan dengan modul pembelajaran tradisional, dilakukan *Independent Sample T-Test*. Tujuan tes ini adalah untuk mengetahui ada atau tidaknya peningkatan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Model pengembangan ADDIE digunakan untuk penelitian dan pengembangan produk, dan berikut adalah gambaran hasil dari setiap tahapan pengembangan:

### 1. Tahap Analisis

Tujuan tahap analisis adalah mengumpulkan dan mengkaji data mengenai permasalahan dan kebutuhan dalam proses pembelajaran matematika. Kegiatan analisis meliputi analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis bahan ajar yang digunakan. Data yang dianalisis diperoleh dari angket dan wawancara guru. Berdasarkan hasil analisis, ditemukan bahwa sekolah telah menerapkan kurikulum 2013. Selain itu, informasi yang dikumpulkan menunjukkan bahwa peserta didik kesulitan dengan matematika. Hal ini karena guru tetap menjadi inti pembelajaran dan peserta didik biasanya mengambil pendekatan pasif. Karena proses belajar mengajar masih berpusat pada guru, kemampuan berpikir kritis siswa dalam matematika masih terbatas (Nurfitriyani et al., 2022; Ratnawati et al., 2020; Rismayanti et al., 2022).

Guru menambahkan bahwa ketidakmampuan peserta didik dalam menjawab permasalahan matematika dalam bentuk soal cerita merupakan salah satu unsur yang menghambat kemampuan belajar matematika. Peserta didik hanya dapat menjawab pertanyaan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>

yang sama yang telah dicontohkan sebelumnya. Menurut Rizqiani et al. (2023), Salah satu proses sistematis yang diperlukan untuk memecahkan masalah matematika adalah kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis. Selain itu, dari wawancara ditemukan bahwa guru memerlukan akses terhadap sumber daya akses terbuka yang dapat menumbuhkan kemandirian dan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran. Salah satu bahan ajar yang dapat dipelajari peserta didik secara mandiri dan membuat peserta didik aktif adalah E-Modul (Fahmi et al., 2022; Kusmaharti, 2022; Zakiyah, Purnomo, & Sugiyanti, 2019). Oleh karena itu, sumber belajar berbasis masalah diperlukan untuk meningkatkan kapasitas berpikir kritis matematis peserta didik.

## 2. Tahap Desain

Pada tahap desain, E-Modul dikembangkan berdasarkan sintaks pembelajaran dengan PBL. Pengelolaan kelas, penelitian kelompok, orientasi masalah, serta analisis dan evaluasi solusi yang diusulkan semuanya merupakan bagian dari proses pembelajaran PBL (Rosmilasari, Made, & Doe, 2021). Sintaks E-Modul ini juga meliputi kegiatan yang bertujuan untuk menaikkan kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis matematis sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kritis, yang meliputi: *Strategies and tactics* (strategi dan taktik); *Elementary clarification* (memberikan penjelasan sederhana); *Inference* (Menyimpulkan), dan *Basic Support* (membangun keterampilan dasar).

## 3. Tahap Pengembangan

Pada tahap pengembangan, meliputi pengembangan E-Modul yang telah dirancang, penyusunan instrumen

berpikir kritis matematis dan penilaian E-Modul. Tahap ini bertujuan untuk membuat dan memodifikasi E-Modul hingga siap untuk diuji cobakan. E-Modul yang dikembangkan selanjutnya diverifikasi oleh para ahli menggunakan instrumen yang telah dikembangkan sebelumnya. Validasi ahli meliputi validasi ahli pendidikan, ahli media, dan ahli materi dengan masing-masing ahli berjumlah tiga validator. Kegiatan validasi diperlukan untuk mendapatkan validasi dari para ahli terhadap E-Modul yang dikembangkan (Nindiasari et al., 2022).

Validasi ahli pendidikan bertujuan untuk mengetahui kesesuaian antara tahapan PBL dengan E-Modul yang dikembangkan. Hasil validasi oleh ahli pendidikan dengan perolehan skor 85,12 % dengan kriteria termasuk sangat valid. Validasi ahli media dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi ketepatan dan kesesuaian elemen media pembelajaran dengan E-Modul yang dibuat. Pada kriteria sangat valid, hasil validasi dari ahli media memperoleh skor sebesar 80,42%. Tujuan validasi ahli materi adalah untuk memastikan apakah fitur-fitur tertentu pada konten sudah akurat dan sesuai untuk E-Modul yang dikembangkan, serta apakah konten tersebut sesuai untuk indikator kemampuan berpikir kritis matematis. Hasil validasi oleh ahli materi mendapatkan skor 83,33% termasuk kriteria sangat valid.

Tahap berikutnya, dilakukan uji coba skala kecil untuk mengetahui kepraktisan E-Modul yang dikembangkan. Uji kepraktisan ini melibatkan guru dan peserta didik. Hasil uji kepraktisan oleh guru mendapatkan skor 84,60% dan kepraktisan dari peserta didik mendapatkan skor 81,80%. Skor ini menunjukkan bahwa E-Modul termasuk praktis dalam

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>

penggunaannya. E-Modul yang praktis akan memudahkan pengguna untuk menggunakan dan membantu memahami konten elektronik modul serta meningkatkan hasil belajar peserta didik (Aspriyani & Suzana, 2020).

#### 4. Tahap implementasi

Eksperimen skala besar dilakukan pada fase ini, menggunakan hasil produk yang dikembangkan untuk meningkatkan pembelajaran. Peserta didik kelas VIII SMPN 25 Kota Serang menjadi subjek pelaksanaannya. Kelas eksperimen dan kelas kontrol merupakan dua kelas yang saat ini dilaksanakan. Kelas kontrol berfungsi sebagai kelas pembanding yang memanfaatkan sumber daya kelas untuk kegiatan pembelajarannya, sedangkan kelas eksperimen dikhususkan untuk mengimplementasikan produk yang akan dikembangkan.

Tujuan aplikasi ini adalah untuk memastikan apakah E-modul interaktif berbasis PBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa dalam lingkungan kelas eksperimen dan kontrol. Peserta didik pertama-tama diberikan tes awal, yang sering disebut sebagai *pretest*, untuk menilai kemampuan berpikir kritis matematika awal mereka sebelum pengajaran. Selain itu, peserta didik di kelas kontrol mendapat pembelajaran standar, sedangkan peserta di kelas eksperimen mendapat pembelajaran matematika berdasarkan langkah-langkah pembelajaran PBL yang disusun dalam E-Modul. Tes akhir yang disebut juga *posttest* diberikan kepada peserta didik setelah mereka menyelesaikan pembelajarannya dengan E-Modul berbasis PBL. Hal ini memungkinkan dilakukannya penilaian seberapa besar peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis mereka.

Hasil *pretest* dan *posttest* kemudian dilakukan uji N-gain dan uji statistik. Uji gain ternormalisasi digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya peningkatan kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis peserta didik. Hasil uji N-gain diperoleh skor 0,57 pada kelas eksperimen dan skor 0,29 pada kelas kontrol. Hasil ini menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis pada kategori sedang pada kelas eksperimen dan kategori rendah pada kelas kontrol.

Penentuan ada tidaknya perbedaan signifikan antara dua kondisi sampel yang diuji digunakan uji *independent sample t-test*. Datanya homogen dan tersebar secara teratur, sehingga memenuhi persyaratan pengujian. Tabel 4 menampilkan hasil pengujian.

Tabel 4. Hasil Uji t

Kelas	Uji-t	Sig.
Eksperimen	7,53	0,000
Kontrol		

Berdasarkan Tabel 4 diketahui nilai sig 0,000 lebih kecil dari 0,05, dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis yang signifikan antar peserta didik yang mendapatkan perlakuan dengan E-Modul interaktif berbasis PBL dengan peserta didik yang mendapatkan pembelajaran dengan modul biasa. Dari segi kemampuan berpikir kritis matematika, kelas eksperimen juga memperoleh nilai rata-rata lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Hal ini konsisten dengan temuan peneliti lain yang meneliti bagaimana PBL dapat membantu peserta didik mengembangkan kapasitas berpikir kritis matematisnya (Prihono & Khasanah, 2020; Ratnawati et al., 2020; Sarwastuti &

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>

Purnomo, 2023). Senada dengan itu, Tobing et al. (2021) menyatakan bahwa penggunaan E-Modul dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, termasuk berpikir kritis. Dalam E-Modul PBL, masalah membuat peserta didik fokus pada masalah dan mencari solusi alternatif dalam menyelesaikannya (Islahiyah et al., 2021a). Suparman et al. (2022) menyatakan PBL membantu orang belajar berpikir kritis, yang berarti mereka dapat menganalisis, memverifikasi, dan menunjukkan bahwa informasi yang mereka kumpulkan benar. Dengan demikian, pemakaian E-Modul interaktif berbasis PBL berperan dalam peningkatan kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis peserta didik.

## 5. Tahap Evaluasi

Setiap tahapan pengembangan E-Modul terdapat evaluasi. Evaluasi berbentuk arahan dan penyempurnaan yang harus dilakukan agar mendapatkan E-Modul yang valid, praktis dan efektif dalam menumbuhkan kemampuan berpikir matematis secara kritis. Secara keseluruhan, E-Modul yang dikembangkan sudah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. E-Modul interaktif dikembangkan dengan mengacu sintaks model PBL, meliputi: orientasi masalah, organisasi kelas, investigasi, perluasan dan presentasi hasil investigasi, serta analisis dan evaluasi pemecahan masalah yang telah dibuat. Sintaks dalam E-Modul ini juga mencakup kegiatan untuk menumbuhkan kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis bagi peserta didik selaras dengan indikator keterampilan berpikir kritis yaitu: *Elementary clarification* (membe-rikan penjelasan sederhana); *Basic support* (membangun keterampilan dasar); *Inference* (menyimpulkan); dan *Strategies and tactics* (strategi dan taktik).

Dalam kegiatan orientasi masalah, peserta didik disajikan suatu masalah kontekstual untuk dicermati dan dipelajari oleh peserta didik untuk mempraktikkan indikator *Elementary Clarification*, tampilan E-Modul pada tahapan ini seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Ayo Amati

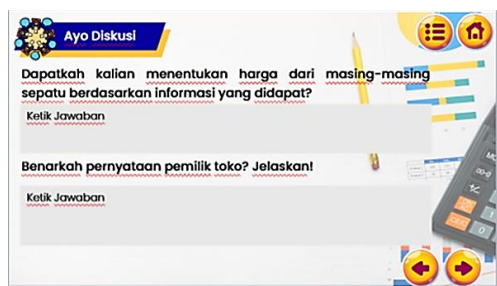
Setelah peserta didik diberikan orientasi masalah, selanjutnya dilakukan kegiatan pengorganisasian untuk belajar. Peserta didik melakukan analisa terhadap masalah yang diberikan dan membuat rencana penyelesaian masalah berdasar-kan analisa yang telah dilakukan. Melalui tahapan ini, peserta didik mempraktikkan indikator *Basic Support* dan *Elementary Clarification*. Tahapan berikutnya, Pelajar memulai aktivitas inkuiri dalam kelompoknya. Peserta didik melakukan kegiatan diskusi untuk memecahkan masalah berdasarkan analisa dan perencanaan yang dibuat sebelumnya. Pada tahapan ini peserta didik dilatih untuk mengembangkan indikator *Inference* dan indikator *strategy and tactics*. Tampilan E-Modul pada tahapan ini ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Ayo Cari Tahu dan Ayo Selidiki

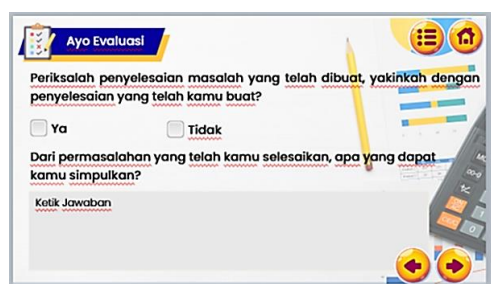
DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>

Setelah peserta didik melakukan kegiatan diskusi, selanjutnya peserta didik diarahkan untuk menyajikan hasil penyelesaian masalah berdasarkan aktivitas diskusi yang telah dilakukan, dan tanggapan dari kelompok lain. Pada tahapan ini peserta didik dilatih dalam mengembangkan kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis pada indikator *Basic Support*, *Inference*, dan *Strategy and Tactics*. Tampilan E-Modul pada tahapan ini ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan Ayo Diskusi

Pada tahap terakhir, peserta didik melihat kembali mekanisme pemecahan masalah yang telah dibuat. Peserta didik diberikan refleksi atas jawaban yang dibuat dan menyimpulkan proses pemecahan masalah atas pertanyaan pada tahapan orientasi masalah. Tampilan E-Modul pada tahapan ini ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tahapan Ayo Evaluasi

Hasil penelitian yang telah dipresentasikan menunjukkan bahwa E-Modul interaktif berbasis PBL termasuk standar yang valid, praktis dan efektif dalam meningkatkan

kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis peserta didik. Hal ini sejalan dengan beberapa peneliti yang menyelidiki peningkatan peserta didik dalam kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis dengan menerapkan pembelajaran PBL (Ratnawati et al., 2020; Sarwastuti & Purnomo, 2023; Syahlan & Simamora, 2022). Sejalan dengan itu, Tobing et al. (2021) menyatakan bahwa penggunaan E-Modul dapat mendukung kemampuan berpikir tingkat tinggi, termasuk pemikiran kritis. Dalam E-Modul PBL, masalah membuat peserta didik fokus pada masalah dan mencari solusi alternatif (Islahiyah et al., 2021). Suparman et al. (2022) menyatakan PBL dapat membentuk diri berpikir kritis sehingga mampu menganalisis, memverifikasi, dan menjustifikasi kebenaran informasi yang diperoleh. Oleh karena itu, kemampuan berpikir matematis kritis peserta didik ditingkatkan melalui penggunaan E-Modul interaktif berbasis PBL.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Riset ini menghasilkan E-Modul berbasis PBL untuk meningkatkan kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis termasuk valid, praktis dan efektif dalam meningkatkan kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis peserta didik. Temuan lain yang berarti, yaitu peningkatan kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis dilihat dari indikator *Elementary clarification* termasuk kategori tinggi sedangkan indikator *Basic Support*, *Inference*, serta *Strategy and Tactics* termasuk kategori sedang.

Saran untuk riset selanjutnya, Karakteristik E-Modul matematika pada studi ini mampu memberikan rekomendasi untuk pengembangan materi lainnya. Selain itu, pada kajian

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>

mengenai kemampuan untuk berpikir matematis secara kritis lebih memperhatikan pada indikator *inference* (menyimpulkan).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al-Fanny, D., & Roesdiana, L. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Menyelesaikan Soal Materi Garis dan Sudut Pada Siswa SMP. *Journal Homepage*, 769–778.
- Andini, M. D., Syamsuri, S., Nindiasari, H., & Novaliyosi. (2021). Analisis Kebutuhan Pengembangan E-Modul Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Peluang. *TIRTAMATH: Jurnal Penelitian Dan Pengajaran Matematika*, 3(2), 116–124. Retrieved from <https://eprints.untirta.ac.id/7025/>
- Anzani, V., & Juandi, D. (2022). Meta-Analysis: The Effect of Problem-Based Learning Assisted GeoGebra Software on Students Mathematic Ability. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 1900–1907. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i2.1425>
- Ardiansyah, K., Kurniati, D., Trapsilasiwi, D., & Osman, S. (2022). Truth-Seekers Students' Critical Thinking Process in Solving Mathematics Problems with Contradiction Information. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 13(1), 1–13. <https://doi.org/10.15294/kreano.v13i1.33286>
- Aspriyani, R., & Suzana, A. (2020). Pengembangan E-Modul Interaktif Materi Persamaan Lingkaran Berbasis Realistic Mathematics Education Berbantuan Geogebra. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(4), 1099–1111.
- Aulia, A., & Hardeli. (2022). Validity of E-Module Based on Problem Based Learning Integrated Demonstration Video and Science Literacy. *IJIS Edu : Indonesian Journal of Integrated Science Education*, 4(1), 2022–2067.
- Aulia, E. T., & Prahmana, R. C. I. (2022). Developing interactive e-module based on realistic mathematics education approach and mathematical literacy ability. *Jurnal Elemen*, 8(1), 231–249. <https://doi.org/10.29408/jel.v8i1.4569>
- Benyamin, B., Qohar, A., & Sulandra, I. M. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X Dalam Memecahkan Masalah SPLTV. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 909–922. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i2.574>
- Desty Sugiharti, S., Supriadi, N., & Andriani, S. (2019). Efektivitas Model Learning Cycle 7E Berbantuan E-Modul Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Smp. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 8(1), 41–48. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v8i1.1573>
- Dini, F., Nesri, P., Kristanto, Y. D., & Sanata, U. (2020). Pengembangan Modul Ajar Berbantuan Teknologi untuk Mengembangkan Kecakapan Abad 21 Siswa Pendidikan Matematika, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, Indonesia E-mail: Abstrak PENDAHULUAN Abad 21 memberikan banyak peluang bagi dunia pendidikan untuk be. *Aksioma*, 9(3), 480–492.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>

- Dwijayanti, I., & Nugroho, A. A. (2020). Meta-analysis: Effect of problem approach and inquiry approach toward students' mathematical critical thinking skill over the past 4 years. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, *11*(1), 1–10. Retrieved from <http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/al-jabar/article/view/4944>
- Evendi, E., Al Kusaeri, A. K., Pardi, M. H. H., Sucipto, L., Bayani, F., & Prayogi, S. (2022). Assessing students' critical thinking skills viewed from cognitive style: Study on implementation of problem-based e-learning model in mathematics courses. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *18*(7). <https://doi.org/10.29333/ejmste/12161>
- Fahmi, S., Rahmawati, R. Y., & Priwantoro, S. W. (2022). Two-Variables Linear System: A Smartphone-Based-E-Module with a Realistic Mathematic Education Approach. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, *13*(1), 55–66. <https://doi.org/10.15294/kreano.v13i1.31661>
- Firdaus, A., Nisa, L. C., & Nadhifah, N. (2019). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Barisan dan Deret Berdasarkan Gaya Berpikir. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, *10*(1), 68–77. <https://doi.org/10.15294/kreano.v10i1.17822>
- Hake, R. R. (1999). Analyzing Change Gain Scores. *American Educational Research Association's Division Measurement and Research Methodology*, 1–4.
- Islahiyah, I., Pujiastuti, H., & Mutaqin, A. (2021). Pengembangan E-Modul Dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *10*(4), 2107. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i4.3908>
- Iswantara, N., Murniarti, E., Nindiasari, H., & Arini, I. (2023). Reviewing the Effectiveness of Educational Technologies in Enhancing Student Learning Outcomes. *International Journal Publishing INFLUENCE: International Journal of Science Review*, *5*(1), 223–232.
- Kusmaharti, D. (2022). Self-regulated learning-based digital module development to improve students' critical thinking skills. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*. Retrieved from <http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/al-jabar/article/view/12756>
- Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible “hidden variable” in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics*, *70*(12), 1259–1268. <https://doi.org/10.1119/1.1514215>
- Monteleone, C., Miller, J., & Warren, E. (2023). Conceptualising critical mathematical thinking in young students. *Mathematics Education Research Journal*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s13394-023-00445-1>
- Musa, L. A. D., Tanal, H. A. N., Munir, N. P., & Hasmita. (2023). Efektivitas Buku Ajar Metode Numerik Berbantuan Microsoft

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>

- Excel Pada Mahasiswa Pendidikan Matematika. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(1), 689–696.
- Nindiasari, H., Fatah, A., & Madadina. (2022). E-Module Interactive of Minimum Competency Assessment: Development and Understanding for Mathematics Teachers. *Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 13(2), 339–353. Retrieved from <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kreano>
- Nugraha, T., & Suparman, S. (2021). Heterogeneity of Indonesian primary school students' mathematical critical thinking skills through problem-based learning: A meta-analysis. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(2), 315–328. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v12i2.9645>
- Nurfitriyani, Makki, M., & Husniati. (2022). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Pada Mata Pelajaran Matematika: Studi Pembelajaran Menggunakan Model Problem Based Learning (PBL). *Journal of Classroom Action Research*, 4(2). <https://doi.org/10.29303/jcar.v4i3.1845>
- Nurhandayani, E. F., Mulyono, D., & Yanto, Y. (2022). Pengembangan E-Modul Matematika Materi Barisan dan Deret dengan Pendekatan Problem Based Learning (PBL) Kelas XI SMA. *Jurnal Pendidikan Matematika (Judika Education)*, 5(2), 126–137. <https://doi.org/10.31539/judika.v5i2.4588>
- Nuryanti, L., Zubaidah, S., & Diantoro, M. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 3(2), 155–158. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v6i3.14579>
- Prihono, E. W., & Khasanah, F. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Kelas Viii Smp. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 74–87. <https://doi.org/10.20527/edumat.v8i1.7078>
- Pujiastuti, H., Ayatullah, F., & Haryadi, R. (2019). The Influence of Inquiry Learning Model towards Students' Mathematical Critical Thinking Ability. *UNNES Journal of Mathematics Education*, 8(3), 216–223. <https://doi.org/10.15294/ujme>
- Rachmantika, A. R., & Wardono. (2019). Peran Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Pembelajaran Matematika Dengan Pemecahan Masalah. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 2(1), 441.
- Rahardhian, A. (2022). Kajian Kemampuan Berpikir Kritis (Critical Thinking Skill) Dari Sudut Pandang Filsafat. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 5(2), 87–94. Retrieved from <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JFI/article/view/42092%0Ahttps://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JFI/article/download/42092/2276>
- Ramadanti, F., Mutaqin, A., & Hendrayana, A. (2021). Pengembangan E-Modul Matematika Berbasis PBL (Problem Based Learning) pada Materi Penyajian Data untuk Siswa SMP. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(3), 2733–2745.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>

- <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.759>
- Ratnawati, D., Handayani, I., & Hadi, W. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran PBL Berbantu Question Card terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP The Influence of PBL Model Assisted by Question Card toward Mathematic Critical Thinking in JHS. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(01), 46.
- Rismayanti, T. A., Anriani, N., & Sukirwan, S. (2022). Deskripsi Kebutuhan E-Modul Berbantuan Smartphone Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Smp. *Wilangan: Jurnal Inovasi Dan Riset Pendidikan Matematika*, 3(3), 203. <https://doi.org/10.56704/jirpm.v3i3.13292>
- Ristiningsih, R., Karimah, S., & 'Adna, S. F. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis Rme Berbantu E-Modul Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Kelas Viii. *Jurnal Pendidikan Matematika Undiksha*, 12(1), 49–57. <https://doi.org/10.23887/jjpm.v12i1.33280>
- Rizqiani, A. S., Sridana, N., Junaidi, J., & Kurniati, N. (2023). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dalam Menyelesaikan Soal Cerita Ditinjau dari Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(1), 232–239. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i1.1138>
- Rohani, R., Ahmad, M., Lubis, I. S., & Nasution, D. P. (2022). Kemampuan Berpikir Kritis Matematika Siswa Melalui Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Pair Share. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(1), 504. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4408>
- Rosdiana, R., Raupu, S., & Hilma, H. (2022). Pengembangan Buku Saku Digital Berbasis Stem Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 1818. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5664>
- Rosmilasari, A. R., Made, D., & Doe, D. P. (2021). Design and Implementation of Online Problem Based Learning (PBL) Assisted by Innovative Media to Improve Elementary School Student Learning Outcomes. *Journal of Education Technology*, 4(4), 456. <https://doi.org/10.23887/jet.v5i1.29929>
- Sarwastuti, H. T., & Purnomo, Y. W. (2023). Pengaruh Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Matematika Materi Lingkaran. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(1), 473. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i1.6172>
- Sianturi, A., Sipayung, T. N., & Simorangkir, F. M. A. (2018). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMPN 5 Sumbul. *UNION: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 6(1), 29–42. <https://doi.org/10.30738/.v6i1.2082>
- Suparman, Juandi, D., Martadiputra, B. A. P., Badawi, A., Susanti, N., & Yunitaf. (2022). Cultivating

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>

- secondary school students' mathematical critical thinking skills using technology-assisted problem-based learning: A meta-analysis. *AIP Conference Proceedings*, 2468(December). <https://doi.org/10.1063/5.0102422>
- Suparman, S., Juandi, D., & Martadiputra, B. A. P. (2021). Does Treatment Duration of Problem-Based Learning Moderate Heterogeneity of Students' Mathematical Critical Thinking Skills? A Meta-Analysis. *Eduma : Mathematics Education Learning and Teaching*, 10(2), 206. <https://doi.org/10.24235/eduma.v10i2.8958>
- Supena, I., Darmuki, A., & Hariyadi, A. (2021). The influence of 4C (constructive, critical, creativity, collaborative) learning model on students' learning outcomes. *International Journal of Instruction*, 14(3), 873–892. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14351a>
- Syahlan, & Simamora, R. (2022). Improve Students' Mathematical Critical Thinking Skills: Using Models For Problem-Based Learning. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(July), 1–23.
- Tobing, H. E. L., Somakim, S., & Susanti, E. (2021). Development of E-Module Based on HOTS Questions on Distance Material for High School Students. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 16(1), 1–14. <https://doi.org/10.22342/jpm.16.1.14694.1-14>
- Widyastuti, E., & Susiana. (2019). Using the ADDIE model to develop learning material for actuarial mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1188(1), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012052>
- Yuliani, A., Kusumah, Y. S., & Dahlan, J. A. (2021). Critical Thinking: How is it Developed with the Experiential Learning Model in Junior High School Students? *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 175–184. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v12i1.8857>
- Zakiyah, H., Purnomo, D., & Sugiyanti, S. (2019). Pengembangan E-modul dengan Pendekatan Kontekstual pada Materi Bilangan Bulat SMP Kelas VII. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 1(6), 287–293. <https://doi.org/10.26877/imajiner.v1i6.4855>