

## Studi Literatur: Buku Ajar PjBL-STEAM Berbantuan MathCityMap dan Geogebra Kebudayaan Jawa terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

Bayu Murti Suryonegoro<sup>a,\*</sup>, Yanuar Evanto<sup>b</sup>, Adi Satrio Ardiansyah<sup>a,b</sup>

<sup>a, b</sup>Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia, 50229

\* Alamat Surel: [bayumurtisuryonegoro@students.unnes.ac.id](mailto:bayumurtisuryonegoro@students.unnes.ac.id)

---

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menelaah deskripsi implementasi buku ajar PjBL-STEAM berbantuan aplikasi *MathCityMap* dan *Geogebra* pada kebudayaan Jawa dan mengkaji dampaknya terhadap kemampuan berpikir kritis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan teknik analisis kualitatif studi literatur. Berdasarkan penjelasan di atas buku ajar ini dikembangkan dengan aplikasi STEAM dengan memasukkan etnomatematika pada kebudayaan Jawa melalui integrasi *MathCityMap* dan *Geogebra* pada setiap projek dan soal-soal uji kompetensi, pada beberapa projek juga disediakan dengan *barcode* pada konten *geogebra*. Harapannya dengan integrasi hal ini akan membantu proses peningkatan kemampuan berpikir kritis. Hal ini dapat dilihat melalui penerapan projek, soal evaluasi, dan sintaks model yang diterapkan didalamnya, hal ini sejalan dengan penjelasan yang menyatakan bahwa pembelajaran matematika melalui pengembangan buku ajar ini mengarahkan siswa untuk menyelesaikan masalah dalam dunia nyata dan meningkatkan kreatifitas, inovasi, dan kekritisannya dalam berpikir. Maka, peneliti juga menyimpulkan bahwa buku ajar yang dikembangkan juga terintegrasi dengan model *project based learning-STEAM* sebagai upaya mendukung komponen inovasi dalam proses peningkatan kemampuan kritis siswa.

Kata kunci: *Geogebra*, *MathCityMap*, Kemampuan Berpikir Kritis, PjBL-STEAM.

© 2025 Universitas Negeri Semarang

---

### Abstract

This study aims to examine the description of the implementation of PjBL-STEAM textbooks assisted by *MathCityMap* and *Geogebra* applications in Javanese culture and examine their impact on critical thinking skills. The method used in this research is a literature study with a qualitative analysis technique of literature study. Based on the explanation above, this textbook was developed with the STEAM application by incorporating ethnomathematics in Javanese culture through the integration of *MathCityMap* and *Geogebra* in each project and competency test questions, some projects are also provided with barcodes on *geogebra* content. It is hoped that this integration will help the process of increasing critical thinking skills. This can be seen through the application of projects, evaluation questions, and the model syntax applied therein, this is in line with the explanation which states that learning mathematics through the development of this textbook directs students to solve problems in the real world and increases creativity, innovation, and criticality in think. Thus, the researcher also concluded that the textbooks being developed were also integrated with the project based learning-STEAM model as an effort to support the innovation component in the process of improving students' critical abilities.

Kata kunci: PjBL-STEAM, *MathCityMap*, *Geogebra*, Critical Thinking Ability

© 2025 Universitas Negeri Semarang

---

## 1. Pendahuluan

Perkembangan pendidikan di abad 21 ini menuntut siswa untuk mulai mengembangkan dan beradaptasi dengan kemampuan yang dikembangkan dan bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari. Kemampuan tersebut salah satunya adalah kemampuan berpikir kritis. Menurut Noor, (2014), berpikir kritis adalah sebuah konsep yang kompleks yang melibatkan keterampilan kognitif dan kepercayaan diri, hal ini dapat

juga dipengaruhi oleh beberapa cara yang digunakan guru dalam menyampaikan konsep materi kepada peserta didik. Maka, untuk menghadapi tantangan masa depan kemampuan berpikir kritis sangat diperlukan bahkan penting untuk dikembangkan. Hal ini diperkuat oleh pernyataan bahwa keterampilan berpikir kritis sangat penting dikuasai oleh siswa agar siswa lebih terampil dalam menyusun sebuah argumen, memeriksa kredibilitas suatu bukti penyelesaian permasalahan. (Sulistiani, 2017). Selain itu, hal ini juga diperkuat oleh Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2015 tentang Standar Nasional Pendidikan pada pasal 19, ayat 1 mengamanatkan bahwa proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Hal ini juga ditegaskan kembali dengan pernyataan bahwa, kemampuan berpikir kritis siswa perlu untuk dikembangkan karena akan menjadi bekal bagi para siswa untuk memecahkan masalah, selain itu kemampuan ini sangat penting dan wajib dimiliki oleh para siswa dalam menjawab tantangan zaman dan beradaptasi dengan perubahan (Ash-Showy, N. H., Ardiansyah, A. S., Niam, M. A., Sumarti, S., & Qomari, N., 2022).

Data empiris mengindikasikan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa masih mengkhawatirkan. Fakta ini didukung oleh hasil studi PISA tahun 2015 yang menempatkan Indonesia pada peringkat ke-63 dari 70 negara peserta dalam bidang matematika, dengan skor 386 dari skor rata-rata 490. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa Indonesia berada di bawah rata-rata, mengingat dalam soal-soal PISA, siswa diuji dalam kemampuan berpikir kritis. Temuan ini juga diperkuat oleh penelitian lain yang menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa masih tergolong rendah, dengan skor rata-rata 17,4, jauh di bawah skor maksimal yang diharapkan (Agus, 2022).

Salah satu inovasi pembelajaran yang dapat dikembangkan dalam proses peningkatan kemampuan berpikir kritis adalah buku ajar. Hal ini didukung oleh hasil penelitian yang menyatakan bahwa inovasi pengembangan buku ajar ini sangat mendukung bahkan memfasilitasi perkembangan kemampuan berpikir kritis dengan hasil yang signifikan (Suparni, 2015). Selain itu, hal ini juga diperkuat oleh pernyataan bahwa buku ajar sendiri secara logis maupun empiris, mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dan menimbulkan respons siswa yang positif di dalam sebuah pembelajaran. (Hidayaturrohman, 2017).

Salah satu inovasi model yang dikembangkan di dalam buku ajar adalah inovasi model PjBL-STEAM dengan berbantuan aplikasi *MathCityMap* dan *Geogebra*. Pendekatan pembelajaran STEAM sendiri sangat bermanfaat dalam peningkatan kualitas siswa, dan membangun potensi siswa untuk lebih kritis dan kreatif. Hal ini didukung oleh pendapat bahwa pembelajaran STEAM merupakan langkah inovasi yang dikembangkan dalam proses peningkatan berpikir kritis baik secara informal dan intuitif siswa (MasgantiSit, 2022). Inovasi ini juga hendaknya didukung dengan penerapan model pembelajaran yang baik salah satunya adalah model PjBL (*Project Based Learning*). Model PjBL sendiri cocok diterapkan di dalam proses peningkatan kemampuan berpikir kritis. Hal ini didukung dengan pernyataan bahwa model PjBL lebih memperdayakan kepada keaktifan, kreatifitas dan inovatif serta pola pikir kritis siswa (Kristiyanto, 2020). Oleh karena itu, dengan penerapan PjBL-STEAM ini dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam mengkonstruksi sendiri pengetahuan mereka serta menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa. Selain itu, penggunaan *MathCityMap* dan

*Geogebra* merupakan suatu inovasi terbaru di dalam proses pengembangan suatu buku ajar dalam konteks peningkatan kemampuan berpikir kritis. Hal ini sejalan dengan pendapat bahwa *MathCityMap* mengarahkan siswa untuk menyelesaikan masalah dalam dunia nyata dan meningkatkan kreatifitas, inovasi, dan kekritisan dalam berpikir (Barbosa, 2016). Selain itu, hal ini juga sejalan dengan pendapat bahwa *Geogebra* memungkinkan kemampuan berpikir kritis siswa muncul dan meningkat sehingga mampu menunjukkan hasil yang signifikan di dalam sebuah pembelajaran (Saputra, 2019).

Inovasi buku ajar ini menjadi lebih menarik apabila dilengkapi dengan nuansa kebudayaan atau konteks pembelajaran etnomatematika terkait dengan budaya Jawa. Harapannya dengan integrasi budaya ini mampu menunjang peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini sejalan dengan pernyataan bahwa pembelajaran etnomatematika dapat membangun hubungan antara ide-ide dan prosedur matematika yang tertanam dalam praktik dari suatu budaya dengan kerangka konseptual akademik sehingga hal ini mampu mengubah siswa menjadi kritis dan reflektif di dalam sebuah pembelajaran. (D'Ambrosio & Rosa, 2017).

Adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk menelaah bagaimana deskripsi implementasi buku ajar PjBL-STEAM berbantuan aplikasi *MathCityMap* dan *Geogebra* pada kebudayaan Jawa dan mengkaji bagaimana dampak daripada pengembangan buku ajar PjBL-STEAM berbantuan aplikasi *MathCityMap* dan *Geogebra* pada kebudayaan Jawa terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada umumnya.

## 2. Kajian Teori

### 2.1. Kemampuan Berpikir Kritis

Kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan individu untuk terlibat dalam aktivitas berpikir yang melibatkan pemikiran kritis (Danaryanti, 2017). Kemampuan berpikir kritis adalah konsep yang kompleks yang mencakup keterampilan kognitif dan kepercayaan diri, dan dapat dipengaruhi oleh berbagai pendekatan yang digunakan oleh guru dalam mengajarkan materi kepada siswa (Noor, 2019). Oleh karena itu, kemampuan berpikir kritis melibatkan aspek kognitif dan afektif individu serta dipengaruhi oleh berbagai pendekatan pembelajaran.

Kemampuan berpikir kritis matematis juga didefinisikan sebagai kemampuan seseorang dalam memahami masalah matematis secara intelektual (Yanti, 2017). Dengan demikian, kemampuan berpikir kritis adalah proses dasar berpikir yang melibatkan analisis pendapat dan menghasilkan ide-ide atau gagasan baru dalam setiap masalah yang dapat dikembangkan menjadi pemikiran yang logis. Indikator kemampuan berpikir kritis berdasarkan tahapan berpikir kritis menurut Perkins (2006) meliputi: (1) klarifikasi (*clarification*), (2) asesmen (*assessment*), (3) penyimpulan (*inference*), dan (4) strategi (*strategies*).

**Tabel 2. 1** Indikator Kemampuan Berpikir Kritis

No	Indikator	Indikator yang diukur
1	Klarifikasi ( <i>clarification</i> )	mengklarifikasi, dan mengidentifikasi, menggambarkan atau mendefinisi suatu permasalahan terhadap suatu konsep.
2	Asesmen ( <i>assessment</i> )	melengkapi data atau informasi yang mendukung, serta fakta-fakta argumen atau

		menghubungkan masalah dengan masalah yang lain.
3	Penyimpulan ( <i>inference</i> )	mengevaluasi dan menunjukkan hubungan diantara sejumlah ide, serta menggambarkan kesimpulan yang tepat dengan deduksi dan induksi, menggeneralisasi, dan menjelaskan dan membuat hipotesis.
4	Strategi ( <i>strategies</i> )	mengajukan, mendiskusikan, atau mengevaluasi tindakan yang mungkin.

### 2.2. Model Pembelajaran PjBL-STEAM

Menurut Wijaya (2015), pendekatan STEAM merupakan suatu inovasi dalam pembelajaran yang menggabungkan beberapa bidang keilmuan. Pendekatan ini bertujuan untuk mengajak siswa berpikir secara komprehensif dan mengembangkan pola pemecahan masalah berdasarkan lima aspek yaitu science, technology, engineering, art, dan mathematics. Melalui pendekatan STEAM, siswa diajak untuk memecahkan masalah dunia nyata dengan menggunakan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang-bidang tersebut. Model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) kemudian dikolaborasikan dengan pendekatan STEAM, di mana siswa terlibat secara aktif dalam pembelajaran. Penelitian oleh Hanif (2019) menunjukkan bahwa model PjBL-STEAM dapat membantu mengembangkan keterampilan berpikir siswa. Selain itu, siswa juga mengalami peningkatan motivasi dalam pembelajaran karena memiliki peran aktif dalam mengatasi tantangan dalam proyek pembelajaran.

Dalam pandangan Desta (2017), STEAM memiliki potensi untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan mengikuti enam tahapan, yaitu: (1) merumuskan pertanyaan mendasar (*start with essential question*), (2) merancang proyek (*design project*), (3) menyusun jadwal (*create schedule*), (4) memantau kemajuan siswa dan proyek (*monitoring the students and progress of projects*), (5) mengevaluasi hasil (*assess the outcomes*), dan (6) mengevaluasi pengalaman pembelajaran (*evaluate the experience*). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa PjBL dapat dilakukan melalui tujuh tahapan, yaitu: identifikasi masalah, eksplorasi, membentuk pemahaman, menganalisis ide, membuat proyek, menguji dan memperbaiki, serta komunikasi dan refleksi (Kristiani, 2017). Berdasarkan penelitian dari Anindya, (2019), tahapan pembelajaran model PjBL-STEAM pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut.

**Tabel 2. 2 Tahapan Pembelajaran Model PjBL-STEAM**

Langkah PjBL	Ciri-ciri STEAM	Langkah PjBL-STEAM
<i>Start with essential question</i>	Pembelajaran bermuatan pendekatan STEAM yaitu pembelajaran dengan memasukkan muatan <i>Science</i> (Ilmu pengetahuan), <i>Technology</i> (Teknologi),	<b><i>Start with essential question</i></b> : pada tahap ini siswa diberikan permasalahan yang dikaitkan dengan materi yang akan dipelajari dengan memuat konteks ilmu pengetahuan.
<i>Design Project</i>		<b><i>Design Project</i></b> : pada tahap ini siswa merancang sebuah proyek bisa juga berbentuk sebuah mini proyek pengembangan dengan menggabungkan unsur STEAM di dalamnya kemudian melakukan

<p><b>Create schedule</b></p> <p><b>Monitoring the students and progress of projects</b></p> <p><b>Asses the outcomes and evaluation the experience</b></p>	<p><i>Engineering</i> (Teknik), <i>Art</i> (Seni) dan <i>Mathematics</i> (Matematika)</p>	<p>analisis, dan melakukan asesmen dengan menghubungkan berbagai pengetahuan yang telah didapatkan.</p> <p><b>Create schedule:</b> pada tahap pembelajaran ini siswa membuat penjabaran waktu berupa timing dari tahapan proses pembuatan proyek yang telah direncanakan pada tahap sebelumnya.</p> <p><b>Monitoring the students and progress of projects :</b> pada tahap pembelajaran ini siswa melakukan evaluasi proyek yang telah dibuat, kemudian pada tahap pembelajaran ini siswa dapat melakukan tahap penyimpulan dan mengatur strategi lebih lanjut dalam melakukan <i>finishing</i> terhadap proyek yang sedang dibuat.</p> <p><b>Asses the outcomes and evaluation the experience:</b> Kegiatan akhir pembelajaran ini diisi dengan melakukan kegiatan mengajukan, mendiskusikan, atau mengevaluasi tindakan yang mungkin baik dengan memberikan pertanyaan kecil atau evaluasi berkaitan dengan opini dari masing-masing siswa kelompok lain.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 2.3. MathCityMap dan Geogebra

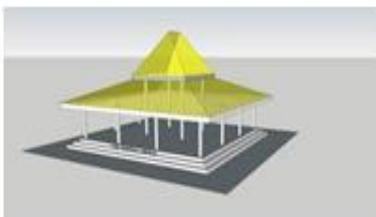
Aplikasi *MathCityMap* merupakan aplikasi gabungan antara konsep *mathtrail* dan teknologi informasi dalam ranah pendidikan (Cahyono, A. N., 2015). *MathCityMap* merupakan aplikasi yang dikembangkan oleh tim MATIS I dari Goethe University Frankfurt, Jerman (Cahyono, A. N., 2015). Ide utama dari pengembangan *MathCityMap* adalah untuk memberikan perspektif dan pengalaman berbeda dalam belajar matematika (Gurjanow et al., 2019). *MathCityMap* merupakan aplikasi berbasis GPS, yang tidak hanya digunakan untuk menemukan tempat masalah, namun juga telah disediakan rincian masalah, alat yang harus digunakan, bahkan juga umpan balik untuk jawaban masalah, disertai dengan bantuan untuk memecahkan masalah (Ludwig & Jablonski, 2019). *MathCityMap* merupakan portal dapat diakses yang difungsikan untuk melihat konten tugas-tugas yang sudah ada, sekaligus *trailblazer* dapat membuat tugas baru yang akan diselesaikan oleh *trailwalker* (Ludwig & Jablonski, 2019).

Geogebra dikembangkan oleh Markus Hohenwarter pada tahun 2001. GeoGebra adalah program komputer untuk membelajarkan matematika khususnya geometri dan aljabar. Menu utama GeoGebra adalah: File, Edit, View, Option, Tools, Windows, dan

Help untuk menggambar objek-objek geometri. Menu File digunakan untuk membuat, membuka, menyimpan, dan mengekspor file, serta keluar program. Menu Edit digunakan untuk mengedit lukisan. Menu view digunakan untuk mengatur tampilan. Menu Option untuk mengatur berbagai fitur tampilan, seperti pengaturan ukuran huruf, pengaturan jenis (style) objek-objek geometri, dan sebagainya. Sedangkan menu Help menyediakan petunjuk teknis penggunaan program GeoGebra (Asngari, D. R. 2015).

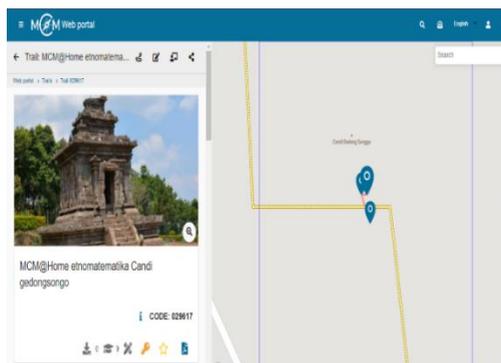
#### 2.4. *Buku Ajar PjBL-STEAM Berbantuan Aplikasi MathCityMap dan Geogebra pada Kebudayaan Jawa*

Buku ajar berbasis STEAM telah dikembangkan di berbagai mata pelajaran dan berbagai jenjang pendidikan. Buku ajar yang dikembangkan digunakan guru dalam menunjang proses pembelajaran. Strategi penggunaan buku ajar untuk menunjang pelaksanaan proses belajar, diharapkan mampu meningkatkan kemampuan siswa, maupun keterampilan siswa berkaitan dengan keterampilan pada pembelajaran abad 21. Buku ajar yang dikembangkan saat ini juga ditunjang dengan pengintegrasian pembelajaran etnomatematika di dalamnya yaitu dengan mengangkat budaya Jawa misalnya. Integrasi etnomatematika sebagai komponen pendukung yang cocok dalam proses peningkatan kemampuan 4C pada pendidikan abad 21. Hal ini sejalan dengan pernyataan bahwa etnomatematika sebagai pendekatan pembelajaran sangat memungkinkan dipelajari dengan dikaitkan dengan budaya sehingga pemahaman materi menjadi mudah dan menunjang daya berpikir kritis siswa dalam mengembangkan potensinya karena terkait langsung dengan budaya (Wahyuni, 2013).



**Gambar 2. 1** Ilustrasi budaya Jawa yang diterapkan dalam buku ajar

Pendidikan era abad 21 membuat seorang guru ditantang untuk memadukan model pembelajaran yang tepat maupun teknologi dalam sebuah pembelajaran. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan dalam pembelajaran adalah integrasi teknologi *MathCityMap* maupun *Geogebra*. Teknologi ini menjadi salah satu aktivitas teknologi yang mampu memberikan kesan baru dalam pembelajaran terutama dalam proses peningkatan kemampuan berpikir kritis di dalam menggali ide/gagasan baru dalam setiap aktivitas pembelajaran. Aplikasi *MathCityMap* ini sangat cocok dalam menunjang aktivitas pembelajaran sebagai sarana dalam membawa siswa ke titik masalah dan menyelesaikan masalah yang diberikan dengan melakukan observasi langsung, sekaligus termasuk didalam aplikasi, bantuan-bantuan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah (Cahyono, A. N., 2018).



**Gambar 2. 2** Integrasi aktivitas *MathCityMap*

### 3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur. Dalam penelitian ini, peneliti mencari data dari jurnal atau buku yang relevan mengenai model PjBL-STEAM, bahan ajar berbantuan aplikasi *MathCityMap* dan *Geogebra*, kemampuan berpikir kritis siswa yang kemudian dikaji dan dilampirkan pada bagian hasil dan pembahasan hingga menghasilkan suatu kesimpulan. Penelitian ini menggunakan teknik analisis kualitatif studi literatur dengan mendeskripsikan hasil dari sumber-sumber yang telah didapatkan yang relevan dengan penelitian baik melalui buku-buku, maupun jurnal atau artikel terkait.

### 4. Pembahasan

Pengembangan buku ajar berorientasi STEAM merupakan sebuah pengembangan yang ditujukan dalam membantu siswa SMP untuk belajar materi matematika terutama berkaitan dengan materi geometri. Penerapan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*) di dalam aplikasi buku ajar ini akan memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini sejalan dengan pendapat Rahmawati, (2022) melalui penerapan STEAM kemampuan berpikir kritis matematis siswa dikembangkan agar mampu memecahkan masalah dengan berpikir kritis, bernalar secara logis dan sistematis serta mampu untuk berkomunikasi, berkolaborasi dan mengikuti perkembangan teknologi. Pembelajaran STEAM yang diimplementasikan digunakan untuk menghubungkan ilmu pengetahuan, fakta-fakta yang dimiliki oleh siswa dengan bidang ilmu lain yang terkait. Aspek *science* yang ditampilkan berupa kaitan dengan penerapan fakta, prinsip, serta konsep terkait disiplin ilmu tertentu dan kaitannya dengan bagaimana siswa menggali fakta dan keilmuan lain yang sejalan untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang ada. Aspek *engineering* dan *technology* diintegrasikan dalam bentuk informasi cara kerja dan desain teknologi yang diintegrasikan dengan aplikasi *MathCityMap* dan *Geogebra*. Aspek *art* diintegrasikan pada penerapan objek budaya seperti makanan khas dan lain-lain. Aspek *mathematics* diintegrasikan dalam bentuk penggunaan penghitungan dan pengukuran permasalahan matematika yang disediakan. Kombinasi kelima aspek akan memberikan pengalaman bermakna kepada siswa melalui pembuatan proyek. Selain itu, siswa akan memperoleh pengetahuan baru melalui eksplorasi proyek dan penerapan proses pembelajaran STEAM tersebut yang dikaitkan dengan permasalahan kehidupan sehari-hari.

Buku ajar yang dikembangkan juga terintegrasi dengan model *Project Based Learning* sebagai upaya mendukung komponen inovasi dalam pembelajaran sehingga dapat mendukung proses peningkatan kemampuan kritis siswa. Hal ini didukung dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Sulastri, (2021) yang bahwa ada pengaruh

integrasi model PjBL-STEAM terhadap kemampuan berpikir kritis, hal ini dibuktikan dengan suatu hasil penelitian yang menunjukkan terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah mendapatkan perlakuan *project based learning* dengan pendekatan STEAM. Buku ajar disusun sesuai dengan sintaks pada model *Project Based Learning* dengan beberapa komponen pendukung di dalamnya seperti pengembangan bahan evaluasi, dan pengembangan proyek-proyek integrasi *MathCityMap* dan *Geogebra*. Penggunaan *MathCityMap* dan *Geogebra* dalam buku ajar juga diintegrasikan dengan konteks kebudayaan Jawa, harapannya melalui penggunaan *MathCityMap* dan *Geogebra* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini sejalan dengan penjelasan yang menyatakan bahwa pembelajaran matematika melalui *MathCityMap* mengarahkan siswa untuk menyelesaikan masalah dalam dunia nyata dan meningkatkan kreatifitas, inovasi, dan kekritisian dalam berpikir (Barbosa, 2016). Beberapa integrasi dalam buku ajar akan disajikan dalam bentuk *barcode* yang dapat diakses siswa sebagai bahan pendukung dalam proses penyelesaian permasalahan. Permasalahan yang akan diselesaikan siswa disajikan dalam bentuk rangkaian persoalan dengan integrasi berbagai konten kebudayaan jawa termasuk bangunan khas dengan integrasi desain *Geogebra* dan aktivitas *MathCityMap*. Oleh karena itu, buku ajar dengan integrasi *MathCityMap* dan *Geogebra* dalam kebudayaan Jawa ini diharapkan menjadi salah satu inovasi dalam proses peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Adapun langkah-langkah dari integrasi kegiatan pembelajaran PjBL-STEAM dalam buku ajar berbantuan *MathCityMap* dan *Geogebra* dalam kebudayaan Jawa sebagai berikut.

**Tabel 4. 3** Sintaks PjBL-STEAM dalam buku ajar berbantuan aplikasi *MathCityMap* dan *Geogebra* dalam kebudayaan Jawa

Langkah PjBL	Langkah PjBL-STEAM
<i>Start with essential question</i>	<b><i>Start with essential question</i></b> : pada tahap ini siswa diberikan permasalahan yang dikaitkan dengan materi yang akan dipelajari dengan memuat konteks kebudayaan dengan menggunakan permasalahan awal yang disajikan pada alur awal buku ajar (klarifikasi permasalahan).
<i>Design Project</i>	<b><i>Design Project</i></b> : pada tahap ini siswa merancang sebuah proyek bisa juga berbentuk sebuah mini proyek pengembangan dengan menggabungkan unsur STEAM di dalamnya dengan mengakses konten <i>MathCityMap</i> yang sudah disediakan dengan integrasi berbagai desain menggunakan aplikasi <i>geogebra</i> sebagai integrasi lembar kerja siswa kemudian melakukan analisis, dan melakukan asesmen dengan menghubungkan berbagai pengetahuan yang telah didapatkan baik dengan cara menggali lebih lanjut fakta-fakta atau menghubungkan pengetahuan lain yang ada disekitarnya.
<i>Create schedule</i>	<b><i>Create schedule</i></b> : pada tahap pembelajaran ini siswa membuat penjabaran waktu berupa <i>timing</i> dari tahapan proses pembuatan proyek yang telah direncanakan pada tahap sebelumnya. Melalui tahap

<i>Monitoring the students and progress of projects</i>	ini dapat menggunakan <i>geogebra</i> di dalam proses penyelesaian permasalahan proyek.
<i>Asses the outcomes and evaluation the experience</i>	<p><b><i>Monitoring the students and progress of projects</i></b> : pada tahap pembelajaran ini siswa melakukan evaluasi proyek yang telah dibuat, kemudian siswa dapat melakukan tahap penyimpulan dan mengatur strategi lebih lanjut dalam melakukan <i>finishing</i> dengan menyelesaikan permasalahan proyek yang sedang mereka diskusikan bersama.</p> <p><b><i>Asses the outcomes and evaluation the experience</i></b>: Kegiatan akhir pembelajaran ini diisi dengan kegiatan mengajukan, mendiskusikan, atau mengevaluasi dengan memberikan pertanyaan kecil atau evaluasi berkaitan dengan opini dari masing-masing siswa kelompok lain.</p>

Kemudian, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang kami kembangkan mengenai buku ajar terintegrasi *MathCityMap* dan *Geogebra* dalam kebudayaan jawayang diintegrasikan dengan model PjBL-STEAM (*Project Based Learning-STEAM*) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa.

Penelitian pertama, mengenai keterkaitan antara kemampuan berpikir kritis siswa dengan model *Project Based Learning-STEAM* (PjBL-STEAM) yang dilakukan oleh Sulastri, (2021) yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah mendapatkan perlakuan *project based learning* dengan pendekatan STEAM. Kemudian, penelitian mengenai buku ajar terintegrasi aplikasi *MathCityMap* yang telah banyak dikembangkan melalui beberapa penelitian seperti yang dikembangkan oleh Ispita, (2023), tentang aplikasi *MathCityMap* dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, dari penelitian ini didapatkan bahwa siswa yang menggunakan aplikasi tersebut dengan mempelajari budaya lokal yang dikaitkan dengan aspek matematika, kemampuan berpikir kritis matematis yang dimiliki oleh peserta didik akan meningkat.

Berdasarkan uraian diatas, ditemukan bahwa masing-masing penerapan model *project based learning* dan STEAM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Selain itu, penggunaan *MathCityMap* dan integrasi *Geogebra* juga bisa menarik minat dan motivasi siswa saat belajar. Oleh karena itu, kombinasi *project based learning*, STEAM dan *MathCityMap* integrasi *geogebra* dalam memberikan inovasi baru untuk mengembangkan sebuah buku ajar yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

## 5. Simpulan

Berdasarkan penjelasan mengenai model PjBL-STEAM, bahan ajar berbantuan aplikasi *Math Trails* dan *Geogebra*, kemampuan berpikir kritis siswa, maka dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran matematika, guru dapat menggunakan buku ajar PjBL-STEAM berbantuan aplikasi *MathCityMap* dan *Geogebra* pada kebudayaan Jawa. Buku ajar ini dikembangkan dengan aplikasi STEAM dalam setiap konten proyek. Buku ajar ini juga dikembangkan dengan memasukkan etnomatematika pada kebudayaan Jawa melalui integrasi *MathCityMap* dan *Geogebra* pada setiap proyek yang ada di buku ajar dan soal-soal uji kompetensi, pada beberapa proyek juga disediakan dengan *barcode* pada konten *geogebra*. Harapannya dengan integrasi model PjBL-

STEAM, kebudayaan Jawa, dan *MathCityMap* dan *Geogebra* akan membantu proses peningkatan kemampuan berpikir kritis. Hal ini dapat dilihat melalui penerapan proyek, soal evaluasi, dan sintaks model yang diterapkan didalamnya, hal ini sejalan dengan penjelasan berbagai penelitian terkait yang menyatakan bahwa pembelajaran matematika melalui pengembangan buku ajar PjBL-STEAM Berbantuan *MathCityMap* dan *Geogebra* kebudayaan Jawa ini mengarahkan siswa untuk menyelesaikan masalah dalam dunia nyata dan meningkatkan kreatifitas, inovasi, dan kekritisannya dalam berpikir. Maka, dapat disimpulkan bahwa buku ajar yang dikembangkan mendukung upaya peningkatan kemampuan kritis siswa.

### Daftar Pustaka

- Agus, I., & Purnama, A. N. (2022). Kemampuan Berpikir Kritis Matematika Siswa: Studi pada Siswa SMPN Satu Atap. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 7(1), 65-74.
- Anindya, F.A.U. 2019. *Pengaruh Model PjBL-STEAM pada Materi Cahaya dan Alat Optik terhadap Keterampilan Memecahkan Masalah dan Komunikasi Siswa*. Skripsi, Jurusan IPA Terpadu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Indah Urwatin Wusqo, S.Pd., M.Pd.
- Ash-Showy, N. H., Ardiansyah, A. S., Niam, M. A., Sumarti, S., & Qomari, N. (2022). Pengembangan bahan ajar perbandingan terintegrasi challenge based learning dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *CIRCLE: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(02), 145-157.
- Asngari, D. R. (2015, November). Penggunaan geogebra dalam pembelajaran geometri. In *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY* (pp. 299-302).
- Barbosa, A., & Vale, I. (2016). *Math trails: Meaningful Mathematics Outside the Classroom with Pre-Service Teachers*. *Journal of the European Teacher Education Network*, 11, 63-72.
- Cahyono, A. N., Ludwig, M., & Marée, S. (2015). Designing mathematical outdoor tasks for the implementation of The MathCityMap-Project in Indonesia. In *In pursuit of quality mathematics education for all: Proceedings of the 7th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education* (pp. 151-158).
- Cahyono, A. N., & Ludwig, M. (2018). Teaching and Learning Mathematics Around the City Supported by The Use of Digital Technology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(1), em1654.
- D'Ambrosio, U., & Rosa, M. (2017). Ethnomathematics and its pedagogical action in mathematics education. *Ethnomathematics and its diverse approaches for mathematics education*, 285-305.
- Danaryanti, A., & Lestari, T. (2017). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis dalam Matematika Mengacu pada Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal pada Siswa Kelas VIII SMP Negeri di Banjarmasin Tengah Tahun Pelajaran 2016/2017. *Jurnal EDU-MAT* 5(2) 116-126.
- Desta, I. (2017). Penerapan Pendekatan Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik melalui Project Based Learning. UIN Jakarta.
- Gurjanow, I., Jablonski, S., Ludwig, M., & Zender, J. (2019). Modellieren mit MathCityMap: Praxisbezogene Beispiele zum Modellieren am realen Objekt. *Neue Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht 6: ISTRON-Schriftenreihe*, 95-105.

- Hanif, S., Wijaya, A. F. C., & Winarno, N. (2019). Enhancing Students' Creativity through STEM Project-Based Learning. *Journal of Science Learning*, 2(2), 50. <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i2.13271>.
- Hidayaturrohman, R., Lesmono, A. D., & Prihandono, T. (2017). Pengembangan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *FKIP e-PROCEEDING*, 2(1), 9-9.
- Ispita, I., Perninda, H., & Lestari, R. (2023). Pembelajaran Matematika Berbasis Etnomatematika Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Ditingkatkan dengan Aplikasi *MathCityMap*. *Simposium Nasional Multidisiplin (SinaMu)*, 4, 31-38.
- Kristiani, K. D., Mayasari, T., & Kurniadi, E. (2017). Pengaruh Pembelajaran STEM-PjBL terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif. In *Prosiding SNPF (Seminar Nasional Pendidikan Fisika)* (pp. 266-274).
- Kristiyanto, D. (2020). Peningkatan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar matematika dengan model Project Based Learning (PJBL). *Mimbar Ilmu*, 25(1), 1-10.
- Ludwig, M., & Jablonski, S. (2019, July). Doing math modelling outdoors-a special math class activity designed with MathCityMap. In *HEAD'19. 5th International Conference on Higher Education Advances* (pp. 901-909). Editorial Universitat Politècnica de València.
- MasgantiSit, M., Basri, M., & Dwinamira, A. M. (2022). Peningkatan Berpikir Kritis dan Kemampuan Matematika Awal dengan Pembelajaran STEAM pada Anak Usia Dini Di Raudhatul Athfal (RA) Tazkia. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 4(5), 6549-6558.
- Noor, F., & Ranti, M. G. (2019). Hubungan antara Kemampuan Berpikir Kritis dengan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP pada Pembelajaran Matematika. *Math Didactic: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 75-82.
- Perkins, C. and E. Murphy. (2006). Identifying and measuring individual engagement in critical thinking in online discussions: An exploratory case study. *Educational Technology & Society*, 9 (1), 298-307. (Online). ([http://www.ifets.info/journals/9\\_1/24.pdf](http://www.ifets.info/journals/9_1/24.pdf), diakses 06-07-2018).
- 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), 2002-2014.
- Saputra, E., Bahri, S., & Fahrizal, E. (2019). Pemanfaatan Software Geogebra Pada Matakuliah Matematika Untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Mahasiswa Prodi Arsitektur Universitas Malikussaleh. *Numeracy*, 6(2), 212-217.
- Sulistiani, E., & Masrukan, M. (2017, February). Pentingnya berpikir kritis dalam pembelajaran matematika untuk menghadapi tantangan MEA. In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* (pp. 605-612).
- Suparni, S. (2015). Pengembangan bahan ajar berbasis integrasi interkoneksi untuk memfasilitasi peningkatan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 2(2), 1-19.
- Sulastri, S., & Cahyani, G. P. (2021). Pengaruh *Project Based Learning* dengan Pendekatan STEAM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis pada Pembelajaran Online di SMK Negeri 12 Malang. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, 9(3), 372-379.
- Wahyuni, A., Tias, A. A. W., & Sani, B. (2013). Peran Etnomatematika dalam Membangun Karakter Bangsa. In *Makalah Seminar Nasional Matematika dan*

*Pendidikan Matematika, Prosiding, Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, Yogyakarta: UNY* (Vol. 1, No. 1, pp. 114-118).

Wijaya, A.D., N. Karmila & R.A. Mahmudah. (2015). Implementasi Pembelajaran Berbasis STEAM pada Kurikulum Indonesia. Prosiding Semnas Fisika dan Aplikasinya. UNPAD.

Yanti, O. F., & Prahmana, R. C. I. (2017). Model Problem Based Learning, Guided Inquiry, dan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis. *JRPM (Jurnal Review Pembelajaran Matematika)*, 2(2), 120-130.