

## Pengembangan Bahan ajar transformasi geometri berbantuan website: Pendekatan *Project-Based-Learning* Mozaik Geometri

Gusni Satriawati<sup>1)</sup>, Nur Kholis<sup>2)</sup>, Gelar Dwirahayu<sup>3)\*</sup>, Dindin Sobiruddin<sup>4)</sup>

<sup>1234</sup>UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Jl. Ir H. Juanda No 95, Tangerang Selatan, Indonesia.

[gusni@uinjkt.ac.id](mailto:gusni@uinjkt.ac.id); [nurkholis.ajjah.145@gmail.com](mailto:nurkholis.ajjah.145@gmail.com); [gelar.dwirahayu@uinjkt.ac.id](mailto:gelar.dwirahayu@uinjkt.ac.id);  
[dindin.sobiruddin@uinjkt.ac.id](mailto:dindin.sobiruddin@uinjkt.ac.id)

\*Penulis Koresponden

### ABSTRAK

Era digital memberikan dampak positif pada semua aspek kehidupan, termasuk pendidikan. Pembelajaran dimasa kini menuntut guru memanfaatkan teknologi. Teknologi dalam pembelajaran matematika sangat diperlukan terutama pada materi geometri. Konsep dasar dalam geometri adalah kemampuan visualisasi. Pemahaman visualisasi yang sangat baik akan membantu siswa memahami konsep geometri. Penelitian ini bertujuan mengembangkan bahan ajar materi transformasi geometri berbantuan website menggunakan pendekatan *Project-Based-Learning* mozaik geometri untuk siswa kelas XII SMA. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model *ADDIE*, yaitu *Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Instrumen yang digunakan yaitu lembar validasi untuk ahli dan lembar validasi keterbacaan untuk siswa. Instrumen dikembangkan dengan tujuh aspek penilaian. Bahan ajar divalidasi oleh ahli/pakar, selain itu, para siswa diminta untuk memberikan penilaian terhadap bahan ajar pada aspek keterbacaan soal dengan menggunakan indikator yang sama. Berdasarkan hasil penilaian ahli sebanyak tujuh orang menunjukkan bahwa bahan ajar transformasi geometri memperoleh kriteria sangat layak dengan persentase penilaian sebesar 85%, sedangkan penilaian dari siswa sebanyak 28 siswa XII SMA Al Hasra Depok menunjukkan kriteria baik dengan persentase penilaian 80%. Oleh sebab itu, peneliti dapat merekomendasikan bahan ajar transformasi geometri berbantuan website menggunakan pendekatan *Project-Based-Learning* “mozaik geometri” dapat melengkapi bahan ajar yang sudah ada dan digunakan dalam kegiatan pembelajaran matematika khususnya di tingkat Sekolah Menengah Atas.

**Kata Kunci:** Bahan Ajar; Website; Mozaik Geometri; *Project-Based-Learning*.

### ABSTRACT

The digital era positively impacts all aspects of life, including education. Current learning requires teachers to use technology. Technology in learning mathematics is needed, especially in geometry material. The basic concept in geometry is the ability to visualize. An excellent understanding of visualization will help students understand geometric concepts. This study aims to develop teaching materials for geometry transformation material assisted by a website with a project-based learning approach using a geometric mosaic model that the eligibility criteria for teaching materials; therefore, it can be used in teaching and learning. Research and development with the *ADDIE* model are conducted in this study, which consists of phases: *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*. The instruments used were expert/practitioner content validation sheets and student construct validation sheets; the instrument was developed using seven aspects. Teaching materials are validated by experts and also assessed by students. Based on the results of the assessment of 7 experts/experts, it was shown that the geometry transformation teaching material obtained very appropriate criteria with an assessment percentage of 85%. In contrast, the assessment of 28 Al Hasra Depok High School students showed good criteria with an assessment percentage value of 80%. Therefore, researchers can recommend

website-assisted geometry transformation teaching materials using a project-based learning approach, "geometry mosaic," which can complement existing teaching materials and be used in mathematics learning activities, especially at the high school level.

**Keywords:** Teaching Materials; Website; Geometry Mosaic; Project-Based-Learning.

diunggah: 12/02/2022, direvisi: 04/06/2023, diterima: 04/18/2023, dipublikasi: 05/30/2023

Copyright (c) 2023 Satriawati et al

This is an open access article under the CC-BY license



Cara Sitasi: Satriawati, G., Kholis, N., Dwirahayu, G., & Sobiruddin, D. (2023). Pengembangan Bahan ajar transformasi geometri berbantuan website: Pendekatan Project-Based-Learning Mozaik Geometri. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 9(1). 1-15. <https://doi.org/10.22219/jinop.v9i1.23581>

## PENDAHULUAN

Geometri merupakan salah satu cabang matematika yang berkaitan dengan bentuk, bangun datar, bangun ruang, serta penyelesaian masalah geometri yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Bentuk geometri yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari bukanlah bentuk bangun datar sederhana, tetapi bentuk bangun geometri yang kompleks. Geometri bangun datar misalnya mozaik, lukisan, pola gambar pada kain atau baju. Geometri bangun ruang, misalnya masjid, rumah, sekolah, atau seni patung. Pada contoh tersebut sangatlah jelas bahwa geometri yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari bukan bangun datar atau bangun ruang sederhana sebagaimana yang diajarkan di kelas, seperti segi empat, segitiga, lingkaran, kubus, atau balok, tetapi bentuk bangunan yang sangat indah dan estetik dengan cara menggabungkan berbagai bentuk geometri dasar. Hal ini sejalan dengan The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) bahwa kemampuan geometri yang dimiliki siswa tidak hanya pemahaman, tetapi juga dalam visualisasi, analisis dan penalaran spasial ([Pratikna et al., 2020](#); [Januarisman & Ghufron, 2016](#)).

Seni mozaik merupakan seni rupa dua dimensi atau tiga dimensi yang dikembangkan dengan pola geometri ([Solichah, 2017](#)). Bangun ini membutuhkan kemampuan visualisasi dan penalaran spasial yang cukup tinggi. Penggunaan mozaik geometri, biasanya dilakukan dengan menggabungkan bangun-bangun geometri sederhana dengan konsep transformasi geometri (translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi) dalam memodelisasi motif menjadi lebih bervariasi dan inovatif ([Mutimmah & Rifa'i, 2017](#); [Parzysz, 2009](#); [Swoboda & Vighi, 2016](#)). Contoh bangun ini, misalnya pada motif-motif hiasan dinding masjid di Iran ([Karssenbergh, 2014](#)), dan mozaik abstrak Unsplash/Giulia May ([Laily, 2021](#)) ([Gambar 1](#)).



**Gambar 1. Berbagai bentuk Mozaik**

Mozaik merupakan sebuah karya seni yang memiliki beberapa fungsi dan bisa dibuat dengan mudah. Mozaik sebagai bentuk manifestasi dari bangun datar geometri kompleks ternyata bisa diperkenalkan kepada siswa di level pendidikan anak usia dini ([Sukmawati et al., 2021](#)) maupun di Sekolah Dasar ([Hasnawati & Anggraini, 2018](#)). Mozaik yang dibuat oleh para ahli akan menghasilkan karya yang indah, estetis, dan bernilai jual tinggi seperti mozaik yang nampak pada Gambar 1. Karya seni mozaik jika diperkenalkan dalam dunia pendidikan, maka karya seni mozaik memiliki beberapa fungsi ([Sukmawati et al., 2021](#), [Hasnawati & Anggraini, 2018](#)). Pertama fungsi estetis atau hiasan. Pada fungsi ini, para siswa dituntut untuk bisa berkreasi membuat mozaik yang indah sesuai dengan kemampuan yang dimilikinya. Kedua, fungsi ekspresi. Siswa diberikan kebebasan untuk mengekspresikan ide kreatifnya dalam menggabungkan atau mengkombinasikan benda-benda geometri menjadi satu kesatuan seni mozaik. Ketiga fungsi edukatif. Mozaik bisa membantu meningkatkan fungsi motorik, daya pikir, emosi, perasaan, keindahan dan keahlian seseorang. Keempat fungsi psikologis. Dalam membuat karya seni berupa mozaik, pencipta seni dapat meluapkan emosinya pada karya seni. Kelima fungsi sosial. Seni bisa membantu membina keahlian masyarakat, meningkatkan pendapatan, sarana hiburan dan bisa membantu menambah relasi.

Salah satu kompetensi dasar mengenai geometri di SMA yaitu transformasi geometri. Kemampuan geometri siswa di tingkat Sekolah Menengah Atas menurut Van Hiele sudah berada pada tahap berpikir formal ([Dwirahayu, 2012](#)), sehingga realisasi pembelajaran di kelas sebagian besar guru menggunakan metode ceramah dalam menjelaskan materi transformasi geometri. Guru memberikan penjelasan atau pengertian tentang konsep (translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi) terlebih dahulu selanjutnya guru memberikan contoh soal dan beberapa masalah yang harus diselesaikan. Pembelajaran yang digunakan lebih kepada pembelajaran satu arah, sehingga siswa memahami transformasi geometri sebagai pengetahuan yang dihafalkan bukan pengetahuan yang dikonstruksi.

Disisi lain, geometri bukan hanya konsep hafalan. Kemampuan visualisasi menjadi bagian yang paling dasar dalam memahami konsep geometri yang lebih tinggi. Oleh karena itu, geometri mozaik menjadi salah satu pilihan yang dapat diimplementasikan dalam pembelajaran di kelas untuk membantu siswa memahami konsep geometri secara berkelanjutan.

Sebagaimana tujuan dalam penelitian ini yaitu mengembangkan bahan ajar transformasi geometri berbantuan *website* menggunakan pendekatan *Project-Based-Learning* “mozaik geometri”, maka hasil dari pra penelitian di SMA dan SMK Al Hasra, diperoleh informasi bahwa 1) bahan ajar yang digunakan guru adalah bahan ajar yang disediakan di sekolah atau buku paket dari penerbit tertentu, 2) penyampaian materi transformasi geometri tidak menggunakan pendekatan *Project-Based-Learning*, 3) belum pernah menggunakan pembelajaran berbantuan *website*, dan 4) guru dan siswa juga baru mendengar istilah mozaik dalam geometri.

Bahan ajar sebagai salah satu media dalam pembelajaran, sangat diperlukan untuk membantu siswa memahami materi, belajar secara mandiri dan melakukan latihan sendiri ([Aghnia et al., 2022](#); [Dwirahayu et al., 2022](#)) sehingga dengan bantuan bahan ajar siswa mampu mengatasi kesulitannya dalam memahami materi ([Fitriyah et al., 2018](#); [Satriawati et al., 2021](#)). Pembelajaran berbasis *website* tidak

mengenal waktu, kapan saja ada waktu luang bisa membuka materinya ([Fauziah, 2020](#)).

Bahan ajar yang disajikan dengan berbantuan teknologi memiliki kelebihan daripada bahan ajar dalam bentuk cetak, di antaranya menciptakan pembelajaran yang lebih efektif karena dengan penggunaan teknologi—misalnya menggunakan video pembelajaran—penjelasan materi dapat diulang-ulang. Selain itu, dengan memanfaatkan teknologi, khususnya masalah matematika yang diangkat dalam bahan ajar menjadi lebih menarik dan nyata karena disajikan dalam bentuk gambar nyata atau video ([Aghnia et al., 2022](#)). Pembelajaran dengan menggunakan video dapat meningkatkan ketertarikan dan motivasi siswa dalam pembelajaran sehingga siswa mampu mencapai tujuan pembelajaran dengan lebih mudah ([Lalian, 2018](#); [Aghnia et al., 2022](#)). Bahkan, di era digital, seiring dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat bahan ajar berbasis *online* mampu meningkatkan kualitas pendidikan ([Setiawan, 2017](#); [Fadli, 2014](#)).

Pada kajian ini, peneliti menggunakan *website* sebagai salah satu media teknologi untuk mengembangkan bahan ajar ([Tambunan, 2013](#)). *Website* memiliki potensi untuk menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif dan menyesuaikan siswa dalam menciptakan pengetahuannya. Siswa tidak berperan sebagai individu yang pasif dengan hanya menerima informasi dari guru ([Pratikna et al., 2020](#)). Pembelajaran dengan menggunakan teknologi mampu mendukung pengembangan keterampilan siswa abad ke-21 yang ditandai dengan empat kompetensi utama, yaitu *critical thinking*, *communication*, *colaboration*, dan *creativity* ([Nurhayati & Harianti, 2019](#)). Oleh karena itu pengembangan bahan ajar berbasis teknologi perlu disertai dengan pendekatan pembelajaran yang digunakan.

Pendekatan *project based learning* merupakan salah satu pendekatan yang disarankan dalam kurikulum Merdeka Belajar karena dapat mendukung keterampilan abad 21 yang telah dijelaskan sebelumnya. Beberapa kelebihan dari pendekatan *Project-Based-Learning* jika diterapkan dalam pembelajaran, yaitu dapat meningkatkan kreativitas siswa baik secara verbal maupun visual ([Gunawan et al., 2017](#); [Perbawa et al., 2020](#)), bahan ajar berbasis proyek efektivitas dalam meningkatkan hasil belajar siswa ([Syafrijal & Desyandri, 2019](#)), penggunaan dan efektivitas *Project-Based-Learning* lebih tinggi secara signifikan terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa ([Yunita et al., 2021](#)).

Hasil kajian pada penelitian sebelumnya ditemukan beberapa strategi pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan geometri siswa. Misalnya penelitian [Mutimmah & Rifa'i \(2017\)](#) yang mengembangkan proses pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman transformasi geometri dengan menggunakan mozaik benda-benda kongkrit. [Fitriyah et al. \(2018\)](#) dan [Radiusman & Juniati \(2022\)](#) mengembangkan bahan ajar transformasi geometri dengan cara memperkenalkan budaya kain tenun Lampung dan Lombok sebagai salah satu manifestasi dari bentuk geometri. Dalam penelitiannya diharapkan siswa mampu memahami konsep transformasi geometri sekaligus mengenal budaya (etnomatematika). Penelitian yang dilakukan oleh [Karssenbergs \(2014\)](#) memanfaatkan mozaik Persia untuk memahami geometri. Konsep geometri diajarkan dengan cara dihubungkan dengan sejarah, bahasa, seni, dan bidang lainnya dengan tujuan agar lebih bermakna. Diketahui bahwa pembuatan mozaik memiliki fungsi emosi sehingga kita bisa merasakan makna dari setiap mozaik yang dibuat. [Parzys \(2009\)](#) menyebutkan bahwa membuat mozaik perlu dibantu dengan membuat diagram terlebih dahulu. Hasil penelitian ini menginspirasi

penulis untuk mengembangkan proyek mozaik dengan menggunakan sketsa awal dalam bentuk bangun datar atau bangun ruang sederhana. Penelitian yang dilakukan oleh [Satriawati et al., \(2021\)](#) menyatakan penerapan strategi *Thinking Map* mampu meningkatkan pemahaman geometri bangun datar siswa.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti merancang suatu bahan ajar inovatif yang menggabungkan antara strategi pembelajaran konstruktif, pemanfaatan bangun geometri sederhana dalam merancang geometri mozaik, serta memanfaatkan teknologi sebagai media pembelajaran. Oleh karena itu, pada artikel ini dideskripsikan tentang prosedur pembuatan bahan ajar transformasi geometri dengan menggunakan pendekatan *Project-Based-Learning* “mozaik geometri” berbantuan *website*, serta menganalisis data yang terkumpul dari responden, terdiri dari ahli, praktisi dan user (siswa) untuk mengetahui tingkat kelayakan bahan ajar yang telah disusun.

## METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Research and Development (R&D) dengan model ADDIE (Analyze, Design, Development, Implementation, And Evaluation). Tahapan pada model ADDIE memberikan peluang kepada penulis untuk melakukan evaluasi terhadap aktivitas pengembangan yang dilakukan pada setiap tahap sehingga dapat meminimalisir tingkat kekurangan atau kesalahan pada tahap akhir model ini ([Tegeh et al., 2014](#)). Penelitian pengembangan dilaksanakan pada 2021 dengan melibatkan para ahli konten dan media yang merupakan dosen pendidikan matematika UIN Syarif Hidayatullah Jakarta sebanyak 4 orang dan guru matematika SMA sebanyak 3 orang. Untuk menilai efektivitas bahan ajar oleh siswa peneliti melibatkan 28 siswa SMA Al Hasra. Instrumen yang digunakan yaitu angket dengan skala Likert dengan lima pilihan jawaban dalam bentuk *checklist*, dengan tujuh aspek penilaian pdata [tabel 1](#) berikut:

**Tabel 1. Jumlah Pernyataan Lembar Penilaian Bahan Ajar pada setiap Indikator**

Aspek Penilaian	Ahli/Pakar	Siswa
Kualitas isi dan tujuan pembelajaran	6	4
Sistematika penyajian materi	10	10
Kejelasan visual	3	3
Aspek bahasa	4	4
Kesesuaian tahapan <i>Project-Based-Learning</i> pada materi transformasi	9	9
Pemilihan mozaik	5	6
Bahan ajar berbasis website	16	13
Jumlah total	53	49

Analisis data yang dilakukan yaitu dengan pemberian skor pada respon yang diberikan dengan skor SS=5, S=4, R=3, TS=2 dan STS=1. Kemudian dihitung skor total dengan rumus skor =  $\sum R$ , dimana R adalah jumlah skor respon. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase keterlaksanaannya dengan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{skor hasil observasi}}{\text{skor total}} \times 100\%$$

Selanjutnya hasil perhitungan persentase diinterpretasikan pada kategori yang terdapat pada [tabel 2 \(Putri et al., 2020\)](#).

**Tabel 2. Kriteria Penilaian Bahan Ajar**

Persentase (%)	Kategori (Ahli/Pakar)	Kategori (siswa)
84% – 100%	Sangat Layak	Sangat Baik
68% – 83,9%	Layak	Baik
52% – 67,9%	Cukup Layak	Cukup Baik
36% – 51,9%	Kurang Layak	Kurang Baik
≤ 35,9%	Tidak Layak	Tidak Baik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian pembahasan, peneliti membagi menjadi tiga bagian yaitu prosedur pengembangan bahan ajar, pembelajaran *project based learning* “mozaik geometri” dan pembahasan *website*.

### Pengembangan Bahan Ajar

Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya pengembangan bahan ajar menggunakan tahapan ADDIE sehingga pembahasan terdiri dari lima tahap kegiatan, yaitu analisis, desain, development, implementasi dan evaluasi. Berikut ini diuraikan mengenai hasil pengembangan bahan ajar dengan model *Project-Based-Learning* “mozaik geometri” berbantuan *website* pada materi transformasi geometri.

### Analisis

Pada tahap analisis peneliti mengumpulkan berbagai informasi yang berkaitan dengan kemampuan siswa pada materi transformasi geometri, penggunaan bahan ajar di sekolah, penggunaan strategi pembelajaran yang digunakan di sekolah, kelebihan dan pendekatan *Project-Based-Learning*, pengetahuan tentang mozaik geometri, dan pembelajaran yang menggunakan *website*. Untuk mendapatkan informasi tersebut, peneliti melakukan pra penelitian dengan cara melakukan studi dokumentasi pada kurikulum mata pelajaran matematika di SMA dan juga observasi ke SMA Al-Hasra Depok dengan melakukan wawancara kepada guru dan siswa, serta melakukan observasi pelaksanaan pembelajaran di kelas. Hasil analisis pada dokumen kurikulum, peneliti menemukan Kompetensi Dasar yang berkaitan dengan materi transformasi geometri, yaitu Kompetensi Dasar 3.5: menganalisis dan membandingkan transformasi dan komposisi transformasi dengan menggunakan matriks dan kompetensi dasar, dan Kompetensi Dasar 4.5: menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan matriks transformasi geometri (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi)”.

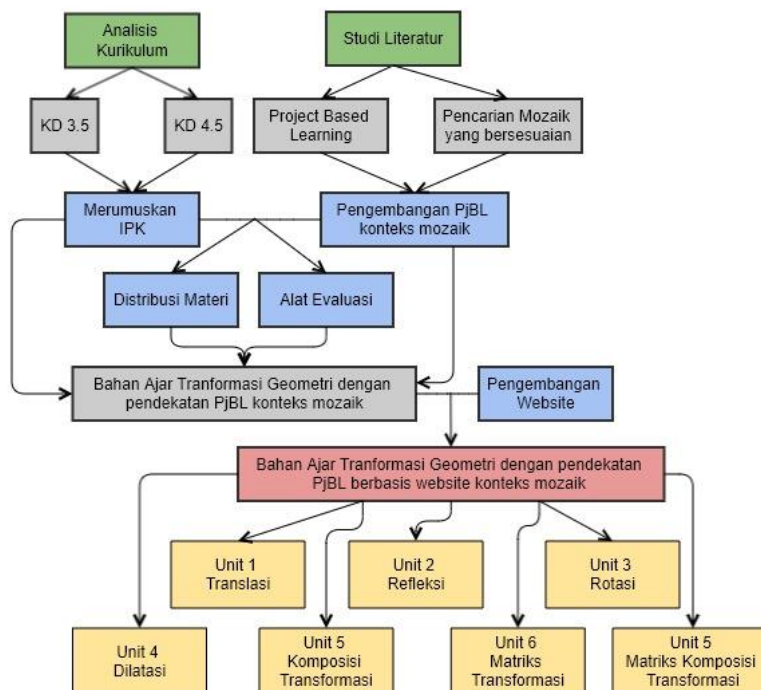
Hasil analisis yang diperoleh dari observasi ke sekolah, yaitu 1) siswa masih mengalami kesulitan dalam menemukan konsep transformasi geometri dan sering kali keliru dalam menggunakan rumus, 2) metode pembelajaran yang dilakukan guru cenderung menggunakan metode ceramah sehingga siswa menjadi kurang aktif, 3) guru yang mengajar di kelas memiliki pembawaan yang tegas sehingga kurang santai, 4) hasil tes kemampuan transformasi geometri sebanyak 13 soal yang diberikan kepada 33 peserta didik kelas XI menunjukkan bahwa 63,6% siswa masih di bawah KKM.

### Desain

Tahap desain tujuannya adalah menindaklanjuti hasil yang diperoleh dari hasil analisis. Tahap desain lebih difokuskan pada kerangka isi dari bahan ajar yang dikembangkan dengan sistematis. Kerangka isi yang dimaksud meliputi: merumuskan indikator pencapaian kompetensi yang diturunkan dari kompetensi dasar, pengembangan tahapan *Project-Based-Learning*, pemilihan mozaik yang bersesuaian dengan materi yang akan disampaikan, merumuskan alat evaluasi, dan persiapan *website* yang akan digunakan, serta distribusi materi yang akan dikembangkan sebanyak 7 unit, yaitu unit 1 translasi, unit 2 refleksi, unit 3 rotasi, unit 4 dilatasi, unit 5 komposisi transformasi, unit 6 matriks transformasi, unit 7 komposisi matriks transformasi.

Pembelajaran *Project-Based-Learning* yang digunakan dalam penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan enam tahapan (Gunawan et al., 2017) yang dimodifikasi, yaitu: 1) masalah esensial, yaitu peneliti memberikan bangun datar sederhana, kemudian siswa diminta untuk memilih satu, 2) merancang rencana proyek, termasuk didalamnya aktivitas proyek yang menjawab masalah dengan meminta siswa untuk mulai mengerjakan mozaik sesuai dengan bangun datar yang dipilih, 3) merancang jadwal untuk pelaksanaan proyek dengan meminta siswa untuk memberikan penjelasan apa yang akan dilakukan, dan transformasi mana yang akan digunakan sehingga mendapatkan mozaik geometri, 4) melakukan monitoring atas pelaksanaan proyeknya dengan meminta siswa mengumpulkan hasil pekerjaannya, 5) menilai hasil, 6) mengevaluasi hasil proyek berdasarkan pengalaman yang telah dilakukan siswa dengan cara mempresentasikan hasil di depan kelas.

Langkah yang dilakukan oleh peneliti dalam mendesain bahan ajar disajikan pada [gambar 2](#).



**Gambar 2. Desain Pengembangan Bahan Ajar**

### **Development**

Pada tahap *development*, peneliti mulai membuat atau menyusun bahan ajar berdasarkan desain yang telah dijelaskan sebelumnya. Distribusi materi yang dikembangkan sebanyak 7 unit. Setiap unit terdiri dari tujuan pembelajaran, peta konsep, mozaik yang digunakan, tahapan pembelajaran PjBL, lembar evaluasi, dan lembar kerja mozaik untuk siswa. Tahapan pembelajaran PjBL digunakan pada bagian akhir yaitu dalam lembar kerja mozaik, setelah siswa memahami konsep pada setiap unitnya, selanjutnya siswa menyelesaikan sebuah proyek untuk menciptakan mozaik geometri berdasarkan pada kemampuan penalaran yang dimiliki siswa. Penyelesaian proyek ini menggunakan enam tahapan PjBL yang telah dijelaskan, yaitu pertanyaan mendasar, mendesain perencanaan proyek, penyusunan jadwal proyek, pelaksanaan dan monitoring proyek, menguji hasil (presentasi proyek), evaluasi, dan refleksi (Gunawan et al., 2017).

Setelah bahan ajar cetak sudah disiapkan, peneliti mengembangkan *website* sebagai salah satu media pembelajaran *online*. *Website* yang dikembangkan dengan nama *Mathematic Benefits* dengan enam menu navigasi, yaitu halaman muka, KD dan indikator, peta konsep, kegiatan pembelajaran, evaluasi, dan daftar rujukan.

### **Validasi bahan ajar**

Bahan ajar yang sudah dikembangkan divalidasi oleh para ahli dan praktisi pendidikan matematika untuk menunjukkan tingkat kelayakan bahan ajar. Selain itu, bahan ajar juga diberikan kepada para siswa untuk mengetahui penilaian keterbacaan siswa tentang bahan ajar yang dibuat. Validasi menggunakan lembar penilaian skala likert dengan lima pilihan. Rekap hasil penilaian dari ahli atau pakar dan siswa disajikan pada [Tabel 3](#).

**Tabel 3. Hasil Penilaian Validasi Ahli, praktisi dan Siswa**

No	Aspek Penilaian	Ahli dan Praktisi		Siswa	
		(%)	Kriteria	(%)	Kriteria
1	Kualitas isi dan tujuan pembelajaran	84	Sangat Layak	82	Baik
2	Sistematika penyajian materi	84	Sangat Layak	79	Baik
3	Kejelasan visual	87	Sangat Layak	79	Baik
4	Aspek bahasa	82	Layak	81	Baik
5	Tahapan <i>Project-Based-Learning</i>	80	Layak	77	Baik
6	Pemilihan mozaik	88	Sangat Layak	79	Baik
7	Bahan ajar berbasis website	88	Sangat Layak	85	Sangat Baik
	Keseluruhan Penilaian	85	Sangat Layak	80	Baik

Berdasarkan hasil penilaian dari para ahli, praktisi pembelajaran matematika dan siswa menunjukkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan sudah termasuk kategori *sangat layak* (ahli dan praktisi), dan termasuk kategori *baik* (siswa).

### **Revisi bahan ajar**

Meskipun penilaian validasi bahan ajar sudah termasuk pada kategori yang sangat layak dan layak, namun ada beberapa catatan yang harus diperbaiki sebelum bahan ajar diimplementasikan dalam pembelajaran. Perbaikan yang dilakukan pada bahan ajar sebagaimana catatan dari para penilai, antara lain 1) perbaikan peta konsep yang belum memasukkan unsur PjBL dan mozaik, 2) pengalaman belajar siswa dengan PjBL perlu dipertegas lagi, 3) petunjuk dalam kegiatan PjBL perlu



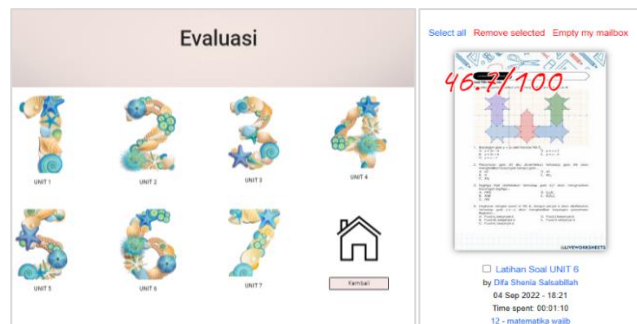
diperbaiki agar lebih mudah dipahami oleh siswa, dan 4) video dalam *website* perlu ditambahkan.

### Implementasi

Bahan ajar yang telah diperbaiki digunakan dalam pembelajaran di kelas. Uji coba pembelajaran dilaksanakan di kelas XII di SMA Al Hasra pada tahun 2021. Bahan ajar yang digunakan menggunakan bahan ajar yang ada di *website* <https://sites.google.com/view/mathnefits>. Siswa diberikan bimbingan oleh peneliti untuk membuka isi *website* dengan menggunakan fasilitas proyektor di kelas. Siswa diarahkan untuk membuka setiap menu dan submenu, dan mempersilahkan siswa untuk bertanya jika ada hal-hal yang kurang dipahami. Setelah pembelajaran selesai, siswa diberikan kesempatan selama lima hari untuk mengakses, mengerjakan proyek, dan mengerjakan soal evaluasi.

Setelah siswa mempelajari materi yang ada di *website*, siswa diminta untuk mengerjakan lembar kerja mozaik dan tes evaluasi. Siswa mengerjakan soal dalam bentuk pilihan ganda sebanyak 15 soal. Skor hasil pekerjaan siswa dapat langsung muncul di *website* setelah siswa mengerjakan. Dari hasil uji coba lapangan, hanya 10% siswa yang mampu mengerjakan tes dengan perolehan skor diatas KKM pelajaran matematika yang ditetapkan sekolah (75) sedangkan skor dari 80% siswa masih di bawah KKM. Waktu rata-rata yang digunakan semua siswa dalam menyelesaikan soal yaitu 15 menit 5 detik.

[Gambar 3](#) menunjukkan tampilan soal evaluasi pada *website* dan tampilan skor yang diperoleh siswa setelah soal selesai dikerjakan. Angka yang muncul pada evaluasi menunjukkan evaluasi pada masing-masing unit. Jadi siswa dapat melakukan latihan berulang-ulang jika masih mau meningkatkan pemahamannya.



**Gambar 3. Tampilan Evaluasi dan Skor di website**

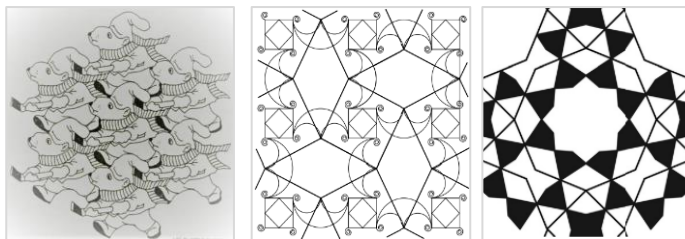
### Evaluasi

Tahap evaluasi adalah tahap akhir dalam pembuatan bahan ajar ini. Hasil dari implementasi pembelajaran di kelas, peneliti menyimpulkan bahwa bahan ajar ini belum maksimal disampaikan kepada siswa karena peneliti hanya diberikan waktu terbatas dalam menyampaikan bahan ajar. Peneliti harus menyampaikan materi secara cepat, yaitu memperkenalkan *website* dan materinya dalam waktu satu pertemuan. Namun, peneliti masih berupaya memberikan waktu yang cukup kepada siswa untuk membuka *website* diluar jam pelajaran. Tugas proyek untuk siswa, peneliti membatasi bangun geometri dasar yang digunakan sebagai bentuk awal mozaik, tujuannya adalah memudahkan penilaian atas proyek yang dikerjakan oleh siswa. Padahal jika siswa diberikan kebebasan memilih bangun datar masing-masing maka mozaik yang dihasilkan akan lebih bervariasi. Untuk komunikasi

dengan siswa, peneliti membuat aplikasi telegram kemudian diubah menjadi discord dan terakhir menggunakan aplikasi *WhatsApp* (Grup). Hal ini terjadi karena para siswa lebih internalis dengan *WhatsApp* daripada aplikasi lainnya.

### Mozaik Geometri

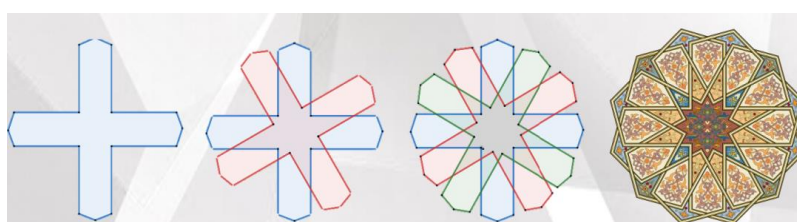
Setelah peneliti merancang bahan ajar transformasi geometri, implementasi pembelajaran transformasi, dan pelaksanaan proyek mozaik oleh siswa, peneliti akan membahas tentang mozaik yang digunakan dalam bahan ajar, dan juga mozaik yang dihasilkan oleh siswa dalam proyeknya. Mozaik yang digunakan peneliti dalam memperkenalkan konsep transformasi antara lain:



**Gambar 4. Mozaik yang digunakan untuk memperkenalkan konsep transformasi geometri**

[Gambar 4](#) merupakan contoh mozaik yang diperkenalkan dalam pembelajaran geometri transformasi. Gambar menunjukkan pola geometri yang dibangun dari bangun geometri dasar. Gambar sebelah kiri adalah gambar binatang yang dibangun dengan pola translasi (Gdfio, 2022), sedangkan gambar pada sebelah kanan dibangun dengan menggunakan pola gabungan (translasi/refleksi/rotasi) (Parzysz, 2009). Pola gambar seperti ini banyak dimanfaatkan dalam pembelajaran (Fitriyah et al., 2018) maupun dalam motif keramik (Mutimmah & Rifa'i, 2017).

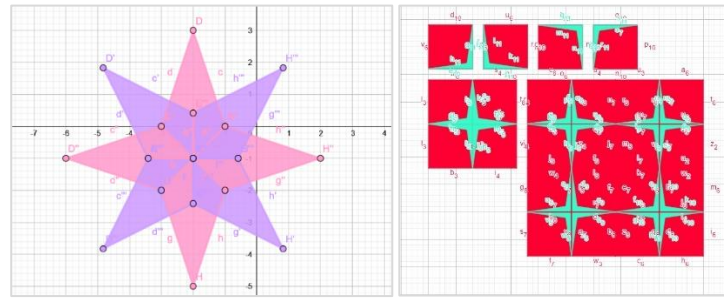
Setelah siswa memahami konsep transformasi geometri, siswa diberikan Lembar Kerja proyek untuk membuat mozaik. Langkah pembuatan mozaik, seperti pada Gambar 5 berikut.



**Gambar 5. Contoh pembuatan mozaik**

Hasil proyek siswa pada pembuatan mozaik disajikan pada [Gambar 5](#) Gambar 6. Siswa diberikan enam buah bangun datar sederhana. Siswa diminta untuk memilih satu dari enam bentuk tersebut. Kemudian siswa diminta untuk membuat mozaik dari bangun datar sederhana dengan menggunakan aplikasi GeoGebra. Siswa dapat menggunakan konsep translasi, rotasi, refleksi ataupun dilatasi untuk membuat mozaik. Siswa diberikan kebebasan dalam memilih bangun datar sederhana dan transformasi geometri dengan tujuan agar siswa mampu mengeksplorasi kemampuan visualisasi ([Januarisman & Ghufron, 2016](#)) dan

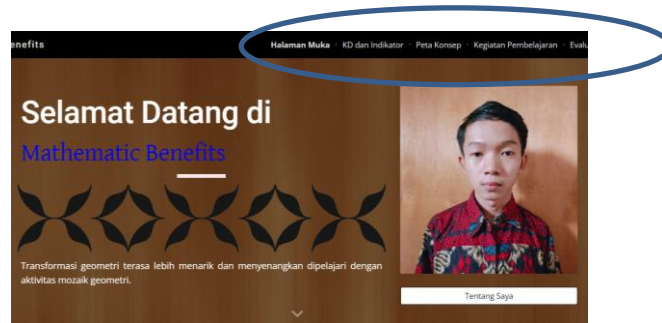
kreativitasnya (Gunawan et al., 2017), untuk mendapatkan mozaik yang beragam dan unik.



**Gambar 6. Hasil Pengerjaan Proyek 2 Siswa**

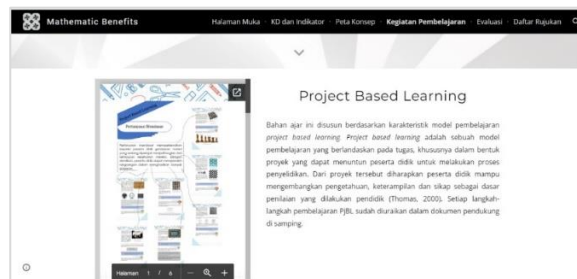
### Website

Bagian ketiga dalam pembahasan hasil penelitian ini yaitu *website* yang dikembangkan. Hasil akhir *website* disajikan pada laman <https://sites.google.com/view/mathnefits>



**Gambar 7. Halaman muka di website**

Ketika siswa masuk pada website akan menemukan gambar pengembang website untuk bahan ajar transformasi geometri menggunakan pendekatan *Project-Based-Learning* “mozaik geometri” (Gambar 7). Pada halaman muka, tampak enam halaman yang ditampilkan (pojok kanan atas) pada *website* ini, yaitu halaman depan, KD dan indikator, peta konsep, kegiatan pembelajaran, evaluasi dan daftar rujukan yang tertera pada bagian kanan atas di halaman muka *website*. Pada halaman muka, ditampilkan video tentang pengertian dari mozaik dan video pengenalan mozaik dengan menggunakan aplikasi GeoGebra sebagai salah satu upaya meningkatkan kemampuan visualisasi geometri (Januarisman & Ghufro, 2016).



**Gambar 8. Halaman Lembar Kerja PjBL**

Jika kita pilih laman kegiatan pembelajaran, maka akan muncul aktivitas pembelajaran dengan pendekatan *Project-Based-Learning* ([Gambar 8](#)) yang memuat enam tahapan ([Gunawan et al., 2017](#)), yaitu pertanyaan mendasar, mendesain perencanaan proyek, penyusunan jadwal proyek, pelaksanaan dan monitoring proyek, menguji hasil (presentasi proyek), evaluasi, dan refleksi. Selain lembar kerja siswa, pada *website* juga disediakan ikon aktivitas mozaik, ikon unggah aktivitas, forum diskusi, dan chat personal ([Gambar 9](#)). Ikon *aktivitas mozaik* berisi tentang tutorial mendesain mozaik geometri dengan aturan transformasi geometri menggunakan bantuan *GeoGebra*. Ikon *unggah aktivitas* digunakan untuk mengumpulkan hasil proyek mendesain mozaik geometri melalui *website* sehingga siswa tidak perlu datang ke sekolah untuk mengumpulkan tugas ke guru. Ikon *forum diskusi* digunakan untuk komunikasi baik guru dengan siswa maupun siswa dengan siswa dalam satu kelas secara bersama yang berhubungan dengan tugas proyek mozaik geometri, dan ikon *personal chat* digunakan untuk komunikasi siswa ke guru secara langsung, untuk mendiskusikan tugas secara pribadi.



**Gambar 9.** Ikon tambahan pada website

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan bahan ajar berbasis *website* dengan menggunakan pendekatan *Project-Based-Learning* “Mozaik Geometri” mampu memberikan inovasi dalam pembelajaran transformasi geometri. Bahan ajar berbantuan *website* ini didesain agar siswa dapat belajar secara mandiri, dapat dilakukan kapan saja dan dengan fitur-fitur yang dikembangkan, memberikan tugas-tugas “Mozaik Geometri” yang dapat meningkatkan kemampuan visualisasi siswa sehingga siswa dapat memahami konsep geometri dengan baik, selain itu dapat mengembangkan kreativitas siswa khususnya dalam menciptakan “mozaik geometri” dengan memanfaatkan konsep transformasi geometri. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian [Fadli \(2014\)](#), mengenai proses pembelajaran di lakukan secara *online* berbasis *website* dan penelitian [Fauziah, \(2020\)](#) yang mengembangkan pembelajaran berbasis *website* sebagai alat komunikasi pembelajaran sehingga membangun kelas secara virtual. Perbedaan dengan kedua peneliti tersebut yakni *website* yang dikembangkan dalam penelitian ini dilengkapi dengan lembar proyek “Mozaik geometri” yang harus dikerjakan oleh siswa. Penyelesaian proyek membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga komunikasi antara guru dan siswa maupun siswa dan siswa dapat dilakukan melalui *website*. Dengan ini guru dan siswa dapat melakukan pengecekan hasil proyek. Namun dalam praktiknya, beberapa siswa masih melakukan komunikasi melalui chat *WhatsApp*.

Pada pelaksanaannya dalam penelitian ini siswa masih kesulitan dalam memahami materi dan memahami tugas. Pada saat implementasi, meskipun sarana

pembelajaran, bahan pembelajaran serta tugas-tugas sudah tersedia di *website*, sebagian besar siswa masih memerlukan penjelasan dari guru. Mereka belum mampu memahami konsep, proyek maupun tugas-tugas lainnya melalui belajar mandiri secara penuh, peran guru masih tetap dibutuhkan. Media tanpa ada penjelasan dari guru jadi kurang bermanfaat (Tambunan, 2013). Oleh karena itu, pembelajaran dengan menggunakan *website* hanya sebagai media komunikasi dan membangun kelas virtual (Fauziah, 2020) sehingga proses pembelajaran secara tatap muka masih tetap diperlukan.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, bahan ajar transformasi geometri menggunakan *Project-Based-Learning* “mozaik geometri” berbantuan *website* yang dikembangkan menunjukkan kriteria sangat layak (penilaian ahli dan praktisi) dan termasuk pada kriteria layak (penilaian siswa). Keterbatasan waktu dan bimbingan pada saat implementasi pembelajaran mengakibatkan skor ketuntasan belajar siswa hanya sebesar 10%. Oleh karena itu, peneliti memberikan saran kepada peneliti selanjutnya agar implementasi pembelajaran berbasis *website* sesuai dengan *timeline* yang dibuat sehingga semua materi pada bahan ajar dapat tersampaikan secara maksimal. Proses pembelajaran tetap dilakukan secara *blended*, yaitu proses tatap muka tetap terlaksana kemudian siswa dapat melanjutkan pembelajarannya di luar jam pelajaran melalui *website*. Dengan demikian pemahaman siswa akan meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aghnia, R. B., Dwirahayu, G., & Firdausi. (2022). Pengembangan modul realistic mathematics education berbantuan QR code pada materi relasi dan fungsi. *Algoritma*, 4(1), 79–92. <https://journal.uinjkt.ac.id/index.php/algoritma/article/view/25621>
- Dwirahayu, G., Handayani, I. D., Suhyanto, O., Musyriyah, E., & Sobiruddin, D. (2022). Development of mathematics teaching-learning material with metaphors approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 2157(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2157/1/012045>
- Dwirahayu, G. (2012). Pengaruh Strategi Pembelajaran Eksploratif terhadap Peningkatan Kemampuan Visualisasi dan Pemahaman Konsep Geometri. *JPPM*, 5(2), 107–124.
- Fadli. (2014). Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Web untuk Pelajaran Matematika. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 16(1), 13–23. <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jtp/article/view/5400/4029>
- Fauziah Y. (2020). Metode Pembelajaran Berbasis Web (E-Learning) Dalam Proses Belajar Mengajar Secara Virtual. *Jurnal Terapung: Ilmu-Ilmu Sosial*, 2(2), 35–44. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/terapung/article/view/3975>
- Fitriyah, D. N., Santoso, H., & Suryadinata, N. (2018). Bahan Ajar Transformasi Geometri Berbasis Discovery Learning melalui Pendekatan Etnomatematika. *Jurnal Elemen*, 4(2), 145. <https://doi.org/10.29408/jel.v4i2.705>
- Gdfio. (2022). *Tassellazione da copiare*. <https://id.pinterest.com/pin/tassellazione-da-copiare--162200024069267045/> diakses tanggal 29 Nopember 2022
- Gunawan, S. H., Harjono, A., & Ni Made Yeni Suranti. (2017). The effect of project

- based learning with virtual media assistance on student's creativity in physics. *Cakrawala Pendidikan*, 36(2), 167–179. <https://journal.uny.ac.id/index.php/cp/article/view/13514>
- Hasnawati, H., & Anggraini, D. (2018). Mozaik sebagai Sarana Pengembangan Kreativitas Anak Dalam Pembelajaran Seni Rupa menggunakan Metode Pembinaan Kreativitas Dan Keterampilan. *Jurnal PGSD*, 9(2), 226–235. <https://doi.org/10.33369/pgsd.9.2.226-235>
- Januarisman, E., & Ghufron, A. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Untuk Siswa Kelas Vii. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 3(2), 166. <https://doi.org/10.21831/jitp.v3i2.8019>
- Karssenber, G. (2014). Learning Geometry by Designing Persian Mosaics. *For the Learning of Mathematics*, 34(1), 43–49. <https://flm-journal.org/Articles/2E0CB6E94D76C79C2F341680D60F17.pdf>
- Laily, I. N. (2021). *Karya Seni Mozaik, Sejarah, Bahan, Cara Membuat dan Contohnya* Artikel ini telah tayang di [Katadata.co.id](http://Katadata.co.id) dengan judul “Karya Seni Mozaik, Sejarah, Bahan, Cara Membuat dan Contohnya” , <https://katadata.co.id/safrezi/berita/61bac5003d6ae/karya-seni-mozaik-s>. <https://katadata.co.id/safrezi/berita/61bac5003d6ae/karya-seni-mozaik-sejarah-bahan-cara-membuat-dan-contohnya>
- Lalian, O. N. (2018). The effects of using video media in mathematics learning on students' cognitive and affective aspects. *AIP Conference Proceedings*, 2019(October 2018). <https://doi.org/10.1063/1.5061864>
- Mutimmah, D., & Rifa'i, P. B. (2017). Pemodelan motif keramik dengan teknik penggabungan bangun-bangun geometri datar dengan konsep transformasi. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 6(3), 407–413. <https://ojs.fkip.ummetro.ac.id/index.php/matematika/article/view/1156>
- Nurhayati, A. S., & Harianti, D. (2019). *Rancangan Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) PjBL yang Memanfaatkan Rumah Belajar*. <https://rest-app.belajar.kemdikbud.go.id/files/pdf/5f11e04dc7904d5c82c7bfb6ec63379c.pdf>
- Parzys, B. (2009). Using Key Diagrams to Design and Construct Roman Geometric Mosaics? *Nexus Network Journal*, 1(2), 273–287. <https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8976-5>
- Perbawa, I., Warpala, I., & Agustin, K. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis proyek pada mata pelajaran elektronika dasar. *Jurnal Teknologi Pembelajaran Indonesia*, 10(2), 96–104. <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jtpi.v10i2.3396>
- Pratikna, D. S., Sugiatno, S., & Hartoyo, A. (2020). Pengembangan Instrumen Eksplorasi Konsep Geometri Berstruktur Dari Teori Van Hiele Berbantuan Software GeoGebra. *Jurnal AlphaEuclidEdu*, 1(2), 121. <https://doi.org/10.26418/ja.v1i2.42881>
- Putri, I. T., Aminoto, T., & Pujaningsih, F. B. (2020). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Materi Teori Kinetik Gas. *EduFisika*, 5(01), 52–62. <https://doi.org/10.22437/edufisika.v5i01.7725>
- Radiusman, & Juniati, D. (2022). Kajian Etnomatematika kain tenun Lombok berdasarkan pola geometri wallpaper dan geometri frieze. *AKSIOMA: Jurnal*

- Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 1909–1923. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5329>
- Satriawati, G., Dwirahayu, G., & Mardiyah, Y. (2021). Pengembangan bahan ajar bangun ruang sisi datar menggunakan strategi thinking maps. *Algoritma*, 3(2), 199–213. <https://journal.uinjkt.ac.id/index.php/algoritma/article/view/23721>
- Setiawan, W. (2017). Era Digital dan Tantangannya. Seminar Nasional Pendidikan. *Seminar Nasional Pendidikan*, 1–9. <https://core.ac.uk/works/43969438>
- Solichah, S. (2017). *Keterampilan Mozaik* (1st ed.). Yogyakarta: Indopublika.
- Sukmawati, A., Rahman, T., Giyartini, R., Studi, P., Upi, P., & Tasikmalaya, K. (2021). Media Mozaik Untuk Memfasilitasi Perkembangan Motorik Halus Anak Usia 4-5 Tahun: Tinjauan Literatur Sistematis. *Jurnal Paud Agapedia*, 5(2), 246–252. <https://ejournal.upi.edu/index.php/agapedia/article/view/40924>
- Swoboda, E., & Vighi, P. (2016). *Early Geometrical Thinking in the Environment of Patterns, Mosaics and Isometries* (Issue October). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-44272-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-44272-3_1)
- Syafrijal, & Desyandri. (2019). Deveopment Of Integrated Thematic Teaching Materials With Project Based Learning Models In Class IV of Primary School. *International Journal of Educational Dynamics/IJEDS*, 1(2), 87–92. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/ijeds.v1i2.110>
- Tambunan, H. (2013). Pengembangan pembelajaran berbasis website dalam mata kuliah pengaturan mesin listrik. *Cakrawala Pendidikan*, 1, 64–75. <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/cp.v5i1.1260>
- Tegeh, I. M., Jampel, I. N., & Pudjawan, K. (2014). *Model penelitian pengembangan* (1st ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yunita, Y., Juandi, D., Hasanah, A., & Tamur, M. (2021). Studi Meta-Analisis: Efektivitas Model Project-Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(3), 1382. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i3.3705>