

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6160>

PENGEMBANGAN *DIGITAL WORKSHEET* PADA MATERI TRANSFORMASI GEOMETRI UNTUK MELATIH KEMAMPUAN BERPIKIR MATEMATIS

Annisa Oktavia Lestari¹, Ely Susanti^{2*}, Yusuf Hartono³

^{1,2*,3} Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

*Corresponding author. Jalan Palembang-Prabumulih KM 32, 30662, Palembang, Indonesia

E-mail: annisaaalestari99@gmail.com¹⁾
ely_susanti@fkip.unsi.ac.id^{2*)}
yhartono@unsri.ac.id³⁾

Received 23 September 2022; Received in revised form 25 November 2022; Accepted 12 December 2022

Abstrak

Kemampuan berpikir matematis merupakan kemampuan yang penting untuk dimiliki oleh siswa termasuk pada materi transformasi geometri. Salah satu cara untuk melatih kemampuan berpikir matematis siswa adalah dengan menggunakan *digital worksheet*. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *digital worksheet* pada materi transformasi geometri yang valid dan praktis dan memiliki efek potensial terhadap kemampuan berpikir matematis. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan model ADDIE yang terdiri dari lima tahap, yaitu *analyze, design, development, implementation* dan *evaluation*. Uji coba dilakukan terhadap siswa kelas XI SMA Sriwijaya Negara Palembang. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah lembar validasi, angket kepraktisan dan soal tes kemampuan berpikir matematis. Analisis data dilakukan secara deskriptif. Hasil analisis data validasi ahli menunjukkan bahwa *digital worksheet* pada materi transformasi geometri memperoleh skor rata-rata sebesar 4.34 dan termasuk pada kriteria Sangat Valid. *Digital worksheet* pada materi transformasi geometri ini juga terkategori Praktis dengan rata-rata persentase sebesar 83%. Selain itu berdasarkan hasil tes, sebagian besar kemampuan berpikir matematis siswa berada pada kategori Baik setelah mengikuti pembelajaran menggunakan *digital worksheet*. Oleh karena itu, *digital worksheet* yang dihasilkan memiliki efek potensial terhadap kemampuan berpikir matematis siswa sehingga direkomendasikan untuk digunakan dalam pembelajaran.

Kata kunci: *Digital worksheet*; kemampuan berpikir matematis; transformasi geometri.

Abstract

The ability to think mathematically is needed by student, including in geometry transformation. The use of digital worksheet can be one of the solutions for training student's mathematical thinking ability. This study aimed to develop a valid and practical digital worksheet on geometry transformation that potentially affected students' mathematical thinking abilities. This development research was using ADDIE models which consists of five stages, namely analyze, design, development, implementation and evaluation. The subjects were eleventh grade students of SMA Sriwijaya Negara Palembang. The instruments used were validation sheet, questionnaire and mathematical thinking test questions. The data were analyzed descriptively. The expert validity of this digital worksheet on geometry transformation revealed a score of 4.34 and was considered Very Valid. This digital worksheet also categorized as Practical with an average percentage of 83%. Futhermore, test result showed that students' mathematical thinking test were mostly Good. Based on result obtained, digital worksheet potentially affected students' mathematical thinking so that its use is highly recommended.

Keywords: *Digital worksheet*; geometry transformation; mathematical thinking abilities.



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.v11i4.6160>

PENDAHULUAN

Kemampuan berpikir matematis merupakan kemampuan untuk menemukan dan menyelesaikan masalah menggunakan komponen kecakapan atau kefasihan matematis serta detail yang fleksibel, orisinal dan luas (Patmawati et al., 2019). Kemampuan berpikir matematis melibatkan proses mengumpulkan informasi baik secara deduktif maupun induktif, menganalisa informasi dan melakukan generalisasi dalam rangka mengembangkan pemahaman dan mendapat pengetahuan baru (Layyina, 2018). Kemampuan proses berpikir matematis sangat relevan dengan proses penyelesaian masalah di dalam kehidupan sehari-hari (Ulya & Rahayu, 2021). Mengkonstruksi kemampuan berpikir matematis penting untuk dilakukan dalam rangka mencapai tujuan dari pembelajaran di sekolah (Delima et al., 2018). Oleh karena itu, kemampuan ini perlu dikembangkan dan ditingkatkan. Peningkatan kemampuan berpikir matematis ini telah diteliti oleh beberapa orang, antara lain Indriani (2020) yang menerapkan model pembelajaran proyek terintegrasi STEM, Setiyani (2020) menggunakan pendekatan *problem posing*, Rusdin (2019) menggunakan model pembelajaran Matematika Nalaria Realistik pada Madrasah Ibtidaiyah, Abd et al. (2018) menggunakan *Sensory Activities Program* pada anak-anak dan Aini et al. (2019) yang mengembangkan *Game Puzzle* sebagai *Edugame* berbasis *Android* untuk meningkatkan kemampuan berpikir matematika siswa SD. Namun, beberapa penelitian tersebut belum ada yang menyajikan materi pembelajaran secara digital.

Salah satu materi yang ada dalam pembelajaran matematika adalah transformasi geometri. Siswa banyak

mengalami miskonsepsi pada materi ini. Kesalahpahaman dan kesulitan pada materi ini berasal dari kegagalan siswa dalam membayangkan proses-proses translasi, rotasi dan refleksi (Ada & Kurtuluş, 2010). Siswa belum mampu membayangkan proses tersebut untuk memahami topik secara konseptual (Noto et al., 2019). Selain itu, metode pengajaran yang digunakan di kelas hanya berupa tulisan ataupun gambar statis yang dicetak pada kertas (Hermiati et al., 2021). Siswa hanya diminta memecahkan beberapa masalah menggunakan rumus atau prosedur yang diberikan. Akibatnya, siswa tidak dilatih untuk berpikir dan menggunakan kemampuan berpikirnya.

Pada pembelajaran di era digital, materi pembelajaran harus disajikan dengan menarik dan dapat menyediakan ruang belajar yang aplikatif dan memiliki kebaruan (Afif, 2019). Terlebih lagi, setelah situasi Pandemi COVID-19 seperti saat ini, dan guru harus mampu menyajikan pembelajaran yang inovatif agar siswa tetap dapat belajar dengan memanfaatkan sarana digital (Asmuni, 2020). Selain itu, terdapat tuntutan kurikulum merdeka bahwa guru harus menyediakan konsep belajar yang aktif, inovatif dan nyaman dalam menyajikan materi, sesuai dengan kebutuhan zaman di era digital seperti saat ini (Indarta et al., 2022). Penyajian materi pembelajaran dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi (Salsabila et al., 2021).

Penyajian materi menggunakan teknologi dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan menggunakan *digital worksheet*. *Digital worksheet* merupakan sarana digital yang dapat digunakan untuk membantu dan mempermudah pemahaman suatu materi yang harus memenuhi setidaknya satu kriteria yang berkaitan dengan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6160>

capaian pembelajaran (Wijayanti & Ernawati, 2020). Penggunaan *digital worksheet* pada pembelajaran abad 21 dapat membuat pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien (Suharnita et al., 2021). Beberapa keunggulan penggunaan *digital worksheet* menurut (Lathifah et al., 2021) antara lain dapat memuat materi, video pembelajaran, link, audio dan dapat menyajikan berbagai macam jenis soal seperti esai, pilihan ganda, isian singkat, *drop & down*. Fitur-fitur yang ada pada *digital worksheet* dapat dimanfaatkan untuk memberikan visualisasi proses translasi, rotasi dan refleksi dengan cara memberikan video animasi. Selain itu, beberapa fitur lain seperti esai bisa digunakan untuk melatih kemampuan berpikir matematis siswa.

Berdasarkan uraian di atas, tujuan penelitian ini adalah untuk (1) menghasilkan *digital worksheet* pada materi transformasi geometri untuk melatih kemampuan berpikir matematis yang valid dan praktis, (2) mengetahui efek potensial *digital worksheet* pada materi transformasi geometri terhadap kemampuan berpikir matematis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang bertujuan untuk menghasilkan *digital worksheet* pada materi transformasi geometri yang valid dan praktis serta memiliki efek potensial terhadap kemampuan berpikir matematis. Untuk mencapai tujuan tersebut, digunakan model ADDIE. Model ini terdiri dari lima tahap, yaitu *analyze*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*.

Tahap analisis (*analyze*) merupakan tahap awal yang terdiri dari analisis ketersediaan bahan ajar yang dibutuhkan untuk mendukung pembelajaran, analisis materi sesuai dengan kurikulum yang telah ditetapkan dan analisis karakteristik siswa. Setelah itu, dilakukan tahap desain (*design*) yang terdiri dari merancang materi, fitur dan *storyboard* dari *digital worksheet* yang berorientasi pada indikator kemampuan berpikir matematis. Indikator kemampuan berpikir matematis pada penelitian ini merujuk pada Sari et al. (2021), Delima et al. (2018), Mason et al. (2010), Tohir et al (2020) dan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator kemampuan berpikir matematis

No	Fase	Proses	Indikator
1	<i>Entry</i>		Mengidentifikasi permasalahan
2	<i>Attack</i>	<i>Specializing</i>	Mencoba beberapa kasus yang mungkin
3	<i>Attack</i>	<i>Generalizing</i>	Merefleksi ide yang dibuat
4	<i>Attack</i>	<i>Conjecturing</i>	Membuat dugaan (konjektur)
5	<i>Attack</i>	<i>Convincing</i>	Mengemukakan alasan munculnya konjektur
6	<i>Review</i>		Meninjau kembali hasil yang diperoleh

Setelah memperoleh desain *digital worksheet* dan melakukan *self evaluation*, selanjutnya dilaksanakan tahap pengembangan (*development*) berupa pengembangan produk *digital worksheet* yang berorientasi pada kemampuan berpikir matematis yang

dilakukan dengan (1) membuat sampel faktual dari desain yang dihasilkan dan mengumpulkan data yang relevan, (2) mengatur *layout* atau tampilan dari *digital worksheet* yang dibuat, memperbaiki redaksi kalimat yang digunakan dan mengecek penggunaan

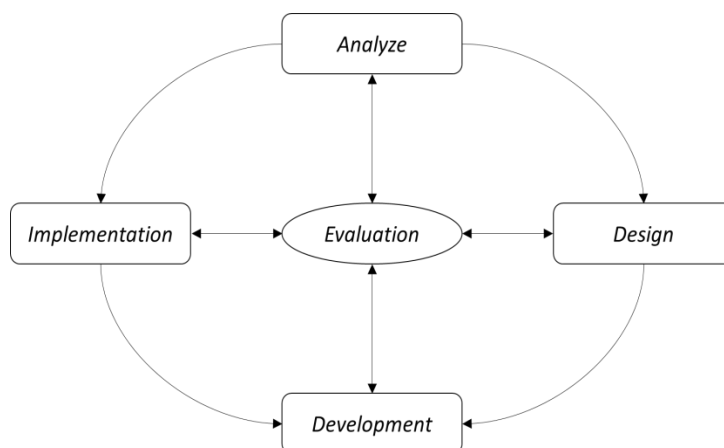
DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6160>

tanda baca, (3) memvalidasi draft yang dihasilkan dan merevisinya berdasarkan saran dari ahli. Hasil validasi ahli dapat digunakan untuk melihat kevalidan *digital worksheet* yang dibuat, dan (4) uji coba pada kelompok kecil (*small group*) yang terdiri dari 2 kelompok dengan masing-masing kelompok berisi 3 orang siswa dengan tujuan untuk melihat kepraktisan *digital worksheet*.

Tahapan selanjutnya yang dilakukan adalah tahap implementasi (*implementation*), yaitu penerapan produk *digital worksheet* yang dihasilkan terhadap siswa SMA. Tahap ini dilakukan pada satu kelas siswa (*field test*). Tahap implementasi ini dilakukan sebanyak tiga kali pertemuan, yaitu satu pertemuan materi translasi,

satu pertemuan materi rotasi dan satu pertemuan materi refleksi. Setelah pembelajaran menggunakan *digital worksheet*, diadakan dengan tujuan untuk melihat efek potensial *digital worksheet* terhadap kemampuan berpikir matematis.

Tahap terakhir adalah evaluasi (*evaluation*) yang dilakukan dengan mengevaluasi sejauh mana *digital worksheet* yang dihasilkan memenuhi tujuan yang ingin dicapai. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menilai kevalidan, kepraktisan, dan efek potensial *digital worksheet* terhadap kemampuan berpikir matematis siswa. Adapun visualisasi dari model ADDIE menurut (Widyastuti & Susiana, 2019) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. ADDIE model

Subjek uji coba pada penelitian ini adalah siswa kelas XI SMA Srijaya Negara Palembang pada tahun ajaran 2022/2023 yang berjumlah 31 siswa saat tahap implementasi dan 6 orang siswa yang berbeda saat uji coba kelompok kecil. Pembelajaran menggunakan *digital worksheet* ini merupakan pembelajaran berbasis komputer sehingga pelaksanaannya dilakukan di laboratorium komputer dan setiap siswa mengoperasikan satu komputer.

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen lembar validasi (isi, konstruk, bahasa) untuk mengetahui kevalidan *digital worksheet*, angket kepraktisan untuk mengetahui kepraktisan *digital worksheet* dan soal tes untuk melihat efek potensial *digital worksheet* terhadap kemampuan berpikir matematis. Lembar validasi dan angket kepraktisan dibuat menggunakan skala likert, dengan kategori penilaian: Sangat Baik (5), Baik (4), Cukup (3), Kurang (2) dan Sangat Kurang (1)

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6160>

untuk lembar validasi, dan Sangat Setuju (5), Setuju (4), Ragu-ragu (3), Tidak Setuju (2) dan Sangat Tidak Setuju (1) untuk angket kepraktisan. Soal tes dibuat berdasarkan indikator kemampuan berpikir matematis yang tertera pada Tabel 1 yang telah diberikan sebelumnya.

Data lembar validasi dianalisis dengan cara menghitung rata-rata skor dan kemudian ditentukan kriteria validitasnya. Kriteria kevalidan menurut (Tobing et al., 2021) ditampilkan oleh Tabel 2. Selain itu, saran dan komentar dari validator dianalisis secara deskriptif untuk dijadikan acuan dalam melakukan revisi.

Tabel 2. Kriteria validitas

Rata-rata skor (R)	Keterangan
$4.21 \leq R \leq 5$	Sangat Valid
$3.41 \leq R < 4.21$	Valid
$2.61 \leq R < 3.40$	Cukup Valid
$1.81 \leq R < 2.60$	Tidak Valid
$1.00 \leq R < 1.81$	Sangat Tidak Valid

Tidak berbeda jauh dengan analisis data lembar validasi, data hasil angket kepraktisan dianalisis dengan cara menghitung skor dan persentase serta kemudian ditentukan kriteria kepraktisannya. Kriteria kepraktisan menurut (Tobing et al., 2021) disajikan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria kepraktisan

Rata-rata skor (N)	Keterangan
$85 < N \leq 100$	Sangat Praktis
$70 < N \leq 85$	Praktis
$55 < N \leq 70$	Cukup Praktis
$N \leq 55$	Kurang Praktis

Saran dan komentar siswa saat uji coba dianalisis secara deskriptif untuk dijadikan acuan dalam melakukan revisi.

Untuk data hasil tes, analisis dilakukan menggunakan suatu pedoman penskoran yang dihitung per indikator, antara lain jawaban kosong diberi skor 0, jawaban salah diberi skor 1, dan jawaban benar diberi skor 2. Setelah itu ditentukan nilai tes dengan rumus:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100\% \quad (1)$$

Setelah memperoleh nilai, selanjutnya ditentukan kriteria kemampuan berpikir matematisnya, yaitu Baik, Cukup atau Kurang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan metode yang telah disampaikan sebelumnya, terdapat lima tahap yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu *analyze* (analisis), *design* (desain), *development* (pengembangan), *implementation* (implementasi) dan *evaluation* (evaluasi).

Tahap Analisis

Tahap analisis terdiri dari dua tahap, yaitu analisis materi dan analisis ketersediaan bahan ajar.

- Analisis materi dilakukan dengan menentukan materi, menelaah kompetensi dasar, menentukan indikator dan menentukan tujuan pembelajaran. Hasil dari analisis materi ini adalah *digital worksheet* yang dibuat menggunakan materi transformasi geometri. Transformasi geometri merupakan materi matematika umum kelas XI semester 1. Kompetensi dasar yang digunakan adalah KD 3.5 dan KD 4.5. Agar *digital worksheet* yang dibuat dapat mendukung kemampuan berpikir matematis, dilakukan adaptasi terhadap salah satu teorema di buku (Martin, 1982) mengenai hasil dari dua kali refleksi adalah translasi atau rotasi. Untuk mendukung hal tersebut, terlebih

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6160>

dahulu harus diberikan materi mengenai translasi, rotasi dan refleksi itu sendiri.

- Analisis ketersediaan bahan ajar dilakukan melalui wawancara informal kepada guru matematika SMA Srijaya Negara Palembang yang menjadi tempat penelitian. Hasil wawancara mengungkapkan bahwa pembelajaran matematika di sekolah tersebut masih dilakukan dengan berbagai metode biasa, seperti penjelasan langsung menggunakan papan tulis, diskusi kelompok, dan menggunakan lembar kerja cetak padahal beberapa materi perlu visualisasi, seperti materi transformasi geometri. Berdasarkan hal tersebut, penggunaan *digital worksheet* dapat dijadikan solusinya. *Digital worksheet* memuat berbagai fitur seperti video, audio, dll. yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan proses translasi, rotasi dan refleksi.

Tahap Desain

Digital worksheet dirancang sebanyak 4 buah, yaitu 1 untuk materi translasi, 1 materi rotasi dan 2 materi refleksi. Tahap desain terbagi menjadi 3 tahapan, yaitu

- Desain materi. Materi yang dijadikan isi dari *digital worksheet* diadaptasi dari beberapa buku, seperti buku matematika siswa kelas XI (Kemendikbud, 2017) dan (Martin, 1982). Materi tersebut disusun dan dituangkan dalam *digital worksheet* dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan yang dapat melatih kemampuan berpikir matematis siswa seperti mengidentifikasi animasi yang diberikan dan kemudian mengisi tabel, mencoba kasus-kasus yang mungkin untuk

sebuah transformasi, merefleksi ide yang dihasilkan, menduga hubungan antara objek awal dan bayangan hasil transformasi, mengemukakan alasan munculnya dugaan dan meninjau kembali hasil yang telah diperolehnya.

- Desain fitur. Penggunaan *digital worksheet* didasari oleh kedinamisannya dalam menyajikan berbagai fitur. Untuk memanfaatkan hal tersebut, dibuat beberapa fitur yang dapat mendukung pemberian materi transformasi geometri melalui *digital worksheet*, seperti *geogebra* dan video. *Geogebra* diberikan dengan cara menyediakan terlebih dahulu objek-objek dan kemudian menyisipkan *link*-nya pada *digital worksheet*. Penggunaan *geogebra* bertujuan untuk memfasilitasi siswa dalam mengeksplorasi proses-proses transformasi geometri. Sedangkan fitur video dapat digunakan untuk memvisualisasikan proses translasi, rotasi dan refleksi dengan cara memberikan video animasi. Beragam *software* ataupun *website* dimanfaatkan untuk pembuatan video animasi, seperti *Microsoft office powerpoint*, *Powtoon*, *Animaker*, dll
- Desain *storyboard*. Rancangan awal *digital worksheet* dituangkan dalam suatu *storyboard* yang berisi judul, kompetensi dasar, tujuan pembelajaran, video, pertanyaan-pertanyaan dan soal latihan. *Storyboard* dibuat berdasarkan rancangan materi dan rancangan fitur yang telah dirancang sebelumnya. *Storyboard* dibuat sebagai gambaran *digital worksheet*.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6160>

Tahap pengembangan

Tahap pengembangan (*development*) berupa pengembangan produk *digital worksheet* yang dilakukan dengan:

- **Membuat sampel faktual dari desain yang dihasilkan dan mengumpulkan data yang relevan**

Pada tahap ini, ditentukan *website* yang cocok untuk digunakan, yaitu <https://wizer.me/>. *Website* ini dipilih karena menyediakan beragam fitur yang menarik, antara lain *open question*, *video*, *audio*, *link*, *table*, dll. Untuk menggunakan *website* ini, guru dan siswa terlebih dahulu diminta untuk membuat akun menggunakan email masing-masing sehingga nantinya jawaban siswa akan terhubung ke akun guru dan proses penilaian dapat dilakukan secara otomatis. Desain yang telah dibuat di *Microsoft office word* kemudian dipindahkan ke *website* ini.

- **Mengatur layout atau tampilan dari digital worksheet**

Pada tahap ini, dilakukan pengaturan terhadap *layout* atau tampilan dari *digital worksheet* yang akan dibuat. Selain itu, dilakukan perbaikan redaksi kalimat yang digunakan dan mengecek penggunaan

tanda baca. Tampilan *digital worksheet* di *website* <https://wizer.me> dapat diatur sedemikian rupa sesuai kebutuhan masing-masing. Pada *website* ini, dapat diatur *style*, warna, *background*, bahkan dapat mengunggah sendiri foto yang diinginkan untuk dijadikan *header*. Selain itu, terdapat beragam jenis font yang disediakan. Karena *digital worksheet* yang dibuat akan diberikan kepada siswa kelas XI SMA, digunakan tampilan dan bahasa yang sesuai dengan karakteristik siswa kelas XI SMA.

- **Memvalidasi draft yang dihasilkan dan merevisinya berdasarkan saran dari ahli.**

Validasi draft yang dihasilkan dilakukan kepada validator ahli dan praktisi. Pemilihan validator ahli ditentukan dengan kriteria: dosen dengan pendidikan strata 3 serta ahli di bidang ICT. Sedangkan validator praktisinya merupakan guru matematika di SMA Srijaya Negara Palembang dengan kriteria: pendidikan minimal strata 2 dan mempunyai pengalaman mengajar matematika kelas XI. Validasi dilakukan berdasarkan tiga aspek, yaitu isi, konstruk dan bahasa dengan skala penilaian 1 sampai dengan 5. Tabel 4 menyajikan hasil validasi ahli.

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli

Aspek Penilaian	Skor/Kriteria			Rata-rata Skor	Kriteria
	V1	V2	V3		
Isi	4,60 Sangat Valid	4,20 Valid	4,60 Sangat Valid	4,47	Sangat Valid
Konstruk	4,20 Valid	3,60 Valid	4,40 Sangat Valid	4,07	Valid
Bahasa	4,80 Sangat Valid	4,60 Sangat Valid	4,00 Valid	4,47	Valid
Rata-rata Keseluruhan				4,34	Sangat Valid

Seperti yang terlihat pada Tabel 4, diperoleh bahwa rata-rata hasil validasi ahli untuk aspek isi adalah sebesar 4.47

yang berarti Sangat Valid, 4.07 untuk aspek konstruk yang berarti Valid dan 4.47 untuk aspek bahasa dan rata-rata

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6160>

secara keseluruhan sebesar 4.34 yang berarti *digital worksheet* pada materi transformasi geometri yang dikembangkan sudah sangat dari aspek isi, konstruk dan bahasa. Selain memberikan penilaian, validator juga memberikan komentar dan sarannya. Hasil saran dan komentar validator dijadikan acuan untuk melakukan revisi.

• **Uji coba kelompok kecil (*small group*)**

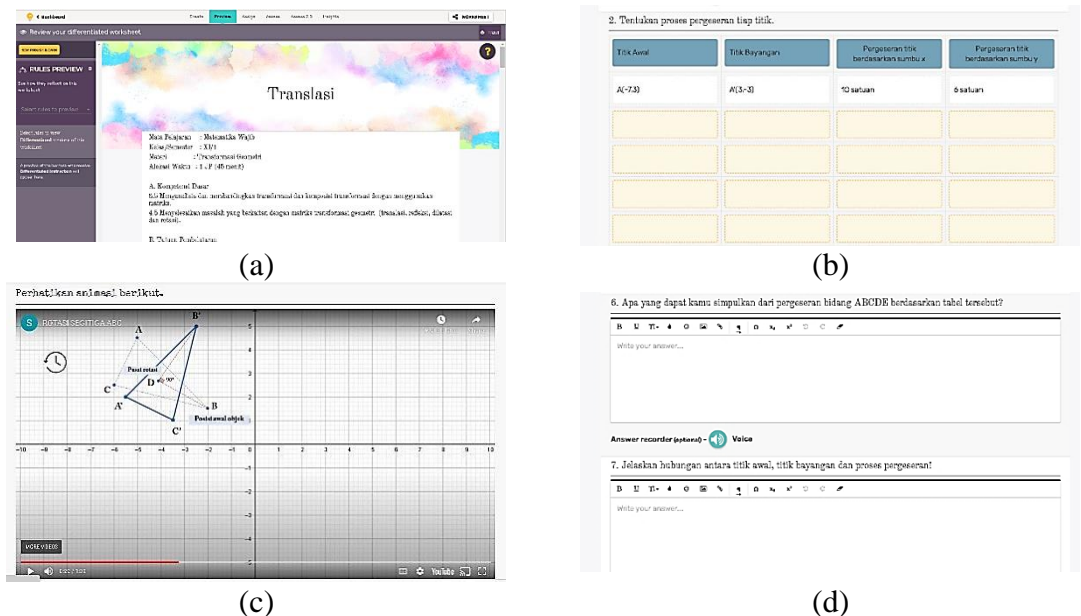
Uji coba ini dilakukan kepada 6 orang siswa yang dibagi menjadi 2 kelompok. Siswa diminta untuk mengerjakan *digital worksheet* pada materi transformasi geometri yang sebelumnya telah direvisi. Setelah itu, mereka diberi angket kepraktisan. Hasil angket ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Terlihat pada Tabel 5 bahwa rata-rata penilaian siswa terhadap *digital worksheet* yang mereka kerjakan adalah

83% yang berada di kategori Praktis sehingga dapat disimpulkan bahwa *digital worksheet* pada materi transformasi geometri praktis untuk digunakan siswa dalam pembelajaran dan siswa mampu menggunakan *digital worksheet* tersebut dengan baik. Gambar 2 menampilkan cuplikan hasil dari tahap pengembangan *digital worksheet* materi translasi, rotasi dan refleksi.

Tabel 5. Hasil angket kepraktisan

Inisial siswa	Persentase (%)	Keterangan
DE	88	Sangat Praktis
MS	78	Praktis
MR	82	Praktis
NF	76	Praktis
SM	88	Sangat Praktis
TH	86	Sangat Praktis
Rata-rata	83	Praktis



Gambar 2. Cuplikan hasil pengembangan *digital worksheet*

Tahap Implementasi

Tahap implementasi berupa pembelajaran menggunakan *digital worksheet* dilakukan sebanyak 3 kali

pertemuan dengan masing-masing pertemuan berdurasi 2x45 menit dimana setiap pertemuan membahas *digital worksheet* dengan materi yang berbeda-

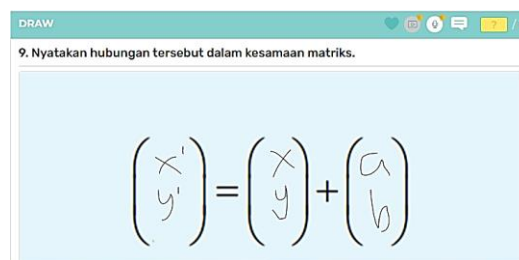
DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6160>

beda. Setiap *digital worksheet* masing-masing berisi animasi yang memberi visualisasi bagaimana sebenarnya proses translasi, rotasi dan refleksi terjadi. Aktivitas-aktivitas yang ada pada *digital worksheet* melatih kemampuan berpikir matematis siswa.

Pertemuan 1

Pada pertemuan pertama, siswa diberi instruksi mengenai cara membuat akun dan bagaimana mengoperasikan *digital worksheet*. Pada pertemuan ini, siswa diberi *digital worksheet* materi translasi. *Digital worksheet* ini berisi aktivitas yang meminta siswa mengamati proses pergeseran suatu objek pada bidang koordinat kartesius. Pada aktivitas ini, siswa diberikan video animasi pergeseran suatu bidang ABCDE tak beraturan. Posisi awal bidang ABCDE berada di kuadran II dengan koordinat $A(-7,3)$, $B(-5,5)$, $C(-3,4)$, $D(-3,2)$ dan $E(-7,2)$. Pada video animasi, ditunjukkan bahwa bidang ABCDE digeser ke kuadran IV sehingga membentuk bayangan $A'(3,-3)$, $B'(5,-1)$, $C'(7,-2)$, $D'(7,-4)$ dan $E'(3,-4)$. Karena pergeseran dilakukan pada bidang kartesius, siswa dapat mengamati bahwa bidang ABCDE telah bergeser sejauh 10 satuan terhadap sumbu x dan 6 satuan terhadap sumbu y. Selain itu, video animasi menampilkan garis putus-putus yang menghubungkan titik awal dan titik bayangan sehingga terlihat bahwa setiap titik pada bidang ABCDE mengalami pergeseran yang sama. Pergeseran bidang ABCDE pada animasi ini juga menunjukkan bahwa proses translasi hanya mengubah posisi suatu objek, sedangkan bentuk dan ukurannya akan tetap sama. Setelah melakukan pengamatan, siswa diminta mengisi tabel yang disediakan dengan cara mengidentifikasi titik awal, titik

bayangan dan pergeseran titik berdasarkan sumbu x dan y. Aktivitas ini mendorong siswa untuk belajar mengidentifikasi suatu permasalahan. Setelah itu, siswa diberi pertanyaan yang mendorongnya untuk membuat konjektur dan menggeneralisasi proses translasi dalam bentuk matriks. Gambar 3 menyajikan jawaban siswa mengenai matriks translasi.



The image shows a screenshot of a digital worksheet interface. At the top, there is a header with the text "DRAW" and some icons. Below that, a question is displayed: "9. Nyatakan hubungan tersebut dalam kesamaan matriks." The student's answer is a handwritten matrix equation:
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$$

Gambar 3. Cuplikan jawaban siswa mengenai matriks translasi

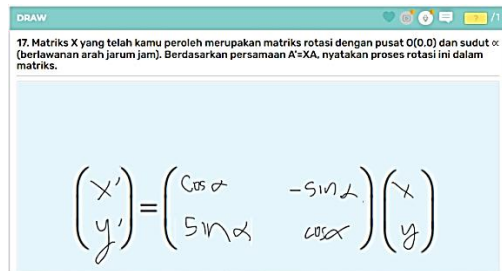
Dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa siswa mampu membuat generalisasi mengenai proses translasi dalam bentuk matriks. Aktivitas ini dapat dilakukan siswa setelah sebelumnya melakukan identifikasi dan membuat dugaan hubungan antara titik awal, proses pergeseran dan titik akhir.

Pertemuan 2

Pada pertemuan 2, siswa diberikan *digital worksheet* materi rotasi, siswa disajikan video animasi berupa perputaran (rotasi) suatu segitiga ABC yang diputar dengan tiga rotasi yang berbeda dan disajikan pada bidang koordinat kartesius. Posisi awal segitiga ABC berada di kuadran II dengan koordinat $A(-5, \frac{9}{2})$, $B(-2, \frac{3}{2})$ dan $C(-6, \frac{5}{2})$. Video animasi setiap rotasi berisi simbol-simbol yang dapat membantu siswa memahami maksud dari animasi yang diberikan, seperti simbol arah, sudut, label "pusat rotasi" dan garis putus-putus. Aktivitas ini

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6160>

bertujuan agar siswa terlatih untuk melihat beberapa kasus yang terjadi dari berbagai bentuk rotasi sehingga siswa dapat membuat konjekturnya sendiri untuk menggeneralisasi proses rotasi menggunakan matriks. Gambar 4 menyajikan hasil jawaban siswa mengenai matriks rotasi.



The image shows a digital drawing application interface with a light blue background. At the top, there is a question in Indonesian: "17. Matriks X yang telah kamu peroleh merupakan matriks rotasi dengan pusat O(0,0) dan sudut α (berlawanan arah jarum jam). Berdasarkan persamaan A=XA, nyatakan proses rotasi ini dalam matriks." Below the question, the student has handwritten the rotation matrix equation:
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

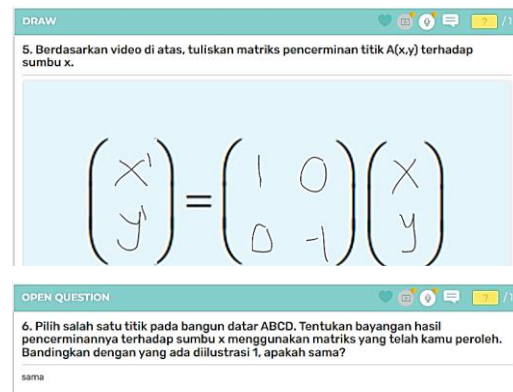
Gambar 4. Jawaban siswa mengenai matriks rotasi

Seperti yang terlihat pada Gambar 4, siswa mampu menemukan konsep rotasi menggunakan matriks dengan pusat rotasi $O(0,0)$, besar sudut α dan berlawanan arah jarum jam. Jawaban ini diperoleh tentu saja setelah siswa mampu mencoba kasus-kasus yang mungkin dari suatu rotasi dan menentukan aspek apa saja yang mempengaruhi hasil rotasi suatu objek, yaitu pusat rotasi, besar sudut dan arah putaran.

Pertemuan 3

Setelah dilatih untuk mengidentifikasi, mencoba kasus-kasus yang mungkin, membuat konjektur, dan mengemukakan alasan munculnya suatu konjektur pada pertemuan sebelumnya, pada pertemuan ketiga siswa dilatih untuk merefleksikan ide yang dibuat. Digital worksheet materi refleksi menyajikan video animasi mengenai pencerminan suatu segiempat ABCD tak beraturan terhadap sumbu x . Selain itu, siswa juga disajikan video penjelasan mengenai konsep matriks refleksi secara umum. Pada video

tersebut, diberikan aturan dalam menentukan refleksi menggunakan sebarang sumbu pencerminan yang tidak hanya sebatas sumbu x , sumbu y , garis $y = x$, dll. seperti yang ada pada sebagian besar buku matematika siswa kelas XI. Setelah menyaksikan video, siswa diminta untuk menuliskan matriks pencerminan terhadap sumbu x yang telah dicontohkan. Setelah itu, siswa diminta mensubstitusikan salah satu titik pada bidang ABCD ke matriks tersebut dan membandingkannya dengan yang ada pada ilustrasi 1 karena ilustrasi tersebut menggunakan sumbu x juga sebagai sumbu pencerminannya. Hasil jawaban siswa untuk aktivitas ini disajikan oleh Gambar 5.



The image shows a digital drawing application interface with a light blue background. At the top, there is a question in Indonesian: "5. Berdasarkan video di atas, tuliskan matriks pencerminan titik A(x,y) terhadap sumbu x." Below the question, the student has handwritten the reflection matrix equation:
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$
 Below the equation, there is an "OPEN QUESTION" section with the text: "6. Pilih salah satu titik pada bangun datar ABCD. Tentukan bayangan hasil pencerminannya terhadap sumbu x menggunakan matriks yang telah kamu peroleh. Bandingkan dengan yang ada di ilustrasi 1, apakah sama?" The student has written the answer "sama" (the same).

Gambar 5. Hasil jawaban siswa pada materi refleksi

Dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa siswa D menuliskan matriks pencerminan terhadap sumbu x lalu menjawab pertanyaan selanjutnya bahwa hasil pencerminan titik pada bidang ABCD menggunakan matriks sama dengan hasil pencerminan yang ada pada ilustrasi. Jawaban tersebut tentu saja diperoleh apabila siswa D memilih salah satu titik pada bidang ABCD, misal titik B kemudian menentukan hasil pencerminannya menggunakan matriks dan melihat tabel yang telah diisinya, kemudian menyimpulkan bahwa hasilnya sama.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6160>

Setelah dilakukan pembelajaran sebanyak 3 kali pertemuan, siswa selanjutnya diberikan tes untuk melihat efek potensial *digital worksheet* yang dikembangkan terhadap kemampuan berpikir matematis.

Tahap Evaluasi

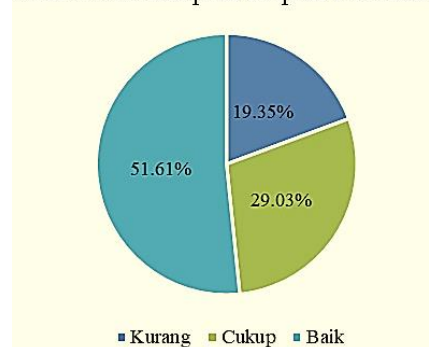
Evaluasi Sumatif: Tes kemampuan berpikir matematis

Setelah mengikuti pembelajaran menggunakan *digital worksheet* pada materi transformasi geometri, siswa diberi tes kemampuan berpikir matematis yang terdiri dari 2 soal. masing-masing soal dibuat berdasarkan indikator kemampuan berpikir matematis. Hasil tes kemampuan berpikir matematis dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6, terlihat bahwa sebesar 51.61% hasil tes kemampuan berpikir matematis siswa berada pada kategori Baik, 29.03% Cukup dan sisanya berada pada kategori Kurang. Hal ini berarti sebagian besar kemampuan berpikir siswa berada di kategori Baik. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa *digital worksheet* pada materi transformasi geometri yang

dikembangkan memiliki efek potensial terhadap kemampuan berpikir matematis siswa.

Hasil Tes Kemampuan Berpikir Matematis



Gambar 6. Hasil tes kemampuan berpikir matematis

Evaluasi Formatif

Evaluasi formatif pada penelitian ini mengacu pada tahap-tahap sebelumnya. Pada tahap-tahap tersebut telah diterima saran ataupun tanggapan yang berguna untuk memperbaiki *digital worksheet* yang dikembangkan. Selain itu, telah dilakukan penilaian oleh ahli maupun siswa. Rekapitulasi hasil evaluasi formatif dari *digital worksheet* yang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Evaluasi Pengembangan *Digital Worksheet*

Aspek	Hasil	Keterangan
Validitas	Berdasarkan penilaian ahli, persentase kevalidan <i>digital worksheet</i> yang dikembangkan mencapai 89% secara konten, 80% secara konstruk dan 88% secara bahasa.	Sangat Valid
Kepraktisan	Hasil angket kepraktisan yang diberikan kepada siswa saat uji coba kelompok kecil menunjukkan bahwa persentase kepraktisan <i>digital worksheet</i> yang dikembangkan mencapai 83%.	Praktis
Efek potensial	Tes kemampuan berpikir matematis yang dilakukan setelah pembelajaran menggunakan <i>digital worksheet</i> menunjukkan bahwa kemampuan berpikir matematis siswa sebagian besar sudah berada pada kategori Baik.	Memiliki efek potensial

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6160>

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh bahwa pengembangan *digital worksheet* pada materi transformasi geometri memenuhi kriteria valid dan praktis serta memiliki efek potensial terhadap kemampuan berpikir matematis.

Produk *digital worksheet* pada materi transformasi geometri yang telah diimplementasikan dapat digunakan untuk melatih kemampuan berpikir matematis siswa. Pemanfaatan fitur video untuk memberikan animasi/visualisasi dari proses translasi, rtasi dan refleksi membuat pembelajaran pada materi transformasi geometri menjadi lebih efektif dan efisien. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Suharnita et al. (2021) bahwa media pembelajaran dapat digunakan untuk menciptakan pembelajaran yang efektif dan efisien sehingga memudahkan penyelenggaraan pendidikan.

Dengan melaksanakan pembelajaran menggunakan *digital worksheet*, guru akan memperoleh beberapa keuntungan, salah satunya adalah guru tidak perlu mengoreksi jawaban siswa secara manual karena jawaban tersebut langsung terkirim ke akun guru dan dapat secara otomatis diberi penilaian (Lathifah et al., 2021).

Meskipun jawaban siswa langsung terkirim ke akun guru, saat pembelajaran guru tetap mendiskusikan jawaban tersebut bersama-sama dengan siswa. Dengan menggunakan *digital worksheet*, ini, siswa harus mampu mempresentasikan jawabannya dan memberikan tanggapannya terhadap jawaban-jawaban siswa lain (Wijayanti & Ernawati, 2020). Aktivitas ini membuat siswa tidak hanya menerima pembelajaran, melainkan dapat mengidentifikasi, mencoba kasus-kasus, merefleksi ide, membuat dugaan, mengemukakan alasan dan meninjau kembali hasil yang mereka peroleh. Hal

ini bertujuan agar siswa dapat melatih kemampuan berpikir matematisnya.

Penggunaan *digital worksheet* pada intinya bertujuan untuk memberikan alternatif bagi guru untuk menciptakan pembelajaran yang efisien. Dalam menggunakan *digital worksheet*, siswa tetap harus didampingi dan dibimbing oleh guru. Hal ini dikarenakan peran guru tidak dapat digantikan sepenuhnya oleh teknologi (Farman & Chairuddin, 2020).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa: 1) *digital worksheet* pada materi transformasi geometri untuk melatih kemampuan berpikir matematis yang dikembangkan berada pada kategori Sangat Valid dan Praktis; dan 2) hasil tes menunjukkan bahwa kemampuan berpikir matematis siswa sebagian besar berada pada kategori Baik sehingga *digital worksheet* pada materi transformasi geometri mempunyai efek potensial terhadap kemampuan berpikir matematis dan dapat digunakan dalam pembelajaran.

Saran yang dapat diberikan adalah pada penelitian selanjutnya dapat mengembangkan *digital worksheet* pada materi-materi lain yang membutuhkan visualisasi dan dapat melatih kemampuan berpikir yang lainnya. Selain itu, dapat juga dilakukan penelitian eksperimen bagaimana pengaruh *digital worksheet* pada materi transformasi geometri ini terhadap kemampuan berpikir matematis siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi yang telah

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6160>

memberikan dana penelitian melalui skema Penelitian Tesis Magister (PTM) sesuai dengan kontrak penelitian nomor 142/E5/PG.02.00.PT/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd, M., Hamza, A., & Asswih, I. R. (2018). *The Impact of Sensory Activities Program on Improving Mathematical Thinking Skills among Children in Kindergartens in Amman*. 9(26), 18–33.
- Ada, T., & Kurtuluş, A. (2010). Students' Misconceptions and Errors in Transformation Geometry. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 41(7), 901–909.
- Afif, N. (2019). Pengajaran dan Pembelajaran di Era Digital. *IQ (Ilmu Al-Qur'an): Jurnal Pendidikan Islam*, 2(1), 117–129.
- Aini, B. O., Ayu, K. C., & Siswati, S. (2019). Pengembangan Game Puzzle Sebagai Edugame Berbasis Android Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematika Siswa SD. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika (JTAM)*, 3(1), 74–79.
- Asmuni, A. (2020). Problematika Pembelajaran Daring di Masa Pandemi Covid-19 dan Solusi Pemecahannya. *Jurnal Paedagogy*, 7(4), 281–288.
- Delima, N., Rahmah, M.A., & Akbar, A. (2018). The Analysis of Students' Mathematical Thinking based on Their Mathematics Self-Concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1108(012104).
- Farman, F., & Chairuddin, C. (2020). Pengembangan Media E-Learning Berbasis Edmodo Pada Materi Teorema Pythagoras. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(4), 872.
- Hermiati, K., Suprihatiningsih, S., & Annurwanda, P. (2021). Visual Thinking Ability of Mathematics Education Students on Geometry Transformation Learning Material. *AlphaMath: Journal of Mathematics Education*, 7(2), 84.
- Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. (2022). Relevansi Kurikulum Merdeka Belajar dengan Model Pembelajaran Abad 21 dalam Perkembangan Era Society 5.0. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 3011–3024.
- Indriani, K. W. A. (2020). Peningkatan Kemampuan Berpikir Matematis Siswa pada Materi Bangun Datar melalui Model Pembelajaran Proyek Terintegrasi STEM. *Media Pendidikan Matematika*, 8(1), 51–62.
- Kemendikbud. (2017). *Matematika Kelas XI Edisi Revisi 2017*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Lathifah, M. F., Hidayati, B. N., & Zulandri, Z. (2021). Efektifitas LKPD Elektronik sebagai Media Pembelajaran pada Masa Pandemi Covid-19 untuk Guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2), 25–30.
- Layyina, U. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Matematis Berdasarkan Tipe Kepribadian pada Model 4K dengan Asesmen Proyek Bagi Siswa Kelas VII. *Prisma, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1, 704–713.
- Martin, G. E. (1982). *Undergraduate Texts in Mathematics*. Springer.
- Noto, M. S., Priatna, N., & Dahlan, J. A. (2019). Analysis of Learning

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6160>

- Obstacles on Transformation Geometry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(042100), 1–5.
- Patmawati, H., Ratnaningsih, N., & Hermanto, R. (2019). Analysis of Mathematical Thinking Skills and Self-Regulated Learning in Capita Select Mathematics. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 9(1), 223–229.
- Rusdin. (2019). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematis Siswa Melalui Model Pembelajaran Matematika Nalaria Realistik pada Madrasah Ibtidaiyah di Kota Sorong. *Al-Riwayah: Jurnal Kependidikan*, 11(2), 283–296.
- Salsabila, U. H., Rahmawati, R., Masturoh, S., & Rohmah, A. N. (2021). Peran Teknologi Pendidikan dalam Internalisasi Nilai-Nilai Pendidikan Islam di Masa Pandemi. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(1), 127–137.
- Sari, W., Nasriadi, A., & Salmina, M. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Matematis Siswa Menyelesaikan Soal Ujian Akhir Semester (UAS) pada Tahun Ajaran 2020 di SMAN 1 Teluk dalam Kabupaten Simeulue. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan*, 2(1), 1–15.
- Setiyani, S. (2020). Pendekatan Problem Posing terhadap Kemampuan Berpikir Matematis Siswa SMP. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 4(1), 1–12.
- Stacey, K. (2006). What is Mathematical Thinking and Why is it Important? In *Research in Mathematics Education*.
- Suharnita, E., Armis, & Anggraini, R. D. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Digital Berbantuan Worksheet Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *ALGORITMA: Journal of Mathematics Education (AJME)*, 3(1), 11–26.
- 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.
- Tohir, M., Maswar., Atikurrahman, M., Saiful, Pradita, D.A.R. (2020). Prospective Teachers' Expectations of Students' Mathematical Thinking Processes in Solving Problems. *European Journal of Educational Research*, 9(4), 1735-1748.
- Ulya, H., & Rahayu, R. (2021). Hubungan Keterampilan Proses Berpikir Matematis dengan Hasil Belajar Mahasiswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(1), 262–272.
- Widyastuti, E., & Susiana. (2019). Using the ADDIE model to develop learning material for actuarial mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 012052.
- Wijayanti, A., & Ernawati, T. (2020). Development of Digital Worksheet Based on Ngerti, Ngrasa, Nglakoni to Improve College Student Lifeskill. *Unnes Science Education Journal*, 9(1), 1–6.