

AKTIVITAS PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS KALKULATOR GRAFIK DESMOS PADA MATERI TRANSFORMASI GEOMETRI PENCERMINAN

Gabriela Alvina Maheswari¹, Veronika Juliani², Rika Ardiansyah Saputra³, Yosep Dwi Kristanto⁴

¹ Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sanata Dharma
email: gabrielaalvinamaheswari20.008@gmail.com

² Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sanata Dharma
email: vjuliani901@gmail.com

³ Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sanata Dharma
email: rikaardi0104@gmail.com

⁴ Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sanata Dharma
email: yosepdwikristanto@usd.ac.id

Abstract

Siswa masih banyak yang belum memahami konsep transformasi geometri khususnya pada konsep pencerminan dan menggunakannya dalam menyelesaikan permasalahan. Di sisi lain, ada beragam teknologi yang dapat membantu siswa untuk memahami konsep pencerminan. Salah satunya adalah kalkulator grafik Desmos. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan aktivitas pembelajaran matematika dengan menggunakan kalkulator grafik Desmos yang dapat membantu siswa dalam memahami konsep pencerminan. Subjek penelitian adalah 9 mahasiswa pada mata kuliah Pembelajaran Matematika Digital sebagai rekan sejawat yang memberikan umpan balik terhadap aktivitas yang sudah dikembangkan dan satu validator ahli yaitu dosen pengampu mata kuliah. Penelitian ini merupakan Penelitian Desain yang berfokus pada studi validasi ahli dengan menggunakan model Plomp. Namun, adanya keterbatasan waktu dalam penelitian sehingga peneliti tidak melakukan implementasi secara langsung kepada siswa. Peneliti memanfaatkan umpan balik dari rekan sejawat dan validator di bidang pendidikan matematika untuk merevisi produk yaitu kalkulator grafik Desmos. Hasil penelitian ini adalah aktivitas pembelajaran matematika dengan menggunakan kalkulator grafik Desmos pada konsep Transformasi Geometri khususnya Pencerminan.

Keywords: kalkulator grafik, Desmos, pembelajaran matematika digital, transformasi geometri, pencerminan

1. PENDAHULUAN

Pelajaran matematika adalah salah satu mata pelajaran yang penting untuk dipelajari oleh siswa. Matematika penting untuk dipelajari karena dalam kehidupan sehari-hari sering dijumpai hal-hal yang berkaitan dengan matematika. Siregar (2017) menjelaskan betapa pentingnya matematika untuk dipelajari karena matematika memiliki peran besar dalam berbagai aspek kehidupan, bahkan dalam teknologi.

Media pembelajaran dapat dimanfaatkan oleh guru dalam membantu menjelaskan materi dalam proses belajar mengajar agar materi yang dijelaskan menjadi lebih mudah untuk dipahami oleh siswa (Kristanto, 2020b). Menurut Sadiman, media pembelajaran adalah “bahan, alat, atau teknik yang digunakan dalam kegiatan belajar mengajar dengan maksud agar proses

interaksi komunikasi edukasi antara guru dan siswa dapat berlangsung secara tepat guna dan berdaya guna” (Netriwati & Lena, 2017). Dengan kata lain, media pembelajaran dapat memudahkan guru dan siswa dalam proses belajar mengajar. Terdapat berbagai macam media pembelajaran yang dapat digunakan dalam proses belajar mengajar matematika, misalnya GeoGebra (Yohannes & Chen, 2021), Desmos (Kristanto et al., 2019), CODAP (Sullivan, 2022), Cabri Express (Tamur et al., 2022), dan *spreadsheet* (Urbanowski, 2022).

Desmos merupakan “platform atau layanan yang menawarkan berbagai macam sarana matematika, aktivitas matematika digital, dan kurikulum untuk memfasilitasi peserta didik belajar tingkat tinggi secara menyenangkan melalui web atau aplikasi iOS dan Android” (Kristanto, 2021). Desmos ini dapat digunakan untuk mengembangkan

berbagai macam aktivitas pemecahan masalah matematis dan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, serta aktivitas investigatif (Kristanto, 2020a). Penggunaan Desmos dalam pembelajaran matematika telah ditunjukkan oleh beberapa penelitian empiris dapat meningkatkan kemampuan matematis siswa (Ramadani et al., 2023).

Dalam pembelajaran matematika masih banyak siswa yang mengalami kesulitan memahami konsep-konsep matematika serta penerapannya. Konsep matematika yang cukup sulit dipahami oleh siswa antara lain konsep transformasi geometri khususnya pada konsep pencerminan atau refleksi. Kesulitan siswa dalam memahami konsep matematika juga dijelaskan oleh Albab et al. (2014) yaitu kesulitan dalam merefleksikan bayangan atau mempolakan pencerminan itu sendiri.

Transformasi geometri terutama pencerminan banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Penerapannya cukup sering dijumpai seperti penerapan pada cermin yang menampilkan bayangan dari suatu objek yang ada di hadapan cermin tersebut. Dapat diakui bahwa konsep pencerminan cukup sulit untuk dipahami jika hanya dengan sebuah teori saja. Namun, kesulitan pemahaman siswa terhadap konsep pencerminan juga dapat diatasi. Ada berbagai macam teknologi yang sudah dikembangkan untuk membantu siswa dalam memahami konsep pencerminan. Salah satu teknologi yang dapat digunakan oleh siswa adalah kalkulator grafik Desmos. Kalkulator grafik Desmos merupakan salah satu media pembelajaran berbasis digital yang dapat memudahkan siswa dalam mempelajari matematika terkhususnya dalam konsep pencerminan.

Berdasarkan permasalahan pembelajaran transformasi geometri dalam topik pencerminan dan peluang yang diberikan oleh kalkulator grafik Desmos, tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan aktivitas pembelajaran matematika dengan menggunakan kalkulator grafik Desmos yang dapat membantu siswa dalam memahami konsep pencerminan.

2. KAJIAN LITERATUR

Ada dua penelitian yang relevan dengan tujuan penelitian ini. Dalam penelitian yang dilakukan Hidayati dan Sugeng (2021)

dijelaskan bahwa transformasi geometri dapat dikaitkan dengan budaya yang ada salah satunya adalah dengan batik. Dengan menggunakan aplikasi Desmos dapat dijelaskan bahwa pada motif batik juga diterapkan konsep transformasi geometri. Penelitian ini juga menunjukkan penggunaan Desmos yang dapat memperlihatkan motif dari batik tersebut yang menerapkan konsep transformasi geometri, contohnya konsep pencerminan.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Kusumaningtyas et al. (2018). Penelitian ini menjelaskan pengembangan media pembelajaran yang interaktif menggunakan Desmos. Penelitian ini menjelaskan bahwa dengan adanya media pembelajaran yang menggunakan Desmos pembelajaran menjadi lebih baik dari sebelumnya. Penelitian ini menemukan bahwa hasil keefektifannya mencapai tingkat yang sangat efektif. Melalui dua penelitian yang dijelaskan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa Desmos memiliki potensi untuk digunakan sebagai media pembelajaran bagi siswa dalam pembelajaran matematika.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian desain dengan menggunakan validasi dari seorang yang ahli pada bidang pendidikan matematika. Menurut Plomp penelitian desain adalah “suatu kajian sistematis tentang merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi intervensi pendidikan yaitu hasil produk sebagai solusi pemecahan masalah dalam dunia pendidikan” (Rudhito, 2020).

Penelitian ini menggunakan model Plomp yang terdiri dari 3 tahap yaitu penelitian pendahuluan (*preliminary research*), pembuatan dan uji coba prototipe (*prototyping stage*), dan tahap penilaian (*assessment phase*). Namun, karena keterbatasan waktu dalam penelitian sehingga penelitian ini tidak menerapkan atau implementasi langsung kepada siswa. Peneliti melakukan kajian literatur melalui media internet untuk memahami produk seperti apa yang sudah pernah dikembangkan oleh peneliti lain. Selanjutnya, peneliti memanfaatkan kalkulator grafik dengan menggunakan website yaitu Desmos.

Pembelajaran dengan memanfaatkan Desmos dapat menjadi kreasi yang baru untuk siswa dalam belajar matematika. Selain itu, penggunaan teknologi di era zaman generasi Z yang telah fasih dalam teknologi dapat menarik minat belajar matematika dengan aktif dan menyenangkan. Tahap akhir dalam penelitian adalah tahap penilaian. Tahap penilaian tersebut dilakukan dengan penilaian sejawat dan validasi ahli. Hasil penilaian tersebut digunakan sebagai revisi produk yang dikembangkan. Aspek-aspek penilaian tersebut ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Aspek-aspek peniaian terhadap media pembelajaran yang dikembangkan

Kode	Aspek	Deskripsi
Kerangka kerja pengajaran untuk pemahaman yang kuat (Schoenfeld, 2020)		
A.1	Konten matematika	Konten-konten matematika pentingnya tampak jelas. Konten-konten tersebut telah diupayakan untuk dihubungkan dengan pengetahuan awal peserta didik.
A.2	Tuntutan kognitif	Aktivitas pembelajarannya berupaya untuk menjadikan matematika masuk akal bagi peserta didik. Peserta didik juga diberi bantuan atau dukungan ketika mereka mengalami kendala pembelajaran. Selain itu, di dalam aktivitas pembelajarannya, peserta didik diberikan kesempatan yang luas untuk menjelaskan dan bernalar (tidak hanya menjawab).
A.3	Akses yang adil terhadap konten	Di dalam aktivitas pembelajarannya, setiap peserta didik berkesempatan untuk belajar matematika secara bermakna. Dengan kata lain, tidak ada peserta didik yang

dapat diabaikan. Aktivitas pembelajaran tersebut mengupayakan setiap peserta didik untuk terlibat aktif dalam pembelajaran.

A.4	Agensi, kepemilikan, dan identitas	Aktivitas pembelajarannya memberikan ruang seluas-luasnya bagi peserta didik untuk mengekspresikan gagasan matematisnya.
A.5	Asesmen formatif	Aktivitas pembelajaran memberikan penilaian formatif yang dapat digunakan untuk menampilkan pemikiran peserta didik. Selain itu, aktivitas tersebut juga secara responsif merespon pemikiran peserta didik agar mereka dapat berpikir secara lebih mendalam.

Kerangka kerja triple E (Kolb, 2020)

B.1.1	Keterlibatan	Teknologi yang dikembangkan memungkinkan peserta didik untuk fokus pada tugas/aktivitas/tujuan pembelajaran dengan distraksi yang minimal.
B.1.2	Keterlibatan	Teknologi yang dikembangkan memotivasi peserta didik untuk memulai proses pembelajaran.
B.1.3	Keterlibatan	Teknologi yang dikembangkan dapat menyebabkan perubahan perilaku peserta didik, dari peserta didik yang pasif menjadi peserta didik yang aktif secara sosial.
B.2.1	Peningkatan	Teknologi yang dikembangkan memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan atau mendemonstrasikan

		<p>pemahaman yang lebih tinggi tentang tujuan atau konten pembelajaran (menggunakan keterampilan berpikir tingkat tinggi).</p>
B.2.2	Peningkatan	<p>Teknologi yang dikembangkan dapat menciptakan dukungan (topangan) untuk mempermudah peserta didik memahami konsep atau ide.</p>
B.2.3	Peningkatan	<p>Teknologi yang dikembangkan dapat menciptakan cara bagi peserta didik untuk menunjukkan pemahaman mereka tentang tujuan pembelajaran dengan cara yang tidak dapat mereka lakukan dengan alat tradisional (tanpa teknologi).</p>
B.3.1	Perluasan	<p>Teknologi yang dikembangkan memberikan peluang bagi peserta didik untuk belajar di luar jam pelajaran (di luar sekolah).</p>
B.3.2	Perluasan	<p>Teknologi yang dikembangkan dapat menjembatani pembelajaran peserta didik di sekolah dengan pengalaman sehari-hari mereka (menghubungkan tujuan pembelajaran dengan pengalaman kehidupan nyata).</p>
B.3.3	Perluasan	<p>Teknologi yang dikembangkan memungkinkan peserta didik untuk membangun softskill yang autentik, yang dapat mereka gunakan dalam kehidupan sehari-hari.</p>

Subjek penelitian ini adalah tiga kelompok teman sejawat dan satu validator ahli. Tiga kelompok teman sejawat tersebut merupakan mahasiswa/mahasiswa yang sedang mengikuti mata kuliah Pembelajaran Matematika Digital. Dengan demikian, penilaian teman sejawat tersebut diharapkan kritis terhadap media pembelajaran matematika digital yang dikembangkan. Validator ahli dalam penelitian ini merupakan seorang dosen di salah satu perguruan tinggi swasta di Yogyakarta.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan lembar penilaian kepada tiga kelompok teman sejawat untuk memberikan penilaian dan umpan balik terhadap aktivitas yang sudah dikembangkan dan satu validator ahli yaitu dosen. Teknik analisis yang digunakan adalah analisis retrospektif (*retrospective analysis*) secara deskriptif. Rudhito (2019), tujuan analisis retrospektif adalah untuk menganalisis data yang diperoleh apakah sudah sesuai dengan konjektur yang dirancang atau tidak.

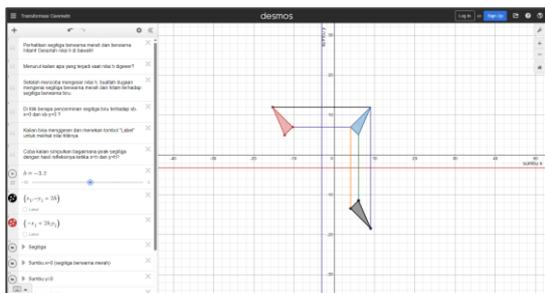
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas yang dikembangkan dalam kalkulator grafik Desmos mengajak siswa untuk bereksplorasi terkait pencerminan. Pencerminan (refleksi) bidang koordinat terdiri dari tujuh jenis, yaitu:

1. Pencerminan terhadap sumbu X .
2. Pencerminan terhadap sumbu Y .
3. Pencerminan terhadap titik asal $O(0,0)$.
4. Pencerminan terhadap garis $y = x$.
5. Pencerminan terhadap garis $y = -x$.
6. Pencerminan terhadap garis $x = h$.
7. Pencerminan terhadap garis $y = h$.

Terdapat empat aktivitas yang dibuat dengan masing-masing aktivitas menjelaskan jenis-jenis dari pencerminan. Aktivitas 1 mengajak siswa bereksplorasi terkait jenis pencerminan yang terdiri dari pencerminan terhadap sumbu X , sumbu Y , garis $x = h$, garis $y = h$. Aktivitas 2 berfokus pada pencerminan terhadap titik asal $O(0,0)$, pada aktivitas 3 pencerminan terhadap garis $y = x$ sedangkan aktivitas 4 berfokus pada pencerminan terhadap garis $y = -x$. Dalam pembelajaran, pendidik dapat membentuk kelompok kecil yang berisi 3 hingga 4 anak pada setiap kelompok. Hal tersebut bertujuan agar siswa memiliki ruang untuk berdiskusi bersama

dengan teman dengan tujuan siswa dapat saling bertukar pemahaman sehingga dapat mencapai sebuah kesimpulan kelompok.



Gambar 1. Pencerminan yang terdiri dari pencerminan terhadap sumbu X, sumbu Y, garis $x = h$, garis $y = h$

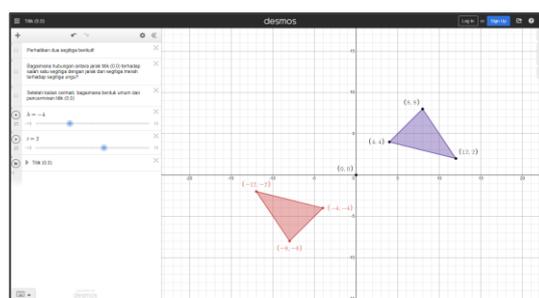
(<https://www.desmos.com/calculator/sy0sqxh1yo>)

Tampilan aktivitas 1 ditunjukkan pada Gambar 1. Aktivitas tersebut menyediakan 3 segitiga yaitu segitiga biru, merah, dan hitam. Segitiga biru adalah segitiga yang diketahui. Sebelum melakukan aktivitas, siswa akan membaca pedoman berupa pertanyaan dan perintah. Langkah 1 yang akan dilakukan siswa adalah memperhatikan segitiga berwarna merah dan hitam lalu siswa diminta untuk menggeser nilai h yang telah disediakan. Hal tersebut menjadi langkah awal siswa dalam membuat dugaan dari eksplorasi yang dilakukannya.

Langkah 2 adalah langkah untuk memberikan pertanyaan kepada siswa mengenai hal yang terjadi ketika nilai h digeser. Langkah 3 adalah membuat dugaan mengenai segitiga berwarna merah dan hitam terhadap segitiga biru. Dengan menggeser nilai h tersebut, siswa mulai memandang adanya hubungan antara segitiga merah dengan segitiga biru dan segitiga hitam dengan segitiga biru. Selain itu, siswa akan melihat bagaimana ketiga segitiga itu ketika nilai h berada di angka nol dan nilai h merupakan suatu bilangan real lainnya.

Langkah berikutnya siswa terlebih dahulu memahami apa itu sumbu X ($y = 0$) dan sumbu Y ($x = 0$). Siswa dapat mengeksplorasi secara mandiri maupun bersama dengan teman-temannya. Setelah mengetahui makna sumbu X dan sumbu Y maka langkah ke-4 dapat dilakukan siswa yaitu pada titik berapa pencerminan segitiga

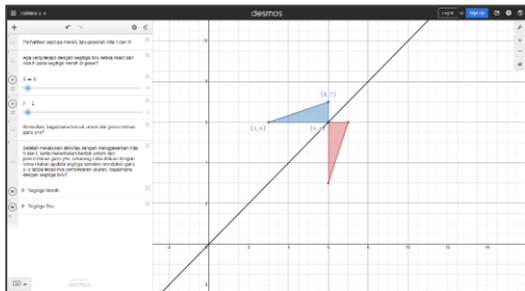
biru terhadap sumbu X dan sumbu Y. Pada langkah tersebut siswa mulai menyadari adanya makna baru yaitu pencerminan. Siswa akan menggunakan pengetahuan dalam kehidupan sehari-harinya. Siswa dapat berpikir pencerminan cara kerjanya sama seperti suatu cermin. Setelah mengemukakan makna baru yaitu pencerminan, Desmos menuntun siswa untuk menggeser dan menekan tombol “Label” untuk melihat nilai titiknya (titik koordinat kartesius). Setelah memperoleh titik koordinat siswa diminta untuk memberikan kesimpulan mengenai jarak segitiga terhadap hasil refleksinya ketika $x = h$ dan $y = h$.



Gambar 2. Pencerminan terhadap geometri titik asal $O(0,0)$

(<https://www.desmos.com/calculator/yu29mbswge>)

Tampilan aktivitas 2 ditunjukkan pada Gambar 2. Aktivitas ini berfokus pada pencerminan terhadap titik asal $O(0,0)$. Pada aktivitas 2 menampilkan 2 segitiga yaitu segitiga berwarna merah dan segitiga berwarna ungu. Siswa diminta memperhatikan mengenai hubungan antara jarak titik $(0,0)$ terhadap segitiga berwarna merah dengan segitiga berwarna ungu. Siswa dapat menggeser nilai h dan nilai t untuk melihat hal yang terjadi ketika dalam kondisi yang telah ditentukan oleh siswa. Siswa akan mengamati melalui koordinat kartesius dan menghitung selisih titik sudut segitiga ungu terhadap segitiga merah dengan memperhatikan nilai titik koordinat x . Setelah itu, siswa akan membuat bentuk umum dari pencerminan titik $(0,0)$.

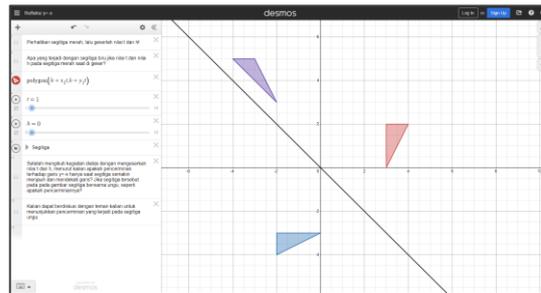


Gambar 3. Pencerminan terhadap garis $y = x$ (<https://www.desmos.com/calculator/tq6sdf30mk>)

Tampilan aktivitas 3 ditunjukkan pada Gambar 3. Di dalam aktivitas ini terdapat 2 segitiga yaitu segitiga berwarna merah dan segitiga berwarna biru serta garis $y = x$. Tahap pertama yang dilakukan siswa adalah memperhatikan segitiga merah dan meminta siswa untuk menggeser nilai t dan h yang telah tersedia. Selanjutnya, siswa mengamati hal yang terjadi dengan segitiga biru ketika nilai t dan h pada segitiga merah digeser. Siswa akan melihat ketika nilai h semakin besar maka segitiga merah dan biru mengalami pergerakan menuju timur laut tetapi jarak antara segitiga merah dengan segitiga biru akan tetap sama. Selain itu, siswa juga akan mengamati ketika nilai t semakin besar maka terjadi pergeseran ke arah timur laut dan mengalami perbesaran pada kedua segitiga tetapi kedua segitiga tersebut terlihat memiliki ukuran yang sama. Saat nilai h dan t digeser maka yang akan terjadi adalah segitiga akan bergeser ke arah timur laut lalu dilanjutkan dengan segitiga menjadi berukuran lebih besar dari segitiga sebelumnya dan mengalami pergeseran kembali. Siswa akan menduga hal tersebut berhubungan dengan sebuah garis hitam ($y = x$). Siswa akan mencari tahu persamaan garis pada garis hitam itu.

Setelah siswa mendapatkan persamaan pada garis tersebut, siswa berpikir alasan segitiga tersebut memiliki jarak yang sama ketika bergeser dan pada akhirnya siswa akan tahu itu seperti cermin sehingga siswa akan tahu bahwa ia sedang mempelajari pencerminan terhadap $y = x$. Setelah melakukan aktivitas tersebut, siswa akan diberikan pertanyaan kembali yaitu mengenai bentuk umum dari pencerminan garis $y = x$ dan guru dapat meminta siswa untuk berdiskusi dengan teman mengenai segitiga

semakin mendekati garis $y = x$ hal yang terjadi pada segitiga biru.



Gambar 4. Pencerminan terhadap garis $y = -x$ (<https://www.desmos.com/calculator/jovpnrwj9z>)

Tampilan aktivitas 4 ditunjukkan pada Gambar 4. Aktivitas ini berfokus pada pencerminan terhadap garis $y = -x$. Pada aktivitas ini diberikan 3 segitiga yaitu segitiga berwarna ungu, segitiga berwarna merah, dan segitiga berwarna biru serta sebuah garis berwarna hitam. Siswa juga akan diberikan pedoman pada Desmos, langkah pertama yang harus dilakukan siswa adalah memperhatikan letak koordinat kartesius pada segitiga merah.

Langkah selanjutnya, siswa akan diminta untuk menggeser nilai t dan nilai h yang telah disediakan guru pada Desmos. Setelah siswa menggeser nilai t dan nilai h maka akan terlihat terjadi pergeseran antara segitiga merah dan segitiga biru sehingga langkah kedua dari aktivitas ini adalah melihat apa yang terjadi dengan segitiga biru jika nilai t dan nilai h pada segitiga merah digeser. Secara visual, siswa akan melihat ketika nilai t digeser yang akan terjadi adalah adanya pergeseran dan kedua segitiga menjadi besar. Siswa akan mengamati pada titik-titik koordinat berapa saja letak kedua segitiga tersebut.

Ketika nilai h digeser yang akan terjadi adalah adanya pergeseran pada kedua segitiga tersebut. Siswa akan mengamati kembali pada titik-titik koordinat berapa saja letak kedua segitiga tersebut. Siswa akan mengamati jarak pada titik-titik koordinat kedua segitiga terhadap sebuah garis hitam. Setelah melihat kedua segitiga tersebut, siswa akan mencari tahu apa dampak dari garis hitam. Siswa akan menemukan sebuah persamaan yaitu $y = -x$.

Karena jarak segitiga biru terhadap garis hitam dan jarak segitiga merah terhadap garis hitam sama, maka siswa akan membuat kesimpulan bahwa jarak titik-titik koordinat segitiga terhadap garis hitam memiliki sifat sama dengan cermin. Melalui cermin tersebut siswa akan diarahkan menuju kata pencerminan. Setelah mengikuti langkah 1 dan langkah 2 siswa akan mengeksplorasi lebih lanjut mengenai apakah pencerminan terhadap garis $y = -x$ hanya saat segitiga semakin menjauh dan mendekati garis. Siswa akan diarahkan dengan bantuan visual yaitu segitiga berwarna ungu. Siswa akan diberikan pertanyaan untuk melakukan diskusi dengan teman untuk menunjukkan pencerminan yang terjadi pada segitiga ungu.

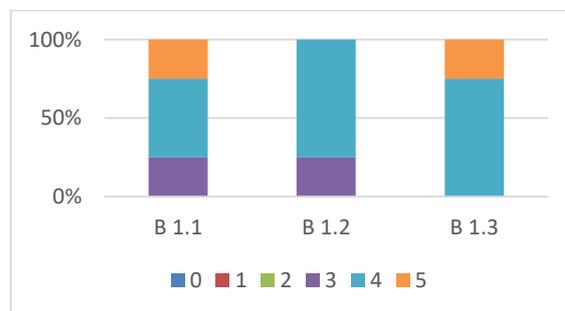
Keempat aktivitas Desmos ini memiliki pedoman yang dapat membantu siswa dalam melangkah untuk mengenal dan menentukan jenis-jenis pencerminan. Melalui keempat aktivitas Desmos ini diharapkan dapat membantu siswa dalam memperkenalkan dan menentukan jenis-jenis pencerminan. Keempat aktivitas tersebut terdapat slider sehingga siswa dapat menggeser segitiga-segitiga yang disediakan sehingga akan muncul rasa ingin tahu dan minat siswa yaitu menemukan sendiri apa itu pencerminan dengan cara mengikuti pedoman pada setiap langkah di aktivitas Desmos yang telah dirancang.

Aktivitas pembelajaran matematika digital yang dikembangkan tersebut diberi penilaian oleh teman sejawat dan divalidasi oleh validator. Gambar 5 menyajikan hasil penilaian sejawat dan validasi terhadap aktivitas pembelajaran matematika digital yang dikembangkan di dalam kategori pengajaran untuk pemahaman yang kuat. Di dalam kategori tersebut, aktivitas pembelajaran matematika digital yang dikembangkan memiliki skor yang tinggi di butir A.2. dan A.4. Artinya, aktivitas pembelajaran tersebut dinilai berpotensi untuk mampu memberikan kesempatan bagi siswa untuk menjelaskan dan bernalar serta mengekspresikan gagasan matematisnya.



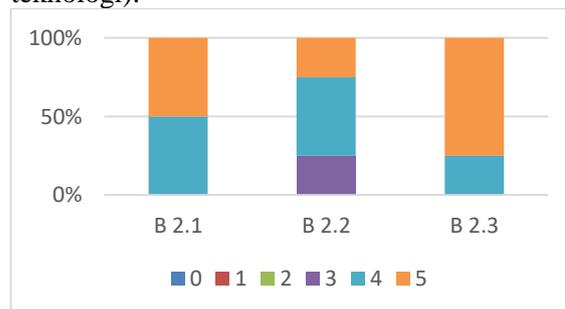
Gambar 5. Hasil penilaian sejawat dan validasi dalam kategori pengajaran untuk pemahaman yang kuat

Hasil penilaian sejawat dan validasi di dalam kategori keterlibatan disajikan dalam Gambar 6. Kode B 1.3. memiliki skor tertinggi di dalam kategori keterlibatan artinya, aktivitas tersebut berpotensi untuk mampu memberikan perubahan kepada siswa dari yang awalnya memiliki pribadi yang pasif menjadi pribadi yang aktif secara sosial.



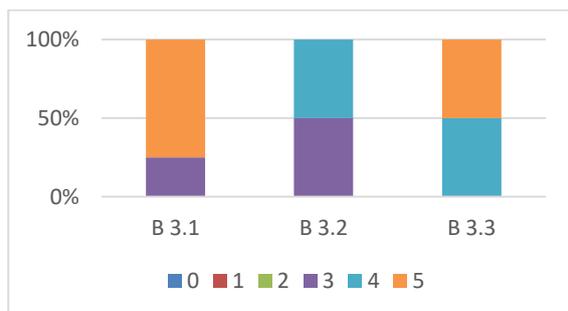
Gambar 6. Hasil penilaian sejawat dan validasi dalam kategori keterlibatan

Gambar 7 berikut menunjukkan hasil penilaian sejawat dan validasi di dalam kategori peningkatan. Skor tertinggi diperoleh oleh kode B 2.3. yang artinya teknologi yang dikembangkan berpotensi dapat menciptakan cara bagi siswa untuk menunjukkan pemahaman mereka tentang tujuan pembelajaran dengan cara yang tidak dapat mereka lakukan dengan alat tradisional (tanpa teknologi).



Gambar 7. Hasil penilaian sejawat dan validasi dalam kategori peningkatan

Pada hasil penilaian sejawat dan validasi dalam kategori perluasan pada gambar 8 kode B 3.1 dan B 3.3 memiliki skor tinggi yang sama sehingga pada kategori tersebut aktivitas pembelajaran yang sudah dirancang memiliki kesempatan kepada siswa untuk belajar di luar jam sekolah serta membangun *softskill* yang autentik, yang dapat mereka gunakan dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 8. Hasil penilaian sejawat dan validasi dalam kategori perluasan

Berdasarkan penilaian sejawat dan validasi tersebut, aktivitas pembelajaran digital yang dikembangkan memiliki potensi untuk mendukung pembelajaran siswa dalam topik pencerminan. Dalam implementasi aktivitas tersebut, guru perlu mempersiapkan diri untuk mengelola pembelajaran yang menggunakan teknologi digital. Untuk itu, bagi guru yang belum familier dengan Desmos, guru dapat mengikuti program-program pengembangan diri yang relevan (Ishartono et al., 2018; Setyawan et al., 2018). Selain itu, aktivitas pembelajaran yang dikembangkan ini disarankan untuk diimplementasikan dalam pembelajaran yang memfasilitasi diskusi yang produktif (Kristanto, 2018). Salah satu metode yang dapat dijadikan rujukan untuk memfasilitasi diskusi matematis yang produktif adalah metode lima praktik yang diusulkan oleh Sten et al. (2008)

5. KESIMPULAN

Penelitian ini mengembangkan aktivitas pembelajaran digital dengan menggunakan kalkulator grafik Desmos untuk membantu peserta didik dalam

memahami konsep transformasi geometri, khususnya pencerminan. Berdasarkan hasil penilaian teman sejawat dan validasi diperoleh bahwa aktivitas pembelajaran matematika digital yang dikembangkan berpotensi mampu memberikan kesempatan bagi siswa untuk menjelaskan dan bernalar serta mengekspresikan gagasan matematisnya. Aktivitas ini juga berpotensi untuk mampu memberikan perubahan kepada siswa dari yang awalnya memiliki pribadi yang pasif menjadi pribadi yang aktif secara sosial. Selanjutnya, aktivitas pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini juga berpotensi dapat menciptakan cara bagi siswa untuk menunjukkan pemahaman mereka tentang tujuan pembelajaran dengan cara yang tidak dapat mereka lakukan dengan alat tradisional (tanpa teknologi). Terakhir, aktivitas pembelajaran yang sudah dirancang dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar di luar jam sekolah serta membangun *softskill* yang autentik, yang dapat mereka gunakan dalam kehidupan sehari-hari.

6. REFERENSI

- Albab, I. U., Hartono, Y., & Darmawijoyo, D. (2014). KEMAJUAN BELAJAR SISWA PADA GEOMETRI TRANSFORMASI MENGGUNAKAN AKTIVITAS REFLEKSI GEOMETRI. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 3(3). <https://doi.org/10.21831/cp.v3i3.2378>
- Hidayati, H., & Sugeng, S. (2021). Penerapan Transformasi Geometri Pada Desain Batik Lia Maido Menggunakan Desmos. *Primatika : Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 99–106. <https://doi.org/10.30872/primatika.v10i2.711>
- Ishartono, N., Kristanto, Y. D., & Setyawan, F. (2018). Upaya Peningkatan Kemampuan Guru Matematika SMA dalam Memvisualisasikan Materi Ajar dengan Menggunakan Website DESMOS. In *Proceeding of The 8th University Research Colloquium 2018: Bidang Pendidikan, Humaniora dan Agama* (pp. 78–86).

- Universitas Muhammadiyah
Purwokerto.
- Kolb, L. (2020). *Learning first, technology second in practice* (First edition). International Society for Technology in Education.
- Kristanto, Y. D. (2018). *Modul Guru: Mengupayakan Diskursus dan Penalaran Matematis dengan Desmos*. Figshare.
https://figshare.com/articles/Modul_Guru_Mengupayakan_Diskursus_dan_Penalaran_Matematis_dengan_Desmos/6046931
- Kristanto, Y. D. (2020a). *Creating Interactive and Mathematically Rich Activity with Desmos*. Figshare.
https://figshare.com/articles/Creating_Interactive_and_Mathematically_Rich_Activity_with_Desmos/11980143
- Kristanto, Y. D. (2020b). Teknologi dalam Belajar Mengajar Matematika: Bermatematika Dahulu, Teknologi Kemudian. *SEAMETRICAL*, 1(1), 20–23.
- Kristanto, Y. D. (2021). Pelatihan Desain Aktivitas Pembelajaran Matematika Digital dengan Menggunakan Desmos. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 27(3), 192–199.
- Kristanto, Y. D., Melissa, M. M., & Panuluh, A. H. (2019). Discovering the formal definition of limit through exploration in dynamic geometry environments. *Journal of Physics: Conference Series*, 1180, 012004.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1180/1/012004>
- Kusumaningtyas, N., Trapsilasiwi, D., & Fatahillah, A. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Online Berbantuan Desmos Pada Kelaskita Materi Program Linier Kelas XI SMA. *Kadikma: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 9(3), 118–128.
- Netriwati, & Lena, M. S. (2017). *Media Pembelajaran Matematika*. Permata Net.
- Ramadani, M., Pujiastuti, H., Faturrohman, M., & Syamsuri, S. (2023). Integrasi Teknologi Desmos dalam Pembelajaran Matematika: A Systematic Literature Review. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(2), 850–855.
<https://doi.org/10.54371/jiip.v6i2.1340>
- Rudhito, M. A. (2020). *Dasar-Dasar Penelitian Desain Untuk Pendidikan*. Deepublish.
- Schoenfeld, A. H. (2020). Reframing teacher knowledge: A research and development agenda. *ZDM*, 52(2), 359–376.
<https://doi.org/10.1007/s11858-019-01057-5>
- Setyawan, F., Kristanto, Y. D., & Ishartono, N. (2018). Preparing In-Service Teacher Using Dynamic Geometry Software. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.30), 367.
<https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.30.22317>
- Siregar, N. R. (2017). Persepsi siswa pada pelajaran matematika: Studi pendahuluan pada siswa yang menyenangi game. *Prosiding Temu Ilmiah Nasional X Ikatan Psikologi Perkembangan Indonesia*, 1.
<http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/ippi/article/view/2193/0>
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating Productive Mathematical Discussions: Five Practices for Helping Teachers Move Beyond Show and Tell. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(4), 313–340.
<https://doi.org/10.1080/10986060802229675>
- Sullivan, P. (2022). Using CODAP to Grow Students' Probabilistic Reasoning. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching PK-12*, 115(4), 283–293.
<https://doi.org/10.5951/MTLT.2021.103>
- Tamur, M., Weinhandl, R., Sennen, E., Ndiung, S., & Nurjaman, A. (2022). The Effect of Cabri Express in Geometry Learning on Students' Mathematical Communication Ability. *JTAM (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika)*, 6(4), 1027.
<https://doi.org/10.31764/jtam.v6i4.10865>

Urbanowski, V. (2022). Pandemic Outbreak Modeling with a Spreadsheet. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching PK-12*, 115(7), 490–501.

Yohannes, A., & Chen, H.-L. (2021). GeoGebra in mathematics education: A systematic review of journal

articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*, 1–16.

<https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>