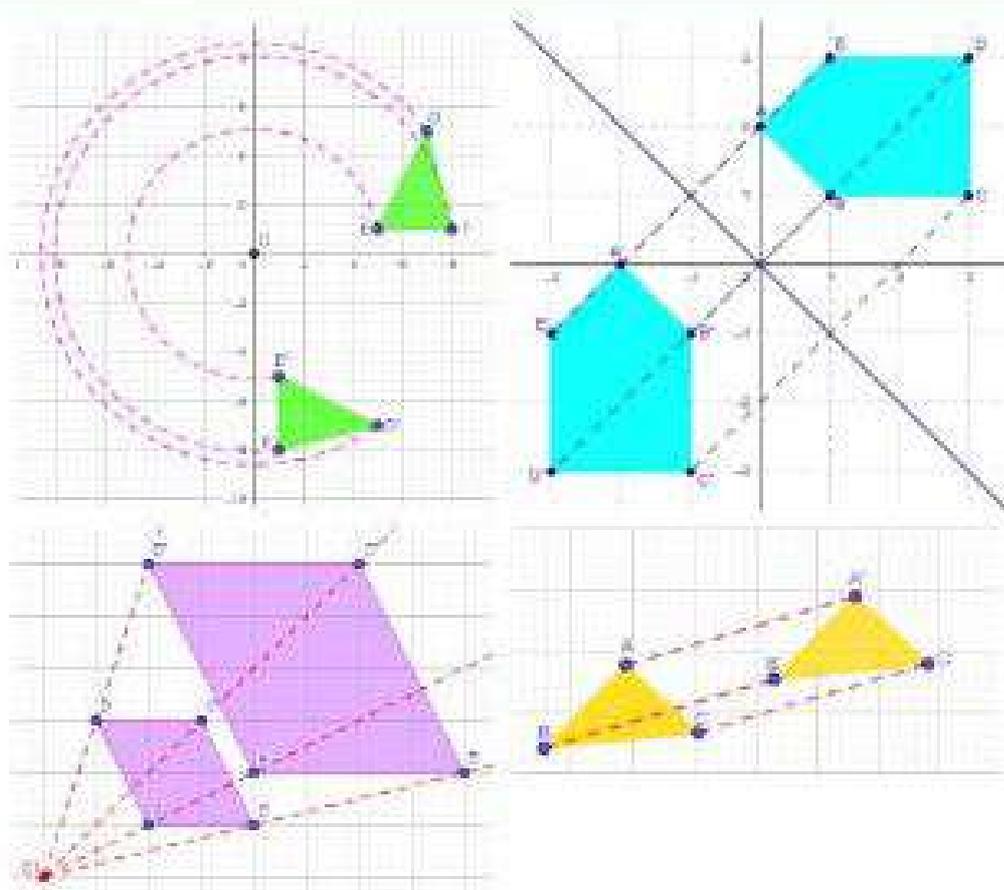




PENGANTAR PENGEMBANGAN
PERANGKAT PEMBELAJARAN

MATERI GEOMETRI TRANSFORMASI



Dr. Hanifah, M.Kom. | Rahadi Bimansah
Ridho Agio Nesta



**PENUNTUN PENGEMBANGAN
PERANGKAT PEMBELAJARAN
MATERI GEOMETRI TRANSFORMASI**

**Dr. Hanifah, M.Kom.
Rahadi Bimansah
Ridho A Nesta**



**PENUNTUN PENGEMBANGAN PERANGKAT
PEMBELAJARAN MATERI GEOMETRI TRANSFORMASI**

Copyright © Hanifah, dkk., 2023
Hak cipta dilindungi undang-undang
All right reserved

Layouter: Muhamad Safi'i
Desain cover: Dicky M. Fauzi
vi + 181 hlm: 14 x 21 cm
Cetakan: Pertama, Juli 2023
ISBN: 978-623-157-006-2

Anggota IKAPI

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memplagiasi atau memperbanyak seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

Diterbitkan oleh:

Akademia Pustaka

Jl. Raya Sumbergempol, Tulungagung, Jawa Timur

Telp: 081807413208

Email: redaksi.akademia.pustaka@gmail.com

Website: www.akademiapustaka.com

Kata Pengantar

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Buku *Pengantar Pengembangan Perangkat Pembelajaran Materi Geometri Transformasi*.

Tujuan dari buku ini adalah sebagai masukan dan referensi kepada para guru khususnya dalam mengajar matematika materi transformasi untuk mengatasi kesulitan belajar peserta didik dengan menghadirkan solusi yang kreatif. Semoga dengan adanya buku ini, dapat menambah ilmu terutama dalam bidang pendidikan serta kegiatan pembelajaran dapat berjalan lancar sesuai yang diharapkan.

Dalam penyusunan buku ini, kami menyadari bahwa masih ada kekurangan. Hal itu disebabkan karena terbatasnya ilmu pengetahuan dan kemampuan yang kami miliki. Oleh karena itu, kami mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak terutama dari pihak-pihak yang lebih kompeten. Kritik dan saran yang bersifat membangun selalu kami harapkan demi kesempurnaan buku ini.

Bengkulu, Juli 2023

Tim Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v

BAB 1

PEMBELAJARAN ABAD 21.....	1
A. Kompetensi Abad 21	1
B. Keterampilan Abad 21	3
C. Konsep Pembelajaran Abad 21	5
D. Karakteristik Guru Abad 21	7
E. Model Pembelajaran Abad 21	9

BAB II

MATERI GEOMETRI TRANSFORMASI	13
A. Materi	13

BAB III

PENUNTUN GEOGEBRA GEOMETRI TRANSFORMASI	31
A. Cara Pembuatan Media Translasi.....	31
B. Cara Pembuatan Media Refleksi	47
C. Cara Pembuatan Media Rotasi	54
D. Cara Pembuatan Media Dilatasi	67

BAB IV

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN GEOMETRI TRANSFORMASI	81
A. Pengembangan Alat Peraga Transformasi	81
B. Video Pembelajaran Geometri Transformasi.....	87
C. Penyelesaian Transformasi dengan Geogebra	91
D. Pengembangan e-Book dan LKPD	99

E. Pengembangan Kuis Interaktif Pembelajaran.....	103
F. Pengembangan RPP dan LKPD berbasis Model PBL.....	108
G. Pengembangan RPP dan LKPD Berbasis Model APOS	144
DAFTAR PUSTAKA	167
LAMPIRAN.....	170

BAB 1

PEMBELAJARAN ABAD 21

A. Kompetensi Abad 21

Teknologi informasi berkembang dengan pesat baik ditinjau dari segi *hardware* maupun dari segi *software*. Perkembangan TI tersebut memengaruhi kehidupan manusia, dimana manusia bisa memperoleh informasi yang diinginkannya dalam waktu yang sangat singkat yang menembus sekat ruang dan waktu. Orang bisa memesan makanan yang diinginkan cukup dari rumah melalui alat komunikasi yang dimilikinya. Pesanan akan diantar oleh kurir sampai ke rumah pemesan. Begitu juga dengan pakaian atau kebutuhan hidup lainnya, banyak sekali tawaran pakaian atau kebutuhan lainnya yang ditawarkan orang melalui media sosial seperti Instagram, Tiktok, *WhatsApp* (WA) dan sebagainya.

Pengaruh perkembangan TI yang sangat pesat juga terjadi di dunia pendidikan. Banyak informasi tentang materi atau bahan ajar atau jawaban soal yang tersimpan di internet. Jangan heran bila ada jawaban siswa serupa untuk suatu penugasan walau sedang berada di lain tempat. Kadang soal dan jawaban sudah tersedia di internet, tinggal unduh lalu salin atau cetak dan ganti nama. Bila jawaban belum ada di internet, maka siswa yang pintar biasanya suka memberikan jawabannya kepada temannya. Bila komunikasi yang

digunakan siswa tersebut adalah WA, maka dalam hitungan detik, lembar jawaban berpindah dari si pemberi ke penerima. Tentu saja tujuan dari pemberian tugas oleh Guru kepada siswa tidak tercapai sebagaimana yang diharapkan guru yakni siswa mampu menyelesaikan soal yang diberikan kepada siswa dengan jawaban yang benar. Untuk mengatasi hal tersebut maka proses pembelajaran harus berubah mengikuti perubahan zaman dengan berubahnya *hardware* dan *software* teknologi informasi dari tahun ke tahun. Berubah dari pembelajaran terpusat pada guru menjadi pembelajaran yang terpusat pada siswa.

Pembelajaran yang terpusat pada guru dikenal juga dengan istilah pembelajaran konvensional. Guru menjadi sumber ilmu yang utama, dalam menyampaikan ilmu, guru berusaha menyampaikan materi semenarik mungkin dan sejelas-jelasnya. Siswa menyimak penjelasan guru, siswa akan menyalin catatan guru yang ada di papan tulis bila sudah dipersilahkan oleh guru. Pembelajaran terpusat pada siswa adalah siswa mengkonstruksi sendiri ilmu yang dipelajarinya. Guru membantu siswa dengan cara memfasilitasi siswa untuk mendapatkan sumber bacaan. Guru merancang pembelajaran berbantuan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Berdasarkan hal tersebut maka hendaklah para guru mengetahui kompetensi abad 21, dan memiliki karakter yang dibutuhkan pada abad 21.

Bishop (2006) mengemukakan orientasi-orientasi pembelajaran abad 21 dalam bentuk berbagai keterampilan abad 21 yang penting dikuasai peserta didik untuk menjadi warga negara dan insan yang kreatif produktif di abad 21 yang diilustrasikan melalui gambar 1.



Gambar 1. Kompetensi Abad 21

B. Keterampilan Abad 21

1. Berpikir kritis dan penyelesaian masalah (*critical thinking and problem solving*)

Berpikir kritis merupakan keterampilan yang diperlukan peserta didik untuk menghadapi kompleksitas dan ambiguitas informasi yang besar. Peserta didik perlu dibiasakan untuk berpikir analitis, membandingkan berbagai kondisi, dan menarik kesimpulan untuk dapat menyelesaikan masalah.

2. Kreativitas dan inovasi (*creativity and innovation*)

Kreatifitas dan inovasi merupakan kunci pertumbuhan bagi negara berkembang. Kurikulum 2013 memiliki tujuan mempersiapkan manusia Indonesia agar memiliki kemampuan hidup sebagai pribadi yang beriman, produktif, kreatif, inovatif dan afektif. Kreatifitas akan melahirkan daya tahan hidup dan menciptakan nilai tambah sehingga

mengurangi kebiasaan untuk mengeksploitasi sumber daya alam, namun berusaha menciptakan ekonomi kreatif berbasis pengetahuan dan warisan budaya.

3. Pemahaman lintas budaya (*cross-cultural understanding*)

Keragaman budaya di Indonesia sangat penting dipahami oleh peserta didik selain pengenalan keragaman budaya lintas negara.

4. Komunikasi, literasi informasi, dan media (*media literacy, information, and communication skill*)

Keterampilan komunikasi dimaksudkan agar peserta didik dapat menjalin hubungan dan menyampaikan gagasan dengan baik secara lisan, tulisan maupun non verbal.

5. Komputer dan literasi teknologi informasi dan Komunikasi (*computing and ICT literacy*)

Literasi TIK mengandung kemampuan untuk memformulasikan pengetahuan, mengekspresikan diri secara kreatif dan tepat, serta menciptakan dan menghasilkan informasi bukan sekedar memahami informasi.

6. Karir dan kehidupan (*life and career skill*)

Peserta didik akan berkarya dan berkarir di masyarakat dimana dunia kerja memerlukan orang-orang yang mandiri, suka mengambil inisiatif, pandai mengelola waktu, dan berjiwa kepemimpinan.

Keenam keterampilan di atas sesungguhnya bisa dikelompokkan menjadi tiga katagori, yaitu; (1) keterampilan belajar dan inovasi meliputi berpikir kritis dan pemecahan masalah, komunikasi dan kolaborasi, serta kreativitas dan

inovasi, (2) literasi digital meliputi literasi informasi, literasi media, dan literasi TIK, dan (3) keterampilan dalam karir dan kehidupan meliputi sikap luwes dan mampu beradaptasi, inisiatif dan mengarahkan diri, mampu berinteraksi dalam lintas sosial budaya, produktif dan akuntabel.

C. Konsep Pembelajaran Abad 21

1. *Critical Thinking and Problem Solving* (Berpikir Kritis & Pemecahan Masalah)

Berpikir kritis secara esensial adalah proses aktif dimana seseorang memikirkan berbagai hal secara mendalam, mengajukan pertanyaan untuk diri sendiri, menemukan informasi yang relevan untuk diri sendiri daripada menerima berbagai hal dari orang lain. Dalam konsep ini peserta didik belajar memecahkan masalah yang ada dan mampu menjelaskan, menganalisis dan menciptakan solusi bagi individu maupun masyarakat. Peran peserta didik dalam penerapan pembelajaran abad 21 adalah; belajar secara kolaboratif, belajar berbasis masalah, memiliki kemampuan high order thinking, serta belajar mengajukan pertanyaan.

2. *Creativity and Innovation* (Daya Cipta dan Inovasi)

Kreativitas dapat dimaknai sebagai kemampuan berpikir outside the box tanpa dibatasi aturan yang cenderung mengikat. Anak-anak yang memiliki kreativitas tinggi mampu berpikir dan melihat suatu masalah dari berbagai sisi atau perspektif. Hasilnya, mereka akan berpikiran lebih terbuka dalam menyelesaikan masalah. Pada konsep ini peserta didik akan diajak untuk bisa membiasakan diri dalam

melakukan dan menjelaskan setiap ide yang dipikirkannya. Ide ini akan dipresentasikan kepada teman kelas secara terbuka sehingga nantinya akan menimbulkan reaksi dari teman kelas. Aktivitas ini bisa menjadikan sudut pandang peserta didik menjadi luas dan terbuka dengan setiap pandangan yang ada.

3. *Collaboration* (Kerjasama)

Collaboration adalah aktivitas bekerja sama dengan seseorang atau beberapa orang dalam satu kelompok untuk mencapai tujuan yang ditetapkan bersama. Aktivitas ini penting diterapkan dalam proses pembelajaran agar anak mampu dan siap untuk bekerja sama dengan siapa saja dalam kehidupannya mendatang. Saat berkolaborasi bersama orang lain, anak akan terlatih untuk mengembangkan solusi terbaik yang bisa diterima oleh semua orang dalam kelompoknya. Konsep kerjasama akan mengajak peserta didik untuk belajar membuat kelompok, menyesuaikan dan kepemimpinan. Tujuan kerjasama ini agar peserta didik mampu bekerja lebih efektif dengan orang lain, meningkatkan empati dan bersedia menerima pendapat yang berbeda.

4. *Communication* (Komunikasi)

Communication dimaknai sebagai kemampuan anak dalam menyampaikan ide dan pikirannya secara cepat, jelas, dan efektif. Keterampilan ini terdiri dari sejumlah sub-*skill*, seperti kemampuan berbahasa yang tepat sasaran, kemampuan memahami konteks, serta kemampuan membaca pendengar (*audience*) untuk memastikan pesannya tersampaikan. Dalam hal ini peserta didik diminta

untuk bisa menguasai, mengatur, dan membangun komunikasi yang baik dan benar baik secara tulisan, lisan, maupun multimedia. Peserta didik diberi waktu untuk mengelola hal tersebut dan menggunakan kemampuan komunikasi untuk berhubungan seperti menyampaikan gagasan, berdiskusi hingga memecahkan masalah yang ada.

D. Karakteristik Guru Abad 21

1. *Life-long learner* (pembelajar seumur hidup)

Guru perlu meng-*upgrade* terus pengetahuannya dengan banyak membaca serta berdiskusi dengan pengajar lain atau bertanya pada para ahli. Zaman terus berubah dan guru wajib *up to date* agar dapat mendampingi siswa berdasarkan kebutuhan mereka.

2. Kreatif dan inovatif

Siswa yang kreatif lahir dari guru yang kreatif dan inovatif. Guru diharapkan mampu memanfaatkan variasi sumber belajar untuk menyusun kegiatan di dalam kelas.

3. Mengoptimalkan teknologi

Salah satu ciri dari model pembelajaran abad 21 adalah penggunaan digital dan *online* media.

4. Reflektif

Guru yang reflektif adalah guru yang mampu menggunakan penilaian hasil belajar untuk meningkatkan kualitas mengajarnya. Guru yang reflektif mengetahui kapan strategi mengajarnya kurang optimal untuk membantu siswa mencapai keberhasilan belajar. Guru yang

reflektif mampu mengoreksi pendekatannya agar cocok dengan kebutuhan siswa.

5. Kolaboratif.

Ini adalah salah satu keunikan pembelajaran abad 21. Guru dapat berkolaborasi dengan siswa dalam pembelajaran. Selalu ada *mutual respect* dan kehangatan sehingga pembelajaran akan lebih menyenangkan. Selain itu guru juga membangun kolaborasi dengan orang tua melalui komunikasi aktif dalam memantau perkembangan anak.

6. Menerapkan *student centered*

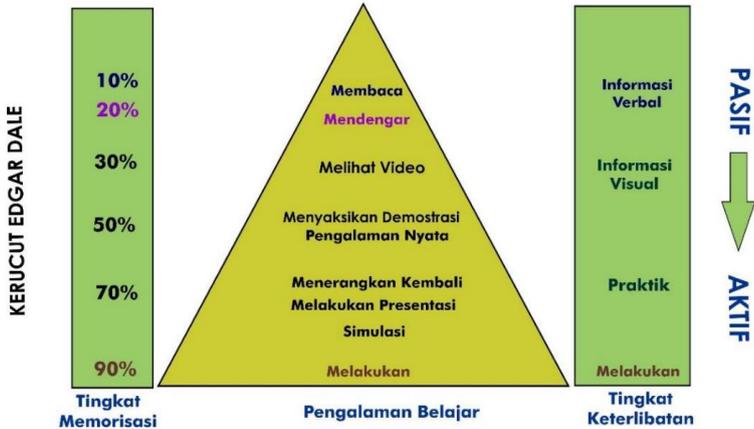
Ini adalah salah satu kunci dalam pembelajaran kelas kekinian. Dalam hal ini, siswa memiliki peran aktif dalam pembelajaran sehingga guru hanya bertindak sebagai fasilitator.

7. Menerapkan pendekatan diferensiasi.

Dalam menerapkan pendekatan ini, guru akan mendesain kelas berdasarkan gaya belajar siswa. Pengelompokkan siswa di dalam kelas juga berdasarkan minat serta kemampuannya. Dalam melakukan penilaian guru menerapkan *formative assessment* dengan menilai siswa secara berkala berdasarkan performanya (tak hanya tes tulis). Tak hanya itu, guru bersama siswa berusaha untuk mengatur kelas agar menjadi lingkungan yang aman dan suportif untuk pembelajaran.

E. Model Pembelajaran Abad 21

Sebelum memilih Model Pembelajaran, ada baiknya memperhatikan dulu kerucut pengalaman belajar Edgar Dale pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Kerucut Pengalaman Belajar

Berdasarkan kerucut pengalaman belajar Edgar Dale pada gambar 2, terlihat bahwa bila kegiatan siswa adalah mendengar, maka yang dapat diingat oleh siswa adalah 20% saja dari apa yang didengarnya dari penjelasan guru. Siswa mampu mengingat sebanyak 90% bila siswa melakukan sebuah kegiatan, misalnya membuat alat peraga dan mempresentasikan alat peraga tersebut di depan kelas. Pengalaman langsung ini merupakan pengalaman belajar yang paling tinggi, sehingga pemanfaatan sumber-sumber digital tetap perlu diikuti dengan pengalaman langsung dengan memanfaatkan sumber belajar fisik.

Sebagai guru yang bertindak sebagai fasilitator, maka ketika memilih model pembelajaran yang akan diterapkan, guru bisa memanfaatkan kerucut pengalaman belajar Dale Edgar. Peran guru dalam pembelajaran abad 21 diantaranya adalah sebagai fasilitator. Salah satu tugas guru adalah memilih model pembelajaran yang terpusat pada siswa dengan cara mengembangkan perangkat pembelajaran sesuai sintak dari model yang dipilih. Guru abad 21 harus bisa lebih kreatif dan juga inovatif dalam mengembangkan suatu metode belajar. Metode-metode berikut ini kemudian banyak digunakan oleh guru pada praktik pembelajaran:

1. *Student Centered*

Pembelajaran dipusatkan pada siswa. Pembelajaran akan mengikuti karakter siswa. Baik itu minat maupun kemampuan belajar siswa. Guru cenderung berperan sebagai fasilitator.

2. *Discovery Learning*

Discovery learning adalah suatu metode pembelajaran yang mendorong siswa untuk bisa menemukan pengetahuan secara mandiri. Siswa akan diarahkan untuk bisa belajar secara aktif dan mandiri (*self learning*). Memanfaatkan source yang ada untuk menggali, menyelidiki, hingga akhirnya menemukan suatu konsep pengetahuan. Metode ini juga berguna untuk merangsang *critical thinking* dan *problem solving*. Peserta didik juga akan terdorong untuk bisa menjalankan *life-long learning*.

3. *Flipped Classroom*

Ide dasar dari metode ini adalah membalik pendekatan pada suatu kegiatan pembelajaran. Siswa akan diberikan suatu akses terhadap materi pembelajaran. Materi tersebut bisa diakses di rumah yang kemudian bisa dipelajari para siswa sebelum pertemuan di kelas. Kemudian, ruang kelas berperan sebagai wahana diskusi untuk mengatasi masalah, mengembangkan suatu konsep, dan juga wadah untuk kolaborasi.

4. *Project Based Learning*

Metode ini melibatkan siswa pada suatu proyek. Melalui proyek tersebut, siswa bisa leluasa melakukan eksplorasi hingga akhirnya bias menemukan suatu hasil pembelajaran. Metode ini bisa mendorong siswa untuk lebih kreatif.

5. *Collaborative Learning*

Salah satu ciri industri 4.0 yaitu menekankan budaya kerja yang kolaboratif. Metode ini akan mempersiapkan siswa supaya terbiasa menjalankan budaya kerja kolaboratif. Metode ini juga bisa merangsang kemampuan siswa dalam berkomunikasi dan menjalin hubungan sosial.

6. *Blended Learning*

Blended learning mengolaborasikan metode pembelajaran *online* dan tatap muka. Metode ini bisa mengatasi keterbatasan jarak dalam pembelajaran. Dengan mengolaborasikan dua metode pembelajaran, pencapaian pembelajaran bisa dioptimalkan.

BAB II

MATERI GEOMETRI TRANSFORMASI

A. Materi

Kompetensi Dasar	Indikator Pembelajaran
3.5 Menjelaskan transformasi geometri (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi) yang dihubungkan dengan masalah kontekstual.	3.5.1 Menganalisis masalah kontekstual yang berkaitan dengan konsep transformasi (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi).
4.5 Menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan transformasi geometri (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi).	4.5.1 Memecahkan masalah kontekstual yang berkaitan konsep transformasi (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi).

Transformasi Geometri merupakan perubahan suatu bidang geometri yang meliputi posisi, besar dan bentuknya sendiri. Jika hasil transformasi kongruen dengan bangunan yang ditransformasikan, maka disebut transformasi isometri. Transformasi isometri sendiri memiliki dua jenis yaitu transformasi isometri langsung dan transformasi isometri berhadapan. Transformasi isometri langsung

termasuk translasi dan rotasi, sedangkan transformasi isometri berhadapan termasuk refleksi. Transformasi geometri terdiri dari refleksi (pencerminan), translasi (pergeseran), rotasi (perputaran), dan dilatasi (perkalian).

1. Refleksi



Gambar 1 Foto Pencerminan Bangunan pada Air

Kalian lihat gambar 1 di atas. Terlihat gambar sebuah bangunan, setiap titik dari bangunan asli yang di atas garis air memiliki titik yang bersesuaian bayangannya pada air. Jarak dari semua titik pada bangunan asli ke permukaan air sama besarnya dengan jarak dari bayangan titik tersebut ke permukaan air. Bayangan dari bangunan tersebut dinamakan refleksi.

Jadi, Refleksi (pencerminan) merupakan salah satu jenis transformasi yang memindahkan setiap titik pada suatu

bidang (atau bangun geometri) dengan menggunakan sifat bangun dan bayangannya pada cermin datar.

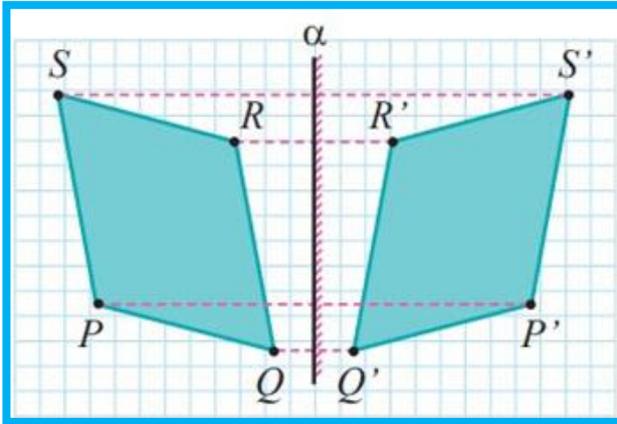
Apakah kalian pernah bercermin? Mengapa saat kalian mendekati bayangannya mendekat, dan jika kalian menjauh maka bayangan kalian menjauh?



Gambar 2 Foto Anak Kecil Bercermin

Sifat bayangan benda yang dibentuk oleh pencerminan diantaranya sebagai berikut:

- a. Bayangan suatu bangun yang dicerminkan memiliki bentuk dan ukuran yang sama dengan bangun yang asli.
- b. Jarak bayangan ke cermin sama dengan jarak benda yang aslinya ke cermin.
- c. Bayangan bangun pada cermin saling berhadapan dengan bangun yang asli.



Gambar 3 Pencermian dari Segi Empat PQRS

Perhatikan gambar 3 di atas. Gambar tersebut merupakan refleksi (pencermian) dari segi empat PQRS terhadap garis α sehingga menghasilkan bayangan $P'Q'R'S'$. Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk menggambar bayangan hasil refleksi segi empat PQRS terhadap garis α :

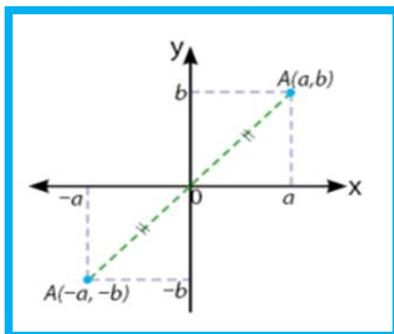
- Gambar ruas garis yang tegak lurus terhadap garis α dari P, Q, R, dan S.
- Tentukan titik P' , Q' , R' , dan S' sehingga garis α tegak lurus dan membagi PP' , QQ' , RR' , SS' sama panjang. Titik P' , Q' , R' , dan S' merupakan bayangan titik P, Q, R, dan S.
- Hubungkan titik-titik P' , Q' , R' , dan S' . Oleh karena itu P' , Q' , R' , dan S' merupakan bayangan dari P, Q, R, dan S yang direfleksikan oleh garis α , maka segi empat $P'Q'R'S'$ merupakan bayangan dari segi empat PQRS.

Dalam sistem koordinasi bidang, pencerminan terdiri atas beberapa jenis, yaitu:

a. Pencerminan terhadap titik asal $O(0,0)$

Jika $A(x,y)$ dicerminkan terhadap titik asal O , maka bayangannya adalah $A'(-x,-y)$

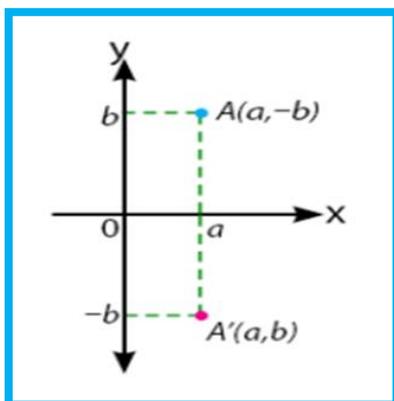
$$A(a, b) \xrightarrow{M_{(0,0)}} A'(-a, -b)$$



b. Pencerminan terhadap Sumbu X dan Sumbu Y

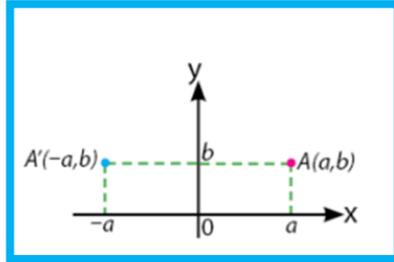
1) Jika $A(x,y)$ dicerminkan terhadap sumbu X, maka bayangannya adalah $A'(x,-y)$ dan dapat ditulis:

$$A(a, b) \xrightarrow{M_x} A'(a, -b)$$



2) Jika $A(x,y)$ dicerminkan terhadap sumbu Y, maka bayangannya adalah $P'(-x,y)$ dan dapat ditulis:

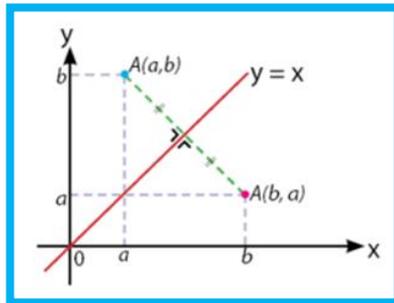
$$A(a, b) \xrightarrow{M_y} A'(-a, b)$$



c. Pencerminan terhadap Garis $y = x$ dan Garis $y = -x$

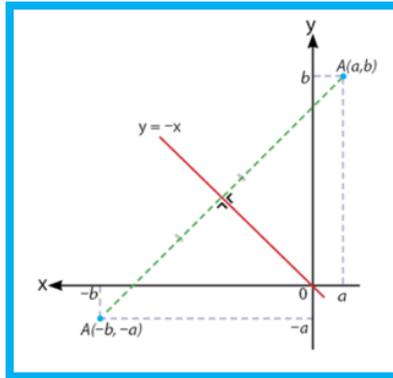
1) Jika $A(x,y)$ dicerminkan terhadap garis $y = x$, maka bayangannya adalah $A'(y,x)$ dan dapat ditulis:

$$A(a, b) \xrightarrow{M_{y=x}} A'(b, a)$$



2) Jika $A(x,y)$ dicerminkan terhadap garis $y = -x$, maka bayangannya adalah $A'(-y,-x)$ dan dapat ditulis:

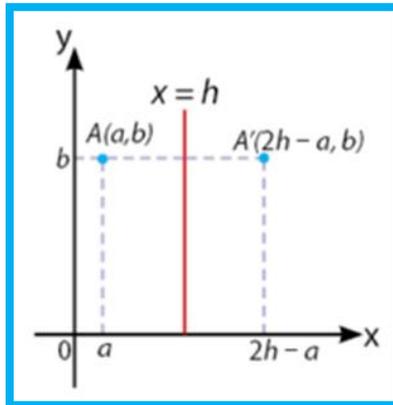
$$A(a, b) \xrightarrow{M_{y=-x}} A'(-b, -a)$$



d. Pencerminan terhadap Garis $x = h$ dan Garis $y = k$

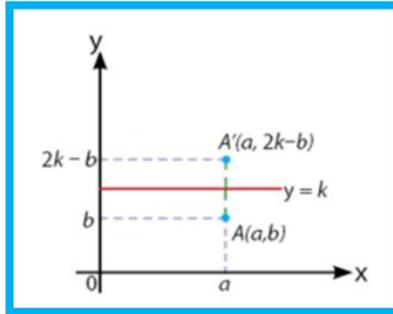
1) Jika $A(x,y)$ dicerminkan terhadap garis $x = h$, maka bayangannya adalah $A'(2h - x,y)$ dan dapat ditulis:

$$A(a, b) \xrightarrow{M_{x=h}} A'(2h - a, b)$$



2) Jika $A(x,y)$ dicerminkan terhadap garis $y = k$, maka bayangannya adalah $A'(x, 2k - y)$ dan dapat ditulis:

$$A(a, b) \xrightarrow{M_{y=k}} A'(a, 2k - b)$$



Jenis Refleksi	Titik Asal	Titik Bayangan
Refleksi terhadap titik asal $O(0,0)$	(x, y)	$(-x, -y)$
Refleksi terhadap sumbu- x	(x, y)	$(x, -y)$
Refleksi terhadap sumbu- y	(x, y)	$(-x, y)$
Refleksi terhadap garis $y = x$	(x, y)	(y, x)
Refleksi terhadap garis $y = -x$	(x, y)	$(-y, -x)$
Refleksi terhadap garis $x = h$	(x, y)	$(2h - x, y)$
Refleksi terhadap garis $y = k$	(x, y)	$(x, 2k - y)$

Contoh Soal

Titik $P(2, 1)$ dicerminkan terhadap sumbu Y , maka P' adalah...

Penyelesaian

$$A(a, b) \xrightarrow{M_y} A'(-a, b)$$

$$P(2,1) \xrightarrow{M_y} P'(-2, 1)$$

Jadi $P(2, 1)$ dicerminkan terhadap sumbu Y hasilnya $P'(-2, 1)$

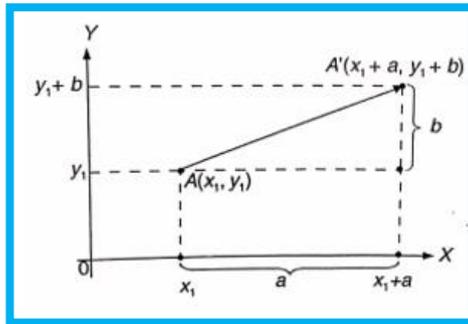
2. Translasi

Translasi adalah transformasi yang memindahkan setiap titik pada bidang menurut jarak dan arah tertentu. Jarak dan arah suatu translasi dapat dilambangkan dengan garis berarah misalnya \vec{AB} atau $\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$.

Untuk mengetahui jenis translasi yang menggerakkan bangun a sehingga menjadi a' , ikuti langkah-langkah berikut.

- Pilih sembarang titik sudut pada bangun awal a (kamu dapat memilih sembarang titik sudut dari bangun), kemudian beri nama titik sudut tersebut A . pada sudut bayangan yang sesuai dengan titik A berikan A' .
- Dari titik A gambarlah garis horizontal sampai tepat berada pada bagian atas A' . selanjutnya gambarlah garis vertikal dari titik tersebut sehingga garis tersebut bertemu dengan titik A' .

- c. Hitung berapa satuan panjang garis horizontal yang menunjukkan seberapa jauh bangun datar a bergeser (bertranslasi) secara horizontal (ke kanan).
- d. Hitung berapa satuan panjang garis horizontal yang menunjukkan seberapa jauh bangun datar a bergeser (bertranslasi) secara vertikal (ke kiri).



$$T = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} : A(x_1, y_1) \rightarrow A'(x_1 + a, y_1 + b)$$

Contoh Soal

Jika titik (2, -1) ditranslasikan oleh $T = (3, 2)$ maka bayangannya adalah...

Penyelesaian

$$(x, y) \xrightarrow{\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}} A'(x + a, y + b)$$

$$A(2, -1) \xrightarrow{\begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}} A'(2 + 3, (-1) + 2)$$

$$A(2, -1) \xrightarrow{\begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}} A'(5, 1)$$

Jadi (2,-1) ditanslasikan terhadap titik (3,2) hasilnya (5, 1)

3. Rotasi

Rotasi atau perputaran adalah transformasi yang memindahkan setiap titik pada bidang ke titik lainnya dengancara memutar pada pusat titik tertentu. Rotasi pada bidang datar ditentukan oleh hal-hal berikut.

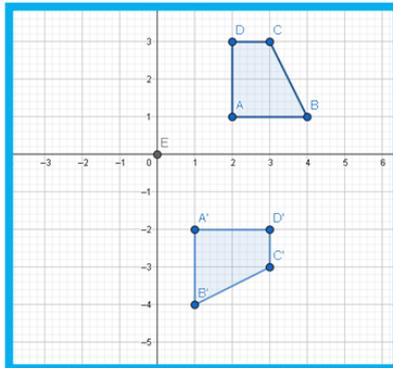
- a. Pusat perputaran
- b. Arah perputaran
- c. Besar sudut perputaran

Pusat perputaran suatu rotasi bisa di titik $O(0,0)$ atau di titik $A(x,y)$. arah perputaran suatu rotasi dapat berlawanan arah jarum jam (disebut rotasi positif), tetapi dapat pula searah jarum jam (disebut rotasi negatif).

- a. Rotasi dengan pusat $A(0,0)$ sebesar 90°

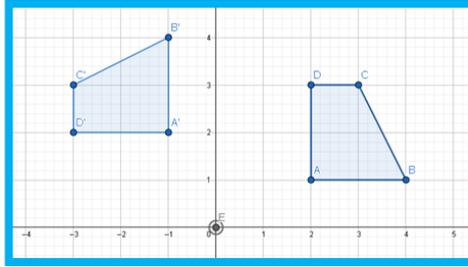
- 1) Jika titik $A(x,y)$ dirotasikan dengan pusat $O(0,0)$ sebesar 90° searah jarum jam. Maka, bayangannya dirumuskan sebagai berikut.

$$A(x, y) \xrightarrow{R(\alpha=90^\circ)} A'(-y, x)$$



2) Jika titik $A(x,y)$ dirotasikan dengan pusat $O(0,0)$ sebesar 90° berlawanan arah jarum jam. Maka, bayangannya dirumuskan sebagai berikut.

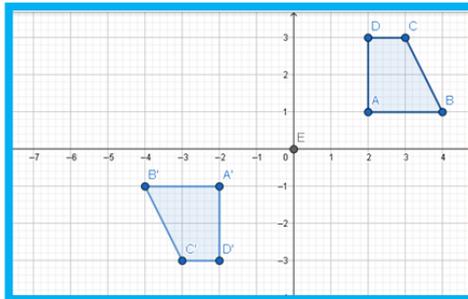
$$A(x, y) \xrightarrow{R(\alpha=-90^\circ)} A'(y, -x)$$



b. Rotasi dengan pusat $A(0,0)$ sebesar 180°

Jika titik $A(x,y)$ dirotasikan dengan pusat $O(0,0)$ sebesar 180° . Maka, bayangannya dirumuskan sebagai berikut.

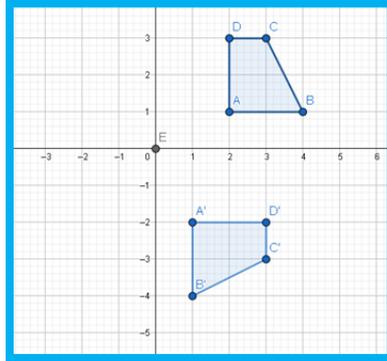
$$A(x, y) \xrightarrow{R(\alpha=\pm 180^\circ)} A'(-x, -y)$$



c. Rotasi dengan pusat $A(0,0)$ sebesar 270°

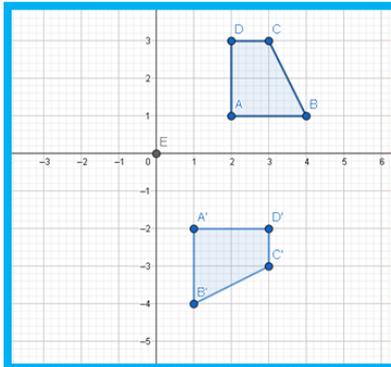
- 1) Jika titik $A(x,y)$ dirotasikan dengan pusat $O(0,0)$ sebesar 270° searah jarum jam. Maka, bayangannya dirumuskan sebagai berikut.

$$A(x, y) \xrightarrow{R(\alpha=270^\circ)} A'(y, -x)$$



- 2) Jika titik $A(x,y)$ dirotasikan dengan pusat $O(0,0)$ sebesar 270° berlawanan arah jarum jam. Maka, bayangannya dirumuskan sebagai berikut.

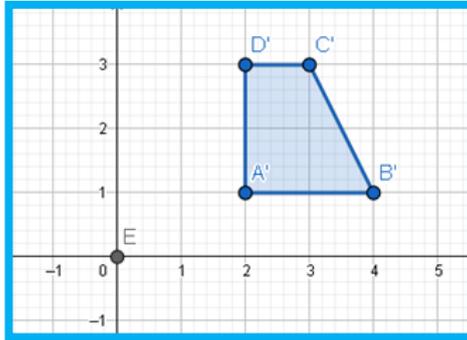
$$A(x, y) \xrightarrow{R(\alpha=-270^\circ)} A'(-y, x)$$



d. Rotasi dengan pusat $A(0,0)$ sebesar 360°

Jika titik $A(x,y)$ dirotasikan dengan pusat $O(0,0)$ sebesar 360° . Maka, bayangannya dirumuskan sebagai berikut.

$$A(x, y) \xrightarrow{R(\alpha=\pm 360^\circ)} A'(x, y)$$



Rotasi	Bayangan
$R(O, 90^\circ)$	$(-y, x)$
$R(O, -90^\circ)$	$(y, -x)$
$R(O, 180^\circ)$	$(-x, -y)$
$R(O, 270^\circ)$	$(y, -x)$
$R(O, -270^\circ)$	$(-y, x)$

Contoh Soal

Titik A dirotasikan terhadap titik $O(0,0)$ sejauh 90° berlawanan dengan arah putaran jam. Tentukanlah bayangan titik A.

Penyelesaian

$$A(x, y) \xrightarrow{R(\alpha=-90^\circ)} A'(y, -x)$$

$$A(2,1) \xrightarrow{R(\alpha=-90^\circ)} A'(1, -2)$$

Dengan demikian $x' = -1$ dan $y' = 2$.

Jadi, bayangan titik $A(2,1)$ oleh rotasi terhadap titik $O(0,0)$ sejauh 90° berlawanan arah putaran jam adalah $A'(-1,2)$

4. Dilatasi

Dilatasi adalah transformasi yang mengubah ukuran atau skala suatu bangun geometri (pembesaran/pengecilan), tetapi tidak mengubah bentuk bangun tersebut. Dilatasi pada bidang datar ditentukan oleh hal-hal berikut:

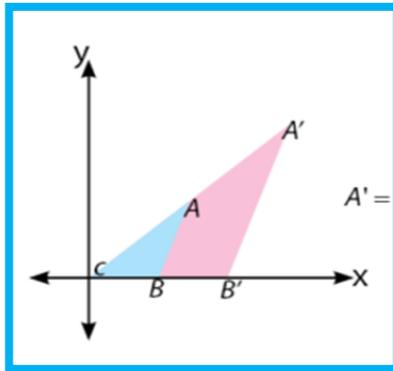
- a. Pusat dilatasi
- b. Faktor dilatasi

Pusat dilatasi dapat terjadi di titik $O(0,0)$ atau di titik $A(x,y)$. sementara itu, faktor dilatasi dapat bersifat positif (pembesaran/pelebaran), bisa pula bersifat negatif (pembesaran/pelebaran berlawanan arah). Faktor dilatasi disebut juga dengan faktor skala.

a. Dilatasi dengan pusat $O(0,0)$

Jika $A(x,y)$ didilatasikan dengan faktor skala m dan pusat di O , maka bayangannya

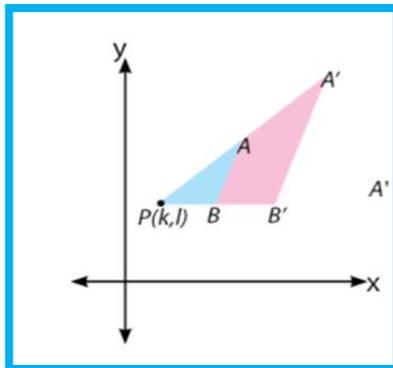
$$A(x, y) \xrightarrow{[0,m]} A'(mx, my)$$



b. Dilatasi dengan pusat $A(x,y)$

Jika $A(x,y)$ didilatasikan dengan faktor skala m dan pusat di $A(k,l)$, maka bayangannya

$$A(x, y) \xrightarrow{[(a,b),m]} A'(m(x - a) + a, m(y - b) + .)$$



Contoh Soal

Dilatasi yang berpusat di titik $(3,1)$ dengan faktor skala 3, memetakan titik $(5,b)$ ke titik $(a,10)$. Maka nilai $a-b$ adalah...

Penyelesaian

Dilatasi dengan pusat $(3,1)$ dengan faktor skala 3 akan menghasilkan bayangan sebagai berikut.

$$A(x, y) \xrightarrow{[(a,b),m]} A'(m(x - a) + a, m(y - b) + b)$$

$$A(a, 10) \xrightarrow{[(3,1),3]} A'(3(5 - 3) + 3, 3(b - 1) + 1)$$

$$A(a, 10) \xrightarrow{[(3,1),3]} A'((15 - 9) + 3, (3b - 3) + 1)$$

$$A(a, 10) \xrightarrow{[(3,1),3]} A'(6 + 3, (3b - 3) + 1)$$

$$A(a, 10) \xrightarrow{[(3,1),3]} A'(9, (3b - 2))$$

Jadi itulah nilainya

$$a = 9$$

$$3b - 2 = 10 \rightarrow 3b = 12 \rightarrow b = 4$$

Sehingga

$$a - b = 9 - 4 = 5$$

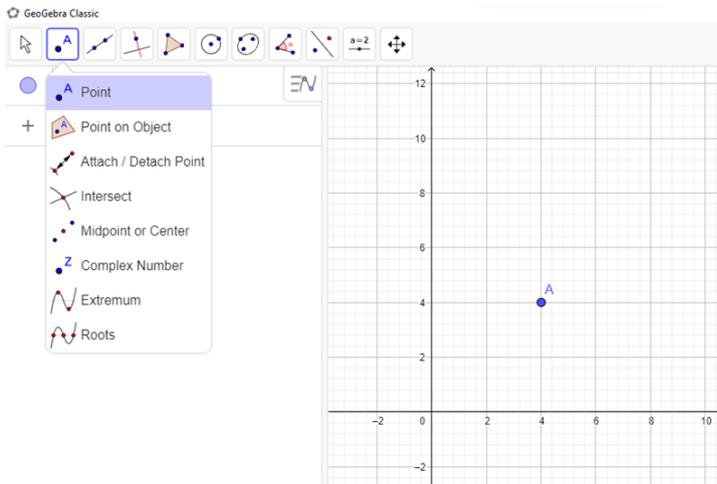
BAB III

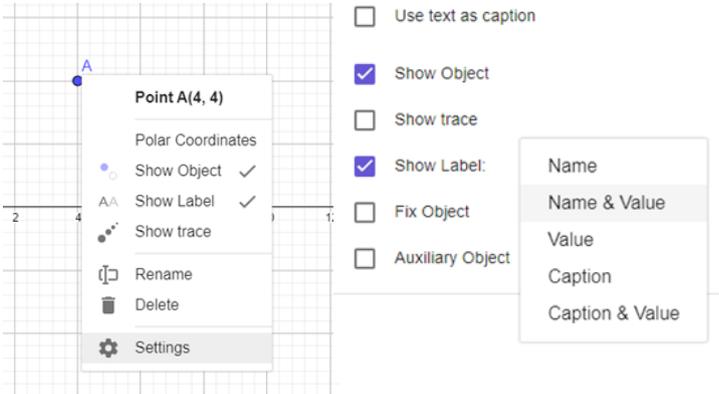
PENUNTUN GEOGEBRA GEOMETRI TRANSFORMASI

Agar peserta didik lebih memahami bagaimana konsep transformasi geometri yang meliputi translasi, refleksi, rotasi dan dilatasi. Disini penulis akan sedikit memberikan penuntun bagaimana cara membuat media translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi yaitu:

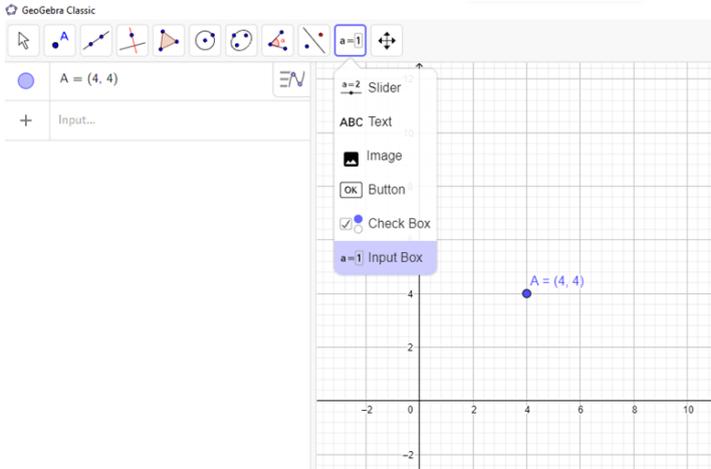
A. Cara Pembuatan Media Translasi

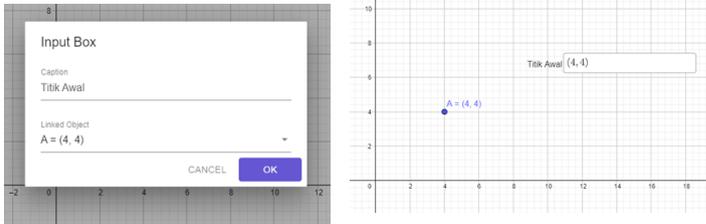
1. Buka aplikasi *software* geogebra, lalu buat sembarang titik dengan fitur *point*, agar titik yang kita buat tadi terlihat koordinatnya, kita bisa klik kanan-*setting*-aktifkan *show label (name & value)*.



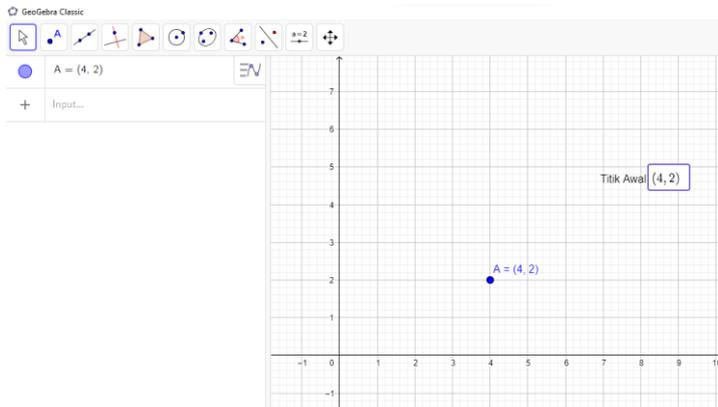


2. Setelah terlihat titik koordinatnya tadi, maka langkah selanjutnya kita harus menghubungkan titik yang kita buat tadi dengan fitur *input box-caption* (bebas)-hubungkan dengan titik A.

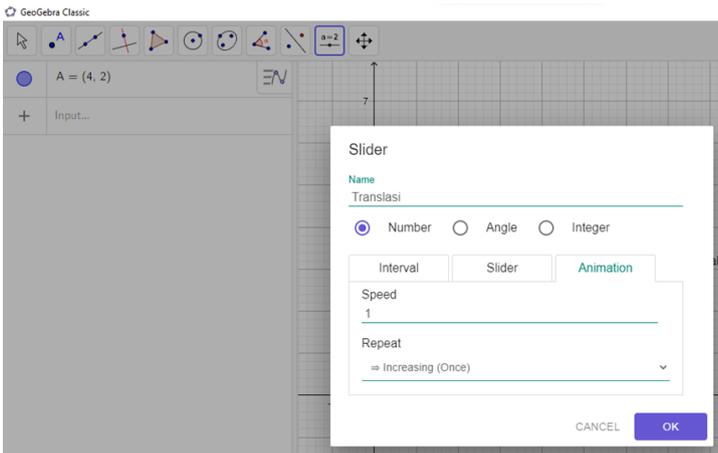
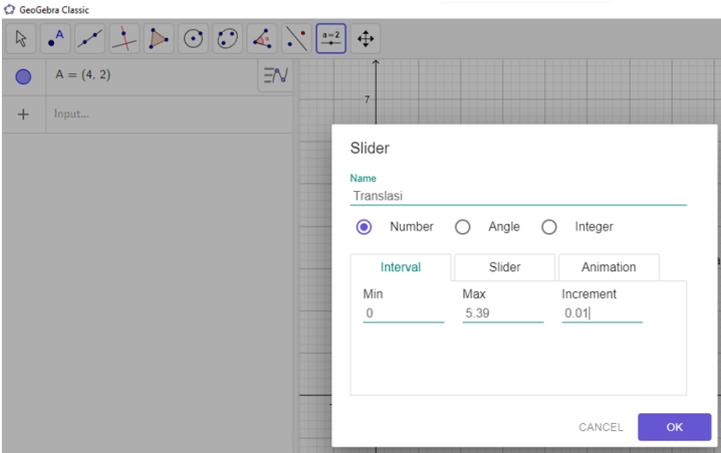




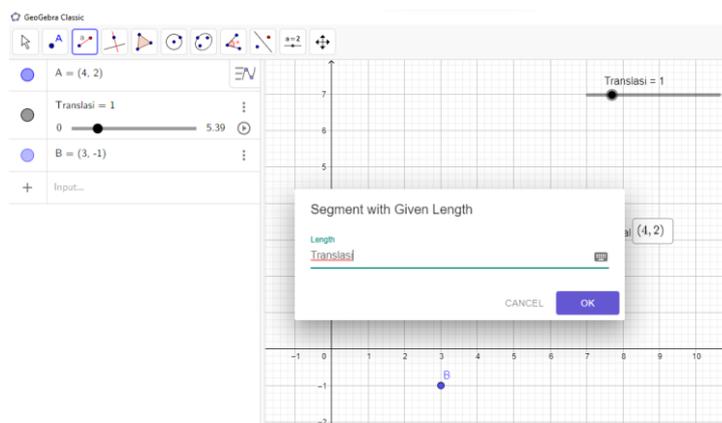
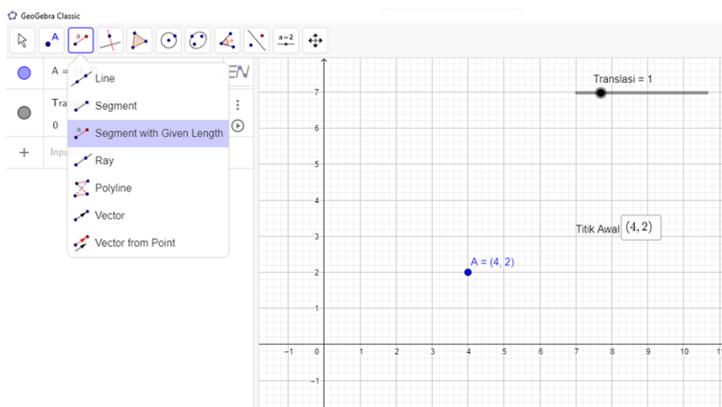
3. Tujuannya apa menghubungkan titik awal itu dengan *fitur input box*?. Tujuannya supaya jika kita ingin menginput titik koordinat berapapun, kita tinggal memasukkan (x, y) di *input box* yang sudah kita buat lalu titik A tadi langsung berubah sesuai titik yang kita masukan. Contoh titik kita tadi $A(4,4)$, saya akan memasukkan $A(4,2)$ maka titiknya akan langsung berubah.



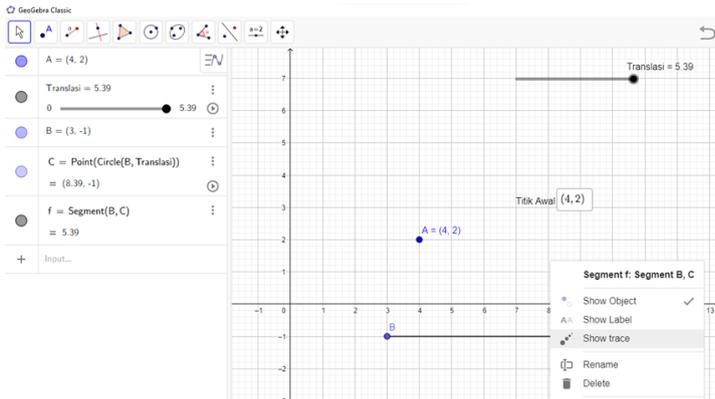
4. langkah selanjutnya kita akan membuat vektor, yang harus kita lakukan adalah membuat *slider* terlebih dahulu yaitu klik *slider-name*(bebas/*Translasi*)-*number-min*(0)-*max*(5.39)-*increment*(0.01)-*animation-increasing*.



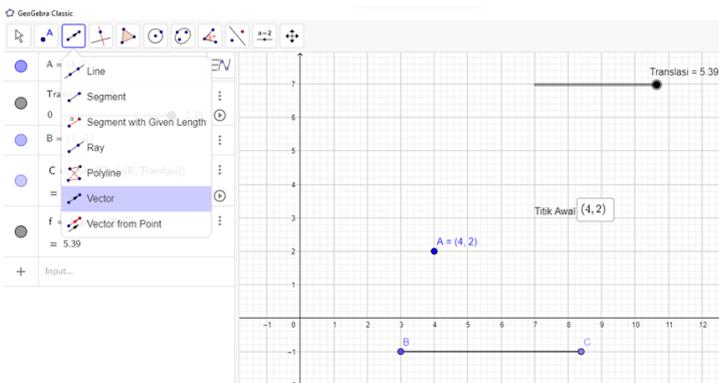
- Kemudian kita akan membuat vektor yang terhubung dengan *slider* yang sudah kita buat tadi, agar jika kita animasikan nanti terlihat perpindahan translasi sebesar vektor $(-5,2)$ dengan cara klik *segmen with given length* klik di sembarang-nama samakan dengan *slider*(Translasi).

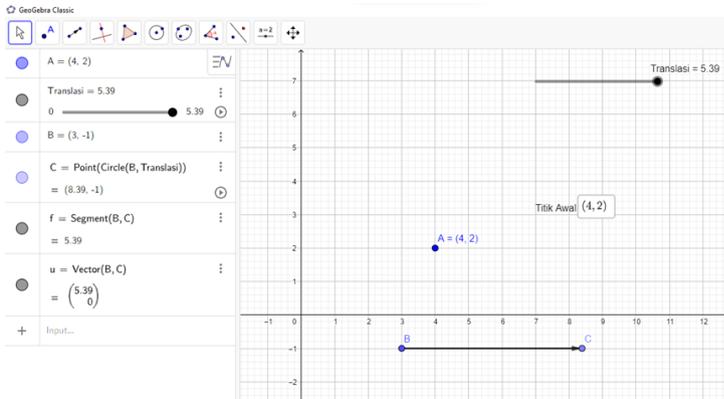


6. Matikan *show label* dengan klik kanan ruas garis BC.

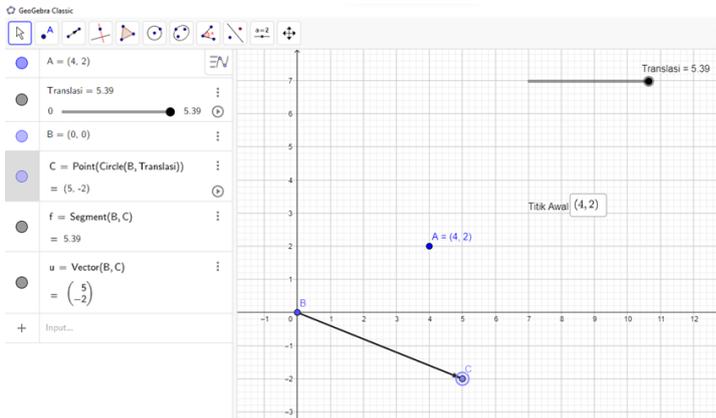


7. Lalu pada ruas garis BC tadi kita akan membuat vektor $BC(5,-2)$ yaitu dengan klik menu *vector*-klik titik B-kemudian klik titik C.

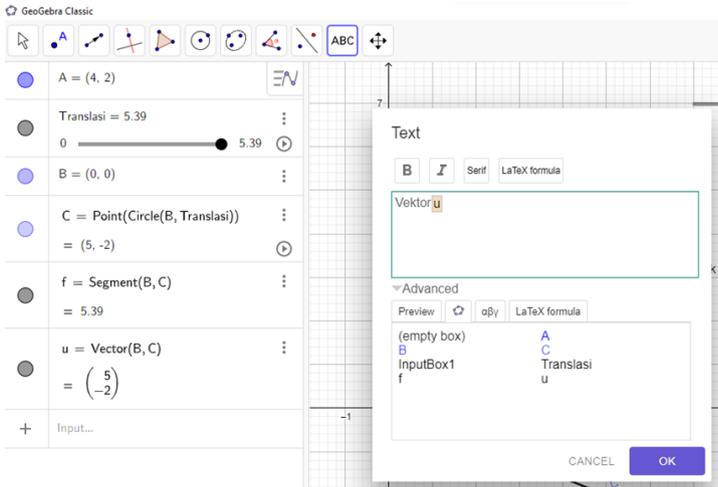




8. Lalu kita sesuaikan vektor $BC(5,-2)$ dengan klik vektor-lalu sesuaikan posisinya.



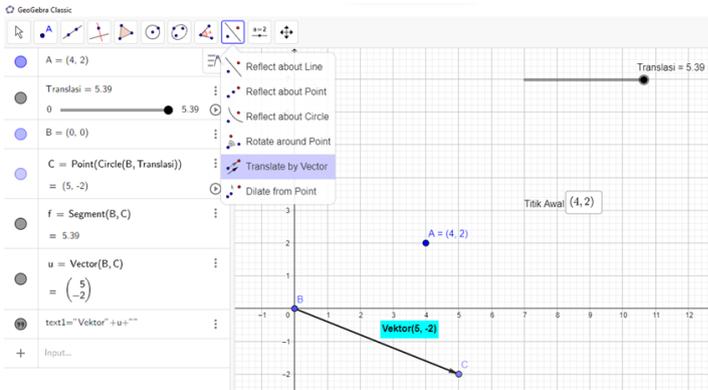
9. Agar terlihat vektor $BC(5,-2)$, kita bisa klik menu *text-* lalu buat vektor(hubungkan dengan vektor yang kita buat tadi).



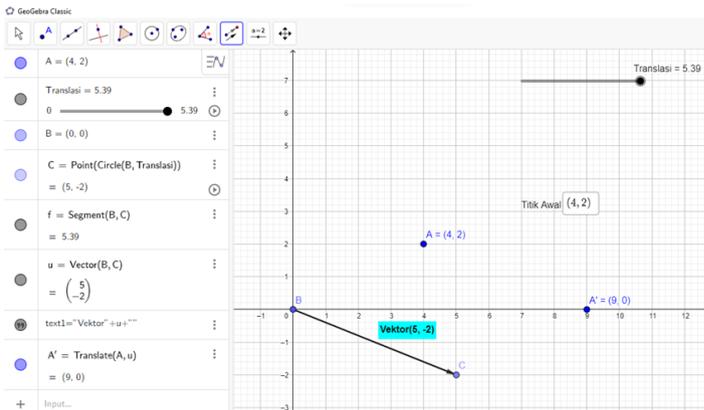
10. Agar text yang kita buat tadi lebih menarik kita bisa memberi warna sesuai keinginan dengan klik kanan pada *text-setting-color*(pilih warna sesuai keinginan).

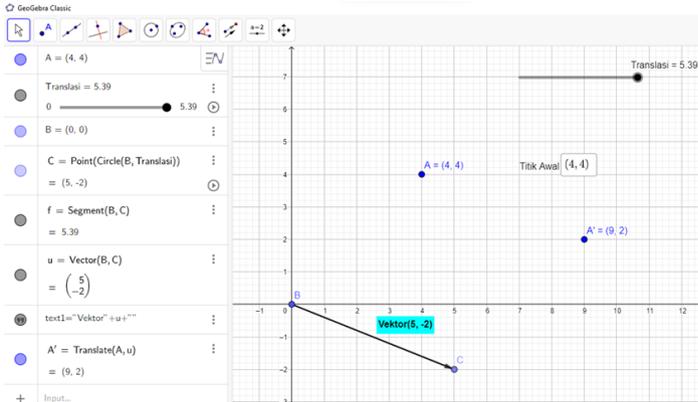


11. Kemudian langkah selanjutnya kita translasikan titik yang telah kita buat tadi dengan vektor $BC(-5,2)$ yaitu dengan klik menu *Translasi by vector*-klik titik A -kemudian klik vektor BC .

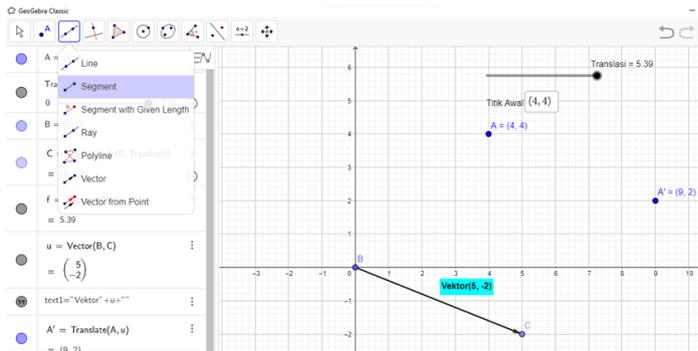


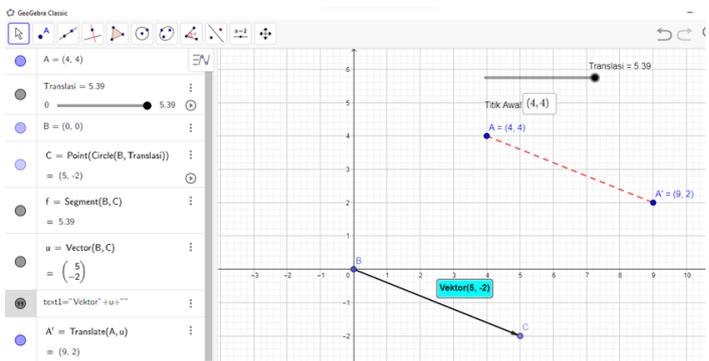
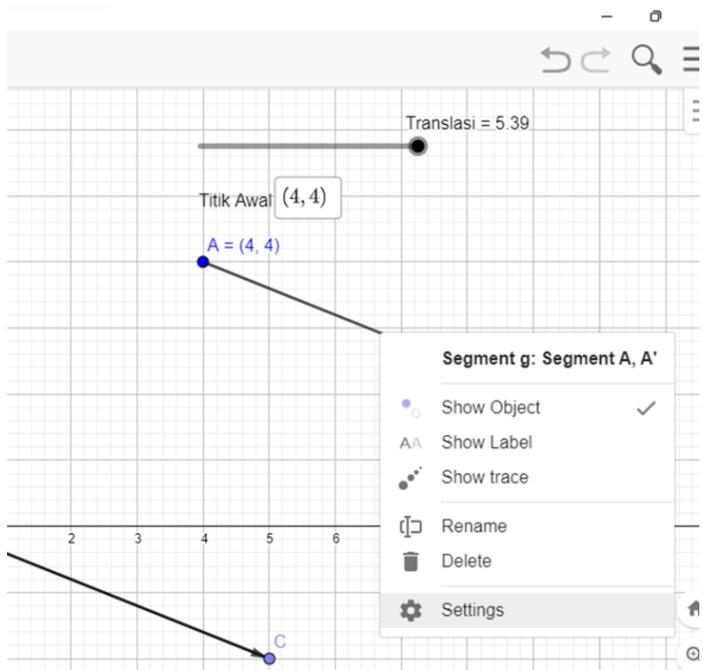
12. Didapatlah titik bayangan translasi $A'(9,0)$, dan jika kita ingin menggantikan titik awal tadi kita bisa memasukan sembarang titik pada input box yang sudah kita bikin di awal tadi, maka titik bayangan translasi A' nya juga akan ikut berubah. Contoh titik $A(4,4)$ maka didapatlah titik $A'(9,2)$.





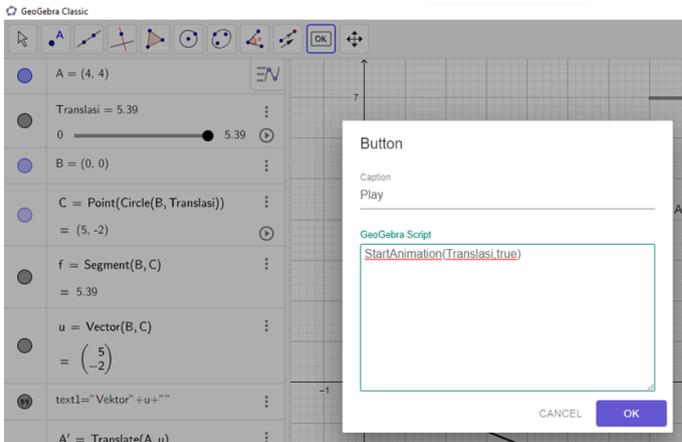
13. Dan jika kita ingin membuat jejak perpindahan/pergeseran translasinya yaitu klik menu *segment*-klik titik A-kemudian klik titik A-klik kanan pada *segment* yang dibuat tadi-*setting-style*-pilih garis putus-putus-dan beri warna.

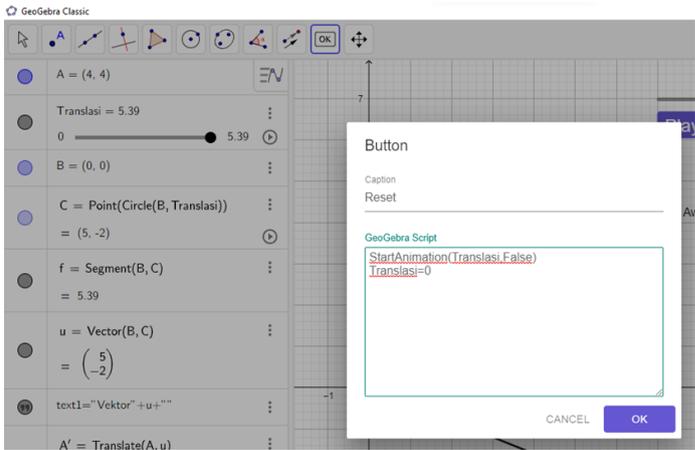
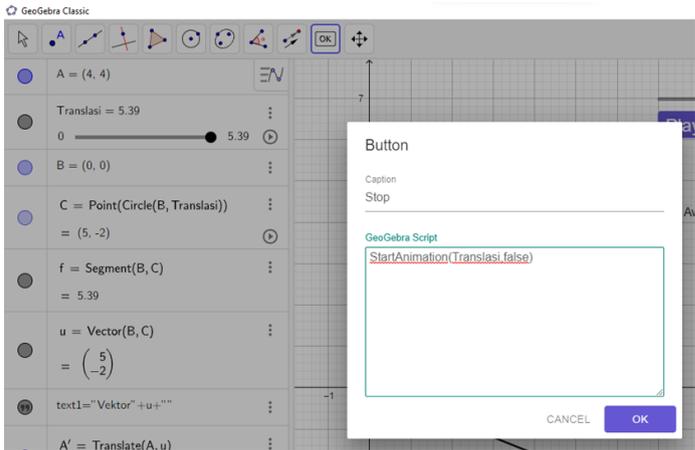




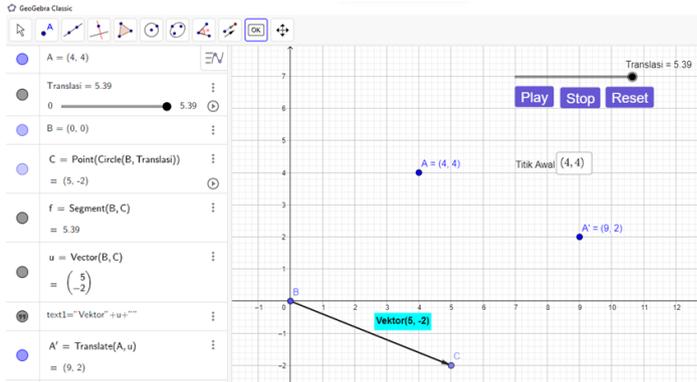
14. Langkah terakhir, agar media translasi yang kita buat lebih menarik lagi. Kita dapat menambahkan *button* (tombol) animasi untuk mulai, *stop*, dan *reset* yaitu dengan klik menu *button* terus masukan *script* geogebra dibawah ini:

- *Button Play* maka geogebra script *StartAnimation* (nama *slider*, *true*)
- *Button Stop* maka geogebra script *StartAnimation* (nama *slider*, *false*)
- *Button Reset* maka geogebra script *StartAnimation* (nama *slider*, *false*) nama *slider*=0

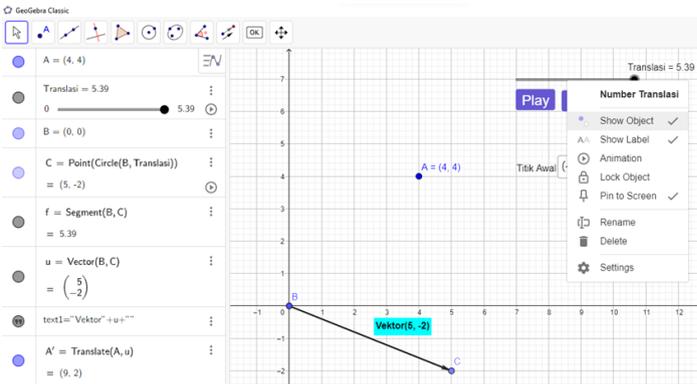


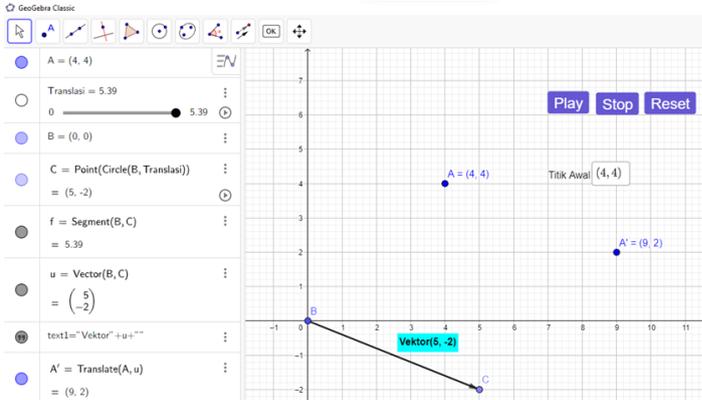


15. Didapatlah 3 *button* (tombol) untuk memulai animasi (*Play*), untuk menghentikan animasi (*Stop*), dan untuk memulai dari awal animasi (*Reset*).

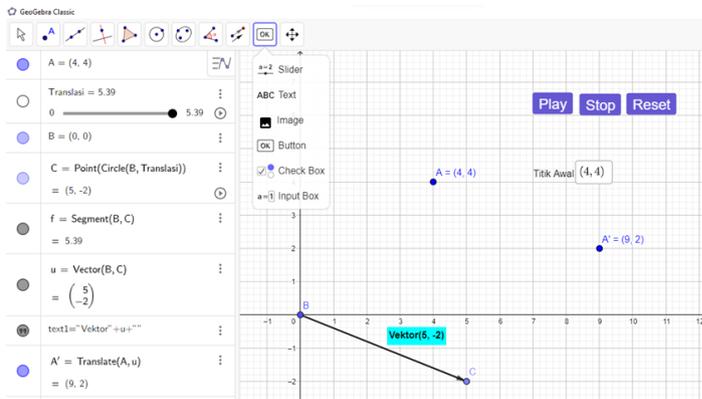


16. Setelah semua konsep translasi selesai dibuat, maka kita bisa menghilangkan objek yang tidak di perlukan seperti *slider* yang telah di buat tadi dengan cara klik kanan-matikan *show* objek.

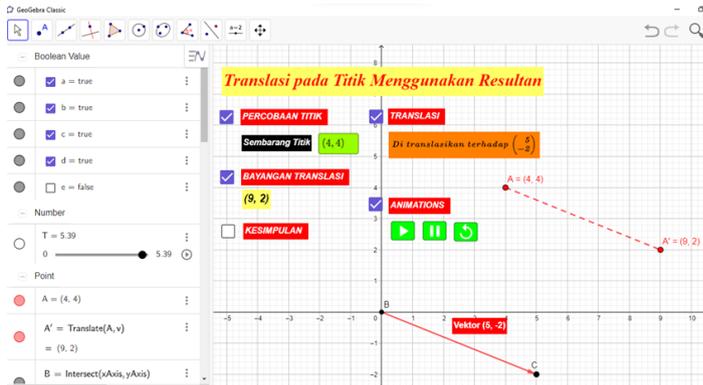




17. Maka jadilah produk media translasi dengan berbantuan *software* geogebra, tinggal kita hias dan kreasikan dengan menggunakan fitur-fitur seperti *slider*, *text*, *image*, *button*, *checkbox*, dan *input box*.



18. Sehingga media translasi dengan berbantuan *software* geogebra telah selesai kita buat sesuai dengan kreativitas masing-masing.

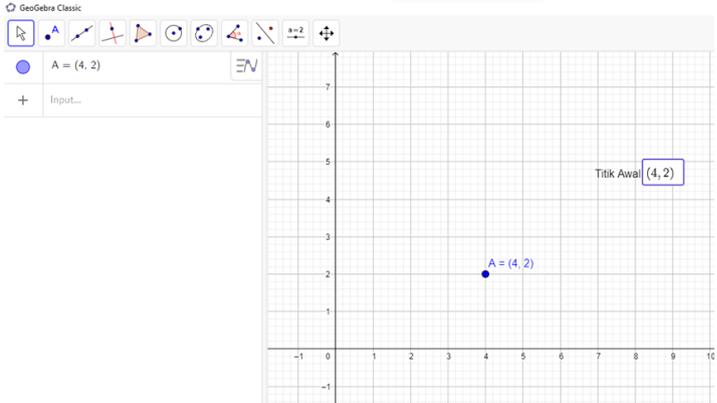


Jika ingin menggunakan media translasi yang telah penulis buat untuk mengajarkan konsep translasi pada peserta didik di sekolah, dapat mengakses link geogebra di bawah ini:

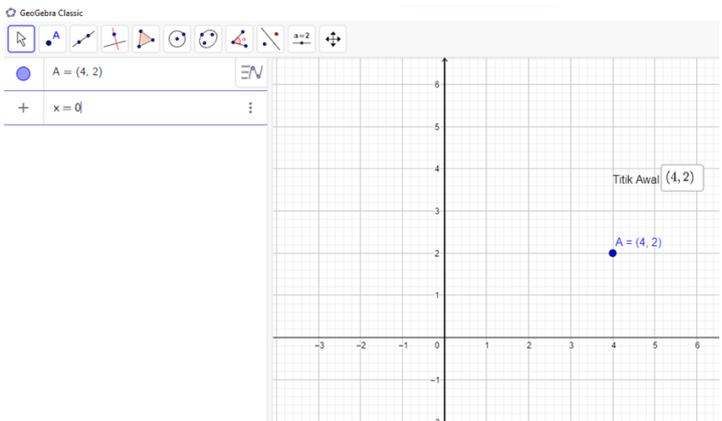
<https://www.geogebra.org/classic/r8dtnsxb>

B. Cara Pembuatan Media Refleksi

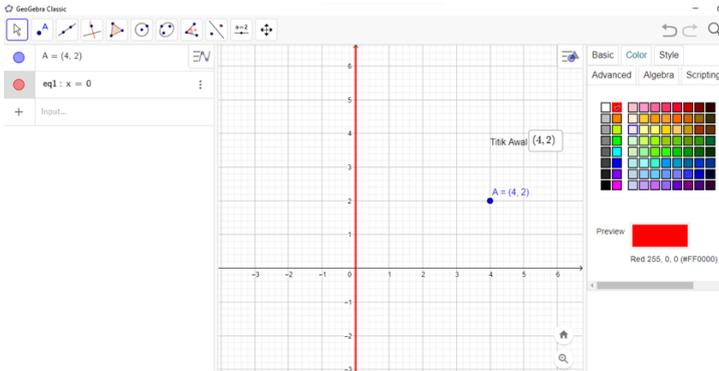
1. Buka aplikasi geogebra, lalu kita akan membuat sembarang titik lagi dan menghubungkannya dengan *input box* dengan langkah-langkah sama seperti langkah 1 dan langkah 2 pada translasi.



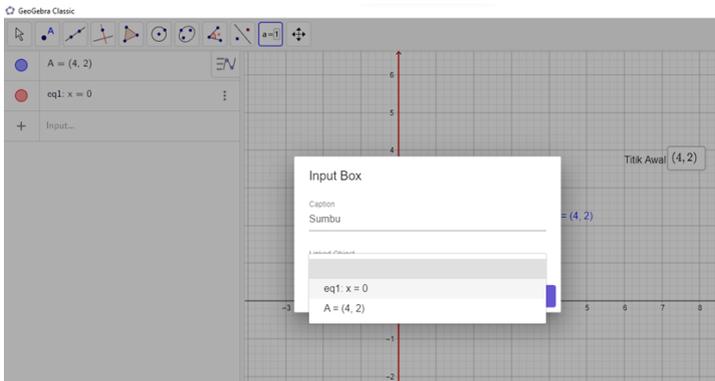
2. Lalu kita akan membuat persamaan garis untuk merefleksikan terhadap sumbu y maka klik di input-masukan $x=0$ -enter.



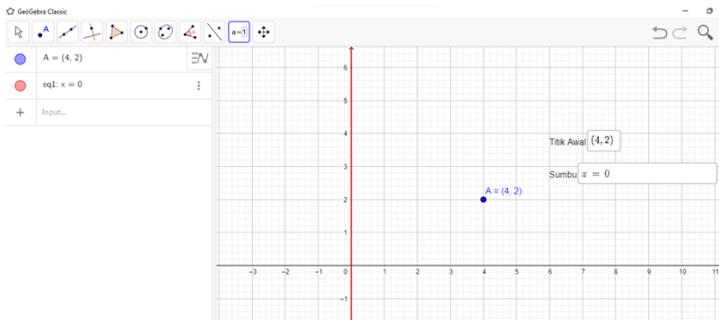
3. Agar lebih terlihat persamaan garis $x=0$, kita bisa klik kanan pada persamaan garis tersebut-*setting-color*(pilih warna sesuai keinginan).



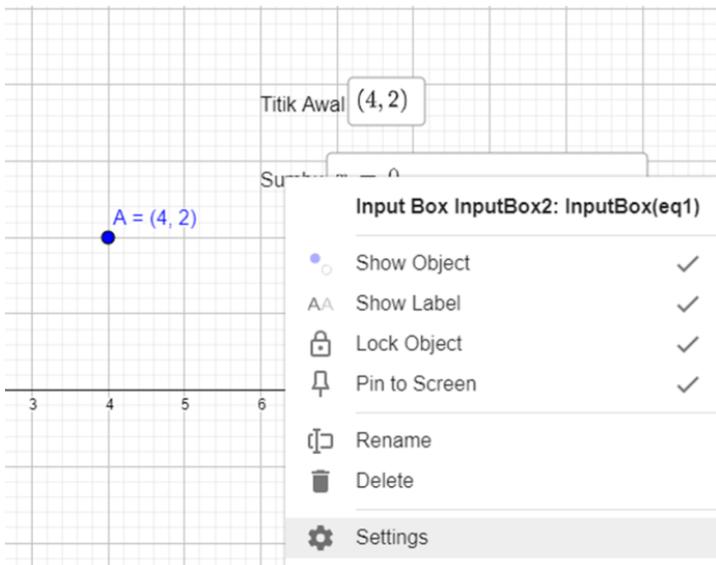
4. Lalu kita hubungkan persamaan garis tersebut dengan *input box*, agar kita bisa lebih luas merefleksikan titik $A(x,y)$ dengan sumbu refleksi $x=1,2,3,\dots,n$ atau pun dengan sumbu dengan $y=1,2,3,\dots,n$ cara klik menu *input box-name*(Sumbu/bebas)-hubungkan dengan $x=0$.

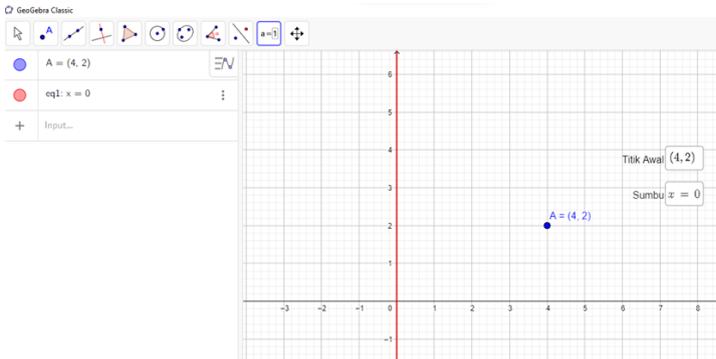
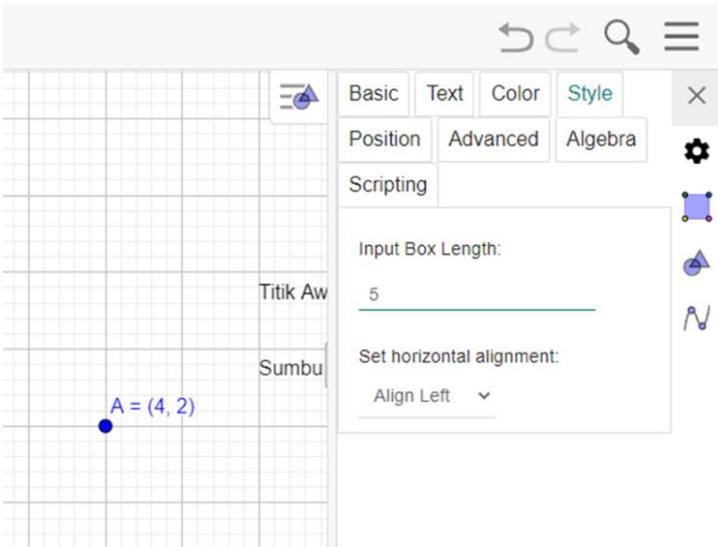


5. Lalu didapatkanlah 2 *input box* yaitu *input box* titik awal dan *input box* sumbu refleksi.

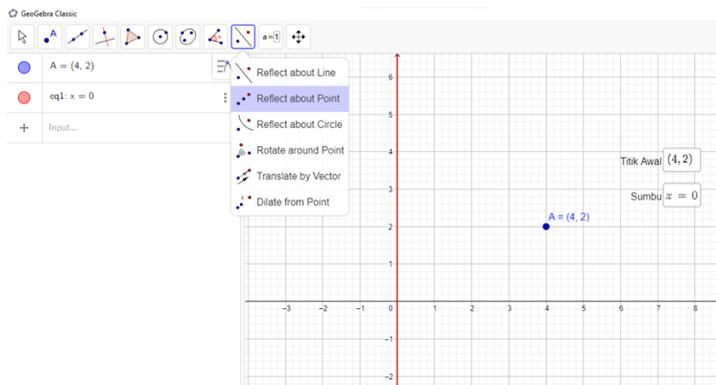


6. Agar ukuran *input box* pada sumbu ukurannya lebih kecil, kita bisa klik kanan pada sumbu-*setting-style-input box length* (ukuran 5).

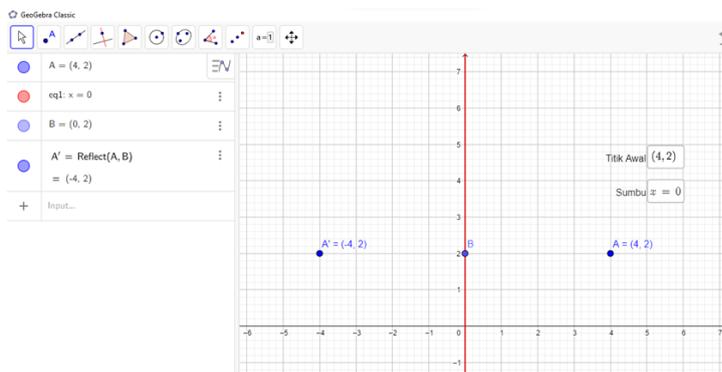


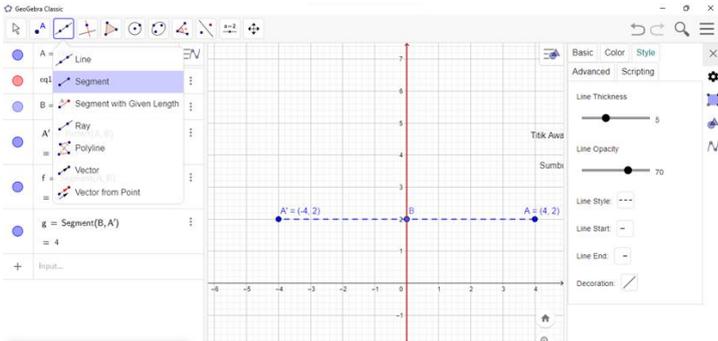


7. Lalu langkah selanjutnya kita akan merefleksikan titik awal dengan sumbu refleksi dengan cara klik menu *reflect about point*-klik titik awal A-lalu klik sumbu $x=0$.

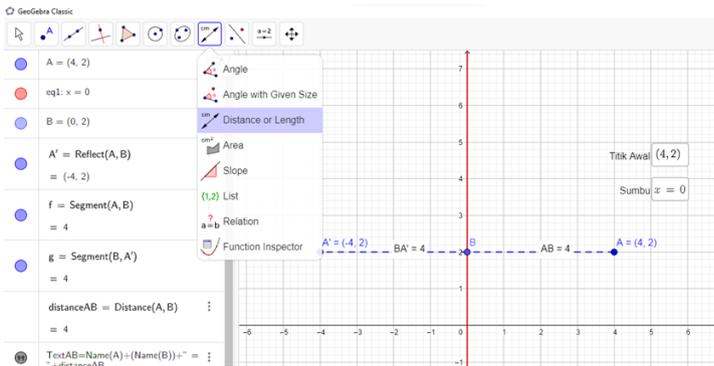


8. Maka didapatkan titik bayangan refleksinya $A'(-4,2)$, agar lebih menarik kita bisa menambahkan jejak garis putus-putus dengan cara klik menu *segment*-klik titik A ke B-lalu klik titik B ke A' klik kanan pada ruas garis AB & BA'-lalu *setting-style*-pilih putus-putus-dan warnai di bagian *color*.

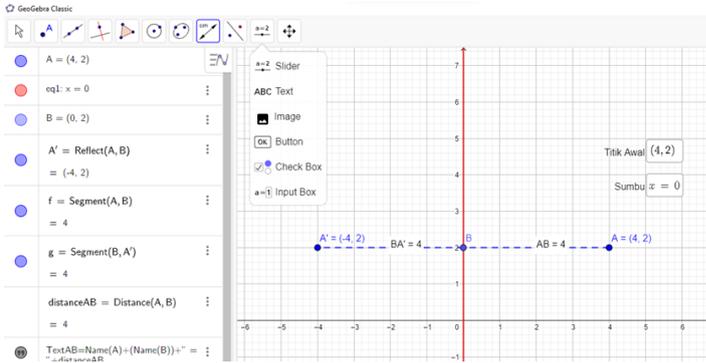




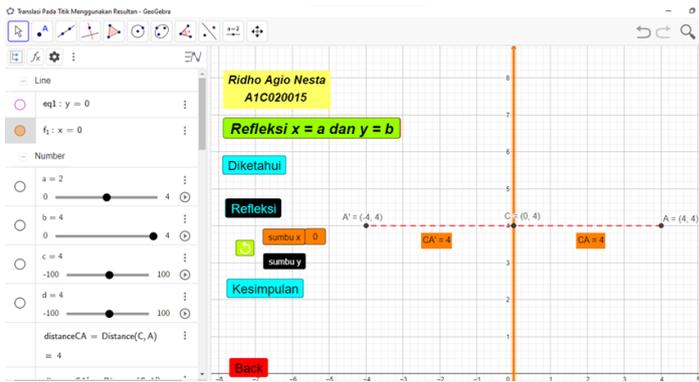
9. Lalu untuk mengetahui panjang garis AB dan BA', kita bisa klik menu *distance or length*-lalu klik A ke B-lalu klik B ke A'.



10. Maka jadilah produk media refleksi dengan berbantuan *software* geogebra, tinggal kita hias dan kreasikan dengan menggunakan fitur-fitur seperti *slider*, *text*, *image*, *button*, *check box*, dan *input box*.



11. Sehingga media refleksi dengan berbantuan *software* geogebra telah selesai kita buat sesuai dengan kreativitas masing-masing.

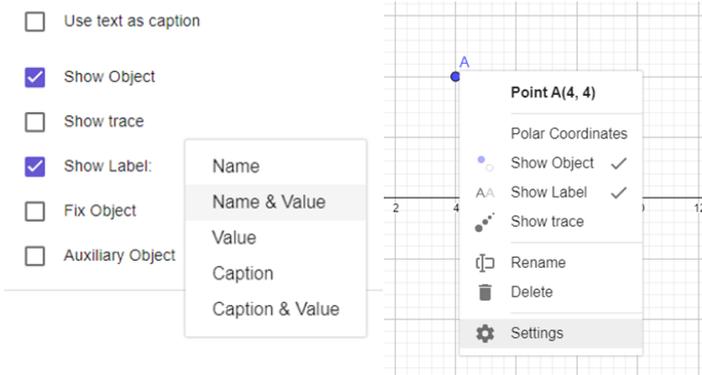
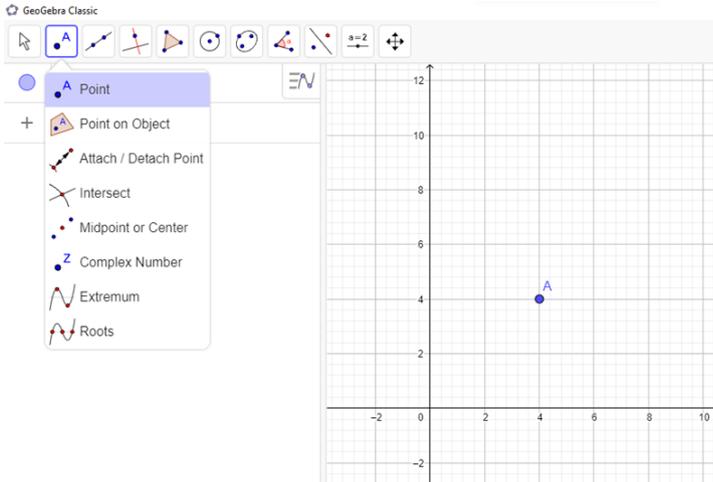


Jika ingin menggunakan media refleksi yang telah penulis buat, untuk mengajarkan konsep refleksi pada peserta didik di sekolah, dapat mengakses link geogebra di bawah ini:

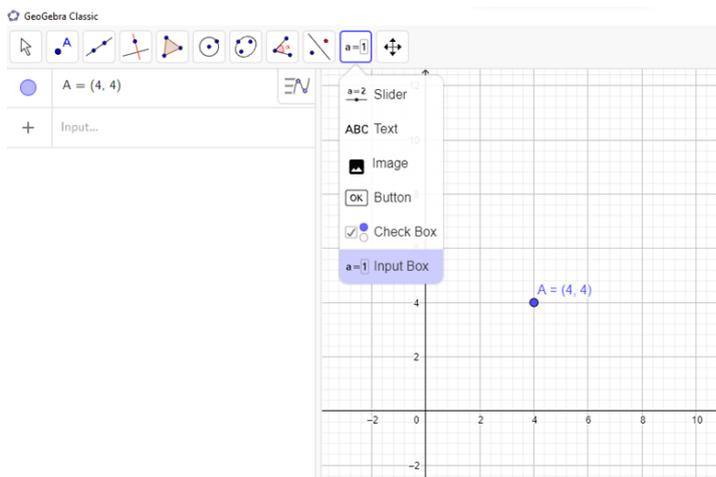
<https://www.geogebra.org/classic/vfyjw4tx>

C. Cara Pembuatan Media Rotasi

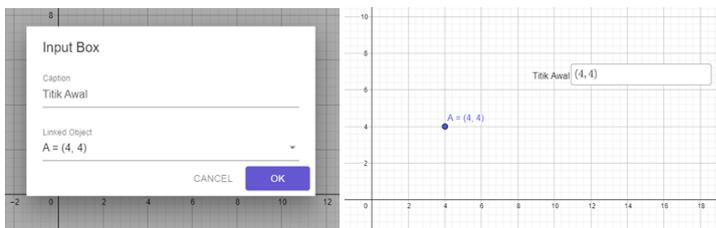
1. Buka aplikasi geogebra, lalu buat sembarang titik dengan fitur *point*, agar titik yang kita buat tadi terlihat koordinatnya, kita bisa klik kanan-*setting*-aktifkan *show label (name & value)*.

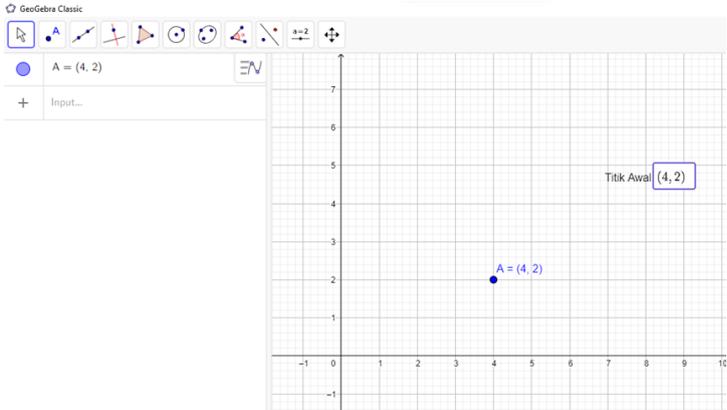


2. Setelah terlihat titik koordinatnya tadi, maka langkah selanjutnya kita harus menghubungkan titik yang kita buat tadi dengan fitur *input box-caption*(bebas)-hubungkan dengan titik A.

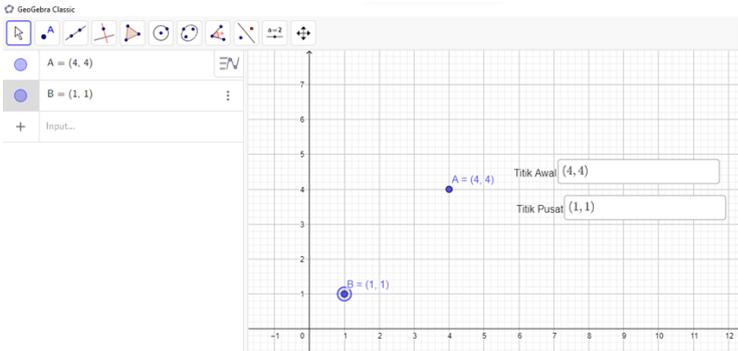


3. Tujuannya apa menghubungkan titik awal itu dengan fitur *input box*? Tujuannya supaya jika kita ingin menginput titik koordinat berapapun, kita tinggal memasukkan (x,y) di *input box* yang sudah kita buat lalu titik A tadi langsung berubah sesuai titik yang kita masukan. Contoh titik kita tadi A(4,4), saya akan memasukkan A(4,2) maka titiknya akan langsung berubah.

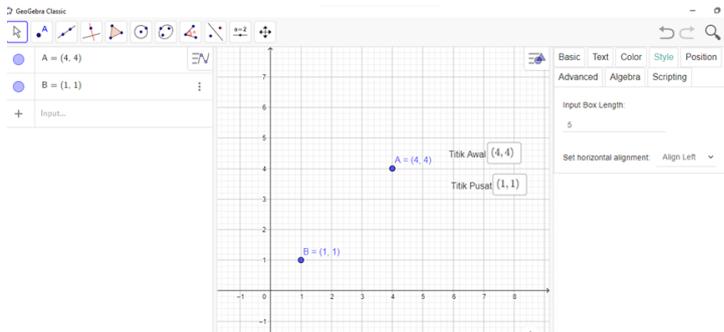




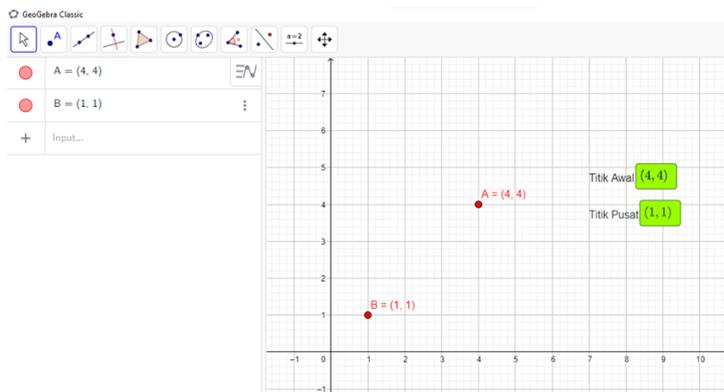
4. Lalu langkah selanjutnya kita membutuhkan titik pusat rotasinya B, langkah nya sama seperti langkah 1 & 2, kita membuat titik terlebih dahulu lalu kita hubungkan di *input box-caption*(titik pusat)-hubungkan dengan titik B.



5. Agar kotak *input box* nya lebih sesuai ukurannya, kita bisa klik kanan-*setting-style-input box lenght*-ukuran 5.

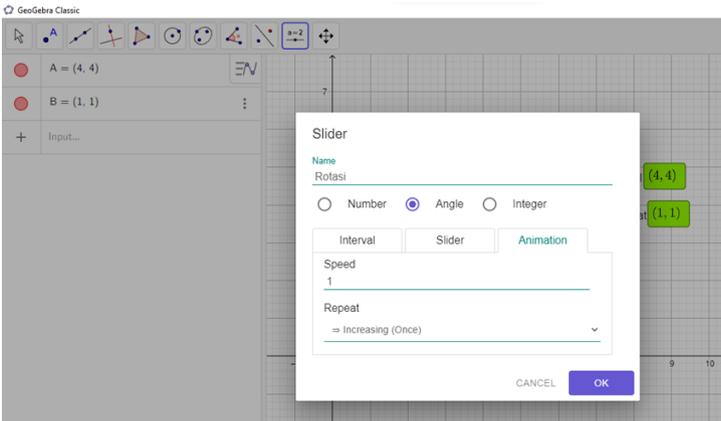
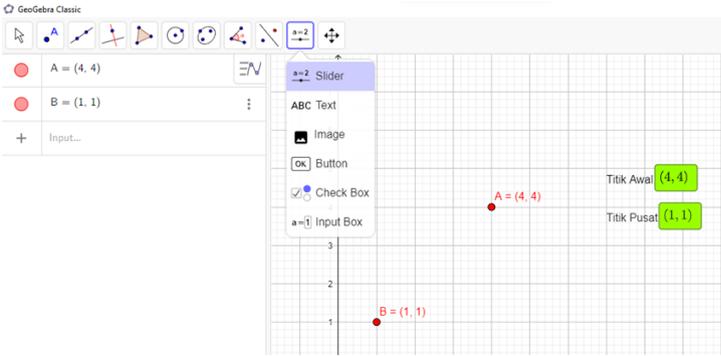


6. Dan agar kita ingin menghias dan mengkreasikan lebih bagus dan menarik lagi kita bisa klik kanan pada objek yang ingin di kreasikan (misal:titik)-*setting-color*-sesuai keinginan.

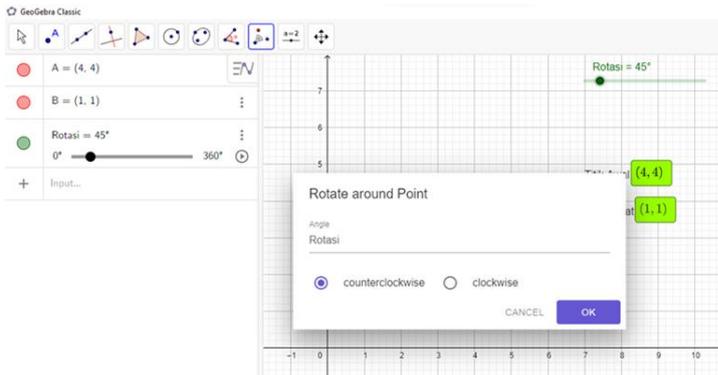
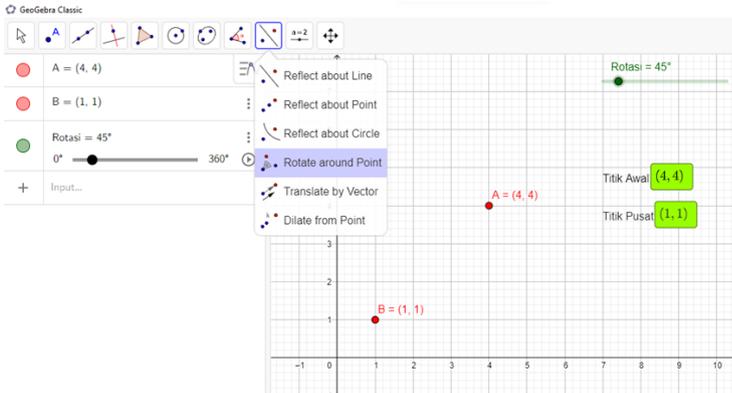


7. Lalu saatnya kita akan membuat animasi dengan menggunakan *slider* dan merotasikannya agar bisa terhubung dan bergerak, pergi ke menu *slider* dengan

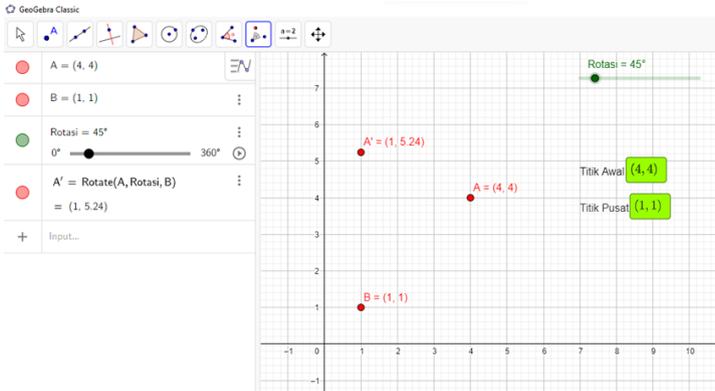
settingan *name* (bebas/Rotasi)-*angle-animation* (*increasing*) hanya naik sekali.



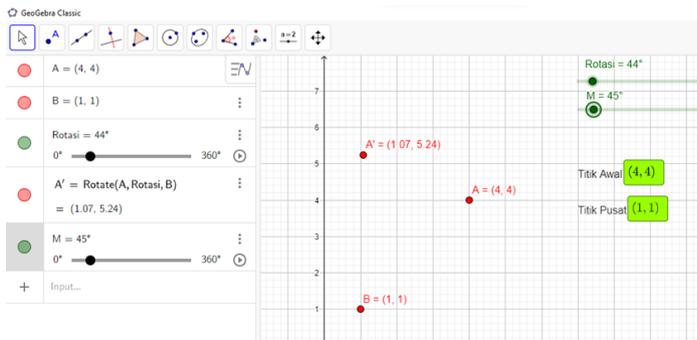
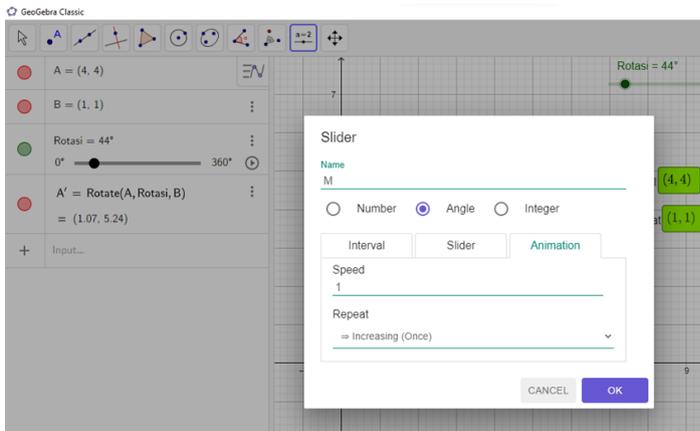
8. Lalu langkah selanjutnya kita rotasikan menggunakan fitur *rotate around point*-klik titik awal A-klik titik pusat B-nama samakan dengan *slider* (Rotasi)-*counterclockwise*.



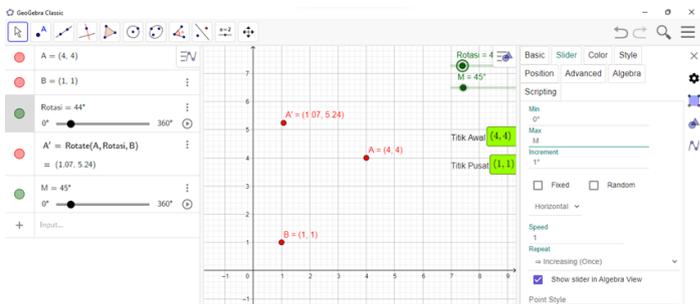
9. Tujuannya apa? Jika kita bikin namanya sama dengan *slider*, tujuannya agar jika kita animasikan *slider* nya maka titik $A(x,y)$ akan bergerak sesuai pergerakan slidernya.



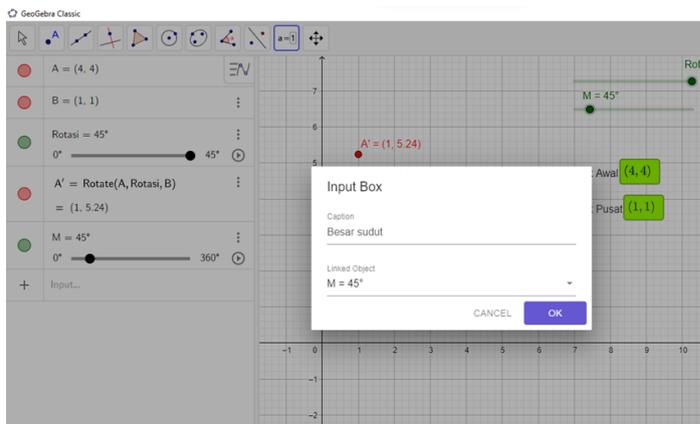
10. Lalu kita akan membuat sudut rotasi sebesar θ , sesuai keinginan kita maka kita memerlukan *slider* satu lagi dengan nama bebas, klik *slider-nama(bebas)-angle-animation (increasing)* hanya naik sekali.



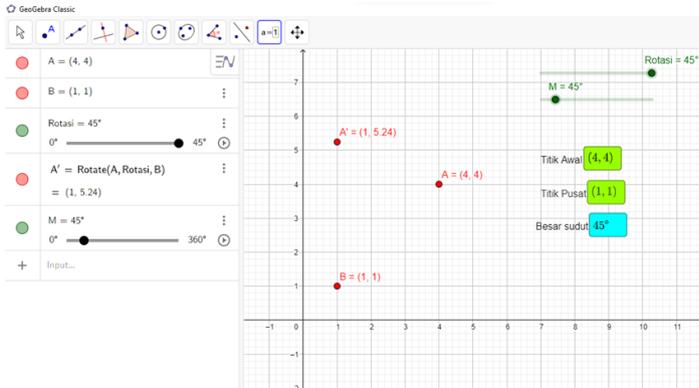
11. Lalu kita klik *slider* Rotasi-setting-*Max* di ganti nama *slider* ke 2 yaitu M. Tujuannya apa? Agar putaran sudut rotasinya bisa kita tentukan sendiri.



12. Lalu klik *input box-caption* (bebas)-hubungkan dengan *slider* M.

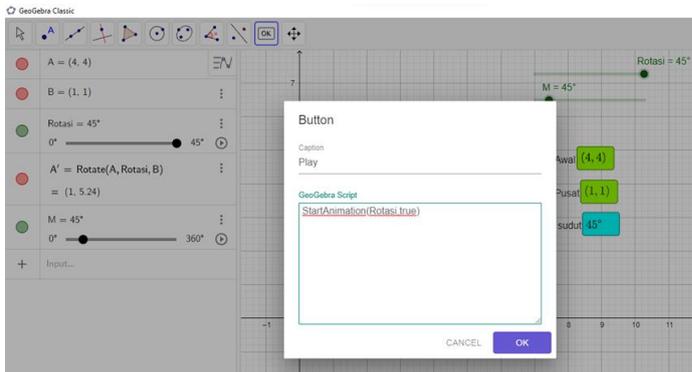


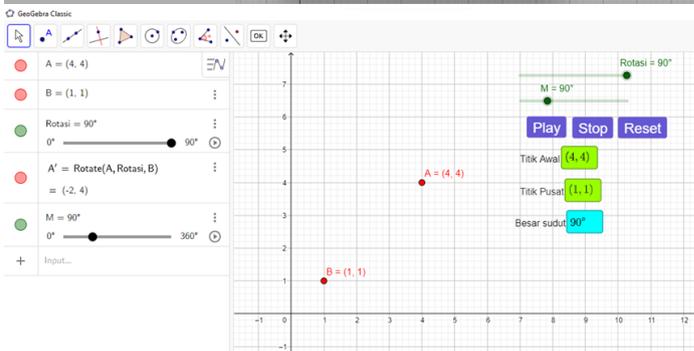
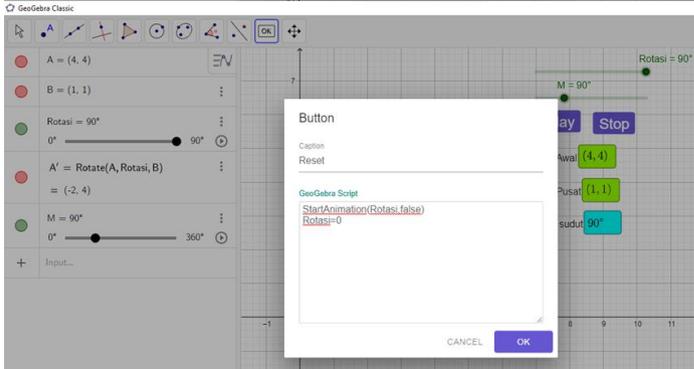
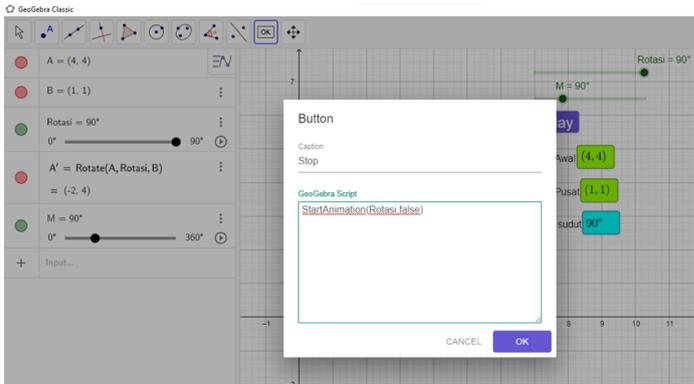
13. Sehingga didapatkan *input box* besar sudut.



14. Langkah terakhir, agar media rotasi yang kita buat lebih menarik lagi. Kita dapat menambahkan *button* (tombol) animasi untuk mulai, *stop*, dan *reset* yaitu dengan klik menu *button* terus masukan *script* geogebra dibawah ini:

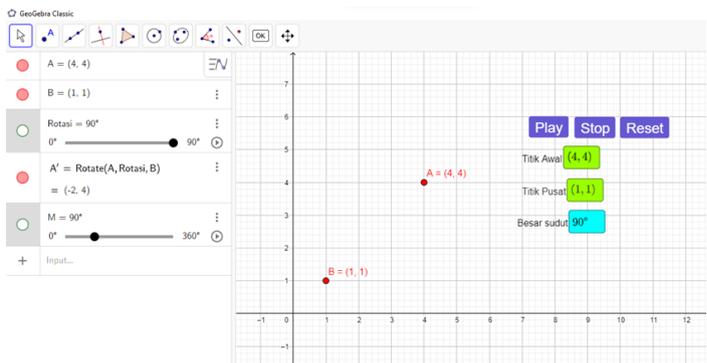
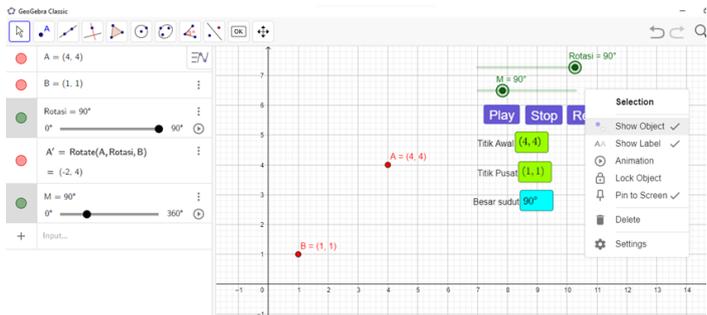
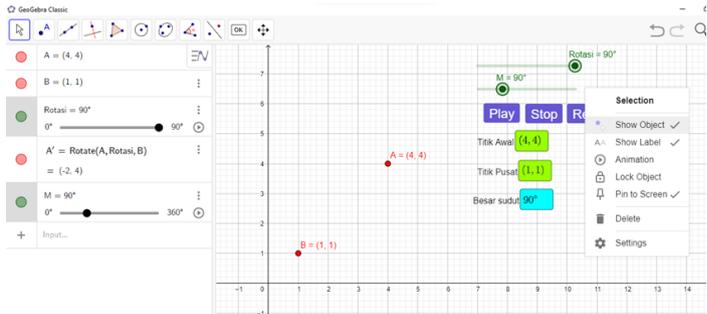
- *Button Play* maka geogebra script *StartAnimation* (nama slider, true)
- *Button Stop* maka geogebra script *StartAnimation* (nama slider, false)
- *Button Reset* maka geogebra script *StartAnimation* (nama slider, false) nama slider=0





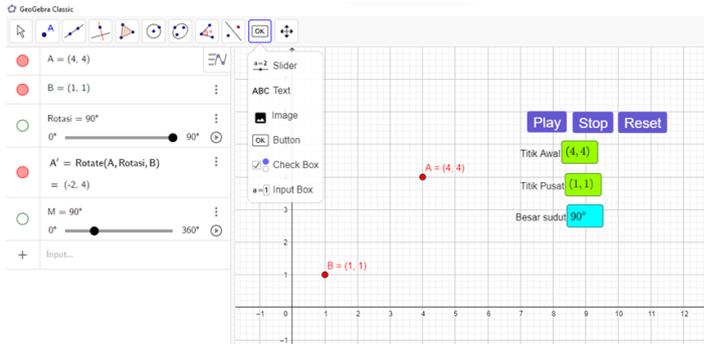
15. Setelah semua konsep selesai dibuat, maka kita bisa menghilangkan objek yang tidak di perlukan seperti 2

slider yang telah di buat tadi dengan cara klik kanan-matikan *show* objek.

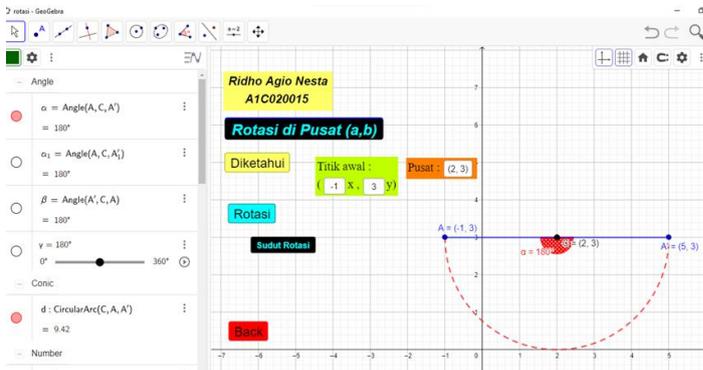


16. Maka jadilah produk media rotasi dengan berbantuan *software* geogebra, tinggal kita hias dan kreasikan

dengan menggunakan fitur-fitur seperti *slider*, *text*, *image*, *button*, *check box*, dan *input box*.



17. Sehingga media rotasi dengan berbantuan software geogebra telah selesai kita buat sesuai dengan kreativitas masing-masing.

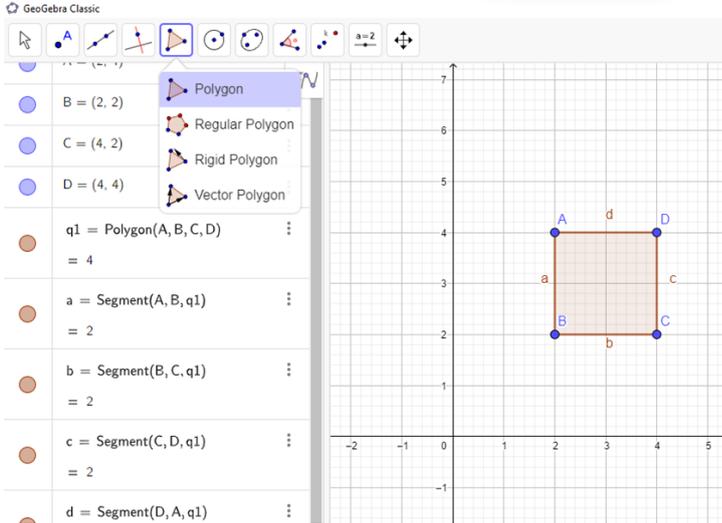


Jika ingin menggunakan media rotasi yang telah penulis buat, untuk mengajarkan konsep rotasi pada peserta didik di sekolah, dapat mengakses link geogebra di bawah ini:

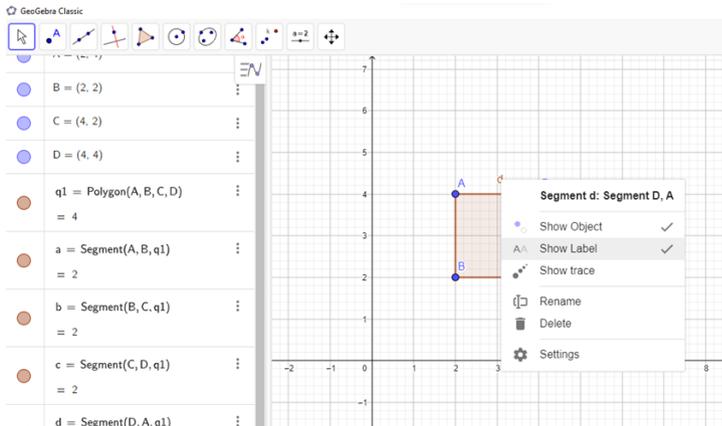
<https://www.geogebra.org/classic/h6kncvd4>

D. Cara Pembuatan Media Dilatasi

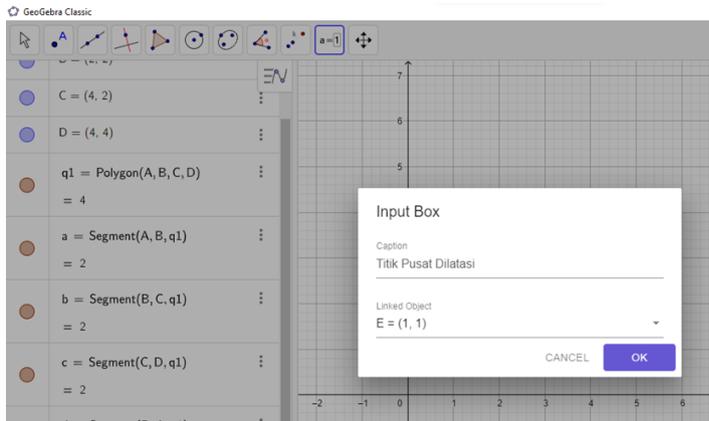
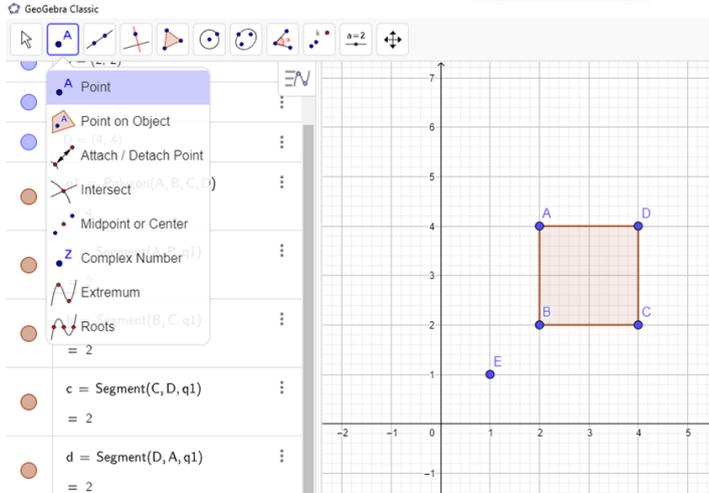
1. Buka aplikasi geogebra, lalu buat sembarang bangun dengan cara klik menu *polygon*-lalu klik 4 titik (jika ingin membuat persegi).



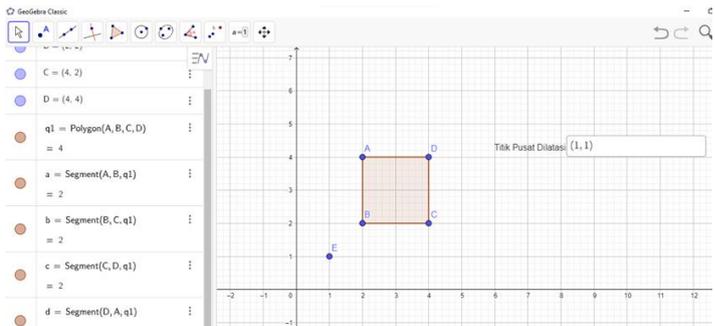
2. Untuk menghilangkan objek yang tidak di perlukan kita bisa klik titik a, b, c, d-lalu matikan *show* labelnya.



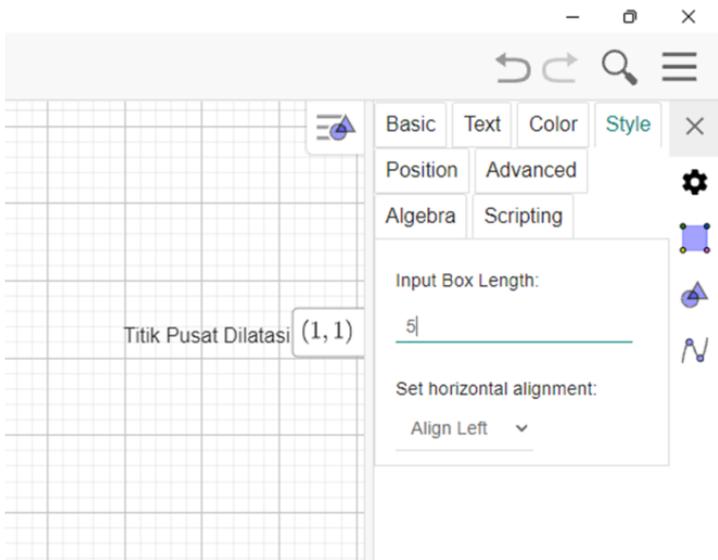
3. Kemudian kita membuat titik pusat dilatasi dengan cara klik *point*-lalu klik sembarang titik dan hubungkan dengan *input box* titik yang telah kita buat tadi.

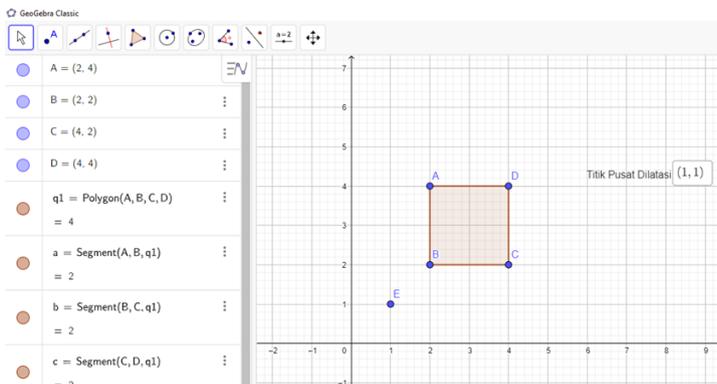


4. Maka didapatkan 1 *input box* dengan sebuah bangun datar persegi ABCD.

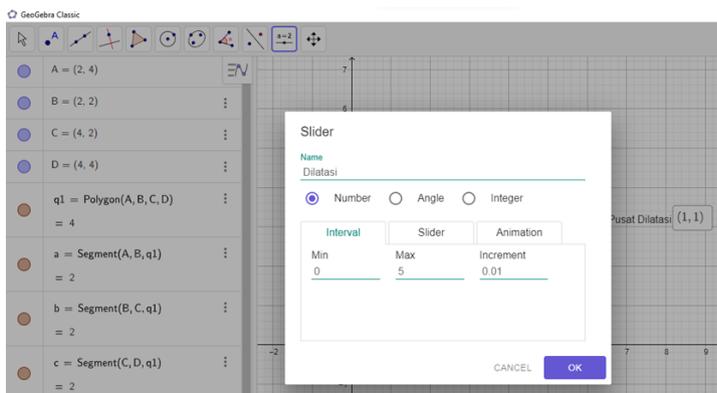


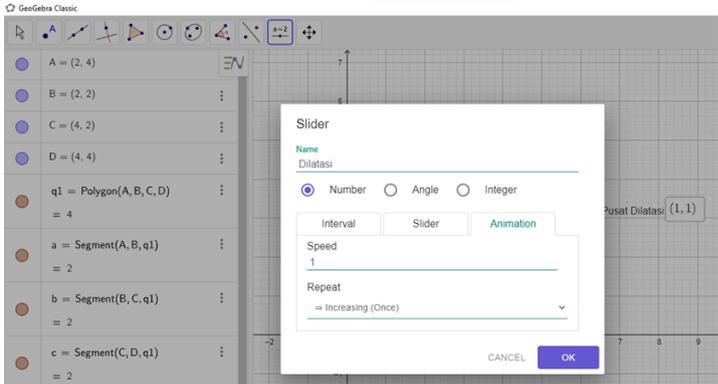
5. Agar ukuran *input box* titik pusat dilatasi lebih kecil yaitu klik kanan pada titik pusat dilatasi-lalu *setting-style-input length* (pilih ukuran 5).



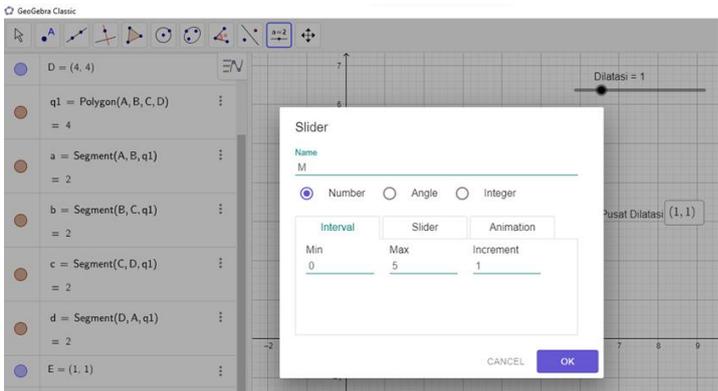


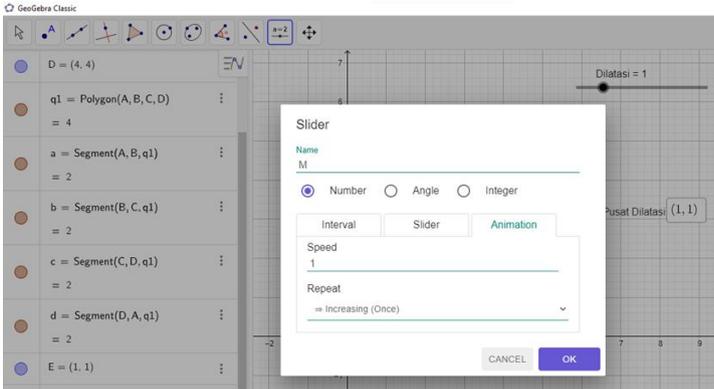
6. Lalu untuk membuat animasi dilatasinya kita membutuhkan 2 *slider* yaitu *slider* animasi dilatasi dan *slider* untuk memasukan besar faktor skala dilatasinya, yaitu dengan cara klik menu *slider-name* (Dilatasi/bebas)-*number-interval-min(0)-max(5)-increment(0.01)-animation-increasing (once)*.



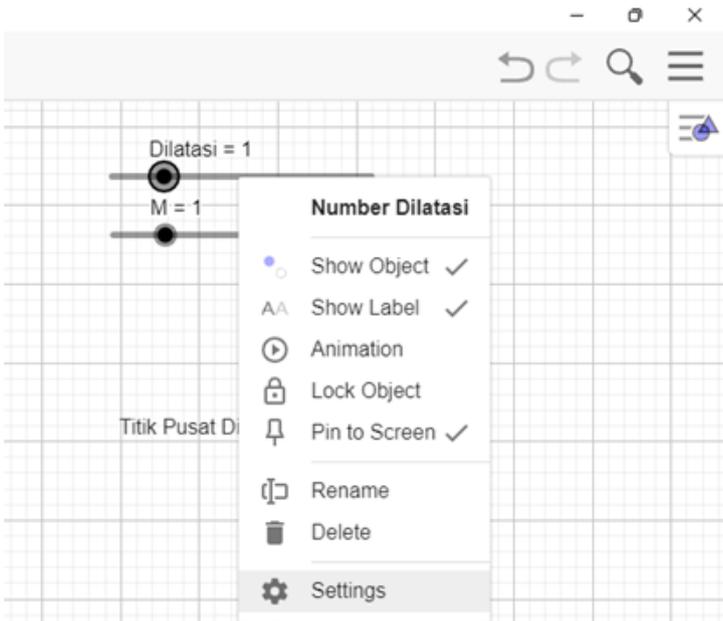


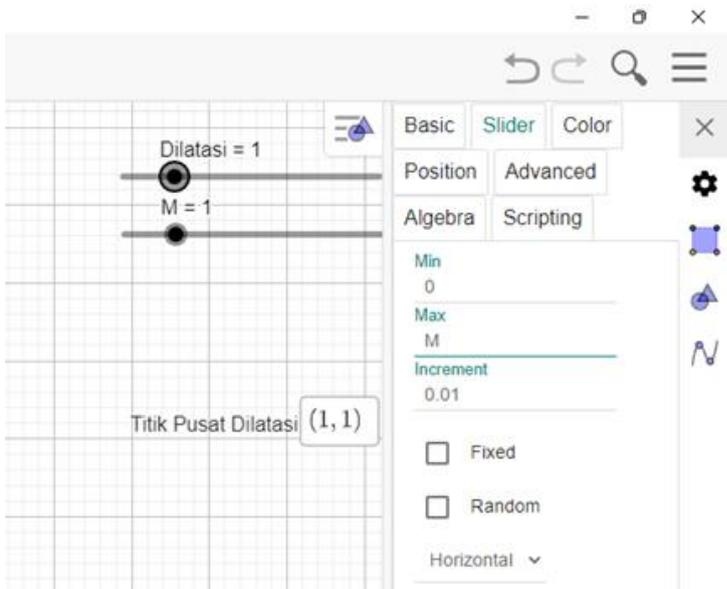
7. Lalu buat slider 1 lagi dengan cara klik menu slider-nama (M/bebas)-number-interval-min(0)-max(5)-increment(1)-animation-increasing (once).



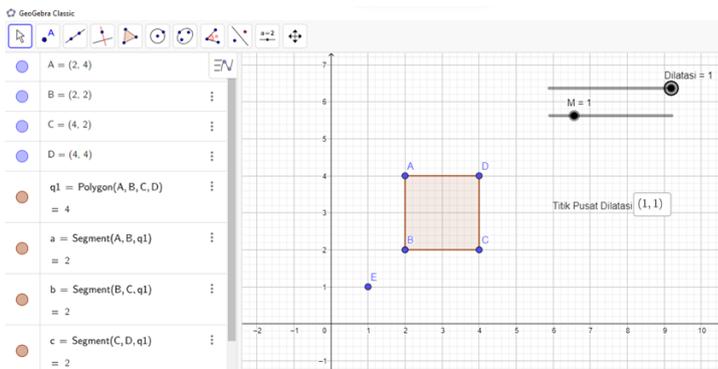


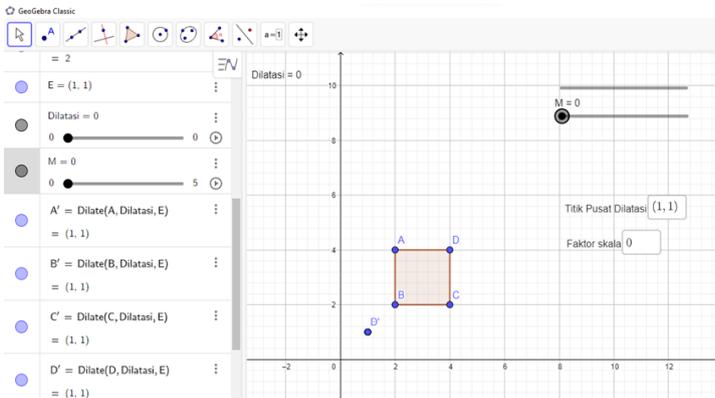
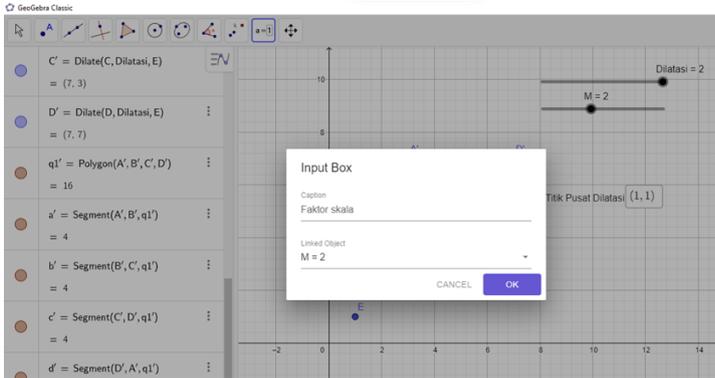
8. Didapat 2 *slider* yang sudah kita buat yaitu *slider* Dilatasi dan *slider* M, lalu klik kanan pada *slider* Dilatasi-setting-ubah Max(M).



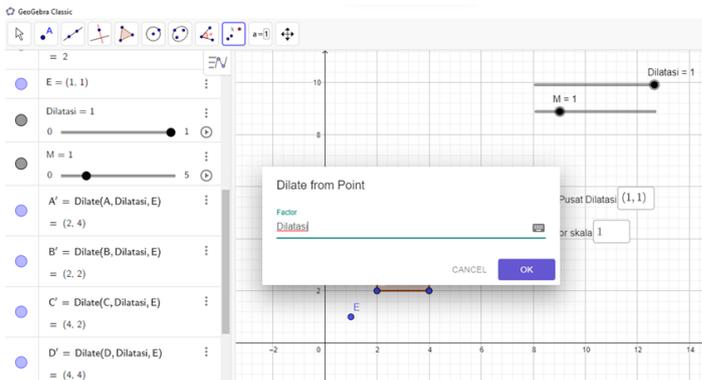
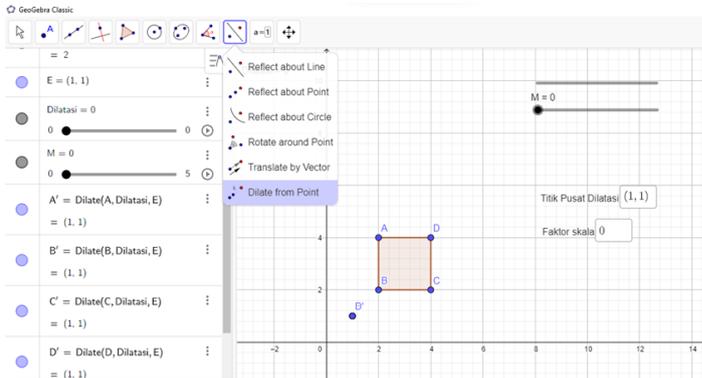


9. Didapat 2 *slider* yang sudah kita buat yaitu *slider* Dilatasi dan *slider* M dengan *setting* yang berbeda, lalu kita buat *input box* dan hubungkan dengan *slider* M dengan cara klik menu *input box-name*(Faktor skala/bebas)-hubungkan ke *slider* M.





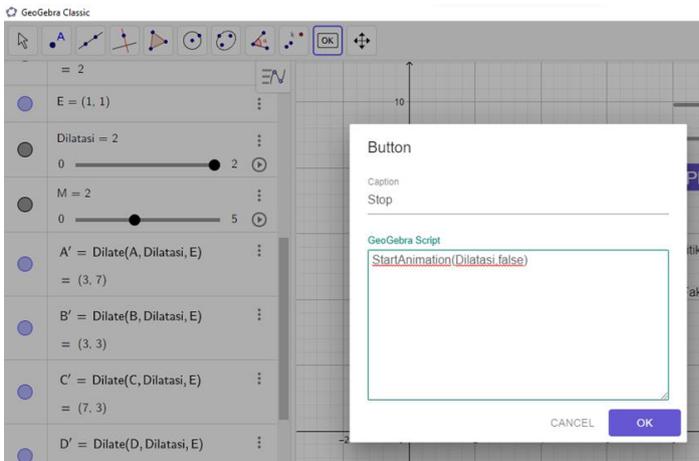
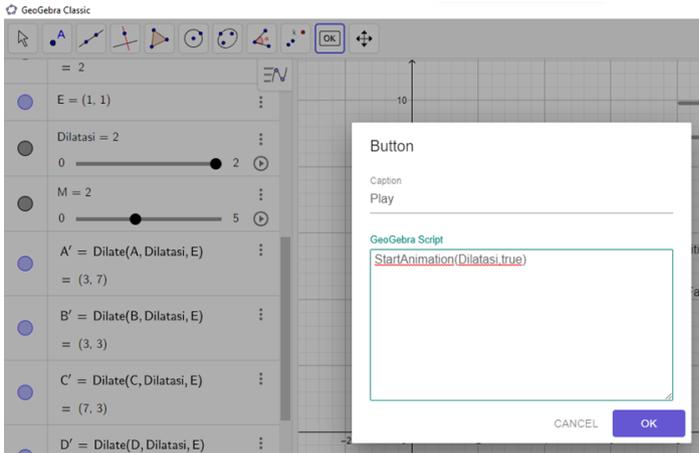
10. Lalu setelah semua konsep selesai kita buat, langkah selanjutnya yang harus kita lakukan yaitu Dilatasi bangun persegi ABCD dengan titik pusat E(1,1) dengan cara klik menu *dilate from point*-lalu klik bangun persegi ABCD-lalu klik titik pusat dilatasi E(1,1)-dengan *factor* (Dilatasi).

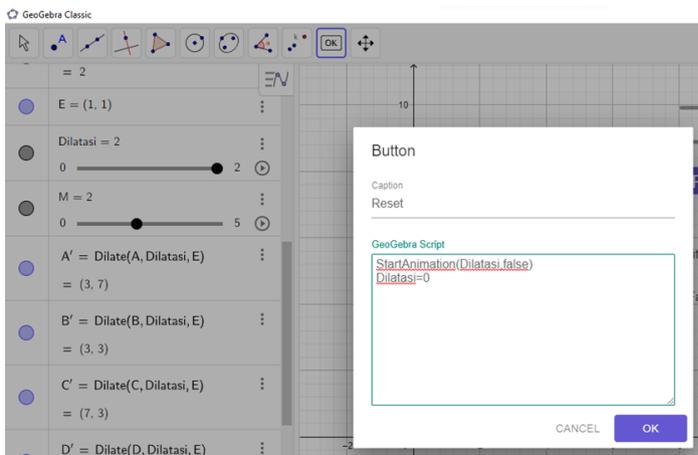


11. Langkah terakhir, agar media dilatasi yang kita buat lebih menarik lagi. Kita dapat menambahkan *button* (tombol) animasi untuk mulai, *stop*, dan *reset* yaitu dengan klik menu *button* terus masukan *script* geogebra dibawah ini:

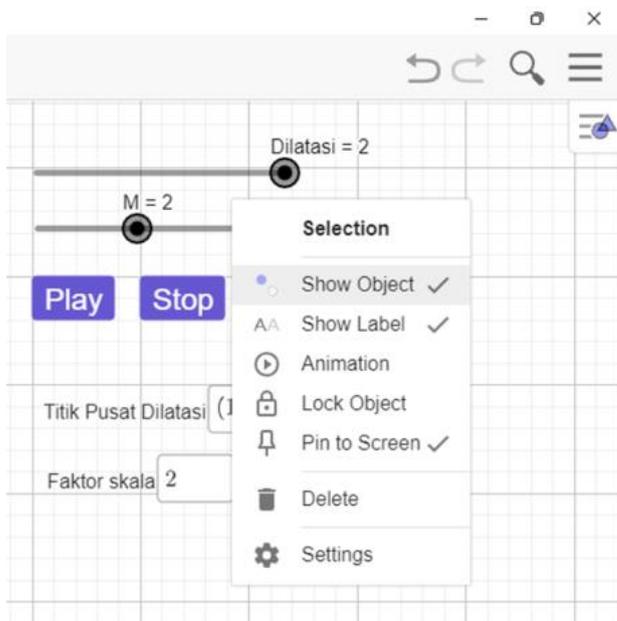
- *Button Play* maka geogebra script `StartAnimation` (nama slider, true)
- *Button Stop* maka geogebra script `StartAnimation`(nama slider, false)

- *Button Reset maka geogebra script StartAnimation (nama slider, false) nama slider=0*

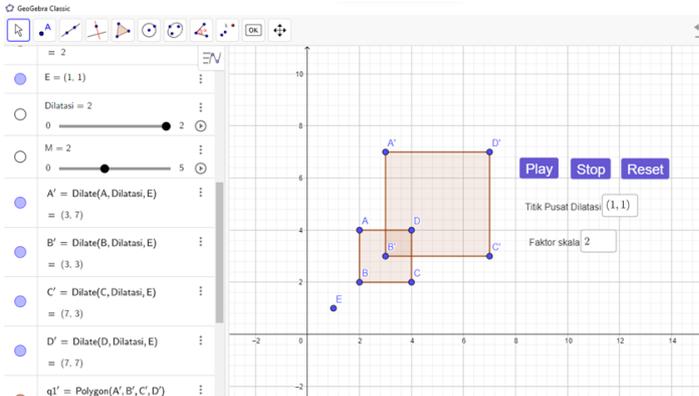




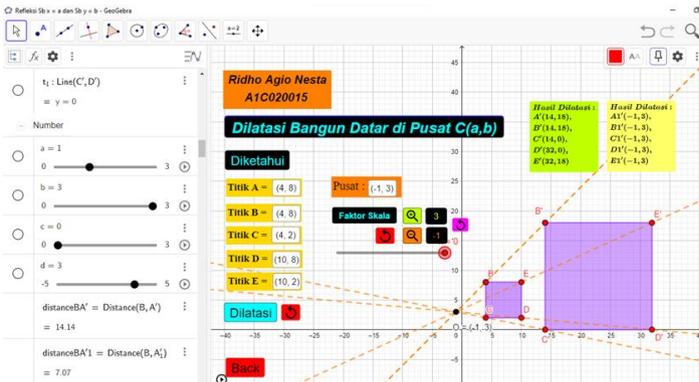
12. Setelah semua konsep selesai dibuat, maka kita bisa menghilangkan objek yang tidak di perlukan seperti 2 *slider* yang telah di buat tadi dengan cara klik kanan-matikan *show* objek.



13. Maka jadilah produk media dilatasi dengan berbantuan *software* geogebra, tinggal kita hias dan kreasikan dengan menggunakan fitur-fitur seperti *slider*, *text*, *image*, *button*, *check box*, dan *input box*.



14. Sehingga media dilatasi dengan berbantuan *software* geogebra telah selesai kita buat sesuai dengan kreativitas masing-masing.



Jika ingin menggunakan media dilatasi yang telah penulis buat, untuk mengajarkan konsep dilatasi pada peserta didik di sekolah, dapat mengakses link geogebra di bawah ini:

<https://www.geogebra.org/classic/vqspfc7k>

BAB IV

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN GEOMETRI TRANSFORMASI

A. Pengembangan Alat Peraga Transformasi

1. Alat dan Bahan

Alat:

- a. Penggaris
- b. Spidol
- c. Pena
- d. Pensil
- e. Double tip

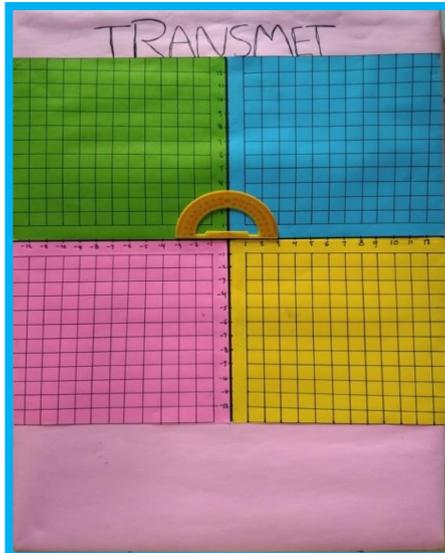


Bahan:

- a. Papan styrofoam
- b. Kertas origami
- c. Kardus
- d. Plastik
- e. Karton



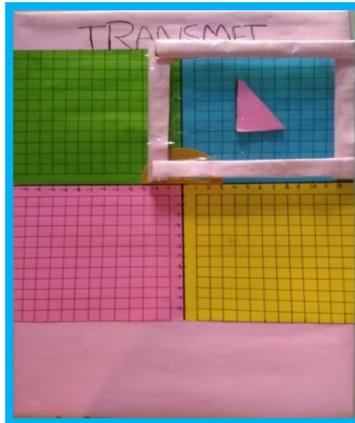
2. Tampilan Alat Peraga Transformasi



3. Cara Penggunaan

a. Translasi (Pergeseran) adalah transformasi geometri yang memindahkan setiap titik pada suatu bidang dari suatu posisi ke posisi lain.

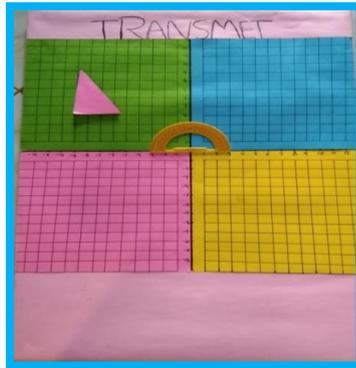
1) Tentukan titik-titik nya menggunakan sebuah siku-siku



2) Kemudian titik yang pertama digeser ke translasi kedua dan seterusnya



3) Sehingga terbentuklah titik baru setelah pegeresannya



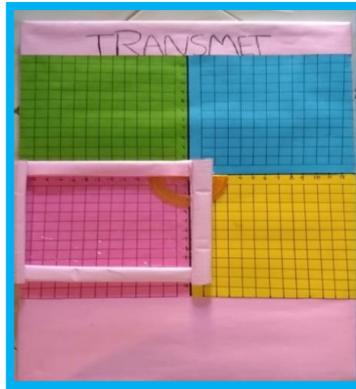
4) Lakukan hingga translasi sampai 4 kali pada kuadrannya

b. Refleksi (Pencerminan) adalah transformasi yang memindahkan setiap titik pada suatu bidang dengan menggunakan sifat benda dan bayangan.

1) Tentukan titik-titik dengan menggunakan jajargenjang



2) Kemudian direfleksikan ke samping nya



3) Sehingga terbentuklah titik-titik yang baru setelah direfleksikan



4) Lakukan hingga refleksi sampai 4 kali pada kuadrannya

c. Rotasi (Perputaran) adalah transformasi yang memutar setiap titik pada suatu bidang dengan suatu sudut dan arah tertentu, terhadap suatu titik acak.

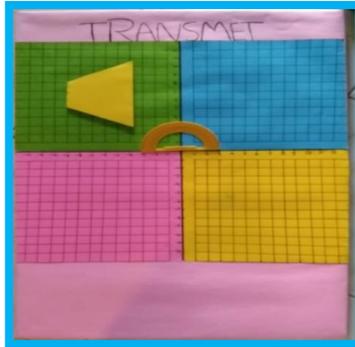
1) Tentukan titik-titik nya menggunakan trapesium



2) Kemudian rotasikan kesamping nya



3) Sehingga membentuk titik baru setelah dirotasikan



4) Lakukan hingga rotasi sampai 4 kali pada kuadrannya

B. Video Pembelajaran Geometri Transformasi

Disini penyusun membuat rancangan video pembelajaran dengan menggunakan rekam layar dari slide presentasi Canva, penulis menggunakan aplikasi tambahan untuk merekam layar yaitu Bandicam dan aplikasi CapCut untuk mengedit video.

Cara membuat slide presentasi Canva yang akan menjadi video:

1. Buka Canva

Buka aplikasi presentasi Canva atau akses melalui web browser, lalu masuk dan cari “Presentasi” untuk mulai mendesain.

2. Telusuri *layout* presentasi professional

Pilih dari berbagai desain presentasi Canva dalam beragam gaya dan tema. Pilih dari presentasi kreatif, *slide* promosi startup, bisnis, pemasaran, pendidikan, dan masih banyak lagi.

3. Sesuaikan desain Anda

Unggah foto, logo milik Anda, dan elemen identitas merek lainnya. Tambahkan slide sebanyak yang Anda inginkan. Gunakan fitur animasi agar gambar dan teks dapat ditampilkan dengan cara yang kreatif di setiap *slide*.

4. Buat *slide* yang memikat hati

Telusuri jutaan gambar dan elemen, bereksperimen dengan layout, temukan kombinasi font dan skema warna yang tepat untuk presentasi Anda. Tambahkan animasi, video, dan musik untuk membuat presentasi yang memikat hati.

5. Presentasikan dengan gaya yang menarik

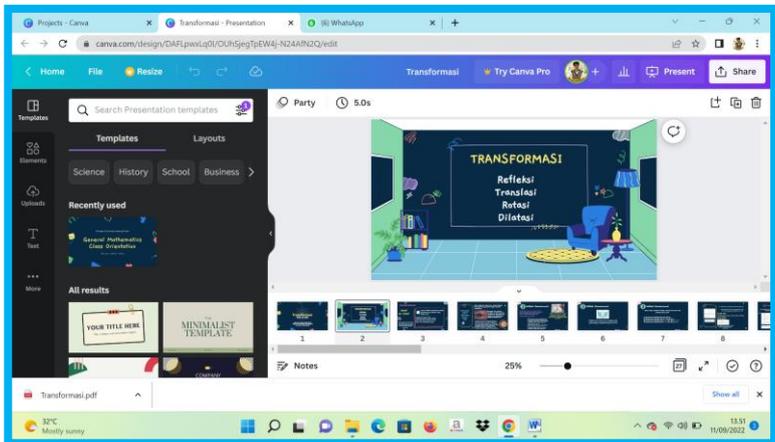
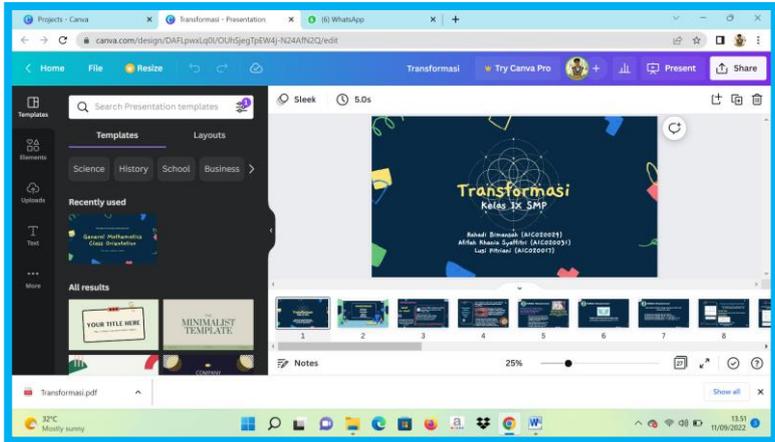
Coba berbagai mode dan fitur presentasi di Canva. Pilih dari presentasi standar, mode presenter, atau bahkan rekaman video.

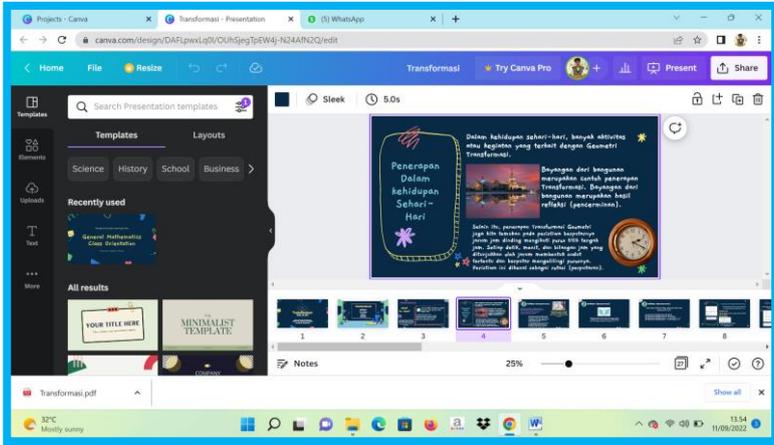
6. Atau kita bisa menggunakan aplikasi tambahan untuk merekam layar misalnya Bandicam.

Lakukan pengeditan seperti memangkas potongan video yang tidak diperlukan atau sulih suara menggunakan aplikasi tambahan seperti capcut atau aplikasi lainnya.

7. Video pembelajaran selesai dibuat

Tampilan slide presentasi Canva yang akan dibuat video





Tampilan setelah menjadi video





C. Penyelesaian Transformasi dengan Geogebra

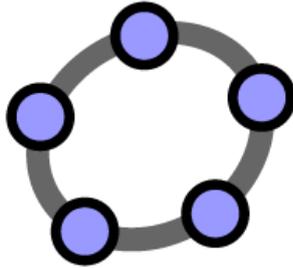
1. Penggunaan Geogebra pada Translasi

Contoh Soal:

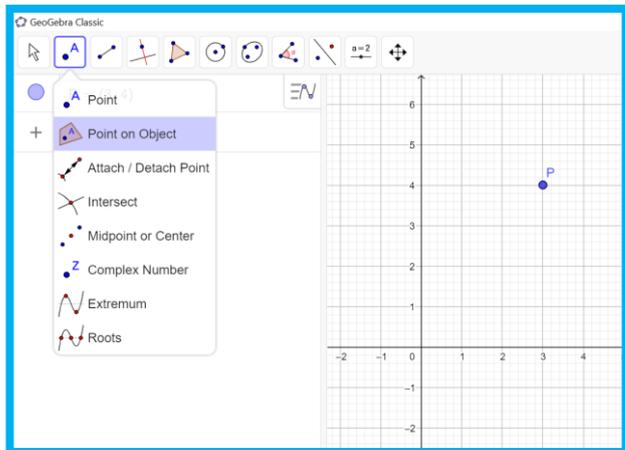
- a. Tentukan bayangan dari titik-titik segitiga PQR dengan titik P(3,4) dan titik Q(-1,1) dan titik R(2,-4) oleh Translasi $T\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$!

Jawab

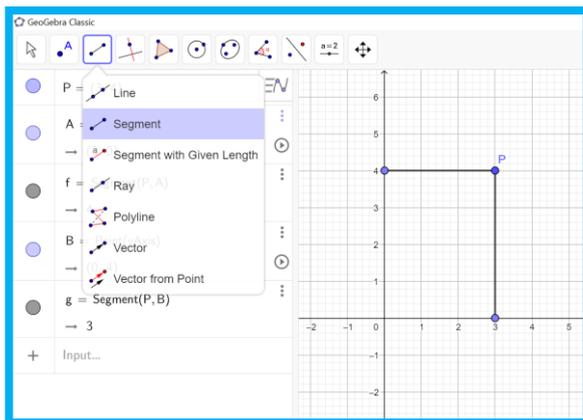
1) Buka aplikasi Geogebra



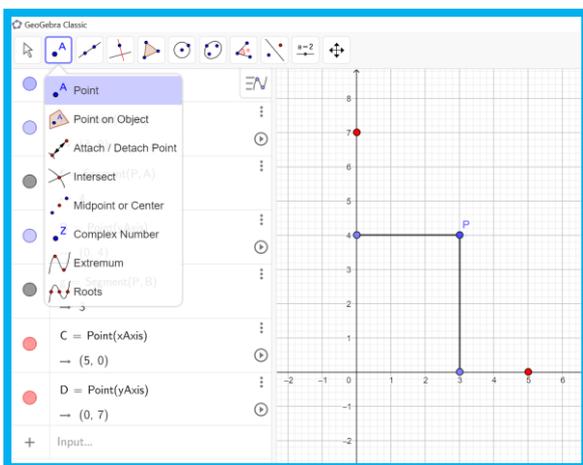
2) Buat titik P(3,4) dengan menggunakan *Point Of Object*



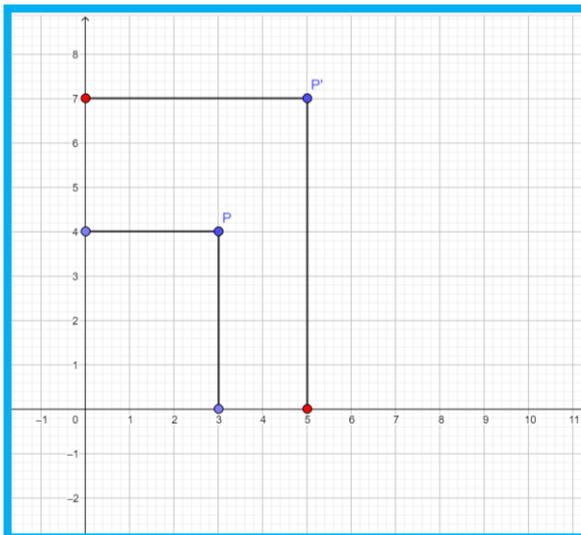
- 3) Kemudian kita buat segmen garis yang menghubungkan titik P dengan mengklik menu *segment*



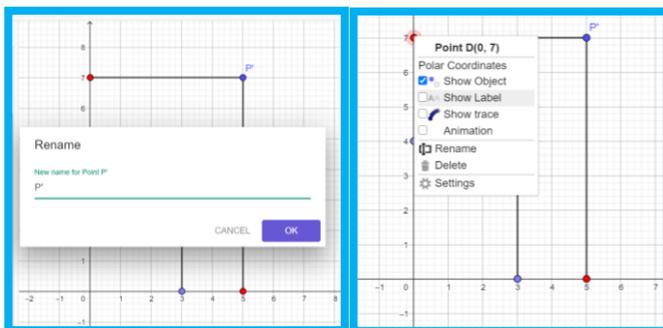
- 4) Karena $P(3,4)$ ditranslasi oleh $T\left(\begin{smallmatrix} 2 \\ 3 \end{smallmatrix}\right)$, jadi kita geser 3 pada sumbu x ke arah kanan sebanyak 2 kali dan geser 4 pada sumbu y ke arah atas sebanyak 3 kali. Kita gunakan menu *Point*



- 5) Kita kembali menggunakan menu *Point Of Object* dan *segment* untuk menghubungkan titik A dan B sehingga didapat titik P'



- 6) Untuk mengubah nama titik C menjadi P' bisa dengan mengklik kanan pada titik C kemudian *Rename*. Begitupun dengan menghilangkan titik A dan B agar gambar translasi nya lebih jelas bisa dengan mengklik kanan pada titik A kemudian klik *show label* ataupun *show object*



7) Sehingga kita dapatkan bayangan titik $P(3,4)$ yang ditranslasikan oleh $T\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$ adalah $P'(5,7)$. Buktikan dengan rumus;

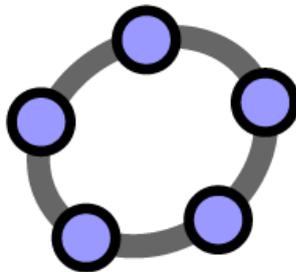
$$P(3,4) \xrightarrow{T\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}} P' = (3 + 2, 4 + 3) \rightarrow P' = (5,7)$$

8) Begitupun untuk mencari bayangan titik Q dan R kita gunakan cara yang sama seperti mencari bayangan titik P.

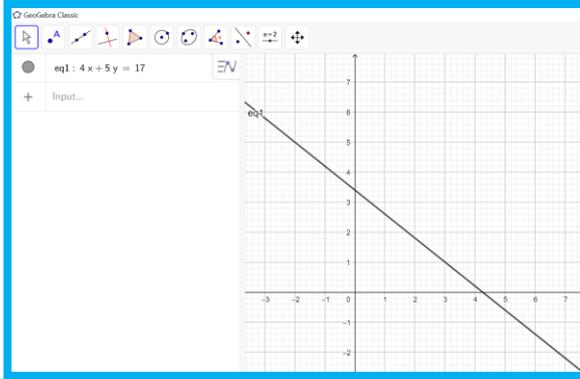
b. Tentukan bayangan garis $4x + 5y = 17$ ditranslasi oleh $\begin{pmatrix} 7 \\ -5 \end{pmatrix}$!

Jawab

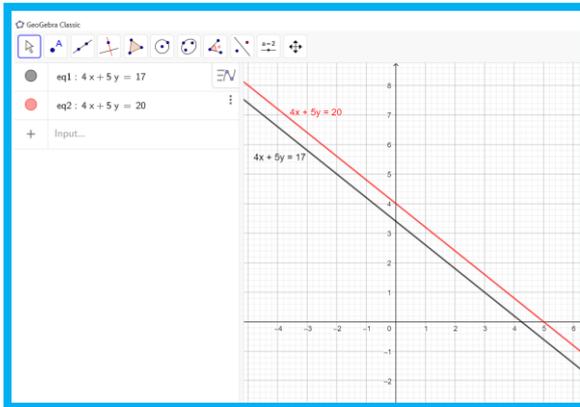
- 1) Untuk menentukan bayangan suatu garis kita cari dulu menggunakan rumus, sehingga peran Geogebra hanya untuk memeriksa apakah hasil yang didapat dengan rumus tadi benar atau tidak
- 2) Bayangan garis $4x + 5y = 17$ ditranslasi oleh $\begin{pmatrix} 7 \\ -5 \end{pmatrix}$! Dengan menggunakan rumus adalah $4x + 5y = 20$, kita masukkan ke dalam Geogebra
- 3) Buka aplikasi Geogebra



4) Pada menu *input* masukkan garis $4x + 5y = 17$



5) Setelah dapat gambar garisnya, kemudian input lagi bayangan garis yang sudah kita dapatkan dengan cara manual yaitu $4x + 5y = 20$



6) Sehingga kita dapatkan gambar bayangan garis $4x + 5y = 17$ ditranslasi oleh $\begin{pmatrix} 7 \\ -5 \end{pmatrix}$ adalah $4x + 5y = 20$

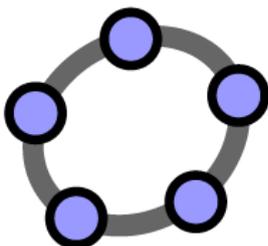
2. Penggunaan Geogebra pada Refleksi

Contoh Soal:

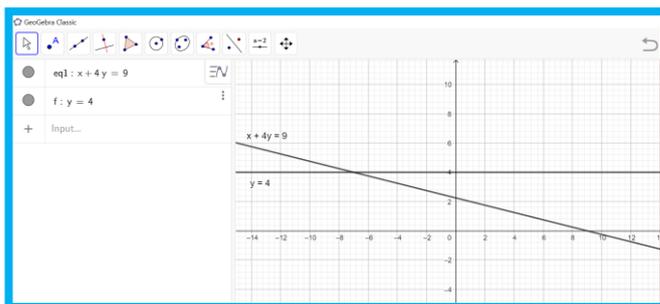
- a. Tentukan bayangan garis $x + 4y = 9$ jika direfleksikan terhadap $y = 4$?

Jawab

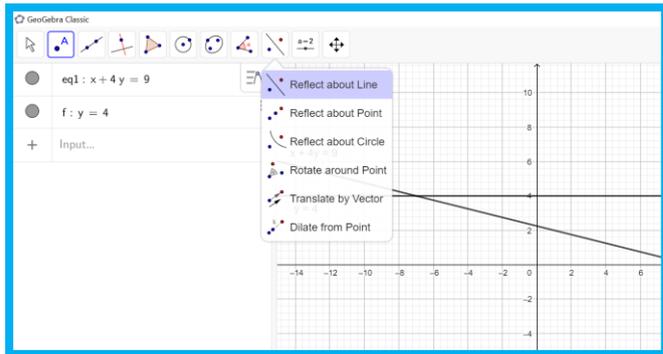
- 1) Buka aplikasi Geogebra



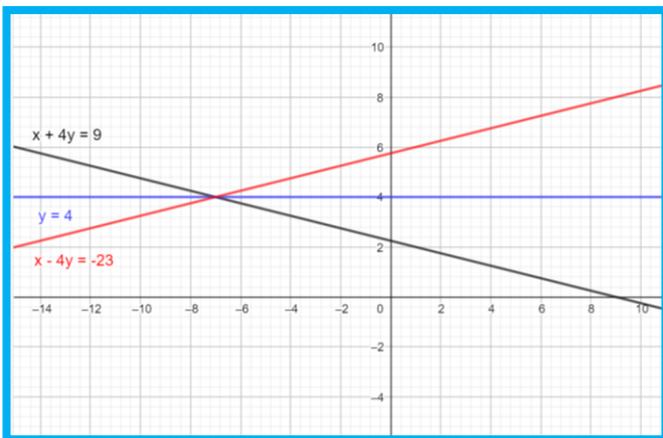
- 2) Pada menu *input* masukkan persamaan garis $x + 4y = 9$ dan garis $y = 4$



- 3) Selanjutnya, pilih menu *Reflect About Line*, kemudian klik garis $x + 4y = 9$ kemudian klik garis $y = 4$



- 4) Sehingga kita dapatkan bayangan garis $x + 4y = 9$ yang direfleksikan terhadap garis $y = 4$ adalah $x - 4y = -23$



D. Pengembangan e-Book dan LKPD

Penulis juga membuat e-Book dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai sumber belajar elektronik dan ada LKPD sebagai media yang membantu siswa untuk meningkatkan pemahamannya terhadap materi melalui urutan langkah yang telah dirancang sebelumnya dan siswa dapat mengekspresikan kemampuannya dalam memecahkan masalah.

Cara membuat e-book di Canva:

1. Buka Canva

Daftar ke akun Canva menggunakan Facebook maupun Google. Jika sudah memiliki akun, masuk dan cari "eBook" untuk mulai membuat desain. Buka halaman baru untuk memulai.

2. Cari template

Perpustakaan template eBook dari Canva berisi berbagai layout untuk setiap gaya dan tema. Tersedia tampilan untuk bagian depan, dalam, dan belakang halaman sampul. Tentukan halaman yang ingin Anda simpan, dan mana yang akan dihapus atau diedit.

3. Bereksperimen dengan fitur

Jelajahi foto, gambar, ilustrasi, ikon, dan grafis lainnya yang berkualitas tinggi. Coba berbagai skema warna, latar belakang, dan gaya font. Gunakan fitur efek foto untuk menerapkan filter dan alat bantu kolaborasi untuk membuat desain bersama orang lain.

4. Terus sesuaikan

Buat eBook yang menampilkan keunikan Anda. Unggah foto dan gambar milik Anda, tambahkan elemen identitas merek pribadi, atau padu padankan elemen dari berbagai template. Gunakan alat bantu tarik dan lepas untuk memindahkan ikon dan grafis.

5. Publikasikan dan bagikan

Setelah selesai, unduh dan simpan halaman eBook dalam format pdf, lalu bagikan hanya dalam beberapa kali klik. Anda dapat selalu kembali ke editor untuk mengubah desain.

LKPD dibuat dengan menggunakan Microsoft Word

LKPD 1 REFLEKSI (PENCERMINAN)

-Rahmat - Akhla - Lail-

Kelompok : _____
Nama Anggota :

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	TUJUAN PEMBELAJARAN
3.3 Menganalisis transformasi geometri (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi) yang dihubungkan dengan masalah kontekstual	1. Menggambar bayangan suatu bangun oleh refleksi terhadap suatu garis. 2. Menggambar bayangan suatu bangun oleh refleksi terhadap suatu garis.	1. Siswa dapat menggambar bayangan suatu bangun oleh refleksi terhadap suatu garis. 2. Siswa dapat menggambar bayangan suatu bangun oleh refleksi pada bidang koordinat (Diberi-X, sumbu-Y, titik asal)

Petunjuk Pengerjaan LKPD :

- Bacalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini dengan teliti dan seksama
- Kerjakan semua materi di soal-soal yang ada secara berkelompok
- Ditanyakan setiap permasalahan dalam kelompok Anda, tidak diperkenankan menantikan pada kelompok lain. Apabila Anda mengalami kesulitan atau kurang jelas, mintalah penjelasan pada guru
- Siswa anggota kelompok harus bisa bekerja sama
- Bekerjalah seaktif belajarnya, semoga mendapatkan ilmu yang bermanfaat

LKPD 2 TRANSLASI

-Rahmat - Akhla - Lail-

Kelompok : _____
Nama Anggota :

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	TUJUAN PEMBELAJARAN
3.3 Menganalisis transformasi geometri (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi) yang dihubungkan dengan masalah kontekstual	1. Menggambar bayangan suatu bangun oleh translasi pada bidang koordinat	1. Siswa dapat menggambar bayangan suatu bangun oleh translasi pada bidang koordinat

Petunjuk Pengerjaan LKPD :

- Bacalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini dengan teliti dan seksama
- Kerjakan semua materi di soal-soal yang ada secara berkelompok
- Ditanyakan setiap permasalahan dalam kelompok Anda, tidak diperkenankan menantikan pada kelompok lain. Apabila Anda mengalami kesulitan atau kurang jelas, mintalah penjelasan pada guru
- Siswa anggota kelompok harus bisa bekerja sama
- Bekerjalah seaktif belajarnya, semoga mendapatkan ilmu yang bermanfaat

LKPD 3 ROTASI (PERTARAN)

-Rahmat - Akhla - Lail-

Kelompok : _____
Nama Anggota :

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	TUJUAN PEMBELAJARAN
3.3 Menganalisis transformasi geometri (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi) yang dihubungkan dengan masalah kontekstual	1. Menggambar konsep rotasi pada bidang koordinat 2. Menentukan titik koordinat hasil rotasi suatu objek.	1. Siswa dapat menggambar konsep rotasi pada bidang koordinat 2. Siswa dapat menentukan titik koordinat hasil rotasi suatu objek.

Petunjuk Pengerjaan LKPD :

- Bacalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini dengan teliti dan seksama
- Kerjakan semua materi di soal-soal yang ada secara berkelompok
- Ditanyakan setiap permasalahan dalam kelompok Anda, tidak diperkenankan menantikan pada kelompok lain. Apabila Anda mengalami kesulitan atau kurang jelas, mintalah penjelasan pada guru
- Siswa anggota kelompok harus bisa bekerja sama
- Bekerjalah seaktif belajarnya, semoga mendapatkan ilmu yang bermanfaat

LKPD 4 DILATASI (PERKALIAN)

-Rahmat - Akhla - Lail-

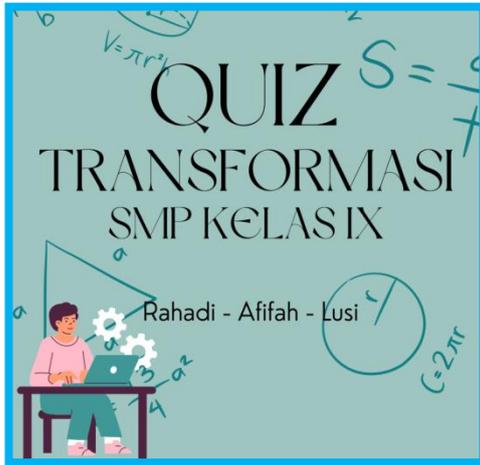
Kelompok : _____
Nama Anggota :

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	TUJUAN PEMBELAJARAN
3.3 Menganalisis transformasi geometri (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi) yang dihubungkan dengan masalah kontekstual	1. Menggambar konsep dilatasi pada bidang koordinat 2. Menentukan titik koordinat hasil dilatasi suatu objek.	1. Siswa dapat menggambar konsep dilatasi pada bidang koordinat 2. Siswa dapat menentukan titik koordinat hasil dilatasi suatu objek.

Petunjuk Pengerjaan LKPD :

- Bacalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini dengan teliti dan seksama
- Kerjakan semua materi di soal-soal yang ada secara berkelompok
- Ditanyakan setiap permasalahan dalam kelompok Anda, tidak diperkenankan menantikan pada kelompok lain. Apabila Anda mengalami kesulitan atau kurang jelas, mintalah penjelasan pada guru
- Siswa anggota kelompok harus bisa bekerja sama
- Bekerjalah seaktif belajarnya, semoga mendapatkan ilmu yang bermanfaat

E. Pengembangan Kuis Interaktif Pembelajaran



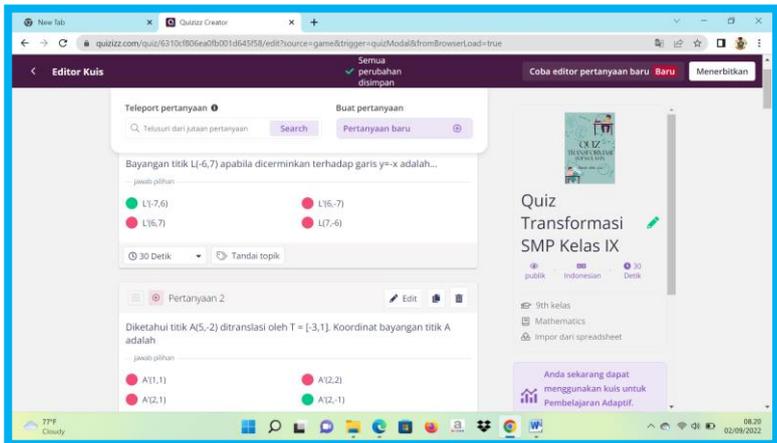
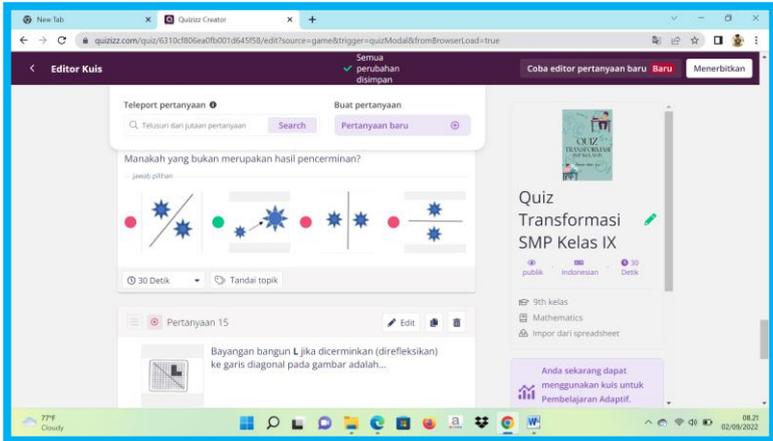
Sebagai evaluasi untuk siswa penulis membuat kuis interaktif menggunakan situs quizizz.com. Kuis ini dibuat dalam bentuk game, tampilan yang menarik, asik, dan diiringi musik yang akan membuat siswa terpacu untuk semangat mengerjakan soal. Selain itu kuis berbasis game ini sistemnya adalah kompetisi yang tentu saja membuat para siswa termotivasi untuk menjadi pemenang dengan menjawab soal dengan cepat dan tepat.

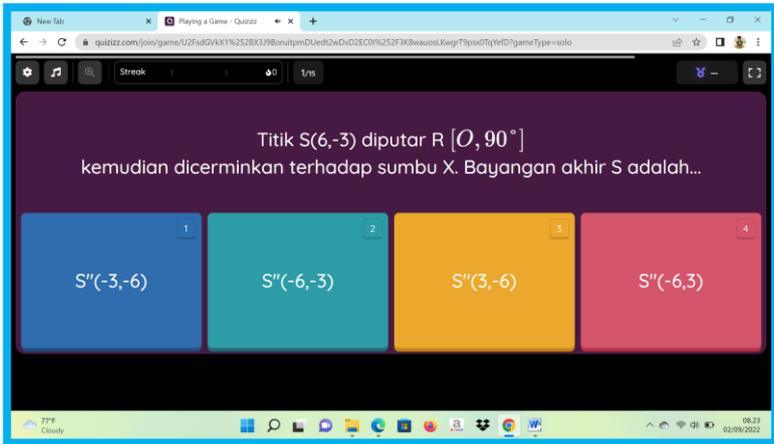
Berikut langkah-langkah pembuatannya:

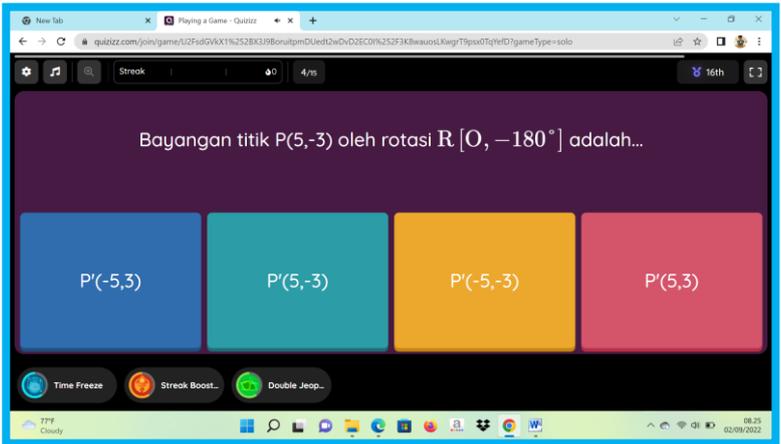
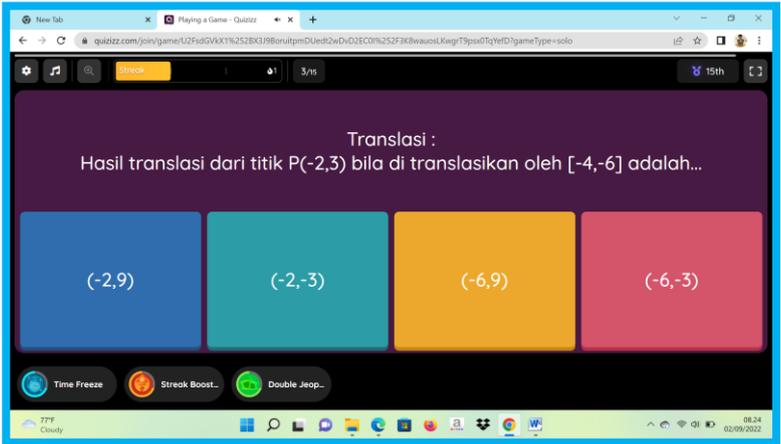
1. Buatlah rancangan soal kuis pembelajaran
2. Masuk ke situs quizizz.com jika belum terdaftar silahkan mendaftar menggunakan e-mail atau akun google
3. Jika sudah terdaftar login ke akun [quizizz](https://quizizz.com)

4. Untuk membuat kuis, pilih menu Create nanti akan tampil dua buah menu yaitu Quiz dan Lesson. Kemudian klik Quiz
5. Selanjutnya kita akan diarahkan untuk memberi judul/nama kuis dan memilih mata pelajaran yang relevan. Setelah itu klik Next
6. Kemudian akan tampil enam pilihan model kuis. Dalam hal ini saya menggunakan opsi Multiple Choice
7. Setelah itu akan muncul tampilan untuk menuliskan soal kuis/pertanyaan dan opsi jawabannya
8. Untuk membuat soal selanjutnya, klik menu New Question, soal juga bisa diedit dengan menggunakan fitur edit
9. Setelah semua soal selesai dibuat, klik Publish. Disini terdapat menu Start a live quiz untuk membagikan link quiz dan Assign homework untuk dibagikan ke google classroom sebagai tugas
10. Klik Start a live quiz >> Classic >> Continue. Lalu siswa dapat masuk class quiz quizz dengan menggunakan kode 6 digit atau menggunakan link. Kemudian klik Start untuk memulai quiz
11. Kuis game ini hanya dapat dimainkan jika admin (guru) memulai start pada akun quizz-nya atau admin share link untuk publik jadi admin tidak perlu memulai start sehingga siswa dapat mengerjakan kuis kapan saja dan dimana saja

Tampilan Kuis







F. Pengembangan RPP dan LKPD berbasis Model PBL

Epi Ratna Sari

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah : SMAN 05 Kota Bengkulu
Mata Pelajaran : Matematika
Kelas/ Semester : XI / Ganjil
Materi : Matriks Transformasi Geometri
Materi Prasyarat : Sistem Koordinat Kartesius
Sub Materi : Matriks Refleksi (Pencerminan)
Alokasi Waktu : 1×45 Menit (1JP)
Pertemuan ke : 1

A. Kompetensi Inti

KI-1	Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
KI-2	Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan proaktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia
KI-3	Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang

	ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
KI-4	Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

B. Kompetensi Dasar dan Indikator

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.5 Menganalisis dan membandingkan transformasi dan komposisi transformasi dengan menggunakan matriks	<p>3.5.1 Menguraikan contoh refleksi dalam kehidupan sehari-hari (indikator pendukung).</p> <p>3.5.2 Menganalisis sifat-sifat refleksi berdasarkan pengamatan pada masalah kontekstual dan pengamatan objek pada bidang koordinat (indikator kunci).</p> <p>3.5.3 Menemukan konsep refleksi dengan kaitannya dengan konsep matriks (indikator kunci).</p>
4.5 Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan matriks transformasi geometri (translasi, refleksi, dilatasi, dan rotasi).	<p>4.5.1 Menunjukkan matriks transformasi refleksi dengan pengamatan terhadap titik titik dan bayangannya (indikator kunci).</p> <p>4.5.2 Menggunakan konsep transformasi refleksi yang berkaitan dengan konsep matriks. (indikator kunci).</p>

C. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui penerapan model pembelajaran problem based learning dengan bantuan dengan media geogebra dan penampilan video peserta didik dapat menguraikan contoh refleksi dalam kehidupan sehari-hari. dengan benar.
2. Melalui penerapan model pembelajaran problem based learning dengan bantuan media geogebra dan penampilan video peserta didik dapat menemukan sifat-sifat refleksi berdasarkan pengamatan pada masalah kontekstual dan pengamatan objek pada bidang koordinat dengan benar.
3. Melalui penerapan model pembelajaran problem based learning dengan bantuan dengan media geogebra dan penampilan video peserta didik dapat menemukan konsep refleksi dengan kaitannya dengan konsep matriks dengan benar.
4. Melalui penerapan model pembelajaran problem based learning dengan bantuan dengan media geogebra dan penampilan video peserta didik dapat menunjukkan matriks transformasi reflaksi dengan pengamatan terhadap titik-titik dan bayangannya dengan benar
5. Melalui penerapan model pembelajaran problem based learning dengan bantuan dengan media geogebra dan penampilan video peserta didik dapat menggunakan konsep transformasi refleksi yang berkaitannya dengan konsep matriks dengan benar.

D. Materi Pembelajaran

- Fakta : Translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi
- Konsep : Pengertian dan sifat-sifat translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi
- Prinsip : Aplikasi konsep translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi.
- Skill : Menyelesaikan masalah sehari-hari yang terkait dengan translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi

E. Strategi Pembelajaran

- Model : Problem Based Learning
- Pendekatan : Saintifik
- Metode : Diskusi, tanya jawab dan penugasan

F. Alat, Media, dan Sumber Belajar

- Alat : Papan tulis, spidol, laptop
- Media : Infokus, Prangkat komputer/Smarphon, Aplikasi Geogebra, LKPD
- Sumber : Buku matematika SMA/SMK Kurikulum 2013 edisi revisi 2016, dan video pembelajaran yang diunduh dari chanel youtube

G. Kegiatan Pembelajaran

Fase Model Pembelajaran Problem Based Learning	Kegiatan Pembelajaran	Pendekatan Saintifik/ PPK/4C/ICT	Alokasi Waktu
	Pendahuluan		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memulai proses pembelajaran dengan mengucapkan salam pembuka. 2. Guru meminta ketua kelas untuk mengawali proses pembelajaran dengan berdoa. 3. Guru meminta siswa menyebutkan nama-nama pahlawan nasional yang ditampilkan oleh guru. 4. Guru memastikan kesiapan fisik dan psikis peserta didik untuk belajar sekaligus mengecek kehadiran peserta didik. 5. Guru menampilkan KD, IPK dan tujuan pembelajaran pada slide power 	<p>Religius</p> <p>Religius</p> <p>Nasionalis</p>	10 menit

	<p>point dan menjelaskan kepada peserta didik.</p> <p>6. Melalui media power point guru bersama peserta didik mengamati dan mengaitkan pengetahuan yang sudah didapatkan peserta didik dengan materi yang akan dibahas.</p> <p>7. Melalui penayangan vidio berikut https://youtu.be/mwxj_CN3aKw peserta didik menemukan manfaat pembelajaran refleksi dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>8. Guru membagi peserta didik kedalam kelompok dan meminta peserta didik duduk sesuai dengan</p>	<p>Collaboration & Communication</p>	
--	---	--	--

	kelompoknya masing-masing. 9. Guru menyampaikan model pembelajaran yang akan digunakan.		
	Kegiatan Inti		
Orientasi Peserta Didik Pada Masalah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan bahan ajar berkaitan dengan transformasi Refleksi. 2. Peserta didik mengamati dan menganalisis permasalahan transformasi refleksi yang ditampilkan guru melalui media geogebra https://www.geogebra.org/classic/vjga mtju (media 1) https://www.geogebra.org/classic/jwsc cc3q (media 2) https://www.geogebra.org/classic/vxed 38am (media 3) 3. Guru mengarahkan 	Mengamati	25 menit

	<p>peserta didik untuk mengajukan pertanyaan terkait permasalahan transformasi refleksi yang ditampilkan melalui tayangan ppt dan bahan ajar.</p> <p>4. Guru bersama peserta didik berkolaborasi untuk mendiskusikan pertanyaan yang diajukan terkait masalah transformasi refleksi yang terdapat dalam tampilan ppt dan media geogebra dan pada bahan ajar.</p>	<p>Menanyakan</p> <p>Collaboration & Communication</p>	
<p>Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar</p>	<p>5. Guru membagikan LKPD I pada masing-masing kelompok.</p> <p>6. Guru memberikan contoh penerapan aplikasi geogebra kaitannya dengan</p>	<p>ICT</p>	

	<p>menyelesaikan masalah yang terdapat pada LKPD pada kegiatan belajar.</p> <p>10. Guru menjelaskan kendala yang sampaikan oleh setiap kelompok terkait dengan masalah pada LKPD pada kegiatan belajar.</p>		
<p>Mengembangkan dan Menyajikan hasil</p>	<p>11. Guru mengarahkan masing-masing kelompok untuk menyusun hasil pemecahan masalah pada LKPD secara rapi dan teliti</p> <p>12. Guru mengarahkan peserta didik untuk mengecek kembali hasil pemecahan masalah yang telah disusun.</p> <p>13. Guru memberikan setiap kelompok</p>	<p>Creativity & Critical Thinking</p> <p>Communication Integritas</p>	

	menyajikan hasil yang diperoleh dengan penuh percaya diri.		
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	14. Guru meminta peserta dari kelompok lain memberikan masukan dan tanggapan serta menanyakan hal-hal yang kurang dipahami dengan bahasa yang santun.	Toleransi	
	15. Guru memberikan kesempatan kepada kelompok yang tampil untuk menanggapi pertanyaan dari kelompok lain dengan asas saling menghargai.	Communication & Toleransi	
	16. Guru meminta peserta didik membuatkan dan menyampaikan kesimpulannya kemudian guru memberikan penguatan.	Collaboration	
	Kegiatan Penutup		

	<p>17. Guru memberikan evaluasi untuk menilai kemampuan peserta didik.</p> <p>18. Guru memberikan umpan balik dan melakukan refleksi pembelajaran.</p> <p>19. Guru membimbing peserta didik untuk membuat kesimpulan pembelajaran.</p> <p>20. Guru meminta peserta didik menganalisis kelebihan dan kekurangan proses pembelajaran yang telah dilaksanakan.</p> <p>21. Guru menguatkan kesimpulan yang dikemukakan peserta didik.</p> <p>22. Guru memberikan 3</p>	<p>ICT</p> <p>Critical Thinking</p>	<p>10 menit</p>
--	--	-------------------------------------	-----------------

	<p>nomor soal berkaitan dengan transformasi translasi untuk dikerjakan dirumah</p> <p>23. Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya .</p> <p>24. Peserta didik mengakhiri proses pembelajaran dengan berdoa dan memberi salam.</p> <p>25. Guru menutup pelajaran dengan salam.</p>		
--	---	--	--

H. Penilaian

- Sikap spiritual dan sosial

Teknik penilaian : Pengamatan

Aspek yang dinilai : Proses dalam mengikuti pembelajaran

- Pengetahuan

Teknik penilaian : Tes tertulis, lisan dan penugasan

- Jenis penilaian : Uraian
- Keterampilan
- Teknik penilaian : Unjuk kerja, praktik dan proyek
- Jenis penilaian : Uraian unjuk kerja

LEMBAR PENILAIAN SIKAP SPIRITUAL

Nama Peserta Didik :

Kelas/Semester : XI/I

Tanggal Pengamatan :

Materi Pokok : Matriks Transformasi geometri

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu				
2	Mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan yang maha Esa				
3	Memberi salam sebelum dan sesudah menyampaikan pendapat/presentasi				
4	Mengungkapkan kekaguman secara lisan maupun tulisan terhadap Tuhan YME saat melihat kebesaran-Nya				
5	Merasakan keberadaan dan kebesaran Tuhan yang maha Esa saat mempelajari ilmu pengetahuan				
Jumla Skors					

Catatan:

1. Aspek Sikap Spiritual dinilai dengan kriteria:

- Selalu (apabila selalu melakukan sesuai pernyataan) = 4
- Sering (apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan) = 3
- Kadang-kadang (apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan) = 2
- Tidak Pernah (apabila tidak pernah melakukan sesuai pernyataan) = 1

2. Skor Sikap

$$\text{Skor Akhir} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

LEMBAR PENILAIAN SIKAP SOSIAL

Mata Pelajaran : Matematika
Kelas/Semester : XI/I
Topik/Subtopik : Matriks transformasi geometri
Indikator : Peserta didik menunjukkan sikap santun, peduli, jujur, disiplin, percaya diri, kerja sama dan tanggung jawab

No	Nama Siswa	Aspek Prilaku yang Dinilai							
		Santun	Peduli	Jujur	Disiplin	Percaya Diri	Kerja Sama	Tanggung Jawab	Jumlah Skor
1									
2									
3									

Catatan:

1. Aspek perilaku dinilai dengan kriteria:

4 = Sangat Baik

3 = Baik

2 = Cukup

1 = Kurang

2. Skor Sikap Sosial

$$\text{Skor Akhir} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

KISI- KISI INSTRUMEN PENILAIAN PENGETAHUAN

Kompetensi Dasar	Indikator	Aspek Pengetahuan						Bentuk soal	Jumlah soal	No Soal
		C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6			
3.5 Menganalisis dan membandingkan transformasi dan komposisi transformasi dengan menggunakan matriks.	3.5.4 Menemukan konsep refleksi dengan kaitannya dengan konsep matriks				√			Uraian	1	1

INSTRUMEN DAN RUBRIK PENILAIAN PENGETAHUAN

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Soal	Indikator Keterampilan	Skor
1	Menemukan konsep refleksi dengan kaitannya dengan konsep matriks	Tentukan hasil bayangan titik $A(-7,-3)$ oleh refleksi terhadap garis $y = x$	<p>yaitu</p> $A' \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -7 \\ -3 \end{pmatrix}$ $= \begin{pmatrix} 0(-7) + 1(-3) \\ 1(-7) + 0(-3) \end{pmatrix}$ $= \begin{pmatrix} 0 - 3 \\ -7 + 0 \end{pmatrix}$ $= \begin{pmatrix} -3 \\ -7 \end{pmatrix}$ <p>Jadi bayangannya yaitu $A'(-3,-7)$.</p>	5 5 5 5 5
Total Skor				30

$$\text{Skor Akhir} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

ASPEK PENILAIAN KETERAMPILAN

Nama Peserta Didik :

Kelas/Semester : XI/1

Tanggal Pengamatan :

Materi Pokok : Matriks Transformasi Geometri

No	Aspek yang dinilai	Kriteria		Skor
1	Kemampuan menganalisa petunjuk	Hampir sempurna		4
		Ada beberapa kesalahan tetapi tidak mengganggu hasil kerja		3
		Ada beberapa kesalahan dan mengganggu hasil kerja		2
		Banyak kesalahan dan mengganggu hasil kerja	Hampir semua salah dan mengganggu hasil kerja	1
		Terlalu banyak kesalahan dan mengganggu hasil kerja		
2	Kemampuan mengkomunikasikan dan berdiskusi	Sangat lancar		4
		Lancar		3
		Cukup lancar		2
		Kurang lancar	Sangat tidak lancar	1
		Tidak lancar		

3	Kesesuaian hasilkerja dengan petunjuk	Hampir sempurna		4
		Ada beberapa kesalahan tetapi tidak mengganggu hasil kerja		3
		Ada beberapa kesalahan dan mengganggu hasilkerja		2
		Banyak kesalahan dan mengganggu hasil kerja	Hampir semua salah dan mengganggu hasil kerja	1
		Terlalu banyak kesalahan dan mengganggu hasil kerja		
4	Kemampuan mempersentasi kan hasil	Sangat lancar		4
		Lancar		3
		Cukup lancar		2
		Kurang lancar	Sangat tidak lancar	1
		Tidak lancar		
Jumlah Skor				

$$\text{Skor Akhir} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Satuan Pendidikan : SMA Negeri
Kelas/Semester : XI/1
Materi : Matriks Refleksi
Muatan : Matematika



KOMPETENSI DASAR

No. KD	Kompetensi Dasar
3.5	Menganalisis dan membandingkan transformasi dan komposisi transformasi(refleksi,translasi,rotasi dan dilatasi) dengan menggunakan matriks.
4.5	Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan matriks transformasi geometri (translasi, refleksi, dilatasi, dan rotasi).

TUJUAN KEGIATAN

Tujuan Kegiatan

Melalui kegiatan pembelajaran menggunakan *Problem Based Learning* (PBL) setelah berdiskusi dan menyelesaikan LKPD dengan bimbingan guru, peserta didik diharapkan mampu :

1. Melalui penerapan model pembelajaran problem based learning peserta didik dapat menjelaskan pengertian dari refleksi
2. Melalui penerapan model pembelajaran problem based learning peserta didik dapat menentukan sifat-sifat refleksi
3. Melalui penerapan model pembelajaran problem based learning peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan pada materi refleksi yaitu pada sumbu x dan sumbu y
4. Melalui penerapan model pembelajaran problem based learning peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan pada materi refleksi yaitu pada sumbu x dan sumbu y menggunakan konsep transformasi refleksi yang berkaitan dengan konsep matriks.



PETUNJUK PENGISIAN LKPD

1. Baca dan ikuti setiap langkah kegiatan pada LKPD berikut ini
2. Bertanyalah pada guru ketika kesulitan dalam menyelesaikan masalah-masalah pada LKPD ini!
3. Gunakan referensi lain seperti buku cetak, internet, dan media belajar lainnya jika diperlukan
4. Buat kesimpulan bersama-sama
5. Perwakilan kelompok akan maju ke depan kelas untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya

Orientasi Peserta Didik Pada Masalah

Masalah 1

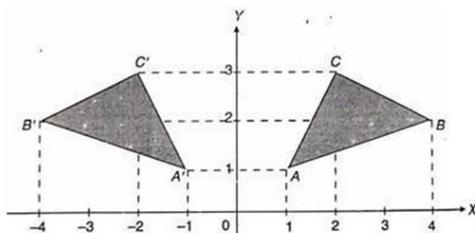
Perhatikan gambar berikut !



Apakah kamu pernah melihat pemandangan seperti pada gambar di atas? Coba kamu amati objek bangunan dengan bayangan bangunan tersebut di dalam air ?

Fokuslah pada bentuk dan ukuran objek terhadap bayangan dan juga jarak antara objek bangunan ke bayangan !

Untuk lebih paham, coba perhatikan juga gambar berikut :



Mengorganisasikan Peserta Didik untuk belajar

Setelah kalian membaca dan memahami masalah diatas, lalu bagaimana cara untuk menyelesaikan permasalahan tersebut? Maka diskusikanlah dengan teman sekelompokmu!

Membimbing Penyelidikan

Perhatikan gambar di bawah ini !



Gambar tersebut merupakan gambar sebuah gedung yang berada di dekat sebuah danau, terlihat pada gambar bahwa terdapat bayangan gedung tersebut di atas permukaan danau. Dimana danau tersebut bisa diibaratkan sebagai cermin. Selanjutnya kerjakan pertanyaan-pertanyaan pada kegiatan dibawah ini!

Berdasarkan pengamatanmu bagaimana jarak gedung ke danau dan jarak bayangan gedung kedanau setelah dicerminkan?

.....
.....

Berdasarkan pengamatanmu bagaimana dengan bentuk dan ukuran bayangan objek setelah dicerminkan ?

.....
.....

Berdasarkan pengamatanmu apakah bayangan gedung dan objek gedung asli salaing berhadapan?

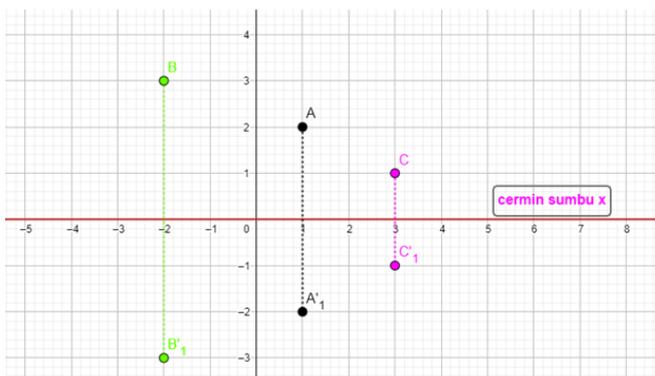
.....
.....

Mengembangkan Dan Menyajikan Hasil

Setelah melakukan kegiatan sebelumnya, maka peserta didik dapat menentukan titik hasil hasil pencerminan suatu objek.

Masalah 2

Perhatikan Gambar Berikut !



Terlihat pada gambar hasil dari sebuah pencerminan suatu titik, yaitu titik A, B, dan C yang dicerminkan terhadap sumbu x dimana sumbu x sebagai cerminnya. Jawablah pertanyaan dibawah ini sesuai dengan yang kamu amati dari gambar.

1. Titik A mula-mula berada pada koordinat $(1,2)$ akan dicerminkan terhadap sumbu x , jika jarak titik awal ke cermin sama dengan jarak cermin ke hasil bayangan maka titik hasil bayangan titik A berada pada koordinat (\dots, \dots)
2. Titik B mula-mula berada pada koordinat $(-2,3)$ akan dicerminkan terhadap sumbu x , jika jarak titik awal ke

cermin sama dengan jarak cermin ke hasil bayangan maka titik hasil bayangan titik B berada pada koordinat (\dots, \dots)

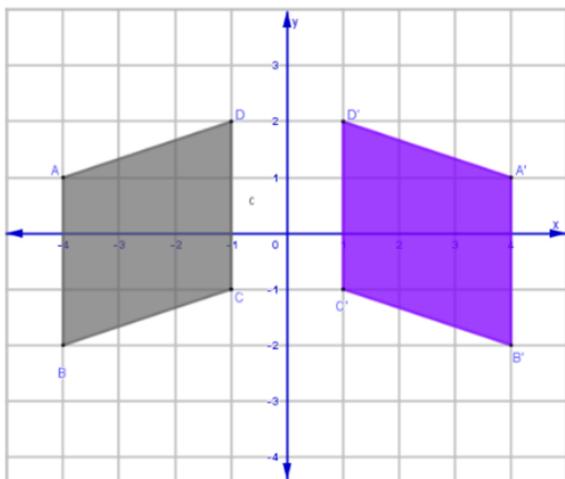
3. Titik C mula-mula berada pada koordinat $(3,1)$ akan dicerminkan terhadap sumbu x , jika jarak titik awal ke cermin sama dengan jarak cermin ke hasil bayangan maka titik hasil bayangan titik B berada pada koordinat (\dots, \dots)

Setelah kalian menjawab pertanyaan di atas maka selanjutnya lengkapilah tabel di bawah ini.

Titik	Koordinat Awal	Koordinat Bayangan
A	$(1, 2)$	$(1, -2)$
B	(\dots, \dots)	(\dots, \dots)
C	(\dots, \dots)	(\dots, \dots)
Refleksi Terhadap Sumbu x	(x, y)	(\dots, \dots)

Masalah 3

Perhatikan Gambar Berikut !



Terlihat pada gambar hasil dari sebuah pencerminan suatu objek, yaitu persegi yang terdiri dari titik A, B, C, dan D dimana sumbu y sebagai cerminnya. Jawablah pertanyaan di bawah ini sesuai dengan yang kamu amati dari gambar.

1. Titik A mula-mula berada pada koordinat $(-4, 1)$ akan dicerminkan terhadap sumbu y , jika jarak titik awal ke cermin sama dengan jarak cermin ke hasil bayangan maka titik hasil bayangan titik A berada pada koordinat $(4, 1)$
2. Titik B mula-mula berada pada koordinat (\dots, \dots) akan dicerminkan terhadap sumbu y , jika jarak titik awal ke cermin sama dengan jarak cermin ke hasil bayangan maka titik hasil bayangan titik B berada pada koordinat (\dots, \dots)

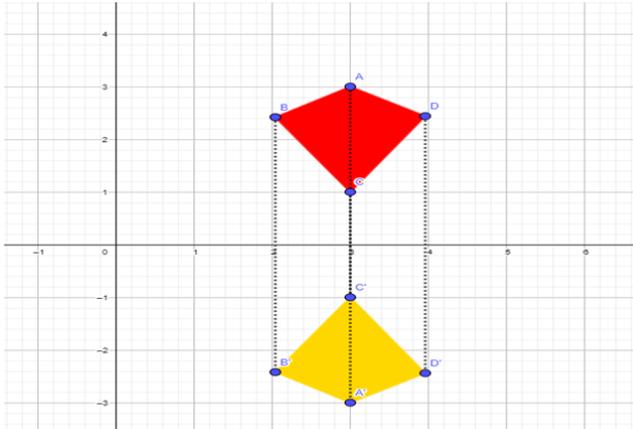
3. Titik C mula-mula berada pada koordinat (\dots, \dots) akan dicerminkan terhadap sumbu y , jika jarak titik awal ke cermin sama dengan jarak cermin ke hasil bayangan maka titik hasil bayangan titik C berada pada koordinat (\dots, \dots)
4. Titik D mula-mula berada pada koordinat (\dots, \dots) akan dicerminkan terhadap sumbu y , jika jarak titik awal ke cermin sama dengan jarak cermin ke hasil bayangan maka titik hasil bayangan titik D berada pada koordinat (\dots, \dots)

Setelah kalian menjawab pertanyaan di atas maka selanjutnya lengkapilah tabel dibawah ini.

Titik	Koordinat Awal	Koordinat Bayangan
A	$(-4, 1)$	$(4, 1)$
B	(\dots, \dots)	(\dots, \dots)
C	(\dots, \dots)	(\dots, \dots)
D	(\dots, \dots)	(\dots, \dots)
Refleksi Terhadap Sumbu y	(x, y)	(\dots, \dots)

Masalah 4

Perhatikan Gambar berikut !

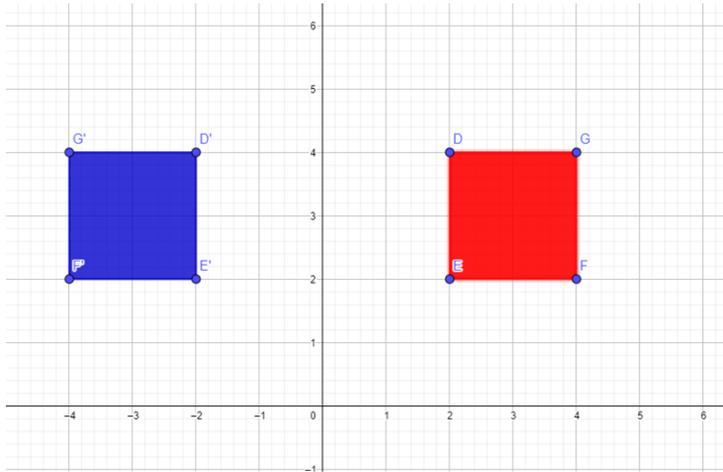


Gambar di atas merupakan pencerminan dari sebuah objek terhadap sumbu x , dimana sumbu x sebagai cerminnya. Pada gambar terlihat sebuah bangun layang-layang dimana layang-layang yang berwarna merah merupakan objek awal dan layang-layang berwarna kuning merupakan bayangan objek. Lengkapilah tabel di bawah ini untuk menghubungkan matriks dengan refleksi.

Titik Awal $P(x, y)$	Matriks Refleksi	Perkalian Matriks	Bayangan Titik $P'(x', y')$
A(3, 3)	$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} (-1) \times 3 + 0 \times 3 \\ 0 \times 3 + 1 \times 3 \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} -3 \\ 3 \end{bmatrix} \end{aligned}$	A'(-3,3)
B(..., ...)	$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} \dots \times \dots + \dots \times \dots \\ \dots \times \dots + \dots \times \dots \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} \end{aligned}$	B'(..., ...)
C(..., ...)	$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} \dots \times \dots + \dots \times \dots \\ \dots \times \dots + \dots \times \dots \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} \end{aligned}$	C'(..., ...)
D (..., ...)	$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} \dots \times \dots + \dots \times \dots \\ \dots \times \dots + \dots \times \dots \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} \end{aligned}$	D'(..., ...)

Masalah 5

Perhatikan gambar berikut !



Gambar di atas merupakan pencerminan dari sebuah objek terhadap sumbu y , dimana sumbu y sebagai cerminnya. Pada gambar terlihat sebuah bangun persegi dimana persegi berwarna merah merupakan obeej awal dan persegi berwarna biru merupakan bayangan objek. Lengkapilah tabel di bawah ini untuk menghubungkan matriks dengan refleksi.

Titik Awal $P(x, y)$	Matriks Refleksi	Perkalian Matriks	Bayangan Titik $P'(x', y')$
D(2, 4)	$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 2 \\ 4 \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} (-1) \times 2 + 0 \times 4 \\ 0 \times 2 + 1 \times 4 \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} -2 \\ 4 \end{bmatrix} \end{aligned}$	D'(-2, 4)
E(..., ...)	$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} \dots \times \dots + \dots \times \dots \\ \dots \times \dots + \dots \times \dots \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} \end{aligned}$	E'(..., ...)
F(..., ...)	$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} \dots \times \dots + \dots \times \dots \\ \dots \times \dots + \dots \times \dots \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} \end{aligned}$	F'(..., ...)
G (..., ...)	$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} \dots \times \dots + \dots \times \dots \\ \dots \times \dots + \dots \times \dots \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} \end{aligned}$	G'(..., ...)

Analisis Dan Evaluasi

Kesimpulan/ Refleksi

1. Bayangan objek dengan objek awal
2. Bentuk bayangan objek dengan objek awal
3. Ukuran bayangan objek dengan objek awal
4. Objek awal dan bayangan objek saling

Rumus umum refleksi terhadap sumbu x dan sumbu y

Terhadap	Titik awal	Bayangan titik
Sumbu x	$P(x, y)$	$P'(\dots, \dots)$
Sumbu y	$P(x, y)$	$P'(\dots, \dots)$

Matriks refleksi terhadap sumbu x dan sumbu y

Terhadap	Matrik Refleksi
Sumbu x	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$
Sumbu y	$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

G. Pengembangan RPP dan LKPD Berbasis Model Apos

Mulya Sarti Aprini

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah	: SMPN X Kota Bengkulu
Mata Pelajaran	: Matematika
Kelas/ Semester	: IX / Ganjil
Materi	: Transformasi
Materi Prasyarat	: Sistem Koordinat
Sub Materi	: Rotasi
Alokasi Waktu	: 1 × 45 Menit (1 JP)
Pertemuan ke	: 3

A. Kompetensi Inti

- KI-1 Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya
- KI-2 Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, dan percaya diri dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya

- KI-3 Memahami pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
- KI-4 Mencoba, mengolah, dan menyaji dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori

B. Kompetensi Dasar dan Indikator

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
<p>3.1 Menjelaskan transformasi geometri translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi) yang dihubungkan dengan masalah kontekstual.</p>	<p>3.1.1 Menjelaskan pengertian transformasi Rotasi dari permasalahan kontekstual.</p> <p>3.1.2 Menentukan koordinat bayangan hasil transformasi rotasi.</p> <p>3.1.3 Menggambar koordinat bayangan benda hasil transformasi rotasi.</p>
<p>4.1 Menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan</p>	<p>4.1.1 Memecahkan masalah kontekstual yang</p>

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
dengan transformasi geometri (translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi).	berkaitan Konsep transformasi Rotasi. 4.1.2 Menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan transformasi rotasi.

C. Tujuan Pembelajaran

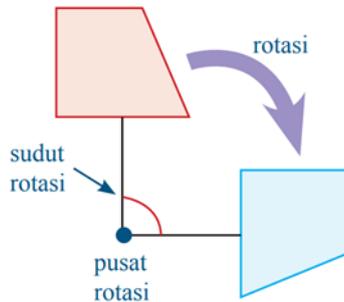
Setelah mengikuti serangkaian kegiatan pembelajaran dengan menggunakan Model APOS (Action, Process, Obejct, Schema), peserta didik dapat:

1. Menganalisis masalah yang berkaitan dengan transformasi rotasi dengan baik.
2. Menemukan konsep transformasi rotasi menggunakan software geogebra dengan rasa ingin tahu yang tinggi, dan dapat bekerjasama.
3. Menggambarkan koordinat bayangan benda hasil transformasi rotasi menggunakan software geogebra dengan benar.
4. Menentukan koordinat bayangan benda hasil transformasi rotasi menggunakan software geogebra dengan benar.
5. Menyajikan permasalahan yang berkaitan dengan transformasi rotasi di depan kelas dengan rasa percaya diri.

6. Menumbuhkan sikap tanggung jawab, disiplin selama proses pembelajaran, dan kerja sama dalam kelompok.
7. Mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, berpikir kritis, berpikir kreatif, berkomunikasi, dan berliterasi dengan baik.

D. Materi Pembelajaran

Rotasi merupakan salah satu bentuk transformasi yang memutar setiap titik pada gambar sampai sudut dan arah tertentu terhadap titik yang tetap. Titik tetap ini disebut pusat rotasi. Besarnya sudut dari bayangan benda terhadap posisi awal disebut dengan sudut rotasi.



Suatu rotasi ditentukan oleh arah rotasi. Jika berlawanan arah dengan arah perputaran jarum jam, maka sudut putarnya positif. Jika searah perputaran jarum jam, maka sudut putarnya negatif. Pada rotasi, bangun awal selalu kongruen dengan bayangannya.

Tabel bayangan hasil rotasi terhadap titik (x,y)

Titik Koordinat	Pusat Rotasi	Sudut Rotasi	Arah Rotasi	Bayangan Hasil Rotasi
(x, y)	$(0,0)$	90°	Searah jarum jam	$(y, -x)$
(x, y)	$(0,0)$	90°	Berlawanan arah jarum jam	$(-y, x)$

E. Strategi Pembelajaran

Model : APOS (Action, Process, Obejct, Schema)

Pendekatan : Sainifik berbasis TPACK

Metode : Pengamatan, tanya-jawab, penugasan kelompok, dan diskusi kelompok

F. Alat, Media, dan Sumber Belajar

Alat : papan tulis, spidol, laptop

Media : infokus, *slide power point*, LKPD

Sumber belajar :

1. Buku Matematika SMP/MTs Kelas IX Semester I Edisi Revisi 2017 Kemendikbud RI
2. Video pembelajaran yang diunduh dari *chanel youtube*

G. Kegiatan Pembelajaran

Tahap Pembelajaran	Rencana Kegiatan Pembelajaran	Keterampilan Abad 21	Alokasi waktu
A. Kegiatan Pendahuluan			
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuka pelajaran dengan salam pembuka, berdo'a dan menyanyikan lagu nasional. 2. Guru mengkondisikan suasana belajar yang menyenangkan. 3. Memeriksa kehadiran peserta didik. 4. Guru meminta peserta didik untuk menyiapkan perlengkapan yang diperlukan, seperti computer/lapto 	PPK (religius, nasionalisme, kedisiplinan)	5 menit

	<p>p yang telah terinstall Geogebra.</p> <p>5. Peserta didik mendengarkan guru Menyampaikan informasi tentang kompetensi, ruang lingkup, materi, tujuan, manfaat, dan langkah pembelajaran serta metode yang akan dilaksanakan.</p> <p>6. Peserta didik dibagi ke dalam kelompok heterogeny yang terdiri dari 3-4 orang.</p>		
--	--	--	--

B. Kegiatan Inti

Fase 1: Fase Orientasi (<i>Sintak APOS</i>)	1. Peserta didik mendengarkan penyampaian garis besar dari	Literasi Berpikir Kritis	5 menit
--	--	-----------------------------	------------

	<p>materi yang akan dipelajari.</p> <p>2. Masing -masing kelompok diberikan LKPD Rotasi.</p> <p>3. Peserta didik Mendengarkan guru menyampaikan petunjuk penggunaan LKPD.</p> <p>4. Peserta didik diminta untuk membaca LKPD.</p>	Rasa Ingin Tahu	
Fase 2: Fase Praktikum (<i>Sintak APOS</i>)	<p>1. Peserta didik diminta untuk mengamati fase praktikum pada LKPD Rotasi.</p> <p>2. Peserta didik diminta untuk mengkonstruksi semua perintah fase praktikum yang ada di</p>	Literasi membaca	5 menit

	<p>LKPD pada Geogebra.</p> <p>3. Peserta didik diminta melampirkan Screenshoot eksekusi Geogebra untuk setiap langkahnya.</p>		
<p>Fase 3: Fase Diskusi Kelompok (<i>Sintak APOS</i>)</p>	<p>1. Peserta didik diminta untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada LKPD dengan berdiskusi secara berkelompok.</p> <p>2. Peserta didik berdiskusi untuk menyelesaikan masalah/soal yang diberikan pada LKPD Rotasi.</p>	<p>Literasi</p> <p>Pengembangan HOTS</p> <p>Kerja sama Komunikasi</p>	<p>5 menit</p>
<p>Fase 4: Fase Diskusi</p>	<p>1. Beberapa kelompok diminta untuk</p>	<p>Literasi</p> <p>Komunikasi</p>	<p>10 menit</p>

<p>Kelas (<i>Sintak APOS</i>)</p>	<p>mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya di depan kelas, sedangkan kelompok lain memperhatikan dan diminta memberikan tanggapan.</p> <p>2. Peserta didik diminta membuat pertanyaan mengenai Rotasi, kemudian pertanyaan tersebut didiskusikan dengan kelompok lain dalam diskusi kelas dan menuliskan kesimpulan yang diperoleh.</p> <p>3. Guru melibatkan</p>	<p>Kerja Sama Berpikir kritis Kolaborasi</p>	
-----------------------------------	--	--	--

	peserta didik mengevaluasi jawaban peserta didik yang presentasi dan memberikan masukan serta membuat kesepakatan, apabila jawaban yang disampaikan sudah benar.		
Fase 5: Fase Latihan (<i>Sintak APOS</i>)	1. Peserta didik diminta untuk mengerjakan Latihan sebanyak 2 soal secara manual dan menggunakan Geogebra.	Literasi Pengembangan HOTS	5 menit
Fase 6: Fase Evaluasi (<i>Sintak APOS</i>)	1. Guru Bersama peserta didik mengevaluasi hasil diskusi kelas. 2. Dengan informasi yang		5 menit

	<p>telah terkumpul dari kegiatan-kegiatan sebelumnya, guru mengarahkan peserta didik pada kesimpulan mengenai Rotasi geometri.</p>		
--	--	--	--

C. Kegiatan Penutup

Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menginformasikan materi pada pertemuan selanjutnya, yaitu Refleksi dan meminta peserta didik untuk mempelajari materi tersebut. 2. Seorang peserta didik diminta oleh guru untuk memimpin doa sebagai tanda telah 		5 menit
---------	--	--	------------

	berakhirnya kegiatan pembelajaran pada materi ini.		
--	--	--	--

H. Penilaian

1. Teknik Penilaian

- Sikap : Observasi
 Pengetahuan : Tes Tertulis
 Keterampilan : Penilaian kinerja

2. Instrumen Penilaian : Terlampir

3. Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

a. Remedial

Berdasarkan hasil analisis ulangan harian, peserta didik yang belum mencapai ketuntasan belajar minimal diberikan kegiatan pembelajaran dan diberikan soal yang indikatornya tidak tuntas

b. Pengayaan

Guru memberikan nasihat agar tetap rendah hati, karena telah melebihi batas KKM. Jika waktu memungkinkan guru akan memberikan soal-soal pengembangan kepada peserta didik dengan tingkatan yang lebih tinggi.

Bengkulu, Maret 2023

Guru Pamong

Mahasiswa,

Mengetahui,
 Kepala SMPN X Kota Bengkulu



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

SEKOLAH : SMPN X KOTA BENGKULU
MATA PELAJARAN : MATEMATIKA
KELAS/ SEMESTER : IX/GANJIL
MATERI : TRANSFORMASI GEOMETRI
SUB MATERI : ROTASI
ALOKASI WAKTU : 1 X 45 MENIT (1 JP)
PERTEMUAN KE : 3



KELOMPOK
NAMA ANGGOTA
KELOMPOK

1.
2.
3.
4.



Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.1 Menjelaskan transformasi (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi) yang dihubungkan dengan masalah kontekstual.	3.1.1 Menjelaskan pengertian transformasi Rotasi dari permasalahan kontekstual. 3.1.2 Menentukan koordinat bayangan hasil transformasi rotasi. 3.1.3 Menggambar koordinat bayangan benda hasil transformasi rotasi.
4.1 Menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan transformasi (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi).	4.1.1 Memecahkan masalah kontekstual yang berkaitan Konsep transformasi Rotasi. 4.1.2 Menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan transformasi rotasi

Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti serangkaian kegiatan pembelajaran dengan menggunakan Model APOS (Action, Process, Object, Schema), peserta didik dapat:

1. Menganalisis masalah yang berkaitan dengan transformasi rotasi dengan baik.
2. Menemukan konsep transformasi rotasi menggunakan software geogebra dengan rasa ingin tahu yang tinggi, dan dapat bekerjasama.
3. Menggambar koordinat bayangan benda hasil transformasi rotasi menggunakan software geogebra dengan benar.
4. Menentukan koordinat bayangan benda hasil transformasi rotasi menggunakan software geogebra dengan benar.
5. Menyajikan permasalahan yang berkaitan dengan transformasi rotasi di depan kelas dengan rasa percaya diri.
6. Menumbuhkan sikap tanggung jawab, disiplin selama proses pembelajaran, dan kerja sama dalam kelompok.
7. Mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, berpikir kritis, berpikir kreatif, berkomunikasi, dan berliterasi dengan baik.

Petunjuk Penggunaan LKPD

1. Jangan lupa membaca Doa saat memulai mengerjakan LKPD ini.
2. Menuliskan identitas pada sampul depan Lembar Kerja ini.
3. Membaca materi yang tertera di buku pegangan siswa serta literatur yang terkait dengan materi.
4. Membaca petunjuk soal.
5. Mengerjakan soal dengan teliti, tekun, dan tepat waktu.
6. Diskusikan dengan teman kelompok mengenai soal yang sulit dipahami, atau tanyakan kepada guru.





FASE ORIENTASI

Dika bersama keluarganya pergi ke taman bermain. Disana mereka menaiki permainan Bianglala. Pada awal menaikinya mereka berada pada bagian bawah dari bianglala tersebut. Tidak lama setelahnya bianglala tersebut mulai bergerak dan berhenti ketika bianglala tersebut telah berputar sebesar 90° searah jarum jam. Dapatkah kamu menentukan posisi Dika dan keluarganya jika bianglala tersebut berputar sejauh 270° ?



Posisi Awal Dika

Buatlah 3 buah pertanyaan dari pernyataan diatas!

- 1.....
- 2.....
- 3.....



FASE PRAKTIKUM

Kegiatan Praktikum Menggunakan Software Geogebra

Alat yang diperlukan :

1. Laptop
1. Software Geogebra
1. Koneksi Internet

KEGIATAN 1

Diberikan suatu Permasalahan Misalkan terdapat titik $P(x,y)$ yakni $P(-5,4)$ yang merupakan titik awal, kemudian dirotasikan sebesar 90° searah jarum jam dengan titik pusat di $O(0,0)$, dimanakah posisi titik P setelah dirotasikan?

Lampirkan ScreenShoot eksekusi Geogebra untuk setiap langkahnya !

Tentukan hasil pergeseran titik P dalam $P(x',y')$ menggunakan aplikasi Geogebra dengan mengikuti langkah berikut:

1. Klik fitur slider, dengan nama sudut yaitu sudut θ (theta) dengan interval $0^\circ - 90^\circ$, dengan repet increasing(once)
2. Klik fitur point letakkan disembarang titik $A(x,y)$ dan titik $(0,0)$ sebagai titik pusat rotasi
3. Klik fitur rotate around point kemudian klik sembarang titik $A(x,y)$ dan sudut θ (theta) dan akan muncul rotate around point dengan sudut θ maka muncullah hasil bayangan rotasi pada sembarang titik.
4. Gunakan fitur text kemudian klik advanced klik logo geogebra ambil A' dan akan muncul besar hasil dari bayangan rotasi
5. Gunakan fitur input box untuk mengubah titik $A(x,y)$
6. Gunakan fitur button untuk membuat tombol start, stop, dan reset yaitu untuk menjalankan, menghentikan, serta mengembalikan slider ke posisi awal.
7. Gunakan fitur check box untuk menghilangkan serta memunculkan text yang diinginkan

KEGIATAN 2

Diberikan suatu Permasalahan Misalkan terdapat titik $P(2,3)$ yang merupakan titik awal. Kemudian titik itu dirotasikan sebesar 180° berlawanan arah jarum jam dengan titik pusat di $P(1,-2)$, dimanakah posisi titik tersebut setelah dirotasikan?

Lampirkan ScreenShoot eksekusi Geogebra untuk setiap langkahnya !

Tentukan hasil pergeseran objek menggunakan aplikasi Geogebra dengan mengikuti langkah berikut:

1. Klik fitur slider, dengan nama sudut yaitu sudut θ (theta) dengan interval $0^\circ - 180^\circ$, dengan repet increasing(once)
2. Klik fitur point letakkan disembarang titik $A(x,y)$ dan titik (a,b) sebagai titik pusat rotasi
3. Klik fitur rotate around point kemudian klik sembarang titik $A(x,y)$ dan sudut θ (theta) dan akan muncul rotate around point dengan sudut θ maka muncullah hasil bayangan rotasi pada sembarang titik.
4. Gunakan fitur text kemudian klik advanced klik logo geogebra ambil A' dan akan muncul besar hasil dari bayangan rotasi
5. Gunakan fitur input box untuk mengubah titik $A(x,y)$
6. Gunakan fitur button untuk membuat tombol start, stop, dan reset yaitu untuk menjalankan, menghentikan, serta mengembalikan slider ke posisi awal.
7. Gunakan fitur check box untuk menghilangkan serta memunculkan text yang diinginkan

KEGIATAN 3

Diberikan suatu Permasalahan Misalkan terdapat sebuah bangun segiempat yang titik sudutnya adalah A(3,4), B(5,4), C(4,6), dan D(2,6). Kemudian bangun tersebut dirotasikan sebesar 270° berlawanan arah jarum jam dengan titik pusat di P(-2). dimanakah posisi titik sudut bangun tersebut setelah dirotasikan?

Lampirkan ScreenShoot eksekusi Geogebra untuk setiap langkahnya !

Tentukan hasil pergeseran objek menggunakan aplikasi Geogebra dengan mengikuti langkah berikut:

1. Klik fitur slider, dengan nama sudut yaitu sudut α (alfa) dengan interval $0^\circ - 360^\circ$, dengan repet increasing(once)
2. Klik fitur polygon untuk membuat bangun datar letakkan bangun datar pada titik (x,y) dan titik (a,b) sebagai titik pusat rotasi
3. Klik fitur rotate around point kemudian klik bangun datar dan sudut α (alfa) dan akan muncul rotate around point dengan sudut α maka muncullah hasil bayangan rotasi pada bangun datar.
4. Gunakan fitur text kemudian klik advanced klik logo geogebra ambil titik-titik bangun datar dan akan muncul besar hasil dari bayangan rotasi
5. Gunakan fitur input box untuk mengubah titik pada bangun datar.
6. Gunakan fitur button untuk membuat tombol start, stop, dan reset yaitu untuk menjalankan, menghentikan, serta mengembalikan slider ke posisi awal.
7. Gunakan fitur check box untuk menghilangkan serta memunculkan text yang diinginkan



FASE DISKUSI KELOMPOK

Penjelasan $\text{rot } P = (0,0)$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Untuk Titik Pusat $P = (a,b)$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x - a \\ y - b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$$

Keterangan : θ = Besar sudut rotasi

(x, y) = Koordinat awal titik

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Jawablah pertanyaan berikut berdasarkan hasil pengerjaan kalian!

1. Apa kalian ketahui dan pahami dari permasalahan pada kegiatan 1? Jelaskan dan sebutkan!

.....
.....
.....
.....

1. Apa kalian ketahui dan pahami dari permasalahan pada kegiatan 2? Jelaskan dan sebutkan!

.....
.....
.....
.....

1. Apa kalian ketahui dan pahami dari permasalahan pada kegiatan 3? Jelaskan dan sebutkan!

.....
.....
.....
.....

4. Adakah pengaruh arah perputaran rotasi terhadap hasil rotasi yang terjadi?

.....
.....
.....
.....

5. Berdasarkan hasil penyelesaian apa itu rotasi?

.....
.....
.....
.....

6. Apa saja sifat-sifat dari rotasi?

.....
.....
.....
.....

7. Selidikilah tabel berikut ini untuk menentukan rumus dari rotasi menggunakan matriks. Berdasarkan Penjelasan yang telah diberikan.

Rotasi	Matriks	Matriks Satuan
$R(0,90^\circ)$	$\begin{pmatrix} \cos 90^\circ & -\sin 90^\circ \\ \sin 90^\circ & \cos 90^\circ \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ \dots & 0 \end{pmatrix}$
$R(0,90^\circ)$	$\begin{pmatrix} \cos 90^\circ & -\sin \dots^\circ \\ \sin \dots^\circ & \cos 90^\circ \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \dots & 1 \\ -1 & \dots \end{pmatrix}$
$R(0,180^\circ)$	$\begin{pmatrix} \cos \dots^\circ & -\sin 180^\circ \\ \sin 180^\circ & \cos \dots^\circ \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -1 & \dots \\ \dots & -1 \end{pmatrix}$
$R(0,-270^\circ)$	$\begin{pmatrix} \cos 270^\circ & -\sin \dots^\circ \\ \sin \dots^\circ & \cos 270^\circ \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \dots & 1 \\ -1 & \dots \end{pmatrix}$
$R(0,-270^\circ)$	$\begin{pmatrix} \cos \dots^\circ & -\sin 270^\circ \\ \sin 270^\circ & \cos \dots^\circ \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \dots & -1 \\ 1 & \dots \end{pmatrix}$

Rotasi Pada Pusat O(0,0)

Rotasi	Matriks	Koordinat Awal	Bayangan Rotasi	Hasil Rotasi
$R(0,90^\circ)$	$\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \cdot x + (-1) \cdot y \\ 1 \cdot x + 0 \cdot y \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -y \\ x \end{pmatrix}$
$R(0,90^\circ)$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \cdot x + \dots \cdot y \\ \dots \cdot x + 0 \cdot y \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \dots \\ -x \end{pmatrix}$
$R(0,180^\circ)$	$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} (-1) \cdot \dots + 0 \cdot y \\ 0 \cdot x + (-1) \cdot \dots \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -x \\ -y \end{pmatrix}$
$R(0,-270^\circ)$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \cdot x + 1 \cdot \dots \\ (-1) \cdot \dots + 0 \cdot y \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \dots \\ -x \end{pmatrix}$
$R(0,-270^\circ)$	$\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \dots \cdot x + (-1) \cdot y \\ 1 \cdot x + \dots \cdot y \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \dots \\ x \end{pmatrix}$

Rotasi Pada Pusat P(a,b)

Rotasi	Matriks	Koordinat Awal	Bayangan Rotasi	Hasil Rotasi
$R(P, 90^\circ)$	$\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x-a \\ y-b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \cdot (x-a) + (-1) \cdot (y-b) \\ 1 \cdot (x-a) + 0 \cdot (y-b) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -y+b+a \\ x-a+b \end{pmatrix}$
$R(P, 90^\circ)$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x-a \\ y-b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \cdot (x-a) + \dots \cdot (y-b) \\ \dots \cdot (x-a) + 0 \cdot (y-b) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \dots \\ -x+a+b \end{pmatrix}$
$R(P, 180^\circ)$	$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x-a \\ y-b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} (-1) \cdot \dots + 0 \cdot (y-b) \\ 0 \cdot (x-a) + (-1) \cdot \dots \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -x+a+b \\ -y+b \end{pmatrix}$
$R(P, -270^\circ)$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x-a \\ y-b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \cdot (x-a) + 1 \cdot \dots \\ (-1) \cdot \dots + 0 \cdot (y-b) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \dots \\ -x+a+b \end{pmatrix}$
$R(P, -270^\circ)$	$\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x-a \\ y-b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \dots \cdot (x-a) + (-1) \cdot (y-b) \\ 1 \cdot (x-a) + \dots \cdot (y-b) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \dots \\ x-a+b \end{pmatrix}$



FASE DISKUSI KELAS

Presentasikanlah hasil diskusi kelompokmu di depan kelas. Tulislah perbedaan hasil dari kelompok lain setelah presentasi !

.....

.....

.....

.....

Tulislah kesimpulan yang kamu peroleh !

.....

.....

.....

.....



FASE LATIHAN

Tugas Individu

Petunjuk Pengerjaan Soal

1. Jawablah soal dengan tepat dan benar.
1. Konstruksikan langkah pengerjaan soal menggunakan geogebra.
1. Jelaskan langkah konstruksinya pada buku latihan kalianmasing-masing

Pertanyaan :

1. Tentukan bayangan segitiga JKL dengan koordinat J (1, 2), K (4, 2), dan L (1, -3) pada rotasi 90° berlawanan jarum jam dengan pusat rotasi adalah titik L.
1. Tentukan bayangan trapesium WXYZ dengan koordinat W (-4, 2), X (-3, 4), Y (-1, 4) dan Z (-1, 2) pada rotasi 180° dengan pusat rotasi O (0, 0).
1. Segi empat PQRS berkoordinat di P (2, -2), Q (4, -1), R (4, -3) dan S (2, -4). Gambarlah bayangan PQRS pada rotasi 90° berlawanan arah jarum jam yang berpusat di titik asal.
4. Gambar bayangan rotasi setiap bangun berikut dengan sudut 90° jika diketahui arah dan pusat rotasi. Tentukan koordinat titik-titik bayangannya. $\triangle WAN$ dengan W (-4, 1), A (-2, 1), dan N (-4, -3) berlawanan arah jarum jam dengan pusat rotasi di titik N.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinawan, dkk. 2011. *Mathematics for Junior High School Grade IX*. Jakarta: Erlangga.
- Bernie Trilling & Charles Fadel. 2009. *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Published by Jossey-Bass A Wiley Imprint 989 Market Street, San Francisco, CA 94103-1741—www.josseybass.com
- Buku Matematika SMP/MTS Kelas IX Edisi Revisi 2018 Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia 2018.
- Dudeja, Ved dan V. Madhavi. 2018. *Jelajah Matematika SMP Kelas IX*. Jakarta: Yudistira.
- Hanifah dkk, 2022. *Penuntun Pengembangan Bahan Ajar Diferensial Berbasis Model APOS Berbantuan Geogebra*. Yogyakarta: Deepublish.
- Hanifah, H. 2019. *Model Apos Pembelajaran Berbantuan Komputer*. Kota Bengkulu: CV Zigie Utama.
- Hanifah, H. 2016. *Buku Model Apos Inovasi Pada Pembelajaran Matematika*. Bengkulu: Unit Penerbitan Universitas Bengkulu.
- Hanifah, H & Istikomar. 2022. *Buku Ajar Lembar Aktivitas Mahasiswa (Lam) Barisan Bilangan Riil Berbantuan Geogebra Berbasis Model Apos*. Bengkulu: Unit Penerbitan Universitas Bengkulu.

Hanifah & Irsal, N. (2019). *The Effectivity of APOS Model Based Worksheets On The Improper Integral*. Journal of Physics: Conference. Series. 1317012115.

Istiqomah. 2020. Modul Pembelajaran SMA Kelas XI Matematika Umum – Transformasi Geometri. Jakarta: Kemdikbud

Juita, R.N dan Hanifah. 2020. Microteaching Berbasis Kurikulum 2013 pada Pembelajaran Matematika. Yogyakarta: Deepublish.

Junaedi, Iwan. 2019. Pendalaman Materi Matematika – Modul 1 Geometri. Jakarta: Kemdikbud.

Khairani, N. 2016. *Pembelajaran Matematika Menggunakan teori APOS di Perguruan Tinggi*. PARADIKMA: JURNAL PENDIDIKAN MATEMATIKA, 1(2).

Kurikulum Merdeka Belajar

<https://www.rppmerdeka.com/2022/09/download-modul-ajar-matematika-sma.html>

Mahasiswa Pendidikan Matematika FKIP Universitas Bengkulu Angkatan 2018 Kelas A dan B. 2021. *Kapita Selekta Matematika Jenjang Pendidikan Menengah*. Yogyakarta: Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA.

Modul 2 Kegiatan Belajar 1. Karakteristik Pembelajaran Abad 21.

https://lmsspada.kemdikbud.go.id/pluginfile.php/551893/mod_resource/content/1/P9.%20Modul%208.%20Pembelajaran%20Abad%2021.pdf

Modul 2 Kegiatan Belajar 3. Tugas Pokok Dan Fungsi Guru Abad 21.

https://repository.bbg.ac.id/bitstream/1101/1/FY_Modul_2_print.pdf

Modul 2 Kegiatan Belajar 4. Strategi Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan.

<https://drive.google.com/file/d/1LrqA3irpNWTO2AIruqtoxSwiYu-DBHID/view>

Muhtadi, Ali. 2019. *Pembelajaran Inovatif*. Modul 3 Pedagogik Pendidikan Profesi Guru (PPG).

Nahdi, D. 2019. *Keterampilan Matematika di Abad 21*. Jurnal Cakrawala Pendas Vol 5 No 2 Edisi Juli 2019 | 133.

Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016

https://repositori.kemdikbud.go.id/4790/2/Permendikbud_Tahun2016_Nomor022_Lampiran.pdf

Pujiriyanto. 2019. Modul 2 Kegiatan Belajar 2. *Profil dan Kompetensi Guru Abad 21*.

Sahin, CH. 2009. *Instructional design principles for 21st century learning skills*. Procedia Social and Behavioral Sciences 1 (2009) 1464–1468). doi:10.1016/j.sbspro.2009.01.258

LAMPIRAN

Lampiran 1

Link Akses Video, Kuis, e-Book dan LKPD

Link akses video

<https://youtu.be/raZshd-ud8U>

Link Kuis

<https://quizizz.com/join/quiz/6310cf806ea0fb001d645f58/start?studentShare=true>

Link e-Book

https://drive.google.com/file/d/1qDkIfTHHePpfZMcwr9-_vreyhIshmbAc/view?usp=drivesdk

Link LKPD

https://drive.google.com/drive/folders/104IAWA7Us_eZfv_rD__4un63YyqiUjpl_

Lampiran 2

Model APOS

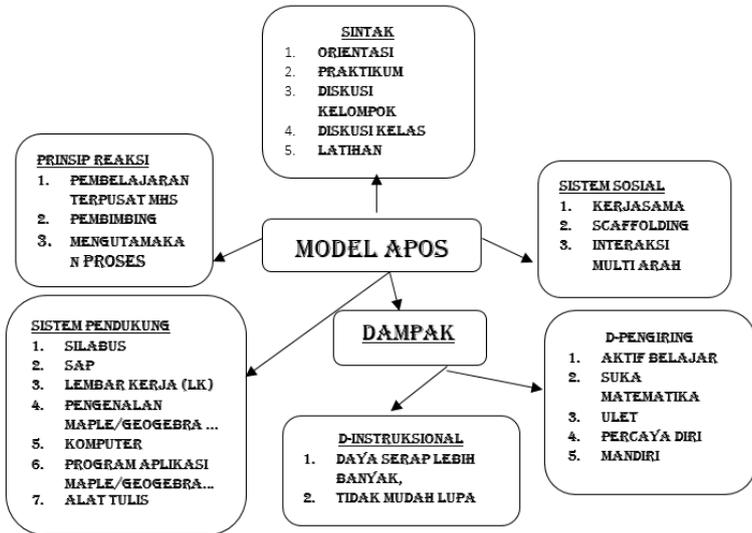
1. Pengertian Teori APOS

Teori APOS muncul dengan tujuan untuk memahami mekanisme abstraksi reflektif yang diperkenalkan oleh Piaget yang menjelaskan perkembangan berpikir logis matematika untuk anak-anak (Khairani, 2016:48). Teori APOS dapat digunakan secara langsung dalam membandingkan keberhasilan atau kegagalan individu yang berkaitan dengan konstruksi mental yang telah terbentuk untuk suatu konsep matematika. Misalkan ada dua individu yang kelihatannya sama-sama menguasai suatu konsep matematika, dengan teori APOS dapat dideteksi lebih lanjut siapa yang penguasaan konsep matematikanya lebih baik, yaitu jika seseorang dapat menjelaskan lebih lanjut konsep tersebut maka ia berada pada tingkat yang lebih baik daripada yang satunya. Disamping itu, jika konstruksi mental APOS, yaitu action, process, object, dan schema untuk suatu konsep matematika telah dikonstruksi oleh individu dengan baik, maka dapat dipakai untuk membuat prediksi yang mantap dari individu tersebut akan berhasil menggunakan konsep matematika tersebut dalam menyelesaikan suatu persoalan.

Menurut Hanifah (2016:25) Teori APOS jika dikaitkan antara Matematika /Kalkulus, implementasi teori APOS, dan kemampuan berfikir tingkat tinggi, maka dapat disimpulkan bahwa bila pembelajaran Matematika /Kalkulus diajarkan dengan pendekatan terpusat pada peserta didik, dan berbasis teori APOS, maka akan terbangun kemampuan berfikir tingkat tinggi peserta didik. Menurut Dubinsky (dalam

Hanifah, 2019) APOS merupakan suatu teori pembelajaran yang dikhususkan untuk pembelajaran matematika di tingkat perguruan tinggi, yang mengintegrasikan penggunaan komputer, belajar dalam kelompok kecil, dan memperhatikan konstruksi-konstruksi mental yang dilakukan oleh mahasiswa dalam memahami suatu konsep matematika. Konstruksi-konstruksi mental tersebut adalah: aksi (action), proses (process), objek (object), dan skema (schema) yang disingkat dengan APOS.

Dalam buku yang dikembangkan oleh Hanifah pada tahun 2019, telah dikembangkan model pembelajaran yang diberi nama Model Pembelajaran Kalkulus Berdasarkan Teori APOS (MPK-APOS) (Hanifah, 2015). MPK-APOS hanya berlaku untuk matakuliah Kalkulus, sehingga MPK-APOS dilakukan pengembangan lagi agar bisa dipakai oleh matakuliah matematika lainnya seperti Geometri, Aljabar Linear, Geometri Transformasi. Hasilnya adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Model Pembelajaran Matematika Berdasarkan Teori APOS (Hanifah, 2019)

2. Sintaks Teori APOS

Seiring berjalannya waktu dan bertambahnya wawasan dan pengalaman, maka lembar kerja berbasis model APOS ikut mengalami perubahan. Sebelumnya Lembar Kerja terdiri dari Lembar Kerja Praktikum, Lembar Kerja Manual dan Lembar Latihan. Dilakukan perbaikan pada lembar kerja yang isinya memuat kegiatan setiap fase. Berikut ini adalah sintaks yang digunakan dalam penerapan Teori APOS untuk pembelajaran di sekolah yang dimodifikasi dari sintaks Teori APOS menurut Hanifah (2019: 73).

a. Fase Orientasi.

Kegiatan mengarahkan peserta didik untuk siap menerima pembelajaran dengan pokok bahasan terbaru. Minggu pertama, peserta didik dibentuk menjadi berapa kelompok kecil yang heterogen. Dilanjutkan dengan peserta didik mendapatkan LKPD dengan Teori APOS.

b. Fase Praktikum.

Fase peserta didik melaksanakan perintah suatu program aplikasi komputer misalnya GeoGebra untuk Geometri sekolah, dimana perintah tersebut tersedia pada Lembar Kerja pada fase Praktikum. Tujuan fase praktikum adalah untuk mengenalkan peserta didik pada suatu situasi atau informasi yang baru (konsep-konsep yang baru). Fase Praktikum dipilih karena sudah dijelaskan sebelumnya bahwa karakteristik pembelajaran matematika berdasarkan teori APOS adalah pengetahuan dikonstruksi menggunakan mental APOS (Aksi, Proses, Objek dan Skema).

c. Fase Diskusi Kelompok Kecil.

Fase peserta didik dalam kelompok kecil membicarakan atau menjawab pertanyaan – pertanyaan yang telah disediakan pada Lembar Kerja untuk fase Diskusi Kelompok Kecil. Pertanyaan tersebut akan menggiring peserta didik untuk menemukan konsep yang sedang mereka pelajari.

d. Fase Diskusi Kelas.

Kegiatan dimana kelompok peserta didik yang terpilih mempresentasikan kesimpulan atau mempresentasikan penyelesaian salah satu soal pada fase diskusi kelompok kecil atau soal lainnya di depan kelas. Diskusi kelas yang

dilaksanakan setelah Diskusi Kelompok bertujuan agar peserta didik yang mampu menyelesaikan soal-soal yang ada pada fase diskusi kelompok kecil, dapat menjelaskannya di depan kelas sehingga teman-teman di kelas mempunyai pemahaman yang sama. Andai peserta didik salah langkah, maka pendidik bisa meluruskan dengan cara memberikan scaffolding.

e. Fase Latihan.

Tujuan dari fase Latihan adalah untuk memantapkan pemahaman peserta didik akan suatu pokok bahasan, yang telah dibahas pada fase sebelumnya. Terbatasnya waktu di kelas, maka soal-soal yang ada pada Latihan bisa dijadikan pekerjaan rumah (PR). Dalam menyelesaikan PR, peserta didik diminta mempelajari buku Geometri, sehingga keterbatasan waktu dan info ketika di kelas dapat dilengkapi mahasiswa dari mempelajari buku Geometri di rumah.

f. Fase Evaluasi.

Fase evaluasi adalah fase pendidik mengumpulkan informasi yang dapat dipakai untuk pengambilan keputusan, apakah materi bisa diteruskan atau dilakukan pemberian bantuan untuk perbaikan, atau untuk keputusan lainnya.

g. Waktu Istirahat.

Andai peserta didik kelihatan lelah bekerja berturut-turut selama beberapa jam pelajaran, sebaiknya diberikan waktu istirahat 10 menit sebelum fase diskusi kelas dilanjutkan.

Dengan demikian fase: Orientasi, Praktikum, Diskusi dalam kelompok Kecil, Diskusi Kelas, Latihan dan Evaluasi, merupakan rangkaian kegiatan yang akan membantu peserta didik dalam memahami konsep Geometri. Dampak dari belajar menggunakan Model APOS yang diharapkan adalah peserta didik mampu bekerjasama, mampu berkomunikasi, dan memiliki kemampuan-kemampuan lainnya yang bermanfaat bagi peserta didik itu sendiri.

Lampiran 3

Model Problem Base Learning (Model PBL)

1. Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL)

Menurut Duch (dalam Shoimin 2016:130) Problem Based Learning atau Pembelajaran berbasis Masalah adalah model pengajaran yang bercirikan adanya permasalahan nyata sebagai konteks untuk para peserta didik belajar berpikir kritis dan keterampilan memecahkan masalah serta memperoleh pengetahuan.

Menurut Hosnan (2014: 301), langkah-langkah pembelajaran dengan model PBL adalah sebagai berikut:

a. Orientasi Siswa pada Masalah

Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik kebutuhan, memotivasi siswa agar terlibat pada aktivitas pemecahan masalah yang dipilih.

b. Mengorganisasi Siswa untuk Belajar

Guru membantu siswa mengidentifikasi dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut.

c. Membimbing Penyelidikan Individual dan Kelompok

Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalahnya.

d. Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya

Guru membantu siswa merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai, seperti laporan, video, dan model serta membantu berbagai tugas dengan temannya.

e. Analisis dan Evaluasi Proses Pemecahan Masalah

Guru membantu siswa melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan dan proses-proses yang mereka gunakan.

2. Kelebihan Model PBL

Kelebihan PBL menurut Shoimin (2016: 132), yaitu:

- a. Siswa didorong untuk memiliki kemampuan memecahkan masalah dalam situasi nyata.
- b. Siswa memiliki kemampuan membangun pengetahuannya sendiri melalui aktivitas belajar.
- c. Pembelajaran berfokus pada masalah sehingga materi yang tidak ada hubungannya tidak perlu dipelajari oleh siswa. Hal ini mengurangi beban siswa dengan menghapus atau menyimpan informasi.
- d. Terjadi aktivitas ilmiah pada siswa melalui kerja kelompok.
- e. Siswa terbiasa menggunakan sumber-sumber pengetahuan, baik dari perpustakaan, internet, wawancara, dan observasi.
- f. Siswa memiliki kemampuan menilai kemajuan belajarnya sendiri.

- g. Siswa memiliki kemampuan untuk melakukan komunikasi ilmiah dalam kegiatan diskusi atau presentasi hasil pekerjaan mereka.
- h. Kesulitan belajar siswa secara individual dapat diatasi melalui kerja kelompok dalam bentuk peer teaching.

3. Kekurangan Model PBL

Selain mengemukakan kelebihan PBL, Shoimin (2016: 132) juga mengemukakan kekurangan PBL atau Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM), yaitu sebagai berikut:

- a. PBM tidak dapat diterapkan untuk setiap materi pelajaran, ada bagian guru berperan aktif dalam menyajikan materi. PBM lebih cocok untuk pembelajaran yang menuntut kemampuan tertentu yang kaitannya dengan pemecahan masalah.
- b. Dalam suatu kelas yang memiliki tingkat keragaman siswa yang tinggi akan terjadi kesulitan dalam pembagian tugas.