

**PENGEMBANGAN MODUL TRANSFORMASI GEOMETRI
MENGUNAKAN DESAIN *EXPERIENCES, LANGUAGE, PICTURE,*
SYMBOLS, APPLICATION (ELPSA) UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN REPRESENTASI MATEMATIS SISWA**

TESIS

OLEH

ANDI HASLIYATI IKE SAFITRI

NIM. 19810004



**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2022**

**PENGEMBANGAN MODUL TRANSFORMASI GEOMETRI
MENGUNAKAN DESAIN *EXPERIENCES, LANGUAGE, PICTURE,*
SYMBOLS, APPLICATION (ELPSA) UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN REPRESENTASI MATEMATIS SISWA**

TESIS

Diajukan kepada
Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan
Program Magister Pendidikan Matematika

OLEH

ANDI HASLIYATI IKE SAFITRI

NIM. 19810004

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2022**

LEMBAR PERSETUJUAN

Nama : Andi Hasliyati Ike Safitri
NIM : 19810004
Program Studi : Magister Pendidikan Matematika
Judul Tesis : Pengembangan Modul Transformasi Geometri
Menggunakan Desain *Experiences, Language, Picture, Symbols, Application* (ELPSA) untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa

Setelah diperiksa dan dilakukan perbaikan, Tesis dengan judul sebagaimana di atas disetujui untuk diajukan Sidang Ujian Tesis.

Pembimbing I,



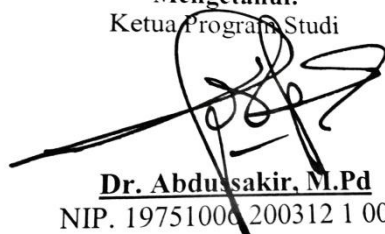
Dr. Elly Susanti, M.Sc
NIP. 19741129 200012 2 005

Pembimbing II,



Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si., Ph.D
NIP. 19571005 198203 1 006

Mengetahui:
Ketua Program Studi



Dr. Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751000 200312 1 001


LEMBAR PENGESAHAN

Tesis dengan judul “Pengembangan Modul Transformasi Geometri Menggunakan Desain *Experiences, Language, Picture, Symbols, Application* (ELPSA) untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa” ini telah diuji dan dipertahankan di depan sidang dewan penguji pada tanggal 1 November 2021.

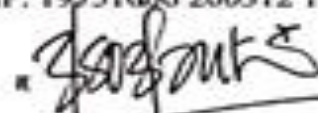
Dewan Penguji


Dr. Sri Harini, M.Si
NIP. 19731073 200112 2 002

Ketua Penguji


Dr. Abdusakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

Penguji Utama


Dr. Elly Susanti, M.Sc
NIP. 19741129 200012 2 005


Anggota


Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si., Ph.D
NIP. 19571005 198203 1 006

Anggota

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan




Prof. Dr. H. Nur Ali, M.Pd
NIP. 19650403 199803 1 002

MOTO

وَأَمَّا بِنِعْمَةِ رَبِّكَ فَحَدِّثْ

Terhadap nikmat Tuhanmu, nyatakanlah (dengan bersyukur).

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA ILMIAH

Nama : Andi Hasli Yati Ike Safitri

NIM : 19810004

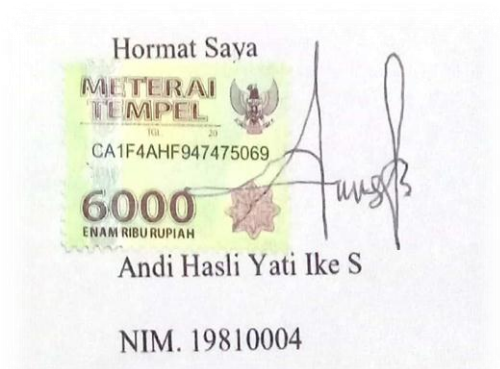
Program Studi : Magister Pendidikan Matematika

Judul Tesis : Pengembangan Modul Pembelajaran Transformasi Geometri
Menggunakan Desain ELPSA pada Siswa Sekolah Menengah Atas.

Menyatakan bahwa tesis ini benar-benar karya saya sendiri, bukan plagiasi dari karya tulis orang lain sebagian atau keseluruhan. Pendapat atau temuan penelitian orang lain yang terdapat dalam tesis ini dikutip atau dirujuk sesuai dengan kode etik penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ternyata dalam tesis ini terbukti ada unsur-unsur plagiasi, maka saya bersedia untuk diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tanpa ada paksaan dari siapapun

Malang, 01 November 2021



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji milik Allah subhanahu wata'ala, atas limpahan rahmat dan rahim-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan tesis yang berjudul “Pengembangan Modul Transformasi Geometri Menggunakan Desain *Experiences, Language, Picture, Symbols, Application* (ELPSA) untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa”. Shalawat serta salam terlimpahkan kepada junjungan alam, Nabi Muhammad shallallahu ‘alaihi wasallam, atas perjuangan beliau sehingga kalam Allah dan syariat-Nya tersampaikan hingga kita sekarang.

Tesis ini diajukan sebagai syarat utama untuk menyelesaikan program Magister Pendidikan Matematika di Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Penulis sadar, keberhasilan dalam menyelesaikan penulisan tesis ini tidak terlepas dari peran dari pihak-pihak yang ikhlas dalam membantu. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada.

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. H. Nur Ali, M.Pd selaku dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Abdussakir, M.Pd selaku ketua Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

4. Dr. Elly Susanti, M.Sc selaku dosen pembimbing I dan Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si, Ph.D selaku dosen pembimbing II yang telah membantu dalam bimbingan, mengoreksi, dan memberikan saran perbaikan, sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan tesis ini secara baik.
5. Dr. Sri Harini, M.Si selaku penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang bermanfaat sehingga tesis ini semakin baik.
6. Dr. Parhaini Andriani, M.Pd., Dr. Syarifuddin, M.Pd., Dr. Hilmiati, M.Pd., Prof. Dr. H. Suhartono, M.Kom sekali validator ahli yang telah memberikan penilaian dan saran masukan untuk perbaikan modul.
7. Nur Wiji Sholiki, M.Pd., Muhammad Hasan Asnawi, M.Pd selaku validator (praktisi) yang telah memberikan penilaian terhadap modul.
8. Ayahanda Adnan Pakaruddin dan Ibunda Siti Maryam yang telah banyak mendoakan, mensupport, dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
9. Ilham Dwi Novaldin, M.Pd dan Putri Agustina selaku saudara yang telah banyak mendukung dan mendoakan penulis.

Penulis sudah menyelesaikan tesis ini dengan ikhtiat yang sungguh-sungguh dan semoga tesis ini dapat bermanfaat, khususnya bagi penulis dan pembaca secara umumnya.

Kota Malang, November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGAJUAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
MOTO	v
LEMBAR PERNYATAAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR BAGAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
ملخص البحث	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	16
C. Tujuan Pengembangan	16
D. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	17
E. Manfaat Pengembangan	17
F. Asumsi Dan Keterbatasan Pengembangan	19
G. Penelitian Terdahulu dan Orisinalitas Penelitian	20
H. Definisi Operasional	21
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Landasan Teoretik	23
B. Kerangka Berpikir	35
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Model Pengembangan	38
B. Prosedur Pengembangan	42

C. Uji Produk	51
BAB IV HASIL PENGEMBANGAN	
A. Penyajian Data Analisis Kebutuhan	62
B. Penyajian Data Perancangan Modul Pembelajaran	63
C. Deskripsi ELPSA pada Modul	65
D. Penyajian Data Uji Coba	69
E. Pengujian Prasyarat Analisis	82
F. Pengujian Hipotesis	85
G. Analisis Kemampuan Representasi Matematis	90
BAB V PEMBAHASAN	
A. Kevalidan, Kepraktisan, dan Keefektifan Modul	103
B. Kemampuan Representasi Matematis Subjek	105
BAB VI PENUTUP	
A. Simpulan	110
B. Saran	110
DAFTAR RUJUKAN	112
LAMPIRAN	112

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel Penelitian Terdahulu dan Orisinalitas Penelitian	20
Tabel 3.1 Kategori Nilai Validitas Modul	51
Tabel 3.2 Kategori Nilai Kepraktisan Modul Respon Siswa	56
Tabel 4.1 Data Validator	63
Tabel 4.2 Hasil Validasi Materi	64
Tabel 4.3 Hasil Validasi Pembelajaran	65
Tabel 4.4 Hasil Validasi Bahasa	66
Tabel 4.5 Hasil Validasi Desain	67
Tabel 4.6 Data Kuantitatif Validitas Modul	68
Tabel 4.7 Komentar dan Saran Validator	68
Tabel 4.8 Hasil Penilaian Guru	70
Tabel 4.9 Hasil Penilaian Siswa MA DM	71
Tabel 4.10 Hasil Penilaian Siswa SMA IS	72
Tabel 4.11 Hasil Deskripsi dan Uji Normalitas Data MA DM	75
Tabel 4.12 Hasil Deskripsi dan Uji Normalitas Data SMA IS	76
Tabel 4.13 Data Homogenitas Pre-Test dan Post-Test Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen DM	77
Tabel 4.14 Data Homogenitas Pre-Test dan Post-Test Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen IS	77
Tabel 4.15 Hasil Pre-Test dan Post-Test MA DM	78
Tabel 4.16 Hasil Pre-Test dan Post-Test SMA IS	79
Tabel 4.17 Hasil Pre-Test dan Post-Test MA DM	80

Tabel 4.18 Hasil Pre-Test dan Post-Test SMA IS	81
Tabel 4.19 Hasil Analisis Post-Test Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol DM	82
Tabel 4.20 Hasil Analisis Post-Test Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol DM	82
Tabel 4.21 Indikator dan Kisi-Kisi Soal Tertulis	84
Tabel 4.2 Indikator Permasalahan dalam Wawancara	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Desain Halaman Sampul Modul	41
Gambar 3.2	Desain Kata Pengantar Modul	42
Gambar 3.3	Desain Daftar Isi Modul	42
Gambar 3.4	Desain Petunjuk Penggunaan Modul	43
Gambar 3.5	Desain Glosarium Modul	43
Gambar 3.6	Desain Pendahuluan Modul	44
Gambar 3.7	Desain KI, KD, dan Indikator Pencapaian Modul	44
Gambar 3.8	Desain Kegiatan Pembelajaran Modul	45
Gambar 3.9	Desain Melatih Mandiri Modul	45
Gambar 3.10	Desain Penutup Modul	46
Gambar 3.11	Desain Daftar Pustaka Modul	46
Gambar 4.1	Penerapan <i>Experiences</i> dalam Modul	59
Gambar 4.2	Penerapan <i>Lenguage</i> dalam Modul	60
Gambar 4.3	Penerapan <i>Pictorial</i> dalam Modul	61
Gambar 4.4	Penerapan <i>Symbol</i> dalam Modul	61
Gambar 4.5	Penerapan <i>Application</i> dalam Modul	62

DAFTAR BAGAN

Bagan 2.1 Kerangka Berpikir	34
-----------------------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Surat Keputusan Sudah Penelitian	122
Lampiran 2: Surat Validasi Ahli Materi	123
Lampiran 3: Surat Validasi Ahli Pembelajaran	124
Lampiran 4: Surat Validasi Ahli Bahasa	125
Lampiran 5: Surat Validasi Ahli Desain	126
Lampiran 6: Lembar Hasil Validasi Ahli Materi	127
Lampiran 7: Lembar Hasil Validasi Ahli Pembelajaran	129
Lampiran 8: Lembar Hasil Validasi Ahli Bahasa	132
Lampiran 9: Lembar Hasil Validasi Ahli Desain	134
Lampiran 10: Lembar Hasil Penilaian Praktisi 1	137
Lampiran 11: Lembar Hasil Penilaian Praktisi 2	139
Lampiran 12: Lembar Kisi-Kisi Instrumen Uji Keefektifan	141
Lampiran 13: Naskah Soal Instrumen Uji Keefektifan	147
Lampiran 14: Validasi Instrumen Tes	148
Lampiran 15: Daftar Responden Penjaringan Subjek Penelitian	151
Lampiran 16: Rekapitulasi Hasil Tes pada Uji Coba Kelompok Kecil	152
Lampiran 17: Rekapitulasi Hasil Tes Keefektifan pada Uji Lapangan	153
Lampiran 18: Pedoman Wawancara	154
Lampiran 19: Foto Dokumentasi Penelitian	156
Lampiran 20: Modul	157

ABSTRAK

Safitri, Andi Hasliyati Ike. 2021. *Pengembangan Modul Transformasi Geometri Menggunakan Desain Experiences, Language, Picture, Symbols, Application (ELPSA) untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa*. Tesis, Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing (I) Dr. Elly Susanti, M.Sc, (II) Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si, Ph.D.

Kata Kunci: Modul, Desain *Experiences, Language, Picture, Symbols, Application*, Transformasi Geometri

Salah satu pembelajaran yang dapat mendorong peserta didik untuk mengaitkan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapan terhadap lingkungan sehari-hari adalah pembelajaran kontekstual. Alternatif dari uraian terkait pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dapat diwujudkan dalam pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme berupa desain *Experience, Lenguage, Picture, Symbols, Application* (ELPSA), sebagai pendekatan pembelajaran yang memihak kepada peran aktif peserta didik dalam mengkonstruksi pengetahuan dan pemahamannya.

Tujuan penelitian pengembangan ini yaitu untuk menghasilkan modul transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA dengan kualifikasi valid, praktis, dan efektif yang mampu meningkatkan kemampuan representasi matematis dalam belajar mandiri peserta didik. Sebab itu, bertujuan untuk mengetahui tingkat representasi matematis peserta didik setelah belajar menggunakan modul.

Model penelitian pengembangan ini dilakukan menggunakan ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yaitu: (1) *Analysis* (analisis), (2) *Design* (desain atau perancangan), (3) *Development* (pengembangan), (4) *Implementation* (implementasi), dan (5) *Evaluation* (evaluasi). Untuk keperluan uji keefektifan rancangan, proses, program secara menyeluruh diperlukan uji atau evaluasi secara eksternal. Dengan demikian diperoleh, tingkat efisiensi, efektivitas, dan daya tarik rancangan, proses, dan program secara menyeluruh. Kesimpulan akhir dari subjek penelitian didapatkan dari hasil analisis data setelah memenuhi kategori dari ketiga indikator kemampuan representasi matematis.

Hasil penelitian pengembangan modul pembelajaran transformasi geometri menggunakan desain ELPSA menunjukkan bahwa kemampuan representasi matematis peserta didik yang diajarkan menggunakan modul pembelajaran transformasi geometri menggunakan desain ELPSA lebih tinggi daripada kemampuan representasi matematis peserta didik yang diajarkan dengan pembelajaran secara konvensional. Maka dalam hal ini, modul menggunakan desain ELPSA lebih efektif digunakan dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis peserta didik dibandingkan dengan pembelajaran secara konvensional.

ABSTRACT

Safitri, Andi Hasliyati Ike. 2021. Development of Geometry Transformation Module Using Design Experiences, Language, Picture, Symbols, Application (ELPSA) to Improve Students' Mathematical Representation Ability. Thesis, Master of Mathematics Education Study Program, Faculty of Education and Teacher Training, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor (I) Dr. Elly Susanti, M.Sc, (II) Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si, Ph.D.

Keywords: Module, ELPSA Design, Geometry Transformation.

One of the lessons that can encourage students to link their knowledge with their application to the everyday environment is through contextual learning. An alternative to the description related to student-centered learning can be realized in learning with a constructivist approach in the form of Experience, Language, Picture, Symbols, Application (ELPSA) designs, as a learning approach that favors the active role of students in constructing their knowledge and understanding.

The purpose of this development research is to produce a geometric transformation module using the ELPSA design with valid, practical, and effective qualifications that can improve the ability of mathematical representation in students' independent learning. Also, it aims to determine the level of mathematical representation of students after learning to use the module.

This development research model was carried out using ADDIE which consists of five stages, namely: (1) Analysis (analysis) (2) Design (design or design) (3) Development (development) (4) Implementation (implementation) (5) Evaluation (evaluation). For the purpose of testing the effectiveness of the design, process, program as a whole, external testing or evaluation is required. Thus obtained, the level of efficiency, effectiveness, and attractiveness of the design, process, and program as a whole. The final conclusion from the research subjects obtained from the results of the data analysis has met the categories of the three indicators of mathematical representation ability.

The results of the research on the development of the geometric transformation learning module using the ELPSA design show that the mathematical representation ability of students taught using the geometric transformation learning module using the ELPSA design is higher than the mathematical representation ability of students taught using conventional learning. So in this case, the module using the ELPSA design is more effective in determining the mathematical representation ability of students compared to conventional learning.

ملخص البحث

سافطري ، أندي حصلية اقي. ٢٠٢١. تطوير وحدة التحول الهندسي باستخدام خبرات التصميم واللغة والصورة والرموز والتطبيق (ELPSA) لتحسين قدرة الطلاب على التمثيل الرياضي. رسالة ماجستير في برنامج دراسة تعليم الرياضيات ، كلية التربية وتدريب المعلمين ، مولانا مالك إبراهيم جامعة ولاية مالانج الإسلامية. المشرف (١) د. إيلي سوسانتي، ماجستير، (٢) تورمودي

الكلمات الدالة: الوحدة النمطية ، تصميم ELPSA ، التحول الهندسي

أحد الدروس التي يمكن أن تشجع الطلاب على ربط معرفتهم بتطبيقهم بالبيئة اليومية هو من خلال التعلم السياقي. يمكن تحقيق بديل للوصف المتعلق بالتعلم المتمحور حول الطالب في التعلم باستخدام نهج بنائي في شكل تصميمات الخبرة ، واللغة ، والصورة ، والرموز ، والتطبيق (ELPSA) ، كنهج تعليمي يفضل الدور النشط للطلاب في بناء معرفتهم وفهمهم.

الغرض من هذا البحث التنموي هو إنتاج وحدة تحويل هندسي باستخدام تصميم ELPSA بمؤهلات صالحة وعملية وفعالة يمكنها تحسين قدرة التمثيل الرياضي في التعلم المستقل للطلاب. كما تهدف إلى تحديد مستوى التمثيل الرياضي للطلاب بعد تعلم استخدام الوحدة.

تم تنفيذ هذا النموذج البحثي التنموي باستخدام ADDIE الذي يتكون من خمس مراحل ، وهي: (١) التحليل (التحليل) (٢) التصميم (التصميم أو التصميم) (٣) التطوير (التطوير) (٤) التنفيذ (التنفيذ) (٥) التقييم (التقييم). لغرض اختبار فعالية التصميم أو العملية أو البرنامج ككل ، يلزم إجراء اختبار أو تقييم خارجي. وبذلك يتم الحصول على مستوى الكفاءة والفعالية والجاذبية للتصميم والعملية والبرنامج ككل. استوفى الاستنتاج النهائي من موضوعات البحث التي تم الحصول عليها من نتائج تحليل البيانات فئات المؤشرات الثلاثة لقدرة التمثيل الرياضي.

تُظهر نتائج البحث حول تطوير وحدة تعلم التحول الهندسي باستخدام تصميم ELPSA أن قدرة التمثيل الرياضي للطلاب الذين يتم تدريسهم باستخدام وحدة تعلم التحول الهندسي باستخدام تصميم ELPSA أعلى من قدرة التمثيل الرياضي للطلاب الذين يتم تدريسهم باستخدام التعلم التقليدي . لذلك في هذه الحالة ، تكون الوحدة التي تستخدم تصميم ELPSA أكثر فاعلية في تحديد قدرة التمثيل الرياضي للطلاب مقارنة بالتعلم التقليدي.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Representasi telah dikemukakan oleh beberapa ahli. Goldin (1998) mengatakan representasi merupakan suatu konfigurasi. Disebutkan oleh Hwang dkk (2007) representasi matematis merupakan deskripsi hubungan antara objek dengan simbol. Secara sederhana Kalathil dan Sherin (2000) mengatakan bahwa segala sesuatu yang dibuat oleh peserta didik untuk menginternalisasikan dan memperlihatkan kinerjanya disebut sebagai representasi. Sabirin (2014) menjelaskan bahwa representasi merupakan suatu bentuk interpretasi pemikiran peserta didik, terhadap suatu masalah yang digunakannya sebagai alat bantu untuk menemukan solusi dari permasalahannya. Handayani (2015) mengemukakan bahwa kemampuan representasi matematis adalah salah satu kemampuan yang berkaitan dengan pemahaman matematis.

Secara umum, representasi merupakan suatu bentuk konfigurasi dengan menyajikan suatu benda dengan suatu cara berupa kata-kata, gambar, simbol, grafik, tabel, dan sebagainya sesuai dengan kemampuan peserta didik. Setiap konfigurasi karakter, gambar, simbol, objek benda konkrit, dan lainnya yang dapat mewakili atau melambangkan sesuatu hal yang lain (Gagatsis & Elia, 2004). Cai, Lane, dan Jackobsin (1996) menyatakan bahwa ada beberapa bentuk dari representasi, yaitu bisa berupa sajian visual gambar, grafik, tabel, notasi, atau ekspresi matematis (Ansari, 2003). Beberapa representasi bersifat lebih konkrit

dan memberikan fungsi dalam acuan terhadap konsep-konsep yang lebih abstrak dan sebagai alat penunjang pemecahan masalah (Rosengrant dkk, 2005).

Melalui pembelajaran dengan cara representasi yang dihadirkan dalam proses belajar peserta didik mengalami pengembangan terhadap wawasan dan ilmu yang dimilikinya, dan secara tidak langsung memberikan gambaran tentang proses berpikir peserta didik tentang matematika (Yudhanegara & Lestari, 2014). Representasi berbeda-beda sesuai konteks. Ada representasi eksternal berupa dunia nyata dan representasi internal atau berdasarkan pikiran (Hwang, 2007). Representasi eksternal berkaitan dengan simbol eksternal yang dapat mewakili realitas eksternal tertentu, sedangkan representasi internal merupakan gambaran mental berdasarkan formulasi internal yang membangun realitas (Anastasiadou dkk, 2008).

Pengertian lain dari representasi internal merupakan suatu aktivitas mental oleh seseorang dari pikirannya, sehingga dapat dikatakan bahwa representasi internal sulit untuk diamati secara langsung, sedangkan representasi eksternal dapat diamati dengan berbagai kondisi, berupa penggunaan kata-kata lisan, tulisan berbentuk simbol, tabel, gambar, grafik, ataupun dalam bentuk alat peraga. Adapun hubungan timbal balik dari representasi internal dengan eksternal yaitu wujud representasi internal akan dapat diduga dan disimpulkan lewat representasi eksternalnya (Yuniarti, 2016)

Menurut Dahlan dan Juandi (2011) representasi pada dasarnya bukan menunjukkan pada hasil atau produk yang dihasilkan dalam konfigurasi atau konstruk baru, akan tetapi berupa proses berpikir yang dilakukan agar dapat

memahami dan mengungkapkan operasi, konsep, dan hubungan matematik dari suatu konfigurasi. Dengan kata lain, proses representasi matematik terjadi dalam dua tahapan yaitu internal dan eksternal. Representasi dalam pembelajaran matematika menjadi pemicu timbulnya kemampuan dalam mengaitkan gagasan/ide matematika terhadap topik-topik atau kondisi pada lingkungan keseharian peserta didik, juga memunculkan kemampuan komunikasi dan bernalar peserta didik. Dengan demikian, sejalan dengan pendapat yang dikemukakan oleh Sabandar (2008) jika pada kompetensi-kompetensi dengan sengaja diberikan peluang untuk hadir dalam diri peserta didik dan disiasati dengan baik, maka akan menjadi modal dasar yang dapat menunjang kemampuan pemecahan masalah oleh peserta didik.

Pentingnya kemampuan representasi matematik diungkapkan oleh beberapa ahli. Norman berpendapat bahwa representasi merupakan inti dari kecerdasan (Rosengrant, 2007). Lebih lanjut, Norman mengatakan bahwa kekuatan kognisi berasal dari suatu abstraksi dan representasi, yaitu kemampuan dalam merepresentasikan persepsi, pemikiran, dan pengalaman dalam beberapa media selain dari yang telah dimilikinya, diabstraksikan dari bentuk yang tidak relevan. Maka inilah esensi dari kecerdasan, karena representasi yang tepat akan memudahkan dalam memunculkan wawasan, kreasi, dan pengalaman baru.

Representasi dianggap sebagai alat yang sangat berguna dalam membangun pemahaman dan mengkomunikasikan informasi (Anastasiadou dkk, 2008). Untuk memperkaya wawasan dan pengalaman peserta didik, maka kemampuan representasi matematis perlu dimunculkan dalam setiap

pembelajaran. Sejalan dengan pendapat yang dikemukakan oleh Kaput dkk, mengatakan bahwa penggunaan terhadap representasi akan mempermudah peserta didik melakukan transisi pemahaman konkrit dan topik terbatas untuk pemahaman yang lebih abstrak dan fleksibel (Tall, 2002).

Menurut *National Council of Teacher of Mathematics* (2000) menyebutkan bahwa kemampuan representasi matematis merupakan aspek yang sangat penting dalam prinsip pembelajaran matematika. Proses representasi melibatkan proses penerjemahan ide dan masalah dalam bentuk baru, proses representasi bagian dari mengubah bentuk diagram atau model fisik ke dalam bentuk simbol atau kata-kata, dan proses representasi dapat digunakan dalam menganalisis masalah yang bersifat verbal dengan tujuan membuat maknanya menjadi lebih jelas (*National Council of Teacher of Mathematics*, 2000).

Kemampuan representasi menjadi salah satu komponen penting dan mendasar sebagai pusat untuk belajar matematika (*National Council of Teacher of Mathematics*, 2005). Siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir matematis dalam proses belajar matematika jika dapat mengaitkan materi yang sedang dipelajari dengan merepresentasikan gagasan/ide dalam berbagai cara. Hal ini sesuai dengan pendapat Jones yang mengatakan terdapat beberapa alasan diperlukannya representasi, yaitu memberikan kelancaran dalam membangun konsep berpikir matematis oleh peserta didik, serta memiliki pemahaman konsep yang kuat dan fleksibel setelah dibentuk oleh gurunya lewat representasi matematis (Hudiono, 2005).

Mc. Coy dkk, berpendapat bahwa aktivitas pembelajaran matematika yang melibatkan peserta didik dalam berlatih dan berkomunikasi dengan menggunakan representasi menyebabkan lingkungan pembelajaran akan semakin kaya (Alhaddad, 2010). Penggunaan berbagai jenis representasi dan terjemahan antara representasi sangat penting dalam mengekspresikan ide-ide matematika (Bal, 2015). Representasi matematis juga menjadi salah satu kemampuan kognitif yang memberikan pengaruh terhadap hasil belajar matematika peserta didik. Sesuai dengan hasil penelitian oleh Kanisius dkk (2013) menemukan bahwa kemampuan representasi memberikan kontribusi yang signifikan sebesar 9,42% terhadap hasil belajar matematika, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Maka dapat dikatakan bahwa kemampuan representasi matematis dapat menentukan prestasi atau hasil belajar matematika peserta didik.

Aktivitas belajar matematika melibatkan representasi tidak harus terikat pada perubahan bentuk dalam satu arah, tetapi bisa dua arah, atau multi arah. Perbedaan representasi yang mengacu pada konsep yang sama akan saling melengkapi dan bersama-sama memberikan kontribusi untuk pemahaman secara meluas. Namun kenyataan menjelaskan permasalahan di lapangan yang terjadi adalah pada kemampuan representasi matematis yang belum tertangani dengan baik, mengakibatkan rendahnya kemampuan representasi oleh peserta didik. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Turmudi (2008) yang mengatakan bahwa proses pembelajaran terjadi selama ini hanya berupa transfer pengetahuan. Kondisi kelas yang terjadi hanya interaksi satu arah tentu akan

mengakibatkan pengetahuan peserta didik terbatas pada apa yang disampaikan atau diajarkan oleh gurunya.

Hasil penelitian oleh Yuniawatika (2012) menemukan beberapa faktor rendahnya kemampuan representasi matematis oleh peserta didik, antara lain siswa diharuskan mengikuti contoh yang telah diberikan oleh gurunya tanpa diberikan kesempatan menghadirkan representasinya. Adapun representasi gambar, tabel, atau model yang disampaikan kepada peserta didik dianggap tambahan dalam pemberian materi, dan guru terbiasa memberikan pembelajaran secara konvensional. Salah satu indikasi terkait rendahnya kemampuan representasi matematis peserta didik dipengaruhi oleh penyampaian materi atau proses belajar yang dilakukan oleh gurunya. Hal ini dikuatkan dengan pendapat Hutagol (2007) yang mengatakan bahwa permasalahan datang dari penyampaian materi pembelajaran matematika, dan peserta didik tidak diberikan kesempatan untuk menghadirkan representasinya sendiri, namun yang diharuskan adalah mengikuti apa yang diajarkan atau dicontohkan oleh gurunya, sehingga terjadilah kurang berkembangnya daya representasi peserta didik.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Lestari dan Yudhanegara (2015) kemampuan representasi matematis oleh peserta didik masih tergolong rendah, ditandai dengan evaluasi pada peserta didik terhadap topik-topik dengan representasi gambar, persamaan, ide atau konsep matematik pada materi geometri. Kemudian pada hasil penelitian oleh Hudiono (2005) yang menemukan terjadinya kelemahan representasi peserta didik seperti pada tabel, gambar, model karena

dalam proses belajar yang terjadi hanya berupa pelengkap dalam menyampaikan materi.

Geometri menjadi salah-satu bagian penting dalam matematika, maka geometri menjadi materi pembelajaran yang dibahas dan diajarkan pada setiap jenjang pendidikan. Geometri merupakan materi pembelajaran yang banyak memuat konsep dalam pembahasannya, sehingga memiliki posisi khusus dalam kurikulum matematika tingkat sekolah maupun perguruan tinggi. Geometri di tingkat sekolah sesuai dengan Kurikulum 2013 (K13) yang dimulai dari sekolah dasar (SD) mempelajari tentang konsep-konsep dasar dan istilah yang diperlukan dalam study lanjut pada materi geometri bangun datar dan bangun ruang. Kemudian pada sekolah menengah pertama (SMP) geometri yang dipelajari adalah tentang materi titik, garis dan sudut, segi empat dan segitiga, teorema pythagoras, bangun ruang sisi datar, kesebangunan, serta bangun ruang sisi lengkung. Pada sekolah menengah atas (SMA) meliputi materi kedudukan dan jarak dari titik, garis, serta bidang, materi besar sudut antara garis, bidang serta antara dua bidang, dan transformasi geometri. Bahkan di perguruan tinggi yang meliputi geometri murni, analitik, dan transformasi.

Purnomo (1996) berpendapat, secara mendasar geometri memiliki posisi yang memungkinkan untuk mudah dipahami peserta didik dibandingkan cabang matematika yang lain, dikarenakan ide dan konsep materi geometri telah lebih awal dan sering dijumpai dalam lingkungan keseharian peserta didik, yaitu berupa garis, bidang, maupun ruang. Akan tetapi fakta di lapangan, peserta didik dalam mempelajari geometri di jenjang pendidikan justru memprihatinkan dengan

keluhan dan kesulitan serta berdampak pada kualitas dan ketuntasan hasil belajar geometri oleh pesert didik (Gumilar, 2000). Kesulitan dalam mempelajari bagian-bagian geometri tertentu akan membawa dampak pada kesulitan dalam mempelajari geometri yang lainnya, dikarenakan geometri memiliki banyak pokok pembahasan yang saling berkaitan. Tentunya hal serupa menjadi suatu acuan bagi pendidik untuk bisa memberikan perhatian serius dalam proses belajar mengajar di jenjang sekolah.

Fakta yang ditemukan dalam hasil penelitian oleh Sudarman (2000) yang menyatakan dalam temuannya masih banyak peserta didik yang mengalami kesulitan memahami transformasi geometri dalam jenjang sekolah menengah atas (SMA) hingga perguruan tinggi. Pada tahun 2012 juga fakta serupa ditemukan oleh hasil penelitian oleh Gumilar (2012) yang disampaikan dalam tulisannya bahwa masih sangat banyak siswa yang kesulitan dalam memahami geometri berkenaan dengan geometri ruang yang sekaligus menjadi materi matematika yang tidak diminati oleh peserta didik. Hasil penelitian oleh Mudakir (2011) menunjukkan presentase peserta didik di jenjang kelas X pada salah satu sekolah menengah atas (SMA) di lampung yang masih mengalami kesulitan-kesulitan berkenaan dengan penguasaan konsep geometri adalah sebanyak 90,63%, dengan identifikasi kompetensi dasar yang sangat sulit dicapai peserta didik meliputi penentuan kedudukan titik, garis, dan bidang dalam ruang dimensi tiga.

Masih dalam jenjang yang sama yaitu pada salah satu MAN di Yogyakarta telah dilakukan penelitian oleh Candraningrum (2010) dengan hasil temuannya pada 9 siswa yang mengalami kesulitan berkaitan dengan konsep kedudukan dua

garis bersilangan, kedudukan dua garis yang berpotongan, jarak dua titik dengan kondisi jarak titik ke garis, jarak titik ke bidang, jarak dua bidang bersilangan, dan jarak dari bidang sejajar. Selain itu pula, terdapat kesulitan yang dialami peserta didik terhadap konsep sudut dengan kondisi sudut antara garis menembus bidang dan sudut antara dua bidang yang berpotongan.

Mempelajari matematika dibutuhkan kemampuan untuk menginterpretasi dan mengkonstruksikan suatu representasi, ini sejalan dengan pendapat yang dikemukakan oleh Duval (1999) bahwa objek-objek dalam matematika hanya bisa diakses lewat representasi dan berpikir matematis membutuhkan penggunaan berbagai representasi. Hasil penelitian (Hudiono, 2005; dan Pujiastuti, 2008) bahwa kemampuan representasi matematis oleh peserta didik masih rendah, yaitu representasi visual dan representasi verbal. Begitu juga dengan hasil studi *the Programme for International Student Assessment (PISA) 2018 Indonesia* masih berada pada posisi rendah yaitu urutan ke 74 dari 79 negara yang terlibat dalam penilaian PISA. Skor rata-rata pada nilai matematika adalah 379 di peringkat ke 73, laporan PISA menjadi acuan kualitas belajar dan pemecahan matematika di Indonesia.

Pengetahuan awal yang telah dimiliki oleh peserta didik dapat memberi pengaruh terhadap kemampuan representasi peserta didik tersebut. Hal ini diungkapkan oleh Georghiades (2006) bahwa kesuksesan dalam upaya mengkonstruksikan suatu representasi dipengaruhi oleh refleksi peserta didik terhadap pengetahuan yang telah dimilikinya dan peran dari pengetahuan tersebut dalam representasi yang dikonstruksikan. Mempelajari transformasi geometri

memiliki tujuan agar peserta didik menemukan kepercayaan diri mengenai kemampuan matematikanya, memiliki kemampuan pemecahan masalah yang baik, kemampuan representasi matematis yang baik, dan dapat berkomunikasi maupun bernalar secara matematik. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Budiarto (2000) bahwa tujuan dalam mempelajari geometri meliputi pengembangan kemampuan berpikir logis, mengembangkan intuisi keruangan, menanamkan pengetahuan dalam menunjang materi yang lain, dapat membaca dan menginterpretasikan argumen matematik.

Jejak fakta pada proses belajar matematika di sekolah yang hingga hari ini masih didominasi oleh pembelajaran yang berpusat pada guru. Hal ini diungkapkan oleh Sobel dan Maletsky (2001) bahwa kebanyakan waktu belajar matematika di dalam kelas dipergunakan oleh sebagian besar gurunya dengan kegiatan membahas tugas-tugas yang lalu, memberikan materi baru, kemudian diikuti dengan tugas baru. Pengajar seringkali hanya menekankan peserta didiknya pada aspek proses matematis dibandingkan dengan bagaimana aplikasi nyata dalam kehidupan sehari-hari peserta didik. Duval (1999) menyatakan bahwa pengajar seringkali hanya menekankan pada aspek proses matematis dibandingkan dengan aplikasinya pada kehidupan sehari-hari.

Jika dirunutkan dari keadaan yang demikian, maka akan mengakibatkan keadaan peserta didik yang pasif dan hanya berpasrah dari apa yang disampaikan oleh gurunya, tentu hal semacam ini menimbulkan peserta didik yang rendah dalam kemampuan representasi matematis. Di samping itu, disebabkan oleh kurangnya waktu bagi peserta didik untuk mempelajari dan memahami sendiri

setiap materi pembelajaran yang didapatkan dari gurunya di sekolah, dikarenakan peserta didik dibatasi keterlibatannya dalam menuangkan representasinya sendiri.

Berdasarkan fakta di lapangan yang dipaparkan di atas, maka representasi matematis menjadi masalah yang dihadapi oleh sebagian besar peserta didik dalam mempelajari materi geometri. Sehingga dalam hal ini, diperlukan adanya langkah tepat untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis peserta didik pada materi geometri. Seorang guru perlu memperhatikan karakteristik dan kebutuhan dari peserta didiknya, tentunya dengan memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mengupayakan serta terlibat secara penuh dan aktif dalam proses belajar sendiri, sedangkan guru berperan sebagai fasilitator. Sebab hal ini sudah menjadi keharusan bagi guru yang dikarenakan peserta didik telah banyak menemukan dan mengalami pengalaman serta pengetahuan sendiri di dalam lingkungannya.

Sebagaimana matematika sendiri tumbuh dan hidup dari pengalaman nyata yang dialami atau ditemui oleh manusia dalam kehidupannya, Frankl (1988) mengemukakan bahwa dalam menemukan sesuatu pemahaman yang baik dapat dilakukan dengan mengerjakan, mengalami, atau dengan interaksi yang terbangun dengan orang sekitar lingkungannya. Sehingga dapat dikatakan tentang matematika yang sebelumnya merupakan alat akan mengalami perubahan berupa matematika sebagai aktivitas, pengalaman, dan kebutuhan.

Salah satu pembelajaran yang dapat mendorong peserta didik untuk mengaitkan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapan terhadap lingkungan sehari-hari adalah lewat pembelajaran kontekstual (Johnson, 2002).

Alternatif dari uraian terkait pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dapat diwujudkan dalam pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme berupa desain *Experience, Language, Picture, Symbols, Application* (ELPSA), sebagai pendekatan pembelajaran yang memihak kepada peran aktif oleh peserta didik dalam membangun sendiri pengetahuan dan pemahamannya.

Hal serupa telah menjadi kesepakatan dari beberapa ahli bahwa pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme akan membantu peserta didik dalam membangun pemahaman pada konsep matematika, dikarenakan peserta didik diarahkan dalam proses belajar secara holistik dan dalam konteks (nyata) yang diupayakan untuk berpikir dan membangun pemahamannya pada matematika. Anthony (1998) menyatakan konstruktivisme merupakan suatu proses membangun dan menuntun sendiri pemahamannya terhadap suatu ilmu yang telah dibangunnya lewat pengalaman, interaksi sosial, maupun pengetahuan yang diadaptasi secara sendiri.

Pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme dikembangkan oleh Piaget yang menyatakan bahwa pada dasarnya teori pengetahuan merupakan adaptasi pikiran ke dalam bentuk realitas sebagaimana suatu organisme yang melebur dalam lingkungannya (Marjani, 2000). Siswa SMA pada umumnya berada dalam tahapan psikologis yang membangun dan mencari eksistensi dirinya, sehingga mengalami keterkaitan dengan perkembangan kognitifnya dalam proses belajar yang berada pada tahap berpikir lebih sempurna, kritis, konkret, dan semi abstrak. Tentunya, membutuhkan kesempatan dan wadah dalam mengolah sendiri pikirannya, sehingga untuk membantu mereka dalam menggali

dan menemukan pemahaman terhadap materi matematika yang baru, tentu perlu didukung dalam pembelajaran yang bersifat konteks (nyata). Termasuk dalam transformasi geometri ini, yang perlu dipahamkan lewat visualisasi benda atau aktivitas nyata sebagai penunjang dalam mengaitkan pengetahuan dan keterampilan yang sebelumnya telah mereka miliki dengan materi pembelajaran yang baru.

Berdasarkan fenomena dan pendapat di atas, muncul pertanyaan tentang strategi atau langkah apa yang tepat untuk meningkatkan kemampuan representais matematis dengan baik melalui pembelajaran yang melibatkan aktivitas belajar peserta didik secara optimal. Mengaitkan konteks yang dekat dengan lingkungan atau pengalaman peserta didik. Alternatif tersebut menjadi upaya untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis peserta didik, maka dalam penelitian ini adalah melalui pengembangan bahan ajar yang bersifat kontekstual berupa modul pembelajaran geometri dengan menggunakan desain *Experiences, Language, Picture, Symbols, Application* (ELPSA).

Penelitian ini mengimplementasikan desain ELPSA pada bahan ajar. Bahan ajar yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis (Majid, 2008). Salah satu jenis bahan ajar adalah bahan ajar yang berupa cetakan *handout*, buku, modul, lembar kerja siswa, model, brosur, dan lainnya. Kemudian untuk lebih spesifiknya dalam penelitian ini adalah bahan ajar berbentuk modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan ELPSA. Implementasi desain pembelajaran ELPSA dengan spesifik modul pada pembelajaran transformasi geometri belum ada yang meneliti. Sebelumnya pengembangan yang

dilakukan oleh Yustia Rahmawati (2016) dan Triana Hardiningsih (2016) bukan secara khusus mengembangkan modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA.

Desain pembelajaran *Experiences, Language, Picture, Symbols, Application* (ELPSA) merupakan desain pembelajaran yang merujuk pada teori-teori pembelajaran konstruktivisme. Desain ELPSA bersifat sosial dengan komponen yang dapat dilihat sebagai bagian yang saling terkait dan melengkapi, dengan demikian dapat dikatakan bahwa komponen ELPSA memuat proses pembelajaran yang kompleks, tidak terjadi dalam urutan linier. ELPSA bagian dari suatu desain pembelajaran yang dikembangkan pertama kali oleh ahli belajar bernama Piaget & Vigotsky. Teori belajar yang memandang bahwa pembelajaran sebagai suatu proses aktif yang melibatkan para siswa untuk mengkonstruksikan kembali caranya dalam menerima dan memahami sesuatu lewat pemikiran serta interaksi dengan lingkungan dan sosial secara individu peserta didik.

Kelima komponen dalam ELPSA menjadi sangat penting untuk diimplementasikan dalam proses perancangan pembelajaran matematika, sebagai desain yang dapat mempermudah memahami matematika lebih komprehensif dan meningkatkan kemampuan representasi matematis pada konsep geometri. Sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Murdanu (2004) terakit kesulitan yang dihadapi oleh peserta didik dalam mempelajari geometri yaitu kemampuan menginterpretasikan pemahaman dalam bentuk soal, pengolahan secara bahasa, pemahaman konsep dan prinsip yang terkandung di dalam geometri, serta teknis.

Sasaran yang paling spesifik dalam modul ini, adanya kesulitan yang dihadapi oleh peserta didik dalam belajar geometri yang meliputi representasi matematis peserta didik yang rendah untuk diperkenalkan lewat modul geometri. Maka sebagai solusi yang dapat membantu perbaikan pada kondisi belajar transformasi geometri oleh peserta didik tersebut dan sebagai salah satu dari alternatif yang dipilih oleh peneliti adalah dengan memperkenalkan modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA.

Selain itu, menggunakan desain ELPSA dalam modul juga mengintegrasikan kegiatan belajar yang memiliki nilai karakter. Hal ini diperoleh dari pola pembelajaran mandiri oleh para peserta didik, sebagaimana nilai kemandirian belajar menjadi karakter penting yang harus diwujudkan oleh setiap peserta didik (Kemendiknas, 2011). Kemandirian belajar menjadi salah satu dari tujuan pembelajaran matematika, yaitu dapat membangun kecenderungan belajar siswa yang lebih baik, mampu memahami, mengevaluasi, dan mengarahkan ataupun mengendalikan dirinya di dalam mengolah informasi yang datang dengan arahan berpikir dan bertindak.

Menjadi suatu kemajuan dalam belajar matematika apabila siswa mampu membangun potensi belajar matematika yang baik dengan kemandiriannya (Sumarmo, 2004). Sebagaimana tertuang dalam *National Council of Teacher of Mathematics* (1989) menganjurkan untuk mencapai pembelajaran matematika yang berkualitas tinggi maka guru didorong mengembangkan praktik pembelajaran matematika yang beralih dari berpusat pada guru menjadi berpusat pada peserta didik, dan mengubah peserta didik yang pasif menjadi lebih aktif dan

terlibat secara mandiri. Di samping nilai kemandirian dalam belajar, belajar matematika juga memiliki tujuan supaya setiap peserta didik dapat memiliki kemampuan penalaran yang baik, kemampuan representasi yang baik, memahami konsep matematika, memecahkan masalah, mengungkapkan ide dan gagasan matematis, kemudian mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari (Kemendiknas, 2006).

Sebagai tindak lanjut, maka peneliti berkeinginan untuk mengetahui apakah modul dengan menggunakan desain ELPSA yang digunakan ini dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis pada materi geometri di sekolah menengah atas (SMA).

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian pengembangan modul ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan modul transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa yang valid, praktis, dan efektif?
2. Bagaimana peningkatan kemampuan representasi matematis siswa setelah menggunakan modul transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA?

C. Tujuan Pengembangan

Sesuai dengan masalah yang dijelaskan pada rumusan masalah, maka tujuan dari pengembangan yang ingin dicapai adalah:

1. Menghasilkan modul transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa dengan kualifikasi valid, praktis, dan efektif.
2. Modul transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA untuk mengetahui kemampuan representasi matematis siswa.

D. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Secara spesifikasi wujud fisik pada produk yang dihasilkan dalam pengembangan ini berupa media cetak, yaitu modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA yang diperuntukkan pada tingkat kebutuhan peserta didik di jenjang SMA. Dilengkapi oleh materi dan contoh konteks permasalahan transformasi geometri hingga soal-soal yang disusun berdasarkan desain ELPSA, yang mampu meningkatkan kemampuan representasi matematis dalam belajar mandiri oleh peserta didik.

E. Manfaat Pengembangan

Pengembangan ini memiliki peranan penting yang memuat manfaat pada aspek teoritis maupun praktis, yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Diharapkan mampu menambah khazanah ilmu pengetahuan pada pengembangan modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA yang meningkatkan kemampuan representasi matematis dalam belajar mandiri peserta didik.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi guru. Pengembangan ini dapat memberikan masukan dan perbaikan bagi guru matematika dalam memilih bahan ajar yang dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis dalam belajar mandiri peserta didik lewat modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA.
- b. Bagi Siswa. Diharapkan pengembangan ini dapat berguna sebagai masukan agar siswa lebih meningkatkan kemampuan representasi matematis dalam belajar mandiri peserta didik, serta mendorong peserta didik untuk berperan aktif dalam proses pembelajaran.
- c. Bagi Peneliti. Diharapkan pengembangan ini dapat memperkaya wawasan strategi pembelajaran yang memberikan efek belajar mandiri dalam praktiknya di lapangan yang berguna bagi pilihan profesi peneliti di masa mendatang.
- d. Bagi Sekolah. Pengembangan ini diharapkan dapat memberikan satu gagasan kepedulian bagi perkembangan dan kemajuan suatu lembaga sekolah, dalam rangka perbaikan kegiatan pembelajaran untuk meningkatkan kualitas serta ketuntasan pembelajaran matematika, salah satunya adalah dengan menyediakan modul pembelajaran yang mampu membangun representasi matematis peserta didik.

F. Asumsi Dan Keterbatasan Pengembangan

1. Asumsi

- a. Pengembangan modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA diperuntukkan bagi siswa ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih perbaikan pembelajaran baik untuk siswa maupun untuk potensi guru dalam menyusun desain dan strategi mengajar yang tepat, salah satunya adalah guru mampu mengembangkan modul siswa dengan pendekatan yang membangun kemandirian belajar dan lebih kreatif, dan bagi peserta didik di arahkan pada modul pembelajaran yang bermuatan kepada pembelajaran konstruktivisme, yang tentunya akan membawa perubahan lebih baik untuk pembelajaran matematika di masa yang akan datang, serta tidak hanya monoton pada bahan ajar cetakan penerbit maupun dari pemerintah.
- b. Penelitian dan pengembangan ini mendesain modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA diharapkan mampu membangun kemampuan representasi matematis siswa dalam belajar mandiri dan bersifat konstruktivisme.

2. Keterbatasan

- a. Penelitian dan pengembangan modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA
- b. Penelitian dan pengembangan modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA hanya fokus pada

kevalidan, keefektifan, dan kepratisan modul berdasarkan hasil penilaian objektivitas para pembaca atau pengguna.

G. Penelitian Terdahulu dan Orisinalitas Penelitian.

Bertujuan untuk menunjang penelitian ini maka di bawah ini akan dipaparkan tabel dari beberapa penelitian terdahulu dan orisinalitas penelitian yang berkaitan dengan penelitian sekarang:

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu dan Orisinalitas Penelitian

No	Nama dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan	Orisinalitas Penelitian
1	Herlin Novalia, 2018	<i>Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Dengan Menggunakan Strategi PQ4R Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Dan Kemandirian Belajar Siswa SMA</i>	Penelitian Pengembangan Modul, Materi	Pendekatan yang digunakan	Pada penelitan saya menggunakan pendekatan pembelajaran Konstruktivisme berdasarkan desaian pembelajaran ELPSA
2	Yustia Rahmawati, 2016	<i>Implementasi Teori APOS Pada Modul Bermuatan Karakter Kemandirian Dan Komunikasi Matematis Materi Geometri Sekolah</i>			Pada penelitan saya menggunakan pendekatan pembelajaran Konstruktivisme berdasarkan desain pemebelajaran ELPSA
3	Triana Hardiningsih, 2016	<i>Pengembangan Modul Pembelajaran Materi Geometri Kelas X Dengan Model Problem Based Learning (PBL) Di SMA Negeri 1 Purwodadi</i>	Penelitian Pengembangan Modul, Materi	Pendekatan yang digunakan	Pada penelitan saya menggunakan pendekatan pembelajaran Konstruktivisme berdasarkan desain pembelajaran ELPSA

H. Definisi Operasional

1. ELPSA

ELPSA adalah suatu kerangka desain pembelajaran yang dikembangkan oleh Team *Research Institute for Professional Practice, Learning and Education* (RIPPLE) yang meliputi lima komponen mendasar yaitu; *experiences, language, pictures, symbols, application* (ELPSA). Atas dasar suatu kerangka kerja yang berorientasi pada teori-teori pembelajaran konstruktivisme yaitu memandang kegiatan pembelajaran sebagai suatu rangkaian proses aktif, dimana peserta didik diberi ruang untuk mengkonstruksi sendiri dalam memahami sesuatu melalui proses berpikir secara individu juga melalui interaksi sosial dengan lingkungannya.

2. Representasi Matematis

Sanjaya (2018) berpendapat bahwa representasi matematika merupakan model pemikiran siswa terhadap suatu masalah dan setiap siswa memiliki interpretasi yang berbeda, hal demikian terjadi karena setiap individu memiliki kemampuan berpikir, menyerap informasi, dan menyampaikan informasi yang berbeda pula. Representasi matematis merupakan bentuk pengganti dari suatu situasi masalah matematika yang digunakan untuk menemukan solusi.

3. Modul

Modul merupakan bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik dengan cakupan isi materi, metode, dan evaluasi yang dapat dipergunakan secara mandiri dalam mencapai kompetensi yang telah ditetapkan (Anwar, 2010)

Selain itu, Modul juga merupakan salah satu jenis bahan ajar yang dikembangkan sebagai suatu sarana belajar demi menunjang proses pembelajaran mandiri bagi siswa ataupun mahasiswa.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Landasan Teoretik

1. Transformasi Geometri

a. Pengertian Geometri

Bird (2002) megemukakan bahwa geometri merupakan bagian dari matematika yang membahas terkait titik, garis, ruang, dan bidang. Sedangkan geometri menurut Suyanto (2005) merupakan pengenalan bentuk luas, volume, dan area. Geometri dalam pembahasannya berhubungan dengan konsep-konsep abstrak yang diberikan simbol.

Felix Klein (1925) menyatakan bahwa geometri transformasi sebagai suatu cara memahami hubungan-hubungan di antara semua geometri, *euclid* dan *non euclid*. Transformasi geometri merupakan pemetaan satu-satu dengan menggunakan himpunan titik-titik sebagai *input* dan *returning point* sebagai *output*. Secara sederhananya, himpunan input dinamakan *obyek* dan *output*-nya yang bersesuaian dinamakan *image*.

Transformasi geometri memberikan banyak pandangan yang mendalam pada banyak topik tradisional terkait kekonruensi, kesebangunan, dan simetris. Transformasi geometri juga memberikan banyak manfaat sebagai basis pengembangan aplikasi kontemporer dalam dunia arsitek, seni, film, dan *engenering*.

b. Materi Transformasi Geometri

Transformasi merupakan suatu proses perubahan suatu titik atau garis pada bidang tertentu menjadi bayangan titik atau garis tersebut. Transformasi geometri terdiri dari empat pembahasan utama yang meliputi: (1) Refleksi yaitu suatu jenis transformasi yang memindahkan setiap titik pada suatu bidang dengan menggunakan sifat bayangan cermin dari titik-titik yang dipindahkan; (2) Translasi yaitu suatu transformasi yang memindahkan setiap titik pada sebuah bidang berdasarkan jarak dan arah tertentu; (3) Rotasi yaitu transformasi yang memindahkan suatu titik ke titik lain dengan perputaran terhadap titik pusat tertentu, berkenaan dengan perputaran ini ditentukan oleh besar dan pusat sudut, untuk besar sudut positif berlawanan arah jarum jam sedangkan besar sudut negatif berlaku sebaliknya yaitu searah jarum jam; (4) Dilatasi yaitu sebuah transformasi yang merubah ukuran namun tidak merubah bentuk bidang atau bangunan, dalam dilatasi ditentukan oleh pusat dan faktor skala.

Merujuk pada latar belakang dalam penelitian ini, kesulitan dalam belajar transformasi geometri masih menjadi masalah yang dihadapi oleh peserta didik. Berdasarkan pada data penelitian yang sebelumnya telah dilakukan oleh Candraningrum ditahun 2010 banyaknya peserta didik di jenjang sekolah menengah atas yang masih belum memahami materi geometri tertentu dengan skala yang mengkhawatirkan, serta hasil penelitian oleh Mudakir pada tahun 2011 di kelas X terkait persentase kesulitan yang dialami peserta didik dalam mempelajari transformasi geometri yang masih sangat tinggi, artinya proses belajar transformasi geometri menjadi suatu pembahasan serius yang perlu

dicarikan solusinya, dengan cara memahami dan mengevaluasi kebutuhan peserta didik untuk bisa lebih mengenal transformasi geometri lewat belajar yang adaptif menggunakan modul.

2. Desain ELPSA

a. Pengertian ELPSA

Pendekatan dalam desain pembelajaran *Experience, Language, Picture, Symbols, Application* (ELPSA) dikembangkan oleh tim *Research Institute for Professional Practice, Learning & Education* (RIPPLE) yang diketuai oleh Prof. Tom Lowrie dari Charles Sturt University Australia. Model ELPSA dikembangkan berdasarkan pada teori-teori pembelajaran konstruktivisme dan sifatnya sosial (Arifin, 2015).

ELPSA merupakan salah satu pendekatan yang menawarkan suatu model pembelajaran sebagai rangkaian proses aktif oleh peserta didik, dalam merekonstruksikan sendiri pemahaman belajarnya lewat pengalaman dan pengetahuan yang sebelumnya telah dimiliki oleh masing-masing peserta didik. ELPSA bukanlah suatu model yang hanya terbatas pada pembahasan matematika saja dan ELPSA juga bukan suatu proses linier namun memiliki komponen yang tidak dapat diterapkan secara terpisah, namun saling terkait dan menjadi kesatuan dalam proses pembelajaran.

b. Komponen-komponen ELPSA dalam kegiatan pembelajaran

Berikut adalah komponen dalam desain ELPSA, yaitu:

1) *Experiencie* (E) yaitu Pengalaman.

Secara sederhana pengalaman dapat dikatakan sebagai suatu kegiatan pembelajaran yang memunculkan dan memerlukan pengalaman terlebih dahulu dari peserta didik dan selanjutnya membangun sendiri pemahaman baru yang akan didapatkan.

2) *Language* (L) yaitu Bahasa.

Dijelaskan bahwa pengembangan bahasa adalah proses pembelajaran yang secara spesifik mengembangkan bahasa matematika terkait materi tertentu untuk dipahami oleh peserta didik.

3) *Picture* (P) yaitu Gambar.

Gambar dapat direpresentasikan dengan proses pembelajaran yang menawarkan pengalaman terhadap pemahaman konsep matematika dalam bentuk gambar.

4) *Symbols* (S) yaitu Simbol.

Simbol merupakan representasi dari proses pembelajaran yang mengalami serangkaian perubahan dari pemahaman berupa representasi gambar menjadi representasi simbol.

5) *Application* (A) yaitu Aplikasi Pengetahuan

Suatu penerapan dari pengetahuan dalam proses pembelajaran, merupakan suatu usaha untuk memahami penting dan kebermanfaatannya proses belajar dengan mengaplikasikan suatu pemahaman barunya dalam memecahkan satu pokok masalah dalam konteks yang bermakna.

c. Langkah-langkah ELPSA dalam pembelajaran

Berikut ini diberikan contoh alternatif kegiatan pembelajaran menggunakan komponen ELPSA pada materi matematika “Transformasi Geometri” pada sekolah menengah atas menurut (Wijaya, 2014).

1) *Experience*

Pada tahap ini kegiatan pembelajaran yang dimungkinkan adalah guru memunculkan pengalaman terdahulu yang dimiliki siswa (terutama dalam kehidupan sehari-hari) terkait dengan materi matematika dan menghubungkannya dengan pengetahuan dan pengalaman baru yang akan diperolehnya.

2) *Language.*

Pada tahap ini kegiatan yang dimungkinkan adalah guru secara aktif mengembangkan bahasa matematika tertentu agar dimaknai oleh siswa.

3) *Pictures*

Pada tahap ini kegiatan pembelajaran yang dimungkinkan adalah guru memberikan pengalaman mengenal konsep matematika dengan menggunakan model atau gambar-gambar materi terkait. Selain itu guru juga dapat menggunakan visualisasi benda kongkrit terkait materi yang sedang dibahas.

4) *Symbol.*

Pada tahap ini kegiatan pembelajaran yang dimungkinkan adalah guru dapat mengubah representasi peserta didik dari representasi gambar ke representasi symbol.

5) *Application.*

Pada tahap ini kegiatan pembelajaran yang digunakan memungkinkan adalah guru paham akan pentingnya proses belajar dengan mengaplikasikan suatu pemahaman barunya untuk memecahkan satu pokok masalah dalam konteks bermakna.

3. Modul Pembelajaran

a. Pengertian Modul

Penelitian pengembangan memiliki fokus kajian dalam mendesain atau merancang, baik mendesain bahan belajar atau produk tertentu berupa media belajar. Modul merupakan bahan belajar yang berbentuk cetakan yang telah dirancang secara sistematis dengan merujuk kepada kurikulum tertentu, dikemas dalam satuan pembelajaran sederhana dan memungkinkan untuk dapat dipelajari secara individu dan mandiri dalam kurung waktu yang ditentukan, dan memiliki fungsi sebagai suatu bahan belajar supaya pembacanya bisa menguasai kompetensi yang ditentukan dalam rangkaian pembelajaran yang dipelajari (Purwanto dkk, 2007)

Selain itu, Sanjaya (2012) mengemukakan bahwa modul juga merupakan salah satu media belajar cetakan yang memberikan rumusan terkait tujuan yang harus dicapai, materi belajar yang dituntut untuk dipahami, menyangkut cara dalam mempelajarinya, tugas-tugas yang harus diselesaikan oleh peserta didik, serta tahapan evaluasi untuk mengukur sejauh mana kemampuan dan keberhasilan peserta didik dalam mencapai tujuan belajarnya.

Modul memuat materi pembelajaran yang memungkinkan bagi seorang peserta didik untuk dapat dipelajari secara individual dan mandiri (Majid, 2008)

b. Kelebihan dan Kekurangan Modul

Secara penggunaannya, modul memuat manfaat secara individual, yaitu di antaranya adalah:

- 1) Kegiatan belajar dapat dilakukan oleh seorang peserta didik tanpa terikat waktu dan tempat, kapan dan dimana saja
- 2) Pemahaman materi pembelajaran dapat dilakukan dengan bertahap
- 3) Peserta didik dapat belajar dengan menyesuaikan terhadap kemampuan masing-masing

Secara sederhananya, modul memiliki kelebihan namun juga dengan kekurangannya, adapun kekurangannya adalah:

- 1) Modul hanya bisa diperuntukkan bagi peserta didik yang sudah mahir membaca
- 2) Proses belajar akan berjalan efektif jika kesadaran belajar sudah ada dalam diri peserta didik sebagai capaian perubahan di dalam diri peserta didik melalui pengalaman belajar.

c. Struktur Penulisan Modul

Dijelaskan struktur dalam penyusunan atau penulisan modul, yaitu:

- 1) Bagian Pembuka
 - a) Judul, merupakan bagian yang menjelaskan secara umum, memuat daya tarik, dan memberikan ulasan terkait materi yang diangkat

- b) Daftar Isi, merupakan bagian yang menjelaskan topik-topik yang dibahas. Materi yang dibahas di dalam modul akan di urutkan kedalam bentuk topik-topik yang dituliskan di Daftar Isi, dengan tujuan selain untuk mempermudah peserta didik untuk mengetahui cakupan pembahasan apa saja yang termuat di dalam modul juga untuk mempermudah peserta didik dalam mencari halaman dari setiap topik yang tersaji di dalam modul.
 - c) Peta Informasi, bagian yang perlu dijelaskan dalam modul. Pada bagian peta informasi akan menjelaskan hubungan dan keterkaitan disetiap topik-topik di dalam modul.
 - d) Daftar Tujuan Kompetensi. Bagian yang menjelaskan target pencapaian peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran, yaitu meliputi kemampuan, keterampilan, pengetahuan, serta sikap atau karakter.
 - e) Uji Materi Prasyarat, bagian yang menjelaskan keterampilan dan pengetahuan awal apa saja yang akan diperlukan untuk memudahkannya dalam memahami materi dalam modul. Hal seperti ini bisa dilakukan dengan memberikan peserta didik pretes, sebagai penentu tingkatan pemahaman peserta didik pada materi prasyarat.
- 2) Bagian Inti
- a) Pendahuluan/tinjauan umum materi. Bagian yang menjelaskan secara umum terkait isi pembahasan yang terdapat di dalam modul. Meyakinkan peserta didik bagian penting dan manfaatnya mempelajari materi dalam modul, meluruskan harapan peserta didik terkait materi yang akan dipelajari, mengaitkan materi yang dipelajari dengan materi yang sebelumnya sudah

dipelajari, memberikan petunjuk dalam mempelajari materi yang akan disajikan dalam modul.

- b) Uraian materi. Dalam bagian ini semua materi yang akan dipelajari disajikan secara mendetail dan terperinci, apabila materi yang akan dipelajari berisikan pembahasan yang cukup luas dan panjang maka dapat dikembangkan menjadi beberapa bagian dalam Kegiatan Belajar (KB), untuk masing-masing KB akan memuat materi, penugasan, dan rangkuman terkait. Uraian materi hendaknya didesain semenarik mungkin dalam bentuk naskah, gambar, symbol, serta ilustrasi lainnya, sehingga pembahasan dan informasi yang tersampaikan dapat mudah diterima dan dipahami oleh peserta didik.
 - c) Penugasan. Bagian modul yang menegaskan kompetensi apa saja yang hendaknya dicapai setelah mempelajari modul, di samping itu penugasan secara tidak langsung menggaris bawahi bagian apa saja yang paling penting termuat di dalam modul tersebut.
 - d) Rangkuman. Bagian modul yang memberikan catatan singkat dari pokok-pokok materi yang terdapat dalam pembahasan modul. Tentunya diletakkan pada posisi akhir daripada modul.
- 3) Bagian Penutup
- a) *Glossary*, merupakan kata lain dari daftar istilah yang berisikan definisi dari setiap konsep yang terdapat di dalam modul tersebut. Definisi tersebut dijelaskan secara singkat yang bertujuan supaya dengan mudah dapat diingat kembali.

- b) Tes Akhir, bagian yang berisikan tes yang dapat dikerjakan oleh peserta didik setelah mempelajari materi dalam modul. Apabila modul dapat dipelajari dalam kurung waktu selama tiga jam maka tes akhir akan dikerjakan selama kurang lebih setengah jam.
- c) Indeks, bagian yang memuat istilah-istilah penting dalam modul dilengkapi dengan nomor halaman yang memuat istilah tersebut. Indeks perlu dicantumkan dalam modul untuk memudahkan peserta didik dalam menemukan topik pembahasan.

Kurangnya penggunaan buku teks dan LKS dapat disiasati dengan menggunakan modul, sehingga modul dapat membantu peserta didik dalam memahami materi pembelajaran yang dijelaskan oleh guru di saat kegiatan pembelajaran berlangsung. Begitu pula pembelajaran tidak monoton dalam proses pembelajaran ceramah dan berpusat kepada guru, akan tetapi lewat modul yang dikembangkan akan membuat peserta didik membangun sendiri pemahamannya lewat pemahamannya yang sudah ada, dan ini tentunya akan membuat kegiatan pembelajaran yang lebih efektif dan menarik.

4. Representasi Matematis

a. Pengertian Representasi Matematis

Representasi siswa erat kaitan dengan upaya pemecahan masalah yang dihadapi oleh siswa. Konstruksi representasi matematis yang sesuai dan bisa dimengerti oleh siswa akan memberi kemudahan bagi siswa dalam menghadirkan solusi atas masalah yang dianggap rumit. Ditinjau dari perspektif para ahli, representasi memiliki makna yang cukup beragam. Para ahli

terjadi silang pendapat berkaitan dengan definisi representasi. Jones dan Knhut dalam (Nursyam, 2008) berpendapat bahwa representasi merupakan sebuah model alternatif yang lahir dari situasi masalah namun digunakan untuk menemukan solusi. Berbeda dengan NCTM (2000) mengungkapkan bahwa representasi itu adalah sebuah upaya yang dikerahkan atau digunakan oleh seseorang dalam mengkomunikasikan ide, gagasan matematik yang bersangkutan.

Adapun Pape dan Tchoshanov (2001), menjelaskan bahwa representasi adalah abstraksi dari ide matematika yang dilandasi berdasarkan hasil pengalaman para siswa. Atau sebuah situasi maupun kondisi yang dimanfaatkan untuk menemukan solusi atas masalah yang dihadapi (Mastangin, 2015). Makna representasi tidak hanya berupa situasi, tetapi juga berupa obyek, gambar, atau symbol matematika berupa kata-kata (Moh. Nasrul Fuad, 2016). Dalam kaitanya dengan matematika, kehadiran kata representasi dalam matematika berdampak baik bagi munculnya kemampuan siswa dalam mengaitkan ide-ide matematika dalam berbagai topik ataupun dengan situasi keseharian, sehingga dapat mengasah kemampuan matematika siswa untuk bernalar serta kemampuan komunikasinya. Dengan demikian, keragaman representasi yang siswa hadirkan memberi ruang bagi tumbuhnya kreativitas mengkomunikasikan ide dan gagasan serta strategi siswa ketika mereka berinteraksi di kelas (Yunia Watika).

Berkaitan dengan hal di atas, Dahlan (2011), menjelaskan bahwa pondasi paling utama siswa agar dapat mengerti dan menggunakan ide matematika biasa disebut representasi matematika. Memperkuat definisi

representasi matematika di atas, Sanjaya (2018) berpendapat bahwa representasi matematika merupakan model pemikiran siswa terhadap suatu masalah dan setiap siswa memiliki interpretasi yang berbeda, hal demikian terjadi karena setiap individu memiliki kemampuan berpikir, menyerap informasi, dan menyampaikan informasi yang berbeda pula. Representasi matematis merupakan bentuk pengganti terhadap bentuk dari suatu situasi awal berupa masalah matematika, kemudian digunakan untuk menemukan solusi.

b. Kategori Representasi Matematis

Pada proses representasi matematis, ada beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan, adapun aspek tersebut dikategorikan menjadi 4 bagian. Hal ini berdasarkan pemaparan oleh Cai, Lane dan Jackobsin (1996) menyatakan bahwa bentuk-bentuk representasi bisa berupa sajian visual seperti gambar (*drawing*), grafik (*charts*), dan tabel (*tables*), ekspresi matematis, atau notasi matematis (*mathematical expressions*). Secara lengkap bentuk-bentuk operasional dari representasi matematik dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 2.1 Bentuk-Bentuk Operasional Representasi Matematis

No	Representasi	Bentuk-bentuk Operasional (Indikator)
1	a. Diagram, grafik atau tabel	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menyajikan kembali data atau informasi dari suatu representasi ke representasi diagram, grafik, atau tabel ➤ Menggunakan representasi visual untuk menyelesaikan masalah
	b. Gambar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membuat gambar pola-pola geometri ➤ Membuat gambar bangun geometri untuk memperjelas masalah dan memfasilitasi penyelesaiannya
2	Persamaan atau ekspresi matematik	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membuat persamaan atau model matematika dari representasi lain yang diberikan ➤ Membuat konjektur dari suatu pola bilangan ➤ Penyelesaian masalah dengan melibatkan

		ekspresi matematika
3	Kata-kata atau teks tertulis	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membuat situasi masalah berdasarkan data atau representasi yang diberikan ➤ Menuliskan interpretasi dari suatu representasi ➤ Menuliskan langkah-langkah penyelesaian masalah matematika dengan kata-kata ➤ Menyusun cerita yang sesuai dengan sesuatu representasi yang disajikan ➤ Menjawab soal dengan menggunakan katakata atau teks tertulis

B. Kerangka Berpikir.

Belajar Matematika membutuhkan alternatif bahan ajar sebagai salah satu penunjang kegiatan belajar mengajar serta sebagai suatu bentuk inovatif pembelajaran. Produk bahan ajar yang dihasilkan dalam pengembangan ini adalah berupa “Modul pembelajaran Transformasi Geometri dengan menggunakan Desain *Experience, Language, Pictorial, Symbol, Application* (ELPSA)”.

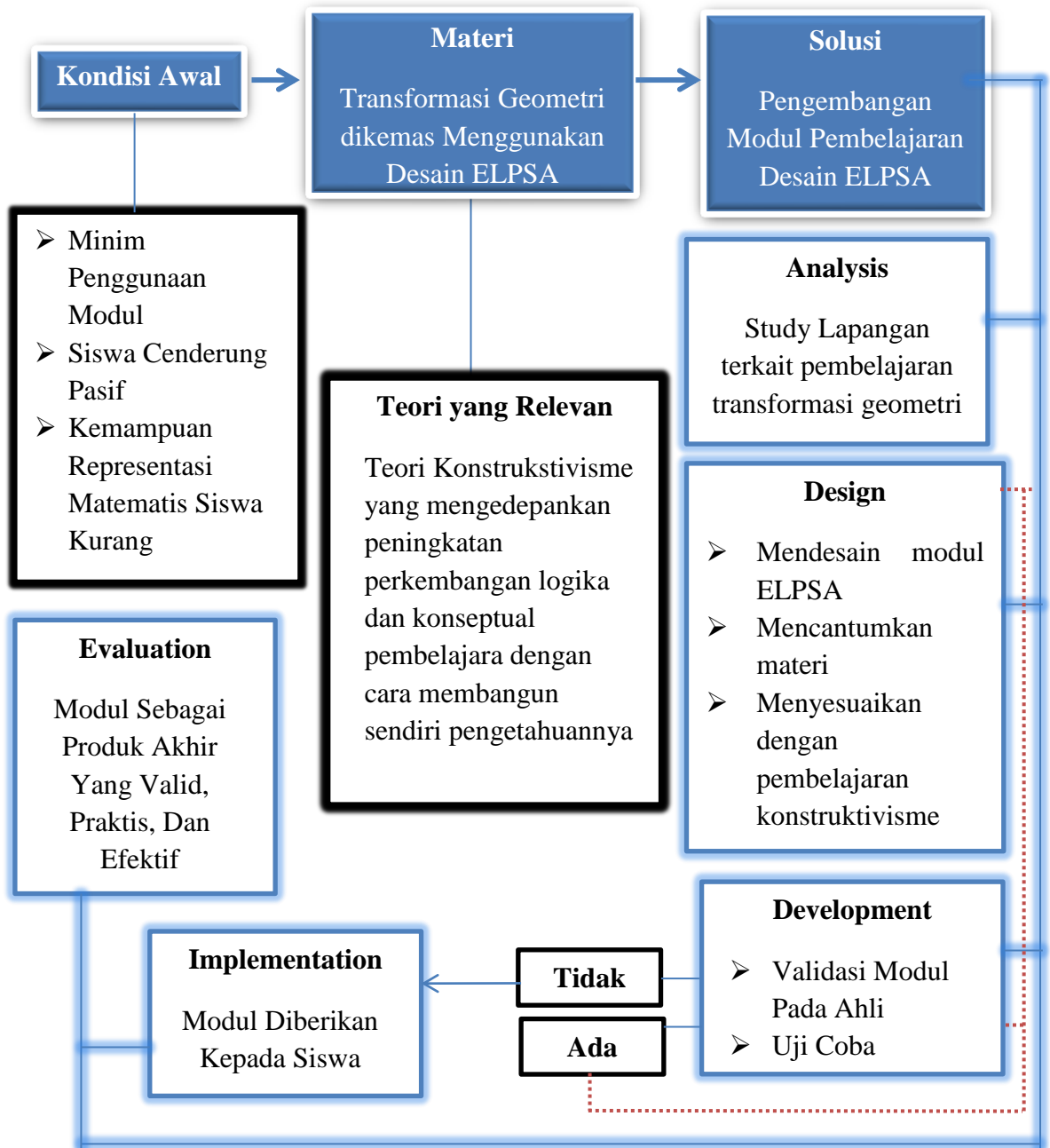
ELPSA (*Experience, Language, Pictorial, Symbol, Application*) merupakan suatu pendekatan pembelajaran matematika yang dilandasi oleh teori pembelajaran yang mengutamakan keterlibatan aktivitas siswa dalam proses pembelajaran secara aktif, modul dengan menggunakan desain ELPSA (*Experience, Language, Pictorial, Symbol, Application*) menjadi pertimbangan peneliti dengan tujuan agar siswa mampu membangun pengetahuannya sendiri melalui pengalaman atau pemahaman yang sudah dimiliki oleh siswa terhadap masalah matematika yang dihadapi. Dalam pembelajaran ini seorang pendidik atau guru bertindak sebagai fasilitator bagi siswa dalam belajar matematika.

Jika dilihat dari komponen-komponen dalam ELPSA yang pertama yaitu E (*Experience* yaitu pengalaman yang sebelumnya melatar belakangi

pemahaman), L (*Language* yaitu bahasa yang mendeskripsikan pengalaman), P (*Pictorial* yaitu gambar yang menyajikan pengalaman tersebut), S (*Symbol* yaitu simbol tertulis yang menyatakan pengalaman secara umum dan bersifat general), dan A (*Application* yaitu aplikasi yang berhubungan dengan bagaimana pengetahuan yang telah diperoleh dapat diterapkan dalam bermacam-macam situasi).

Lebih spesifik lagi dalam rancangan model pembelajaran ini adalah menghasilkan modul pembelajaran untuk peserta didik dengan muatan materi transformasi geometri yang bersifat konstruktivisme dengan pendekatan pengalaman, bahasa, gambar, simbol dan aplikasi yang telah dimiliki oleh siswa. Modul bercirikan valid, praktis, dan efektif bagi siswa sekolah menengah atas (SMA).

Bahan ajar berupa modul pembelajaran ini bertujuan untuk memperkenalkan konsep transformasi geometri dari pengalaman siswa yang dekat dengan kesehariannya, dan dari apa yang sebelumnya telah diketahui serta dipahami oleh peserta didik sehingga tercapainya suatu tujuan pembelajaran matematika, yaitu materi transformasi geometri pada siswa sekolah menengah atas (SMA).



Bagan 2.1 Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian dan pengembangan modul ini menggunakan jenis penelitian dan pengembangan *Research and Development* (R&D) dengan mengambil model yang dikembangkan oleh Disk & Carey, yaitu model ADDIE. Pada tahap pertama model ADDIE dalam modul ini melewati tahap analisis untuk mengetahui kebutuhan, selanjutnya mengidentifikasi masalah terkait yang hendak diberikan solusi, singkatnya dalam model ini menerapkan penelitian dan pengembangan berdasarkan kebutuhan dan pemecahan masalah atau solusi. Sebagaimana dijelaskan oleh Nasution, Russel & Smadio (2014) produk yang dihasilkan dalam model ini adalah berupa produk yang dapat digunakan untuk belajar mandiri, yaitu dengan desain pembelajaran yang berbasis lingkungan dan disesuaikan dengan konteks serta keadaan lingkungan peserta didik (Canale & Swain, 1980).

Model Penelitian dan pengembangan dengan menggunakan ADDIE terdiri atas lima tahapan yaitu: (1) *Analysis* (analisis); (2) *Design* (desain atau perancangan); (3) *Development* (pengembangan); (4) *Implementation* (implementasi); (5) *Evaluation* (evaluasi). Untuk keperluan uji keefektifitas rancangan, proses, program secara menyeluruh diperlukan uji atau evaluasi secara eksternal. Dengan demikian diperoleh, tingkat efesiensi, efektivitas, dan daya tarik rancangan, proses, dan program secara menyeluruh (Setyosari, 2012).

Adapun tahapan dalam model ADDIE secara jelas akan dipaparkan sebagai berikut:

1. Tahap *Analysis* (Analisis)

Pada tahapan ini, bahan-bahan yang memiliki keterkaitan dengan materi dalam modul akan dikumpulkan berdasarkan tingkat kebutuhan siswa, kemudian akan mengetahui karakteristik materi yang akan dikembangkan berdasarkan perencanaan dari bentuk modul.

2. Tahap *Design* (Desain/Perancangan)

Pada tahap desain/perancangan bahan ajar berupa modul pembelajaran ini masih berupa konseptual dan akan mendasari proses pengembangan. Dalam tahap ini juga dilakukannya penetapan format/kerangka modul yang terdiri dari *cover* yang didasari dengan visualisasi sesuai dengan ELPSA, tujuan belajar, strategi belajar, dan penyusunan bahan/materi belajar yang dilengkapi dengan bahan evaluasi belajar berupa tes yang tetap mengacu pada desain ELPSA. Dengan perinciannya adalah sebagai berikut:

a. Bagian Pembuka

- 1) Judul Modul adalah “Modul Pembelajaran Geometri Transformasi”
- 2) Daftar Isi memuat: (1) Halaman Sampul; (2) Kata Pengantar; (3) Daftar Isi; (4) Petunjuk Penggunaan Modul; (5) Glosarium; (6) Bagian I Pendahuluan; (7) Bagian II Kegiatan Pembelajaran 1; (8) Bagian II Kegiatan Pembelajaran 2; (9) Evaluasi; (10) Penutup, dan (11) Daftar Pustaka.

b. Bagian Inti

- 1) Pendahuluan: membahas (1) Latar belakang; (2) Deskripsi singkat; (3) Nasehat belajar., materi prasyarat dalam mempelajari materi transformasi Geometri, dan lainnya;
- 2) Kegiatan Belajar: Memuat Kegiatan Belajar 1 dan 2 yang terdiri dari (1) Uraian materi beserta contohnya; (4) Tugas disertai lembar kerja praktis, dan (5) Rangkuman;
- 3) Evaluasi: Terdiri dari umpan balik oleh peserta didik berupa pemberian tes akhir yang disesuaikan dengan materi transformasi geometri
- 4) Kunci Jawaban. Terdiri dari jawaban yang tepat sesuai dengan materi dan soal dalam tugas yang diberikan kepada peserta didik

c. Bagian Penutup

Berisikan deskripsi atau penjelasan terkait rangkaian akhir dalam proses belajar dengan menggunakan modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA pada Siswa Sekolah Menengah Atas.

d. Daftar Rujukan

Yaitu sumber materi dalam modul yang dieproleh dari literatur dan buku yang disusun oleh: (1) Sudianto Manullang, Andri Kristianto S. dkk. 2017. "Buku Guru/Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Kelas XI". Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan; dan (2) Bornok Sinaga. Pardomoan N.J.M. dkk. "Buku Guru/Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Kelas XI". 2014. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

3. Tahap *Development* (Pengembangan)

Tahapan ini memuat aktualisasi dari proses pengembangan mengikuti prosedur yang telah dipaparkan dalam bentuk konseptual pada tahapan desain.

Tahapan ini meliputi:

a. Tahap Validasi Ahli

Tahapan ini dapat dikatakan sebagai tahap *Pra-Implementasi*, memiliki peranan penting dalam menentukan tingkat kelayakan produk yang dihasilkan berdasarkan penilaian oleh para validator ahli. Bertujuan untuk memperoleh data yang lengkap dan jelas demi perbaikan dan kesempurnaan modul yang dihasilkan.

b. Tahap Revisi Produk

Tahapan ini peneliti melanjutkan kegiatan perbaikan dan penyempurnaan pada modul yang telah dihasilkannya, tentunya dengan memperhatikan hasil penilaian dan perbaikan yang diberikan oleh para validator ahli. Apabila dalam prosesnya modul yang dihasilkan sudah valid tanpa revisi maka peneliti tidak perlu untuk merevisinya, dan apabila modul dinyatakan layak dengan revisi maka peneliti akan melanjutkannya dengan perbaikan modul sebelum akan diuji cobakan. Namun apabila modul mendapatkan penilaian belum valid oleh para validator ahli, maka peneliti masih perlu untuk melakukan tahap validasi ulang, hingga modul dinyatakan valid dan layak.

4. Tahap *Implementation* (Implementasi)

Tahap implementasi menjadi bagian dari tahap menggunakan produk pada kelas uji coba meliputi uji coba mandiri, uji coba kelas terbatas ataupun uji

coba lapangan besar. Tahap implementasi dilakukan tentunya setelah produk dinyatakan validas atau layak digunakan oleh penilaian validator ahli.

5. Tahap *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap ini merupakan tahapan akhir dari rangkaian pengembangan produk. Pada tahap inilah dilakukan tes untuk mengukur tingkat efektivitas dan kepraktisan dari produk yang dihasilkan.

B. Prosedur Pengembangan

Berdasarkan model pengembangan ADDIE dalam penelitian dan pengembangan ini, maka prosedur pengembangan produk akan melewati beberapa tahap pengembangan yang dijelaskan sebagai berikut:

1. *Analysis* (Analisis)

Pada tahapan ini, bahan-bahan yang memiliki keterkaitan dengan materi dalam modul akan dikumpulkan berdasarkan tingkat kebutuhan siswa, kemudian akan mengetahui karakteristik materi yang akan dikembangkan berdasarkan perencanaan dari bentuk modul. Adapun kegiatan yang dilakukan dalam tahapan ini meliputi:

a. Observasi

Kegiatan ini bertujuan supaya peneliti mengetahui karakter, minat, karakteristik, maupun keresahan yang dihadapi oleh peserta didik, meliputi: (1) Adanya kesulitan yang dihadapi oleh peserta didik dalam mempelajari dan memahami transformasi geometri; (2) Peserta didik kurang mampu merepresentasikan materi gometri; (3) Peserta didik yang merasa malas dan tidak suka menyelesaikan tugas tranformasi geometri; (3) Adanya peserta didik

yang tidak ingat dengan konsep geometri di SMP; dan (4) Adanya kebutuhan peserta didik dalam belajar untuk perlunya penyediaan modul pembelajaran transformasi geometri yang sesuai dengan karakteristik peserta didik.

b. Analisis Kebutuhan

Salah satu masalah yang menjadi latar belakang dalam penelitian ini adalah terbatasnya bahan ajar berupa modul, khususnya modul pembelajaran transformasi geometri yang meningkatkan kemampuan representasi matematis peserta didik dan memfasilitasi pengembangan dan kemampuan belajar mandiri oleh peserta didik. Maka sebagai asumsi dalam penelitian ini adalah, kurangnya waktu belajar mandiri peserta didik sebelum atau tatkala memasuki kelas belajar, yang mana hal tersebut seharusnya didorong dan didukung dengan ketersediaan modul pembelajaran geometri dengan menggunakan desain ELPSA. Disamping itu, dalam analisis kebutuhan juga menentukan desain modul, *outline* modul, dan memuat gambaran atau pendekatan spesifik terkait materi dalam modul yang tentunya disesuaikan dengan tingkat pemahaman dan kebutuhan peserta didik.

c. Analisis Materi

Materi yang diangkat dalam pengembangan modul ini adalah transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA, materi yang disesuaikan dengan silabus kurikulum 2013 (K13) kelas XI Sekolah Menengah Atas. Selain itu, materi disesuaikan dengan desain ELPSA yang memuat lima komponen yang menunjang pembelajaran peserta didik dan didukung dengan metode-metode dalam penerapannya. Oleh sebab itu, berdasarkan analisis materi

dalam pengembangan ini adalah membahas materi transformasi Geometri tingkat sekolah menengah atas.

2. *Design* (Desain/Perancangan)

Pada tahap ini memuat konseptual dari desain modul yang akan dikembangkan. Pengembang menentukan desain modul dengan mengacu pada desain belajar *experience, language, pictorial, symbol, application* (ELPSA).

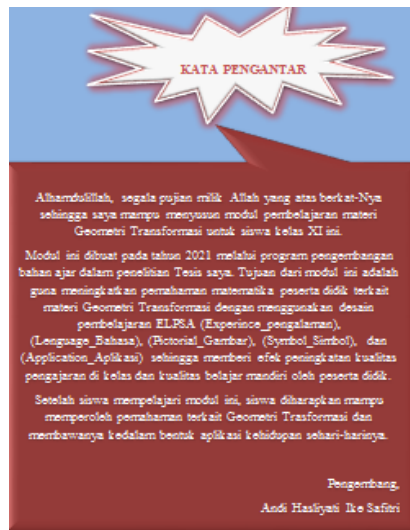
Desain modul pembelajaran dalam penelitian ini dimulai dari:

- a. Format Umum: (1) Menggunakan kertas A4 Vertikal dengan tulisan bolak balik dan di jilid; (2) Margin 3, 2, 2, 2; (3) *Justify*; (4) Fonts “Times New Roman” dan font size 1,5; (5) Tugas atau latihan dikemas secara menarik
- b. Halaman Sampul: (1) Label logo modul (Tut Wuri Handayani); (2) Nama penyusun; (3) Judul modul “Modul Pembelajaran Geometri Transformasi” (ditulis menggunakan font *callibri* dengan *text Effects* dan font size 48), *center*, dan spasi 1,15; (4) Gambar Ilustrasi (merekpresentasikan pembahasan dalam modul secara umum dengan kombinasi ilustrasi dan warna yang menarik); (5) Tahun penyusunan modul “2021”.



Gambar 3.1 Desain Halaman Sampul Modul

- c. Kata Pengantar: Memuat ucapan syukur dalam proses penyusunan modul juga informasi tentang peran modul transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA dalam proses pembelajaran



Gambar 3.2 Desain Kata Pengantar Modul

- d. Daftar Isi: Memuat kerangka (*outline*) dari modul pembelajaran transformasi geometri menggunakan desain ELPSA yang dilengkapi oleh nomor halaman.

DAFTAR ISI	
KATA PENGANTAR	5
DAFTAR ISI	5
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	6
GLOSARIUM	6
PENDAHULUAN	6
KEGIATAN BELAJAR 1	7
KEGIATAN BELAJAR 2	8
EVALUASI	9
PENUTUP	10
DAFTAR PUSTAKA	11

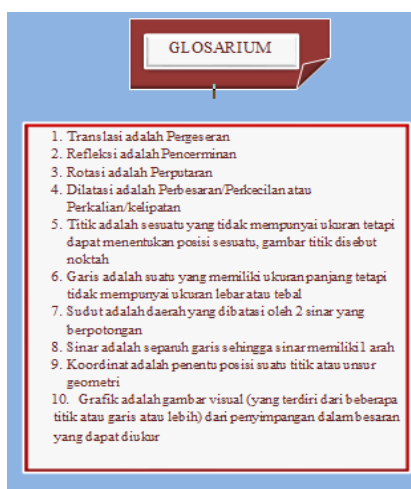
Gambar 3.3 Desain Daftar Isi Modul

- e. Petunjuk Penggunaan Modul: Memuat langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam mempelajari modul secara benar dan menyebutkan prasarana/fasilitas mandiri atau sekolah yang menunjang kebutuhan belajar menggunakan modul



Gambar 3.4 Desain Petunjuk Penggunaan Modul

- f. Glosarium: Memuat penjelasan/uraian dari istilah, kata asing, dan kata sulit yang digunakan dalam modul dan ditulis secara berurutan sesuai abjad (*Alphabeta*)



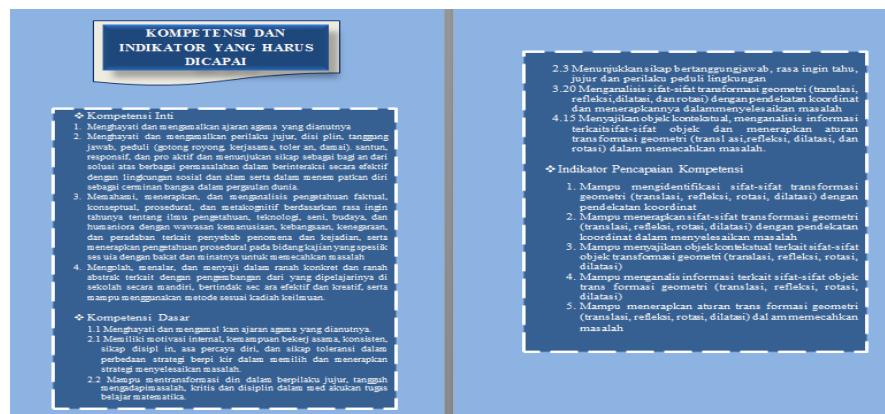
Gambar 3.5 Desain Glosarium Modul

- g. Pendahuluan: Memuat latar belakang modul, deskripsi singkat isi/materi dalam modul, dan nasehat/motivasi belajar



Gambar 3.6 Desain Pendahuluan Modul

- h. KI, KD, Indikator pencapaian belajar, memuat kompetensi dan indikator yang dibahas dalam modul.



Gambar 3.7 Desain KI, KD Indikator pencapaian Modul

- i. Kegiatan Pembelajaran: Kegiatan Pembelajaran dalam modul ini memuat uraian materi yang disesuaikan dengan komponen dari ELPSA

BAGIAN II
Kegiatan Belajar 1

Uraian Materi

Sebelum memasuki materi Geometri transformasi, siswa diharapkan mengingat kembali materi geometri yang sudah dipelajari sebelumnya di SMP. Pelajaran akan kita mulai dari memahami definisi dari transformasi geometri beserta jenis-jenisnya.

Transformasi merupakan proses perpindahan suatu titik atau garis atau bidang menjadi bayangan titik atau garis atau bidang tersebut. Jenis-jenis transformasi:

a. Translasi
Dengan kata lain pergeseran adalah suatu transformasi yang memindahkan setiap titik pada bidang dengan jarak yang sama.

Yak Cari Tahu!
Diketahui segitiga OAB dengan koordinat titik $O(0,0)$, $A(3,0)$ dan $B(3,5)$. Tentukan koordinat bayangan segitiga OAB tersebut bila ditranslasi oleh $T = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$

Jawab:

titik $O(0,0) T = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} O'(0+1, 0+2) = O'(1,2)$
 titik $A(3,0) T = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} A'(3+1, 0+2) = A'(4,2)$
 titik $B(3,5) T = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} B'(3+1, 5+2) = B'(4,7)$

Experience
Language
Pictorial
Symbol
Application

Gambar 3.8 Desain Kegiatan Pembelajaran Modul

- j. Melatih Mandiri. Berisikan sekumpulan pertanyaan atau tes akhir yang harus dijawab secara mandiri oleh peserta didik sebagai tugas individu.

Melatih Mandiri I

Setelah kamu memahami konsep translasi (pergeseran) dan refleksi (pencerminan) coba selesaikan soal-soal berikut ini!

> Translasi (pergeseran)

- Tentukan titik akhir dari pergeseran berikut:
 - Titik $A(-3, 2)$ jika ditranslasikan dengan $T = \begin{pmatrix} 5 \\ 2 \end{pmatrix}$
 - Titik $B(-3, 2)$ jika ditranslasikan dengan $T = \begin{pmatrix} 5 \\ 2 \end{pmatrix}$
- Buatlah suatu pergeseran dari satu titik sebarang dengan T sebarang!
- Tentukan persamaan kurva oleh translasi berikut:
 - Garis lurus $2x - 3x + 4 = 0$ dengan $T = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \end{pmatrix}$
 - Parabola $y = x^2 + x - 6$ terhadap garis $T = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \end{pmatrix}$

> Refleksi (Pencerminan)

- Tentukan hasil pencerminan dari beberapa titik berikut:
 - Titik $A(-3, 2)$ jika dicerminkan terhadap sumbu x
 - Titik $A(2, -3)$ jika dicerminkan terhadap sumbu y
- Buatlah suatu pencerminan dari titik sebarang terhadap sumbu koordinat kartesius x atau y !
- Tentukan persamaan kurva oleh pencerminan berikut:
 - Garis lurus $2x - 3x + 4 = 0$ dicerminkan terhadap sumbu x
 - Parabola $y = x^2 + x - 6$ terhadap garis $y = 3$

Selamat Bereksperimen!

Gambar 3.9 Desain Melatih Mandiri Modul

- k. Penutup. Berisikan deskripsi singkat yang sekiranya diperlukan oleh peserta didik sebagai acuan akhir dalam proses belajar menggunakan modul.



Gambar 3.10 Desain Penutup Modul

1. Daftar Pustaka. Berisikan daftar rujukan materi yang dibahas dalam modul



Gambar 3.11 Desain Daftar Pustaka Modul

3. *Development* (Tahap Pengembangan)

Tahapan ini memuat aktualisasi dari proses pengembangan produk berupa modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA, mengikuti prosedur yang telah dipaparkan dalam bentuk konseptual pada tahapan desain. Pengembang menyusun instrumen yang akan digunakan sebagai pengukur tingkat kualitas produk berdasarkan rancangan instrumen pada tahapan *design*, Instrumen tersebut berupa: (a) Instrumen angket validasi modul oleh ahli dan praktisi yang bertujuan untuk mengukur tingkat kevalidan modul; (b) Instrumen angket respon siswa untuk mengukur tingkat praktis modul; (c)

Instrumen lembar wawancara yang telah divalidasi; (d) Instrumen soal yang telah divalidasi sebagai alat ukur tingkat efektivitas modul setelah digunakan oleh peserta didik. Langkah berikutnya pengembang menyerahkan modul kepada lima ahli, yaitu ahli materi, ahli desain, ahli bahasa, ahli pembelajar, dan praktisi untuk melakukan validasi modul. Modul yang telah divalidasi kemudian akan dilakukan revisi sesuai dengan arahan dan komentar oleh para validator ahli.

4. *Implementation* (Implementasi)

Setelah modul direvisi dan dinyatakan valid, maka modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain *experience, language, pictorial, symbol, application* (ELPSA) tersebut dilakukan uji coba pada kegiatan belajar mandiri. Tahap uji coba dilakukan demi mendapatkan respon peserta didik terkait modul. Pada tahap uji coba kelompok kecil dilakukan dengan melibatkan 6 orang peserta didik yang terdiri dari 2 orang berkemampuan tinggi, 2 berkemampuan sedang, dan 2 orang berkemampuan rendah, kemudian data pada uji coba tersebut dijadikan sebagai dasar dalam proses revisi modul sebelum dilakukan uji lapangan. Uji lapangan melibatkan 18 peserta didik, yaitu 9 peserta didik dari SMA dan 9 peserta didik dari MA. Peserta didik dari masing-masing sekolah terdiri dari 3 orang berkemampuan tinggi, 3 orang berkemampuan sedang, dan 3 orang berkemampuan rendah. Informasi yang diperoleh dalam tahap ini terkait pengaruh produk terhadap kualitas belajar peserta didik setelah menggunakan modul dijadikan sebagai data yang digunakan pada tahap evaluasi.

5. *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap ini merupakan bagian akhir dalam proses pengembangan produk, dalam tahapan ini dilakukan pengumpulan terhadap seluruh data pada tahapan-tahapan sebelumnya, bertujuan untuk mengetahui pengaruh produk terhadap hasil belajar peserta didik dan kualitas belajar secara luas. Untuk tahapan ini dilakukan evaluasi secara formatif, untuk dapat memperbaiki produk pengembangan yang dihasilkan sesuai tingkat perkembangan kemampuan peserta didik.

C. Uji Produk

Tujuan dari uji produk ini adalah untuk mengetahui kelayakan dari modul yang telah dibuat:

1. Uji Ahli

Uji ahli/validasi ahli merupakan tahapan yang dilakukan oleh peneliti untuk menentukan kevalidan/kelayakan dari produk yang dikembangkan. Dalam uji ahli terdapat beberapa unsur yang terlibat, yaitu:

a. Subjek/Validator

Kualifikasi dari para validator ahli akan dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Ahli Isi/Materi. Validator ahli materi merupakan dosen ahli di bidang transformasi geometri, pendidikan minimal Strata 3 (S3) matematika/pendidikan matematika, dan telah mengabdikan minimal 10 tahun.

- 2) Ahli Pembelajaran. Validator ahli pembelajaran merupakan dosen yang pendidikan minimal Strata 3 (S3) pendidikan matematika dan telah mengajar minimal 10 tahun.
- 3) Ahli Desain. Validator ahli desain merupakan dosen yang menguji kelayakan desain modul. Pendidikan minimal Strata 3 (S3) bidang multimedia/desain/teknik arsitektur dan sudah pernah mengembangkan modul/media pembelajaran.
- 4) Ahli Bahasa. Validator ahli bahasa merupakan dosen yang menguji padanan bahasa yang digunakan dalam modul. Syarat pendidikan minimal Strata 3 (S3) pendidikan bahasa dan pengalaman mengajar minimal 10 tahun.
- 5) Praktisi. Merupakan seorang guru mata pelajaran matematika dengan background pendidikan minimal Strata 1 (S1) pendidikan matematika dan telah memiliki pengalaman mengajar minimal 5 tahun.

b. Data

Data pada uji ahli ini berupa data kualitatif, yang diperoleh dari kritik, saran, serta komentar dari para ahli modul yang dalam bentuk penilaian sebagai capaian berbentuk sangat valid (5), valid (4), cukup valid (3), tidak valid (2), dan sangat tidak valid (1), serta skor sangat baik (1).

c. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan pada uji ahli ini mencakup angket untuk menilai kualitas modul yang meliputi aspek kevalidan dari uji ahli/validasi ahli. Angket dalam penelitian ini berisikan instrumen penelitian berupa daftar

pertanyaan atau pernyataan secara tertulis yang harus dijawab atau diisi oleh responden sesuai dengan petunjuk pengisiannya terkait angket mengukur tingkat kevalidan oleh dosen ahli dan guru matematika.

d. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada uji ahli/validasi ahli dilakukan untuk memperoleh produk awal modul yang dinyatakan valid, kemudian dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu uji perorangan, uji kelompok kecil dan uji lapangan. Dengan menggunakan angket validasi kepada para validator ahli yang bertujuan untuk memperoleh kritik, saran, dan penilaian oleh validator ahli hingga modul dinyatakan valid atau layak digunakan. Namun apabila modul manunjukkan tidak valid atau tidak layak digunakan maka akan dilakukan revisi produk secara besar, hasil revisi harus divalidasi kembali oleh validator ahli hingga didapat produk revisi yang valid dan layak. Apabila modul valid dan layak dengan sedikit revisi, maka dilakukan revisi pada modul dibagian yang harus diperbaiki sehingga modul yang direvisi dapat digunakan pada uji perorangan, uji kelompok kecil, dan uji lapangan.

e. Analisis Data

Analisis data pada uji ahli/validator ahli meliputi analisis kevalidan produk. Data hasil evaluasi modul berupa tanggapan dan saran dari validator ahli dirangkum dan disimpulkan untuk selanjutnya digunakan sebagai bahan perbaikan terhadap produk yang telah disusun sebelum diuji-cobakan. Data yang berupa skor tanggapan validator yang diperoleh melalui lembar validasi modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain

ELPSA disediakan lima pilihan untuk memberikan tanggapan tentang kevalidan modul yang dikembangkan yaitu: Sangat valid (5), valid (4), cukup valid (3), tidak valid (2), dan sangat tidak valid (1).

Skor yang diperoleh dari validator dijumlahkan dan ditentukan rata-rata skornya menjadi skor aktual kevalidan isi X_1 , skor aktual kevalidan pembelajaran X_2 , dan skor aktual kevalidan bahasa (X_3) skor aktual kevalidan kualitas kegrafikan/desain X_4 . Selanjutnya, untuk melihat kategorisasi skor digunakan acuan kategorisasi menurut Saifudin Azwar seperti yang di sajikan dalam bentuk tabel (Syawahid, 2013). Untuk lebih jelasnya acuan kategori kevalidan dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Kategori Nilai Validitas Modul

Interval Skor				Kategori
Materi	Pembelajaran	Bahasa	Desain	
$X_1 > 60$	$X_2 > 60$	$X_3 > 55$	$X_4 > 75$	Sangat Valid
$50 < X_1 \leq 60$	$50 < X_2 \leq 60$	$45 < X_3 \leq 55$	$60 < X_4 \leq 75$	Valid
$40 < X_1 \leq 50$	$40 < X_2 \leq 50$	$35 < X_3 \leq 40$	$50 < X_4 \leq 60$	Cukup Valid
$35 < X_1 \leq 40$	$35 < X_2 \leq 40$	$25 < X_3 \leq 35$	$40 < X_4 \leq 50$	Tidak Valid
$X_1 \leq 35$	$X_2 \leq 35$	$X_3 \leq 25$	$X_4 \leq 40$	Sangat Tidak Valid

Keterangan: X_1 : Skor aktual kevalidan materi, X_2 : Skor aktual kevalidan pembelajaran, X_3 : Skor aktual kevalidan bahasa, X_4 : Skor aktual kevalidan desain.

Modul yang dikembangkan dikatakan valid, jika penilaian dari validator menunjukkan skor masing-masing minimal berada pada kategori valid.

2. Uji Coba

Uji coba dilakukan untuk mendapatkan data sebagai dasar untuk menyatakan produk yang layak digunakan dalam penelitian, serta menentukan hasil dari produk akhir penelitian. Langkah-langkah dalam kegiatan desain uji coba ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Desain Uji Coba

Pada desain uji coba ini terdapat tiga rangkaian kegiatan yaitu:

1) Uji Perorangan

Uji perorangan merupakan proses yang dilewati setelah produk dinyatakan valid/layak digunakan oleh validator ahli, uji perorangan dilakukan pada responden sejumlah 1-3 orang, dengan tujuan untuk mengetahui adanya data sebagai perbaikan pada produk, kesimpulan atau hasil akhir dari uji perorangan dapat dijadikan sebagai dasar untuk melanjutkan uji produk ke tahap berikutnya yaitu uji kelompok kecil.

2) Uji Kelompok Kecil

Uji kelompok kecil dilakukan setelah dilakukan uji perorangan, responden yang diambil paling sedikit 9-12 siswa yang berada pada kondisi belajar tertentu, selanjutnya dari uji kelompok kecil ini dapat mengetahui tingkat kelayakan produk untuk dapat digunakan pada penelitian di lapangan. Uji kelompok kecil bertujuan untuk mengetahui permasalahan tatkala produk digunakan pada tahap uji lapangan.

3) Uji Lapangan

Hasil produk yang telah dinyatakan valid oleh para ahli yang berupa modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA yang telah digunakan pada uji perorangan, uji kelompok kecil akan dilakukan uji coba ke tahapan yang lebih luas, yaitu uji lapangan. Uji lapangan ini dimaksudkan untuk melihat keefektifan, dan kepratisan modul yang dikembangkan setelah dalam proses penggunaan oleh peserta didik.

b. Subjek Uji Coba

Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah siswa SMA dan MA yang memiliki tingkat pengalaman belajar yang sangat cerdas, cerdas, dan kurang cerdas. Siswa diberikan angket respon siswa untuk mengetahui skor kepraktisan modul yang dikembangkan dan tes akhir untuk menentukan tingkat keefektifan modul setelah digunakan bahan belajar oleh siswa.

c. Data

Data pada penelitian pengembangan ini, berupa data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa informasi yang diperoleh dengan tes pencapaian hasil belajar setelah penggunaan modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA. Sedangkan untuk data kualitatif diperoleh dari angket respon siswa dan guru berkenaan dengan kepratisan modul, dan data dari lembar observasi lapangan dalam bentuk pertanyaan wawancara.

d. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data pada tahap uji coba adalah yaitu berupa observasi, angket, dan tes hasil belajar. Penjelasan sebagai berikut:

1) Observasi

Dijelaskan oleh Sanjaya (2013) Observasi merupakan teknik pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung maupun tidak langsung terhadap hal-hal yang diamati serta mencatatnya pada alat atau bahan observasi, bisa berupa pengamatan langsung atau aktivitas wawancara kepada guru atau siswa di sekolah. Dalam penelitian ini observasi berisikan daftar pertanyaan wawancara secara langsung oleh peneliti terhadap subyek penelitian yaitu keadaan peserta didik tatkala menyelesaikan soal tertulis, di dalam atau di luar kelas.

2) Angket

Angket dalam uji coba produk ini berisikan instrumen penelitian berupa daftar pertanyaan atau pernyataan secara tertulis yang harus dijawab atau diisi oleh responden sesuai dengan petunjuk pengisiannya terkait angket mengukur tingkat kepratisan modul yang diisi oleh peserta didik dan guru matematika.

3) Tes

Tes bertujuan untuk mengukur kemampuan subjek penelitian dalam menguasai materi pembelajaran transformasi geometri dan untuk mengukur kemampuan subjek penelitian dalam menggunakan modul, maka tes dalam

penelitian ini guna mengukur tingkat efektifitas belajar peserta didik dengan menggunakan modul.

e. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam pengembangan ini meliputi observasi awal yang berisikan wawancara kepada guru mata pelajaran matematika terhadap kebutuhan atau kekurangan yang dialami oleh peserta didik di dalam kelas. Kemudian pada tahap penelitian dilakukan menyebarkan angket yang berisikan pernyataan tentang kepraktisan modul yang perlu diisi oleh peserta didik dengan guru matematika disekolah. Selain angket, dalam teknik pengumpulan data juga siswa diberikan tes akhir dan wawancara oleh peneliti, tes akhir dan tes wawancara berisikan daftar pertanyaan yang berkaitan dengan materi dalam modul sebagai data tingkat efektif dari modul yang telah digunakan sebagai bahan belajar peserta didik.

Data hasil penilaian modul berupa tanggapan dan respon dari siswa dan guru matematika, serta data dari hasil tes oleh peserta didik dirangkum untuk selanjutnya dianalisis pada tahap analisis data. Dari hasil analisis data tersebut akan dapat disimpulkan bagaimana tingkat kepraktisan dan efektivitas dari modul yang dikembangkan.

f. Analisis Data

Data hasil evaluasi berupa tanggapan dan saran dari siswa dan guru pada angket kepraktisan modul dijadikan pertimbangan untuk modul setelah diuji-cobakan.

1) Analisis Kepraktisan Modul

Kepraktisan modul diukur berdasarkan hasil penilaian siswa yang didapat dari instrument angket respon siswa. Maka interval kategorisasi kepraktisan modul berdasar respon siswa disajikan pada table 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Kategori Kepraktisan Modul Respon Guru dan Siswa

Interval Skor		Kategori
Guru	Siswa	
$X > 40$	$X_1 > 60$	Sangat Praktis
$35 < X \leq 40$	$50 < X_1 \leq 60$	Praktis
$30 < X \leq 35$	$40 < X_1 \leq 50$	Cukup Praktis
$25 < X \leq 30$	$35 < X_1 \leq 40$	Kurang Praktis
$X \leq 25$	$X_1 \leq 35$	Sangat Kurang Praktis

Selanjutnya, berdasarkan analisis secara keseluruhan, modul yang dikembangkan dikatakan praktis jika rata-rata dari skor siswa memberikan penilaian yang menunjukkan nilai aktual kepraktisan berada minimal pada kategori praktis.

2) Analisis Keefektifan Modul

Keefektifan modul pembelajaran diketahui berdasarkan tes hasil belajar (THB) siswa. Tes hasil belajar digunakan untuk mengukur ketercapaian kompetensi dasar siswa. Pemberian skor dengan menggunakan skala bebas, tergantung besarnya bobot setiap butir soal. Kepada setiap siswa diberikan lembar THB dan lembar jawaban yang telah disediakan. Mereka diminta untuk menjawab setiap soal secara individual. Total skor yang diperoleh setiap siswa dalam pelaksanaan THB pada akhir pertemuan merupakan data tingkat kemampuan representasi matematis siswa.

Dijelaskan oleh Sugiyono (2013) hasil *pre-test* dan *post-test* kemudian dianalisis menggunakan t-test atau uji-t. Rumus uji-t yang digunakan adalah

rumus sampel *related* atau sampel berkorelasi/berpasangan, yaitu dengan membandingkan sebelum dan sesudah perlakuan. Adapun rumus *related* atau uji beda yakni:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)}}$$

Keterangan:

- \bar{X}_1 : Rata-rata sampel 1 (sistem kerja lama)
- \bar{X}_2 : Rata-rata sampel 2 (sistem kerja baru)
- s_1 : Simpangan baku sampel 1 (sistem kerja lama)
- s_2 : Simpangan baku sampel 2 (sistem kerja baru)
- S_1^2 : *Varians* sampel 1
- S_2^2 : *Varians* sampel 2
- r : Korelasi *product moment*.
- n_1 : Banyak sampel 1
- n_2 : Banyak sampel 2

Dijabarkan oleh Astuti (2016) kriteria pengujiannya untuk uji-t atau *t-test* adalah:

- Jika $t\text{-tabel} < t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$ maka tidak berbeda signifikan
- Jika $t\text{-hitung} \geq t\text{-tabel}$ atau $t\text{-hitung} \leq t\text{-tabel}$ maka terdapat perbedaan signifikan (efektif)

Di samping data kuantitatif dalam bentuk analisis hasil tes akhir, dalam analisis keefektifan modul juga memerlukan data kualitatif untuk

melengkapi informasi tingkat representasi matematis siswa yang belum diperoleh lewat pemberian tes akhir. Tes dalam bentuk wawancara terkait hasil belajar yang diberikan ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan representasi matematis terkait materi transformasi geometri oleh peserta didik.

BAB IV

HASIL PENGEMBANGAN

A. Penyajian Data Analisis Kebutuhan

Pada tahapan ini, peneliti menganalisis kebutuhan, dan karakteristik siswa. Hasil analisis kebutuhan siswa diperoleh dari pengamatan atau observasi keadaan siswa ketika belajar dalam kelas. Hasil pengamatan tersebut menjelaskan keadaan metode mengajar guru yang masih searah dan menekankan pada kemampuan menghafal siswa, kurangnya waktu dan keterlibatan siswa dalam membangun sendiri pemahamannya. Selain itu, keterbatasan bahan ajar berupa modul, khususnya modul pembelajaran transformasi geometri yang mampu meningkatkan kemampuan representasi matematis peserta didik, serta memfasilitasi pengembangan dan kemampuan belajar mandiri oleh peserta didik.

Hasil analisis karakteristik siswa didapatkan bahwa masih kurangnya waktu belajar mandiri peserta didik, dan kecenderungan siswa yang sulit dalam merepresentasikan masalah matematis dengan kehidupan nyata, sedangkan untuk memaksimalkan hasil belajar matematika siswa menjadi salah satu dari tujuan belajar matematika, yang mana hal tersebut perlu didorong oleh ketersediaan modul pembelajaran, modul yang mendukung kegiatan belajar mandiri siswa, yang mampu membangun kemampuan representasi matematis, dengan materi yang menyentuh langsung kehidupan nyata, juga latihan-latihan soal yang menuntun siswa dalam membangun sendiri kemampuan representasi matematis.

Siswa diberikan materi transformasi geometri yang berkaitan dengan kehidupan nyata, siswa diberi ruang untuk menilai sendiri kemampuan dirinya, lewat karakter disiplin dan sikap jujur terhadap diri sendiri. Selain itu, materi disesuaikan dengan desain ELPSA, memuat lima komponen yang menunjang pembelajaran peserta didik dan didukung dengan metode-metode dalam penerapannya.

B. Penyajian Data Perancangan Modul Pembelajaran

Pada tahap ini mulai dilakukan perancangan secara konseptual untuk modul transformasi geometri dengan mengacu pada desain belajar *experience, language, pictorial, symbol, application* (ELPSA). Hasil desain modul pembelajaran adalah sebagai berikut:

1. Bagian Pembuka

- a. Sampul Depan
- b. Kata Pengantar
- c. Daftar Isi
- d. Petunjuk Penggunaan Modul
- e. Pendahuluan
 - 1) Latar Belakang
 - 2) Deskripsi Singkat
 - 3) Nasehat Belajar
- f. Peta Informasi
- g. Kompetensi dan Indikator Pencapaian
- h. Pengantar Materi

2. Bagian Inti

- a. Kegiatan Belajar 1
 - 1) Uraian materi
 - 2) Contoh Soal
 - 3) Ayok Cari Tahu!
- b. Kegiatan Belajar 2
 - 4) Uraian materi
 - 5) Contoh Soal
 - 6) Ayok Cari Tahu!
- c. Melatih Mandiri
 - 1) Soal Pertama
 - 2) Soal Kedua
- d. Petunjuk Jawaban
- e. Tingkat Penguasaan
- f. Materi Refleksi
- g. Rangkuman

3. Bagian Penutup

- a. Kata Penutup
- b. Kunci Jawaban
- c. Daftar Symbol
- d. Glosarium
- e. Catatan
- f. Daftar Pustaka

g. Sampul Belakang

Berdasarkan komponen-komponen modul di atas, maka dibuat modul yaitu, modul menggunakan media cetak dengan ukuran kertas A4 Vertikal dengan tulisan bolak balik dan di jilid. Judul modul “Modul Pembelajaran Geometri Transformasi untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa Berdasarkan Desain ELPSA”, dengan spesifikasi gambar ilustrasi (merekpresentasikan pembahasan dalam modul secara umum dengan kombinasi ilustrasi dan warna yang menarik) untuk siswa Sekolah Menengah Atas.

Adapun untuk instrumen lembar penilaian modul yang dibuat peneliti, ialah lembar validasi ahli materi yang berisikan aspek kelayakan materi pada modul, lembar validasi ahli pembelajaran yang berisi aspek kelayakan pembelajaran, lembar validasi bahasa yang berisikan aspek penilaian pada penggunaan bahasa modul, dan lembar validasi desain yang berisikan kelayakan desain modul, lembar penilaian praktisi berisikan penilaian pada tampilan modul, kelengkapan modul, penyajian modul, aspek pembelajaran, dan aspek manfaat modul. Serta lembar respon siswa berisikan aspek tampilan, isi modul, dan aspek penggunaan modul.

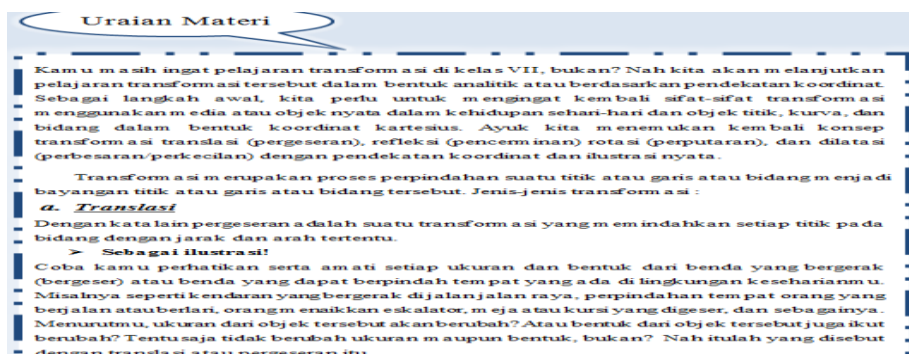
C. Deskripsi *Experience, Lenguage, Pictorial, Symbol, Application* (ELPSA) Pada Modul

Desain pembelajaran ELPSA, dikembangkan dengan mengacu kepada teori pembelajaran konstruktivisme dan bersifat sosial. Desain ELPSA mengarahkan pembelajaran sebagai suatu upaya aktif oleh peserta didik, dimana

secara mandiri mengkonstruksikan pemahamannya terhadap sesuatu melalui proses berpikir individu, dan interaksi sosialnya dengan lingkungan atau orang lain.

ELPSA merupakan desain belajar yang terdiri dari, *Experience, Language, Pictorial, Symbol, Application*. Namun secara garis besar, yang perlu diingat bahwa ELPSA bukan suatu proses linier. Maka elemen-elemen dari desain ELPSA dapat diterima sebagai elemen-elemen yang saling berhubungan dan melengkapi. Berikut dijelaskan bagian penerapan ELPSA dalam produk Modul pembelajaran transformasi geometri pada SMA yang dikembangkan dalam penelitian ini.

1. Pengalaman (*Experiences*)

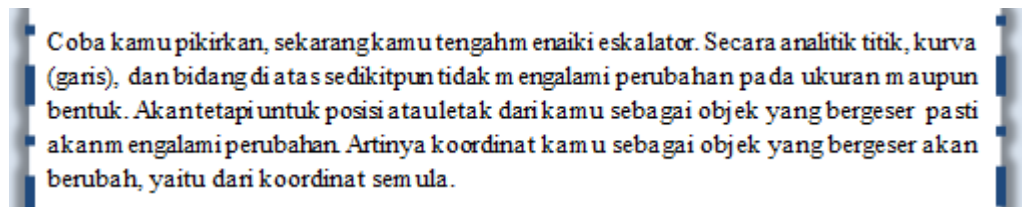


Gambar 4.1 Penerapan *Experience* dalam Modul

Pada tahap ini, kegiatan pembelajaran yang dimungkinkan dalam modul ialah, peneliti memunculkan pengalaman terdahulu oleh peserta didik, terutama berkaitan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Atau dalam modul diupayakan memunculkan uraian yang mengasah kemampuan representasi siswa dengan pengetahuan atau pengalaman baru yang akan mereka pelajari, yaitu

“materi transformasi geometri” dengan mengeksplor atau mengidentifikasi benda yang ada di sekitar lingkungannya.

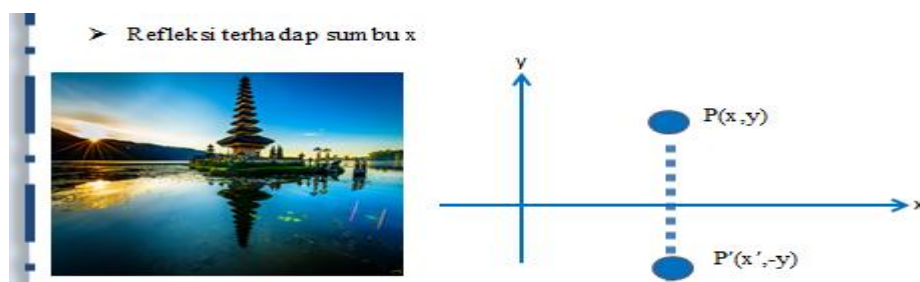
2. Bahasa (Language)



Gambar 4.2 Penerapan *Language* dalam Modul

Pada tahap ini, kegiatan pembelajaran yang dimungkinkan dalam modul ialah, peneliti secara aktif memunculkan bahasa matematika tertentu, untuk dimaknai oleh peserta didik. Dalam hal ini, sebagai contohnya adalah modul diupayakan memberikan uraian pertanyaan/memperkenalkan kepada peserta didik dengan menggunakan bahasa (istilah) matematika terkait materi translasi, ialah peserta didik akan diberikan contoh menaiki eskalator yang digambarkan secara analitik titik, kurva (garis), dan bidangnya tidak mengalami perubahan walaupun eskalator bergeser memindahkan obyek.

3. Gambar (Pictorial)



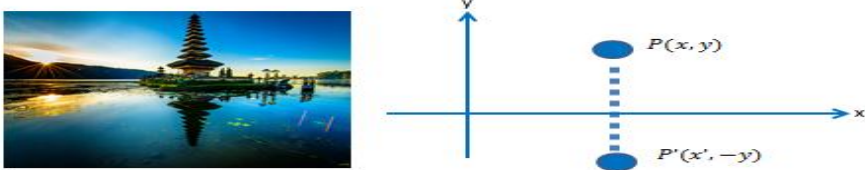
Gambar 4.3 Penerapan *Pictorial* dalam Modul

Pada tahap ini, kegiatan pembelajarannya yang dimungkinkan dalam modul ialah, peneliti secara aktif memunculkan pengalaman peserta didik dalam

mengenal konsep matematika (misalnya ialah materi pencerminan), dengan menggunakan model atau ilustrasi gambar bangunan atau benda yang mewakilinya. Peneliti mengupayakan dalam modul menggunakan benda konkrit terkait bentuk dari pencerminan benda, yaitu seperti pada gambar ialah gapura dalam pencerminan oleh air telaga.

4. Simbol (Symbol)

➤ Refleksi terhadap sumbu x



Berdasarkan gambar tersebut, jika bayangan titik $P(x, y)$ adalah $P'(x', y')$ maka $P'(x', y') = P'(x, -y)$ sehingga dalam bentuk matriks dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} x' &= x \\ y' &= -y \\ \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Jadi, $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ adalah matriks pencerminan terhadap sumbu x.

Gambar 4.4 Penerapan *Symbol* dalam Modul

Pada tahap ini, kegiatan pembelajarannya yang dimungkinkan dalam modul ialah, peneliti secara aktif dapat mengubah atau dengan melakukan transisi dari representasi gambar ke representasi simbol, misalnya pada ilustrasi gambar refleksi dijadikan representasi simbol atau matriks.

5. Aplikasi (Application)

➤ **Translasi (pergeseran)**

Kamu sedang berdiri di depan sebuah papan tulis berbentuk persegi ABCD yang memiliki titik sudut yaitu A(1,5), B(3, 5), C (3,2), dan D(1,2). Jika meja tersebut dipindahkan dari tempat kamu berdiri, dengan jarak menjauh atau dengan perbesar 2 kali dengan titik pusat (0,0). Maka:

1. Tentukan bayangan meja tersebut!
2. Gambarkan ilustrasi tersebut dalam bidang kartesius!
3. Berikan kesimpulan dari permasalahan yang ada!

Gambar 4.5 Penerapan *Application* dalam Modul

Pada tahap ini, kegiatan pembelajaran yang dimungkinkan dalam modul ialah, peneliti berusaha memahami signifikansi atau perubahan dari proses belajar dengan mengaplikasikan pengetahuan baru peserta didik dalam memecahkan masalah dalam konteks yang konkrit. sebagai contohnya ialah memberikan permasalahan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi benda berupa papan tulis, kemudian membuatnya ilustrasi dalam bidang kartesius, kemudian memberikan kesimpulan yang diperoleh dari permasalahan tersebut.

D. Penyajian Data Uji Coba

Pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan modul pembelajaran transformasi geometri dengan menggunakan desain ELPSA, untuk siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) Islam Syabilurrosyad dan siswa Madrasah Aliyah (MA) Daruttauhid Malang tahun ajaran 2020/2021 dengan menguji kevalidan, keefektifan, dan kepraktisan dari modul yang dikembangkan. Berdasarkan tujuan dalam pengembangan ini, berikut dideskripsikan hasil dalam penelitian pada pengembangan serta analisis terkait.

Pada tahap pengembangan modul, kegiatan yang dilakukan adalah tahap validasi ahli dan uji coba produk. Validator ahli yang telah disesuaikan dengan kualifikasi pada Bab III yang terdiri dari ahli materi, ahli pembelajaran, ahli desain, ahli bahasa, dan dua praktisi yaitu guru matematika di Sekolah Menengah Atas (SMA) Islam Syabilurrosyad dan sembilan siswa Madrasah Aliyah (MA) Daruttauhid Malang.

1. Hasil Validasi Modul

Pada tahap ini validasi yang dilakukan oleh validator ahli dan praktisi menjadi penentu kelayakan dari modul yang dikembangkan sebelum digunakan pada tahap uji coba produk. Validator juga memberikan masukan berupa saran dan perbaikan terkait modul yang dikembangkan. Pada tahap ini peneliti melibatkan enam penilai yaitu:

Tabel 4.1 Data Validator

No	Nama	Ahli	Profesi	Alamat Mengajar
1	Dr. Parhaini Andriani, M.Pd	Materi	Dosen	UIN Mataram
2	Dr. Syarifuddin, M.Pd	Pembelajaran	Dosen	STKIP Tamsis Bima
3	Dr. Hilmiati, M.Pd	Bahasa	Dosen	UIN Mataram
4	Prof. Dr. Suhartono, M.Kom	Desain	Dosen	UIN Malang
5	Nur Wiji Sholikin, S.Pd	Praktisi	Guru	MA DM
6	Muhammad Hasan Asnawi, S.Pd	Praktisi	Guru	SMA IS

Tahap validasi ahli ini, validator memberikan penilaian terhadap modul yang telah dikembangkan, dengan mengisi angket validasi yang telah disesuaikan dengan aspek penilaiannya. Berikut hasil penilaiannya.

a. Aspek Isi/Materi

Tabel 4.2 Hasil Validasi Materi/Isi

No.	Butir Penilaian	Skor	Keterangan
Indikator 1: Kesesuaian Materi dengan KI dan KD			
1	Kelengkapan materi	4	Baik/Sesuai
2	Keluasan materi	4	Baik/Sesuai
3	Kedalaman materi	4	Baik/Sesuai
Indikator 2 : Keakuratan Materi			

4	Keakuratan konsep	4	Baik/Sesuai
5	Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi	4	Baik/Sesuai
6	Keakuratan istilah	4	Baik/Sesuai
7	Keakuratan notasi dan symbol	4	Baik/Sesuai
Indikator 4 : Merangsang Keingintahuan			
8	Mendorong rasa ingin tahu	4	Baik/Sesuai
9	Mendorong keinginan untuk mencari informasi lebih jauh	4	Baik/Sesuai
Indikator 5 : Kesesuaian dengan Karakteristik ELPSA			
10	Memungkinkan siswa menghubungkan pengalaman terdahulu dengan materi yang akan didapatkan	5	Sangat Baik
11	Mendorong siswa untuk mengkontruksi pengetahuannya.	5	Sangat Baik
12	Mendorong belajar mandiri siswa	4	Baik/Sesuai
Jumlah		50	Valid

Dengan mengacu pada tabel 3.1 didapatkan jumlah skor yang diberikan oleh ahli materi pada aspek Isi dan penyajian yaitu 50, berada pada kategori valid. Maka hasil validasi modul dari aspek isi dan penyajian materi transformasi geometri adalah valid serta layak digunakan.

b. Aspek Pembelajaran

Tabel 4.3 Hasil Validasi Pembelajaran

No.	Butir Penilaian	Skor	Keterangan
Indikator 1: Kesesuaian Indikator Pencapaian dengan KD			
1	Kesesuaian indikator pencapaian dan tujuan dengan KD	4	Baik/Sesuai
2	Kesesuaian materi dengan KD dan Indikator pencapaian	4	Baik/Sesuai
3	Materi yang disampaikan sesuai dengan tingkat kemampuan belajar siswa	5	Sangat Baik
Indikator 2 : Kesesuaian Materi dengan Kegiatan Belajar			

4	Konsep materi dijelaskan secara sistematis	5	Sangat Baik
5	Komponen-komponen kegiatan belajar tersusun secara sistematis dan konsisten sesuai dengan teori belajar	4	Baik/Sesuai
Indikator 3 : Ketepatan Soal			
6	Butir soal layak digunakan untuk mengukur pencapaian kompetensi	4	Baik/Sesuai
7	Contoh soal/latihan yang diberikan sesuai dengan masalah dalam materi	5	Sangat Baik
8	Ketepatan soal/latihan dengan konsep ELPSA	4	Baik/Sesuai
Indikator 4 : Penyajian Materi dengan ELPSA			
9	Kesesuaian konsep yang terdapat dalam ELPSA pada kegiatan belajar 1, dan kegiatan belajar 2	4	Baik/Sesuai
10	Keterlibatan aktif siswa	4	Baik/Sesuai
11	Komunikasi interaktif	4	Baik/Sesuai
12	Variasi penyajian materi (aspek pedagogik)	4	Baik/Sesuai
Jumlah		51	Valid

Dengan mengacu pada tabel 3.1 didapatkan jumlah skor yang diberikan oleh ahli pembelajaran yaitu 51, berada pada kategori valid. Maka hasil validasi aspek pembelajaran pada modul sesuai dengan pembelajaran transformasi geometri.

c. Aspek Bahasa

Tabel 4.4 Hasil Validasi Bahasa

No.	Butir Penilain	Skor	Keterangan
Indikator 1 : Kesesuaian dengan Perkembangan Siswa			
1.	Kesesuaian bahasa yang digunakan dengan tingkat perkembangan siswa.	4	Baik/Sesuai

2.	Kesesuaian bahasa yang digunakan dengan tingkat perkembangan emosional siswa.	4	Baik/Sesuai
Indikator 2 : Komunikatif			
3.	Keterpahaman siswa terhadap pesan	4	Sangat Baik
4.	Kesesuaian ilustrasi dan substansi pesan	5	Sangat Baik
Indikator 3 : Dialogis dan Interaktif			
5.	Kemampuan memotivasi siswa untuk merespon pesan	4	Baik/Sesuai
6.	Dorongan representasi yang baik oleh siswa	4	Baik/Sesuai
Indikator 4 : Lugas			
7.	Kalimat mudah dipahami	4	Baik/Sesuai
8.	Kebakuan istilah	4	Baik/Sesuai
Indikator 5 : Kesesuaian dengan Kaedah Bahasa Indonesia yang Benar			
9.	Ketetapan tata bahasa	4	Baik/Sesuai
10.	Ketetapan ejaan	4	Baik/Sesuai
11.	Konsisten penggunaan symbol/lambang	4	Baik/Sesuai
Jumlah		44	Valid

Dengan mengacu pada tabel 3.1, didapatkan jumlah skor yang diberikan oleh validator pada aspek bahasa yaitu sebesar 44, berada pada kategori valid. Maka hasil validasi modul dari aspek bahasa dalam modul transformasi geometri dinyatakan valid dan layak diuji cobakan tanpa revisi.

d. Aspek Desain

Tabel 4.5 Hasil Validasi Desain

No.	Butir Penilaian	Skor	Keterangan
Indikator 1 : Ukuran Modul			
1	Kesesuaian ukuran modul dengan kebutuhan siswa	4	Baik/Sesuai
Indikator 2 : Desain dan Cover Modul			
- Tipografi Cover Modul			

2	Ukuran huruf judul modul lebih dominan	4	Baik/Sesuai
3	Warna judul modul kontras dengan warna latar.	4	Baik/Sesuai
- Ilustrasi Cover Modul			
4	Menggunakan gambar isi/materi dan mengungkapkan karakter objek	4	Baik/Sesuai
5	Bentuk, warna, ukuran, dan proporsi objek sesuai	4	Baik/Sesuai
Indikator 3 : Desain Isi Modul			
- Tata Letak Isi			
6	Tata letak unsur-unsur modul konsisten	4	Baik/Sesuai
7	Bidang cetak proporsional	4	Baik/Sesuai
8	Judul setiap pembahasan dan angka halaman	5	
9	Penempatan judul , ilustrasi dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman	4	Baik/Sesuai
- Tipografi Isi Modul			
10	Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf	5	Sangat Baik
11	Penggunaan variasi huruf (bold, italic, all capital, small capital)	4	Baik/Sesuai
12	Spasi antar baris normal	4	Baik/Sesuai
13	Jenjang/hierarki judul-judul jelas, konsisten, dan proporsional	4	Baik/Sesuai
- Ilustrasi Isi			
14	Mampu mengungkapkan makna/arti dari objek	4	Baik/Sesuai
15	Keseluruhan ilustrasi serasi	4	Baik/Sesuai
Jumlah		60	Valid

Dengan mengacu pada tabel 3.1, didapatkan jumlah skor yang diberikan oleh validator ahli pada aspek desain yaitu sebesar 60, berada pada kategori valid, maka hasil validasi modul dari aspek desain dinyatakan sesuai dengan minat belajar peserta didik, sehingga modul layak diuji cobakan.

Berikut adalah data kuantitatif kevalidan modul yang dirangkum dalam tabel penjelasan, yaitu:

Tabel 4.6 Data Kuantitatif Kevalidan Modul

No	Aspek Validasi	Kualifikasi	Keterangan
1	Materi	Valid	▪ Hasil Validasi pada Lampiran
2	Pembelajaran	Valid	▪ Hasil Validasi pada Lampiran
3	Bahasa	Valid	▪ Hasil Validasi pada Lampiran
4	Desain	Valid	▪ Hasil Validasi pada Lampiran
5	Praktisi	Valid	▪ Hasil Validasi pada Lampiran

Berdasarkan tabel 4.6 diperoleh rata-rata hasil validasi modul mencapai skor standar valid, maka modul yang dikembangkan telah memenuhi kriteria Valid.

Selain memberikan penilaian secara kuantitatif, validator juga memberikan penilaian secara kualitatif berupa komentar atau saran perbaikan pada modul. Saran dan komentar disajikan dalam bentuk tabel 4.7 berikut. Komentar atau saran perbaikan bertujuan sebagai bahan revisian modul hingga layak disebut sebagai produk valid.

Tabel 4.7 Komentar dan Saran Validator

No	Aspek Validasi	Komentar	Saran
1	Materi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materi cukup lengkap mewakili konsep yang dipelajari. ▪ Materi yang disampaikan sudah cukup luas cakupannya. Namun perlu disusun secara sistematis. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gambar perlu diperhatikan besar kecil ukurannya serta pilihan warna. Jangan sampai tidak konsisten ▪ Coba cari pengalaman yang umumnya menjadi kebiasaan masyarakat Indonesia.
2	Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konsep sudah cukup untuk dipelajari usia SMA ▪ Paparan materi sudah memenuhi ELPISA 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Font notasi dan symbol disamakan ▪ Gambar ilustrasi diperbesar dan disesuaikan dengan yang

			lainnya. Ilustrasi menentukan motivasi awal belajar siswa menggunakan bahan ajar ini
3	Bahasa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bahasa memenuhi tingkat pemahaman siswa SMA 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lebih perjelas perintah pada penggunaan modul
4	Desain	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jenjang tiap-tiap judul sudah jelas dan konsisten ▪ Gambar pada materi sudah memenuhi karakter objek 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Glosarium harus dimulai dengan no 1, bukan variasi keterangan ▪ Citasi harus jelas dengan menggunakan angka/nomor untuk Daftar Pustaka ▪ Penjelasan untuk Langkah-langkah perlu ditambah

Saran oleh para validator ahli di atas, kemudian dijadikan sebagai saran perbaikan oleh peneliti hingga mendapatkan produk modul yang layak untuk dijadikan sebagai bahan penelitian.

2. Hasil Kepraktisan Modul

Komponen kepraktisan dinilai oleh dua praktisi dan enam siswa dari dua sekolah yang telah belajar menggunakan modul. Kedua praktisi yang sebelumnya diberikan modul dan enam siswa dari dua sekolah yang diberikan modul untuk dipelajari. Pada tahap ini peneliti melibatkan dua praktisi dari Sekolah Menengah Atas (SMA) Islam Syabilurrosyad dan Madrasah Aliyah (MA) Daruttauhid Malang, serta sembilan siswa dari kedua sekolah tersebut sebagai penilai

Tahap menentukan kepraktisan modul ini dinilai oleh guru dan siswa dari kedua sekolah. Dengan cara menyebarkan angket terkait kepraktisan modul. Berikut adalah hasil penilaiannya:

a. Hasil Penilaian Praktis Guru

Tabel 4.8 Hasil Penilaian Guru

No.	Butir Penilaian	Skor		Keterangan	
		1	2	1	2
1.	Modul Pembelajaran transformasi geometri menggunakan desain ELPSA mempermudah dalam proses mengajar matematika.	4	4	Setuju	Setuju
2.	Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini tepat digunakan dalam pembelajaran	4	5	Setuju	Sangat Setuju
3.	Paparan materi dalam Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini sudah jelas.	5	4	Sangat Setuju	Setuju
4.	Sistematika uraian yang disajikan dalam Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini sudah tepat.	4	4	Setuju	Setuju
5.	Ruang lingkup materi yang disajikan dalam Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini sesuai dengan indikator	5	5	Sangat Setuju	Sangat Setuju
6.	Kesesuaian antara gambar dan materi	5	5	Sangat Setuju	Sangat Setuju
7.	Dalam menggunakan Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini siswa termotivasi dalam mengikuti pembelajaran dan belajar secara mandiri	5	4	Sangat Setuju	Setuju
8.	Penggunaan Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini mampu meningkatkan hasil belajar siswa.	4	4	Setuju	Setuju
Jumlah		36	35	Praktis	Praktis

Berdasarkan tabel 3.2, maka penilaian praktis modul oleh guru dapat dikategorikan praktis, dengan perolehan skor sebesar 36 dan 35.

b. Hasil Penilaian Praktis Siswa

Tabel 4.9 Hasil Penilaian Siswa Madrasah Aliyah (MA) Daruttauhid

Malang

No	Pernyataan	Skor								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aspek Tampilan										
1	Teks pada modul pembelajaran ini mudah dibaca	4	4	5	5	5	4	4	5	5
2	Gambar yang disajikan menarik	5	4	4	4	5	4	5	5	5
3	Gambar yang disajikan sesuai dengan materi	5	5	4	4	4	5	5	5	5
Aspek Penyajian Materi										
4	Materi yang disajikan menggunakan ilustrasi masalah dalam kehidupan sehari-hari	5	4	4	5	5	5	5	5	5
5	Buku ini mendorong saya untuk belajar secara mandiri	5	4	5	4	5	4	4	4	5
6	Saya dapat memahami materi dengan mudah	4	5	4	4	4	5	4	5	5
7	Saya dapat dengan mudah memahami kalimat yang digunakan dalam buku ini.	5	5	4	4	4	4	4	5	5
8	Saya dapat memahami lambang atau symbol yang digunakan pada buku ini.	4	5	4	4	5	4	5	4	5
Aspek Manfaat										
9	Saya dapat memahami materi geometri transformasi menggunakan modul pembelajaran ini dengan mudah.	4	4	4	5	5	4	4	5	4
10	Saya merasa lebih mudah belajar menggunakan modul pembelajaran ini.	4	5	4	4	4	5	4	5	4
11	Saya sangat tertarik dalam belajar matematika.	4	4	4	4	4	4	4	5	5
12	Saya lebih rajin belajar dengan menggunakan modul pembelajaran ini.	4	5	5	4	4	4	4	4	4
Jumlah		53	54	51	51	54	52	52	57	57

Keterangan: Kesembilan siswa yang memberikan nilai rata-rata pada skor 4 dan 5 yaitu setuju dan sangat setuju dengan skor di atas standar minimal praktis dengan skor rata-rata berturut-turut 53, 54, 51, 51, 54, 52, 52, 57, dan 57. Dengan merujuk pada tabel 3.2 maka untuk hasil analisis data terhadap kepraktisan modul oleh siswa berada pada kategori praktis.

Tabel 4.10 Hasil Penilaian Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) Islam Sabilurrosyad

No	Pernyataan	Skor								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aspek Tampilan										
1	Teks pada modul pembelajaran ini mudah dibaca	5	4	4	4	5	4	5	5	5
2	Gambar yang disajikan menarik	4	4	4	5	5	5	4	4	5
3	Gambar yang disajikan sesuai dengan materi	5	4	4	4	4	5	5	5	4
Aspek Penyajian Materi										
4	Materi yang disajikan menggunakan ilustrasi masalah dalam kehidupan sehari-hari	4	5	4	5	4	4	5	4	4
5	Buku ini mendorong saya untuk belajar secara mandiri	4	4	5	5	4	4	5	5	4
6	Saya dapat memahami materi dengan mudah	4	5	4	4	5	4	4	4	5
7	Saya dapat dengan mudah memahami kalimat yang digunakan dalam buku ini.	4	4	4	5	4	4	4	4	4
8	Saya dapat memahami lambang atau symbol yang digunakan pada buku ini.	4	5	4	4	4	4	5	5	4
Aspek Manfaat										
9	Saya dapat memahami materi geometri transformasi menggunakan modul pembelajaran ini dengan mudah.	4	5	4	5	4	4	5	4	4
10	Saya merasa lebih mudah belajar menggunakan modul	4	4	5	4	5	4	4	4	5

	pembelajaran ini.									
11	Saya sangat tertarik dalam belajar matematika.	4	5	4	4	5	4	4	5	4
12	Saya lebih rajin belajar dengan menggunakan modul pembelajaran ini.	4	4	5	5	4	4	4	4	5
Jumlah		5	5	5	5	5	5	5	5	5
		0	3	1	4	3	0	4	3	3

Keterangan: Kesembilan siswa yang memberikan nilai rata-rata pada skor 4 dan 5 yaitu setuju dan sangat setuju dengan skor rata-rata berturut-turut 50, 53, 51, 54, 53, 50, 54, 53, dan 53. Merujuk pada tabel 3.2 maka untuk hasil analisis data terhadap kepraktisan modul oleh siswa berada pada kategori praktis tanpa revisi.

3. Hasil Kefektifan Modul

Instrumen yang digunakan dalam menguji keefektifan modul terbagi dalam dua bentuk soal, yaitu tes tertulis dan lisan/wawancara. Kedua tes dilakukan validasi sebelum digunakan saat penelitian lapangan. Hasil validasi tes dapat dilihat pada lampiran.

Sebelum dilakukan uji lapangan, modul melewati tahap uji coba di madrasah aliyah (MA) Daruttauhid Malang dengan melibatkan enam siswa. Uji coba yang dilakukan bertujuan mendapatkan respon dan keefektifan modul setelah digunakan oleh siswa dalam belajar. Uji coba yang dilakukan 9 Juli-17 Juli 2021.

Penguji memberikan pengarahan kepada siswa terkait modul pada hari pertama uji lapangan. Siswa diminta untuk membaca modul dan bertanya jika ada hal-hal yang kurang dipahami, modul digunakan di sekolah selama tiga hari, yang diasumsikan setara dengan lima jam pelajaran. Selanjutnya belajar mandiri

oleh siswa dilakukan di rumah masing-masing selama enam hari, yang diasumsikan setara dengan enam jam pelajaran. Siswa diminta untuk memberikan tanda atau catatan di lembaran modul yang kurang dipahami selama belajar mandiri di rumah masing-masing.

Pada hari terakhir, siswa diminta untuk mengumpulkan modul dan hasil tes kemampuan representasi yang telah mereka kerjakan, serta di hari ini pula peserta didik diminta menyampaikan hal-hal yang masih kurang dimengerti selama menggunakan modul secara mandiri.

Hasil tes yang diberikan oleh ke enam siswa pada tahap uji kelompok kecil menunjukkan nilai di atas standar KKM yang telah ditetapkan oleh sekolah. Dengan demikian, modul mencapai tingkat keefektifan sebesar 100% dari ketuntasan belajar siswa. Untuk hasil analisis ketuntasan belajar siswa pada uji kelompok kecil dapat dilihat pada lampiran.

Uji lapangan dilakukan selama dua belas hari. Pada hari pertama peneliti memberikan arahan selama siswa belajar menggunakan modul serta memberikan soal pre-test. Setelah jawaban pre-tes dikumpulkan oleh peserta didik, kemudian modul diberikan kepada peserta didik untuk belajar secara mandiri di rumah masing-masing. Uji lapangan dilakukan di madrasah aliyah (MA) Daruttauhid Malang dimulai pada tanggal 21 Juli-2 Agustus 2021, di sekolah menengah atas (SMA) Islam Sabilurrosyad dimulai pada tanggal 3-14 Agustus 2021.

E. Pengujian Prasyarat Analisis

Pengujian prasyarat analisis adalah bagian dari menguji data sebelum melakukan analisis data. Uji prasyarat dalam penelitian ini terdiri dari uji normalitas dan uji homogenitas, sebagai hasil uji prasyarat analisis dipaparkan di bawah ini:

1. Uji Normalitas

Untuk menentukan normal atau tidaknya sebuah data, dasar pengambilan keputusan berdasarkan besarnya signifikan data, yaitu besar signifikan (sig) $> 0,05$ merupakan normal, dan signifikan $< 0,05$ maka data dinyatakan tidak normal.

a. Uji Normalitas MA DM

Tabel 4.11 Hasil Deskripsi dan Uji Normalitas Data MA DM

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
PreTes Eksperimen	9	45	70	54,44	8,079
PostTes Eksperimen	9	70	90	77,78	6,667
PreTes Kontrol	9	45	65	53,89	6,509
PostTes Kontrol	9	70	80	75,56	3,909
Valid N (listwise)	9				

Tests of Normality							
	Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil Belajar	PreTes Eksperimen	,153	9	,200	,930	9	,481
	PostTes Eksperimen	,217	9	,200	,922	9	,407
	PreTes Kontrol	,234	9	,166	,917	9	,368
	PostTes Kontrol	,223	9	,200	,838	9	,055

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan paparan tabel di atas, dapat diketahui bahwa data pre-tes dan post-tes dari kelas kontrol maupun kelas eksperimen memiliki nilai signifikan (sig) $> 0,05$, atau pada hasil pre-tes kelas eksperimen sebesar 0,200

dan post-tes sebesar 0,200. Kemudian untuk data pre-tes dari kelas kontrol sebesar 0,166 dan post-tes sebesar 0,200. Maka dapat disimpulkan semua kelompok data berdistribusi normal.

b. Uji Normalitas SMA IS

Tabel 4.12 Hasil Deskripsi dan Uji Normalitas Data SMA IS

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
PreTes Eksperimen	9	45	65	53,89	6,972
PostTes Eksperimen	9	70	85	77,22	4,410
PreTes Kontrol	9	45	60	53,33	6,124
PostTes Kontrol	9	70	80	75,00	4,330
Valid N (listwise)	9				

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil Belajar	PreTes Eksperimen	,158	9	,200	,938	9	,557
	PostTes Eksperimen	,248	9	,116	,913	9	,338
	PreTes Kontrol	,195	9	,200	,870	9	,122
	PostTes Kontrol	,209	9	,200	,823	9	,037

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan paparan tabel di atas, dapat diketahui bahwa data pre-tes dan post-tes dari kelas kontrol maupun kelas eksperimen memiliki nilai signifikan (sig) > 0,05, atau pada hasil pre-tes kelas eksperimen sebesar 0,200 dan post-tes sebesar 0,166. Kemudian untuk data pre-tes dari kelas kontrol sebesar 0,200 dan post-tes sebesar 0,200. Maka dapat disimpulkan semua kelompok data berdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas

Untuk menentukan homogenitas atau tidaknya sebuah data, dasar pengambilan keputusan berdasarkan besarnya signifikan (sig) pada *Based on*

$Mean > 0,05$ merupakan data homogen, dan signifikan (sig) pada *Based on Mean* $< 0,05$ maka dikatakan data tidak homogen.

a. Uji Homogenitas MA DM

Tabel 4.13 Data Homogenitas Pre-Test dan Post-Test Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.

Test of Homogeneity of Variance					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Belajar Siswa	Based on Mean	1,165	3	32	,338
	Based on Median	,901	3	32	,451
	Based on Median and with adjusted df	,901	3	28,058	,453
	Based on trimmed mean	1,177	3	32	,334

Berdasarkan tabel di atas, diketahui data pre-tes dan post-tes dari kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki nilai signifikan (sig) $> 0,05$, yaitu sebesar 0,338 maka dapat disimpulkan data homogen.

b. Uji Homogenitas SMA IS

Tabel 4.14 Data Homogenitas Pre-Test dan Post-Test Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.

Test of Homogeneity of Variance					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Belajar Siswa	Based on Mean	1,577	3	32	,214
	Based on Median	1,015	3	32	,399
	Based on Median and with adjusted df	1,015	3	29,606	,400
	Based on trimmed mean	1,586	3	32	,212

Berdasarkan tabel di atas, diketahui data pre-test dan post-test dari kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki nilai signifikan (sig) $> 0,05$, yaitu sebesar 0,214 maka dapat disimpulkan data homogen.

F. Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis ini bertujuan untuk mengetahui adanya perbedaan terhadap pembelajar siswa menggunakan modul pembelajaran desain ELPSA dengan yang tidak menggunakan modul, dalam hal kemampuan representasi matematis siswa dalam belajar transformasi geometri.

1. Uji Kelas Kontrol

Uji t kelas kontrol ditentukan oleh besarnya nilai signifikan (sig) pada (2-tailed) $> 0,05$. Dengan dasar keputusan adalah H_0 diterima dan H_a ditolak atau dinyatakan tidak ada perbedaan antara pre-tes dan post-tes. Sedangkan untuk nilai signifikan (sig) pada (2-tailed) $< 0,05$. Maka dasar keputusannya H_a diterima dan H_0 ditolak, atau dinyatakan terdapat perbedaan pre-tes dan post-tes. Secara sederhana, uji kelas kontrol dilakukan untuk menentukan ada atau tidaknya perbedaan hasil belajar siswa. Analisis data menggunakan uji-t dengan bantuan SPSS statistisc 22, hasil analisisnya dijelaskan sebagai berikut:

a. Uji t Pre-Test dan Post-Test Kelas Kontrol MA DM

Tabel 4.15 Hasil Pre-Test dan Post-Test MA DM

Paired Samples Statistics					
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean	
Pair 1	Pre Tes	53,89	9	6,509	2,170
	Post Tes	75,56	9	3,909	1,303

Paired Samples Test									
		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	Pre Tes - Post Tes	-21,667	5,000	1,667	-25,510	-17,823	-13,000	8	,000

Berdasarkan paparan tabel di atas, diperoleh adanya perbedaan nilai rata-rata pada pre-tes yaitu sebesar 53,89 dengan standar deviasi sebesar 6,509. Sedangkan untuk rata-rata pada post-tes sebesar 75,56 dengan standar deviasinya sebesar 3,909. Serta nilai signifikan (sig) (2-tailed) sebesar 0,000 atau $< 0,05$, maka secara deskriptif terdapat pengaruh terhadap pembelajaran konvensional.

b. Uji t Pre-Test dan Post-Test Kelas Kontrol SMA IS

Tabel 4.16 Hasil Pre-Test dan Post-Test SMA IS

Paired Samples Statistics					
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean	
Pair 1	Pre Tes	53,33	9	6,124	2,041
	Post Tes	75,00	9	4,330	1,443

Paired Samples Test									
		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	Pre Tes - Post Tes	-21,667	3,536	1,179	-24,384	-18,949	-18,385	8	,000

Berdasarkan paparan tabel di atas, diperoleh adanya perbedaan nilai rata-rata pada pre-tes yaitu sebesar 53,33 dengan standar deviasi sebesar 6,124. Sedangkan untuk rata-rata pada post-tes sebesar 75,00 dengan standar deviasinya sebesar 4,330. Serta nilai signifikan (sig) (2-tailed) sebesar 0,000 atau $< 0,05$, maka secara deskriptif terdapat pengaruh terhadap pembelajaran konvensional.

2. Uji Kelas Eksperimen

Uji t kelas eksperimen ditentukan oleh besarnya nilai signifikan (sig) pada (2-tailed) $> 0,05$. Dengan dasar keputusan adalah H_0 diterima dan H_a

ditolak atau dinyatakan tidak ada perbedaan antara pre-tes dan post-tes. Sedangkan untuk nilai signifikan (sig) pada (2-tailed) $< 0,05$. Maka dasar keputusannya H_a diterima dan H_0 ditolak, atau dinyatakan terdapat perbedaan pre-tes dan post-tes. Secara sederhana, uji kelas eksperimen dilakukan untuk menentukan ada atau tidaknya perbedaan hasil belajar siswa menggunakan modul. Analisis data menggunakan uji-t dengan bantuan SPSS statistisc 22, hasil analisisnya dijelaskan sebagai berikut:

a. Uji t Pre-Test dan Post-Test Kelas Eksperimen MA DM

Tabel 4.17 Hasil Pre-Test dan Post-Test MA DM

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pre Tes	54,44	9	8,079	2,693
	Post Tes	77,78	9	6,667	2,222

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Pre Tes - Post Tes	-23,333	2,500	,833	-25,255	-21,412	-28,000	8	,000

Berdasarkan paparan tabel di atas, diperoleh adanya perbedaan nilai rata-rata pada pre-tes yaitu sebesar 54,44 dengan standar deviasi sebesar 8,079. Sedangkan untuk rata-rata pada post-tes sebesar 77,78 dengan standar deviasinya sebesar 6,667. Serta nilai signifikan (sig) (2-tailed) sebesar 0,000 atau $< 0,05$, maka secara deskriptif terdapat pengaruh terhadap pembelajaran menggunakan modul desain ELPSA.

b. Uji t Pre-Test dan Post-Test Kelas Eksperimen SMA IS

Tabel 4.18 Hasil Pre-Test dan Post-Test SMA IS

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pre Tes	53,89	9	6,972	2,324
	Post Tes	77,22	9	4,410	1,470

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	Pre Tes - Post Tes	-23,333	5,590	1,863	-27,630	-19,036	-12,522	8	,000

Berdasarkan paparan tabel di atas, diperoleh adanya perbedaan nilai rata-rata pada pre-tes yaitu sebesar 53,89 dengan standar deviasi sebesar 6,972. Sedangkan untuk rata-rata pada post-test sebesar 77,22 dengan standar deviasinya sebesar 4,410. Serta nilai signifikan (sig) (2-tailed) sebesar 0,000 atau $< 0,05$, maka secara deskriptif terdapat pengaruh terhadap pembelajaran menggunakan modul desain ELPSA.

3. Uji Post-Test Kelas Kontrol dan Uji Post-Test Kelas Eksperimen

Tujuan dari analisis *independent-Sample t-test* terhadap skor *post-test* kelas eksperimen maupun *post-tes* kelas kontrol adalah untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan antara nilai post-tes dari kedua kelas. Kesimpulan dalam analisis dinyatakan signifikan jika taraf signifikan (sig) berada pada $< 0,05$.

a. Analisis Post-Test Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen MA DM

Tabel 4. 19 Hasil Analisis Post-Test Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Group Statistics

	Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hasil_Belajar	PostTes Eksperimen	9	77,78	6,667	2,222

PostTes Kontrol	9	75,56	3,909	1,303
-----------------	---	-------	-------	-------

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Hasil_Belajar	Equal variances assumed	1,364	,555	-2,673	16	,004	-5,556	2,079	-10,129	-3,969
	Equal variances not assumed			-2,673	15,298	,007	-5,556	2,079	-10,132	-3,962

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa rata-rata hasil belajar kelas eksperimen adalah sebesar 77,78 dan rata-rata hasil belajar kelas kontrol adalah sebesar 75,56. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil belajar kelas eksperimen lebih besar dari kelas kontrol dengan besar selisih 2,22. Dengan nilai signifikan sebesar 0,004 atau $< 0,05$. Maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan skor hasil belajar kelas kontrol dan kelas eksperimen.

b. Analisis Post-Test Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen SMA IS

Tabel 4. 20 Hasil Analisis Post-Test Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Group Statistics

	Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hasil_Belajar	PostTes Eksperimen	9	77,22	4,410	1,470
	PostTes Kontrol	9	75,00	4,330	1,443

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper

						d)		renc e	Lower	Upper
Hasil_ Belajar	Equal variances assumed	4,41 9	,05 7	-3,714	16	,002	-5,556	1,49 6	-12,382	-3,727
	Equal variances not assumed			-3,714	15,8 31	,003	-5,556	1,49 6	-12,384	-3,729

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa rata-rata hasil belajar kelas eksperimen adalah sebesar 77,22 dan rata-rata hasil belajar kelas kontrol adalah sebesar 75,00. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil belajar kelas eksperimen lebih besar 2,22 dari kelas kontrol. Dengan nilai signifikan sebesar 0,002 atau $< 0,05$. Maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan skor hasil belajar kelas kontrol dan kelas eksperimen.

G. Analisis Kemampuan Representasi Matematis

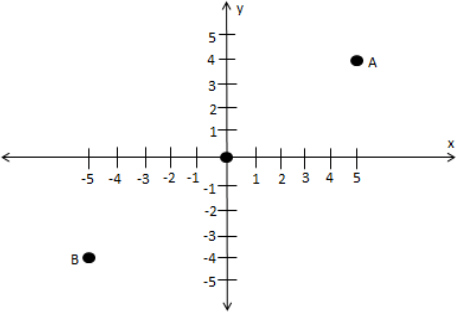
Tes analisis terdiri dari dua bentuk tes, yaitu tes secara tertulis, dan tes wawancara. Sebagai sampel yang dijelaskan berikut berdasarkan dua subjek yang diambil berdasarkan perolehan tertinggi dari hasil tes kedua kelas. Hasil analisis akan dipaparkan sebagai berikut:

1. Analisis Jawaban Tes Tertulis

Berikut ini merupakan jawaban oleh siswa nilai tertinggi pada kedua sekolah. Yaitu 1 siswa meraih nilai tertinggi di MA DM, dan 1 siswa di SMA IS.

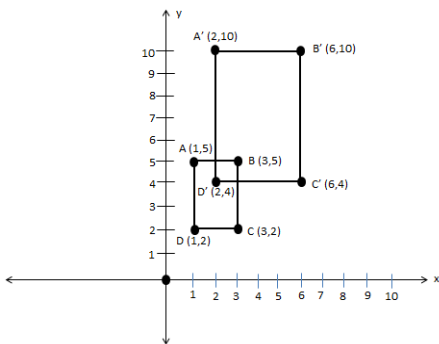
Tabel 4. 21 Indikator dan Kisi-Kisi Soal Tertulis

No	Indikator Kemampuan Representasi	Indikator Soal	Soal	Jawaban	Skor
1	Membuat gambar untuk memperjelas masalah dan memfasilitasi penyelesaian	Menyajikan kembali informasi yang diperoleh dalam bentuk gambar pada bidang koordinat kartesius	1. Bus antar kota A dan B beroperasi pagi hari ini di sekitar terminal kota dengan jarak yang sama dari terminal. Kedua bus kota tersebut bergerak berbarengan menjauh dari terminal sebagai titik pusat. Bus A bergerak ke arah		

2	Membuat model matematis dari masalah yang diberikan	Menyelesaikan masalah menggunakan matriks	utara sejauh 50km, kemudian berbelok ke arah barat sejauh 40km. Apabila diketahui bus B bergerak berlawanan arah dengan bus A sebagai bentuk		
3	Menjawab soal dengan membuat kata atau teks tertulis	Memberikan jawaban lisan atau kata dalam menyimpulkan masalah	<p>pencerminan dari bus A.</p> <p>Maka:</p> <p>a. Ubahlah ilustrasi tersebut dalam bentuk bidang kartesius!</p> <p>b. Untuk menentukan posisi dari bus B, maka buatlah</p>	<p>Jawaban 1. A</p>  <p>1. b: dari gambar ilustrasi pada jawaban</p>	<p>Jawaban</p> <p>No 1:</p> <p>No 1 a</p> <p>Skornya adalah 15.</p> <p>No 1 b</p> <p>Skornya adalah 15.</p>

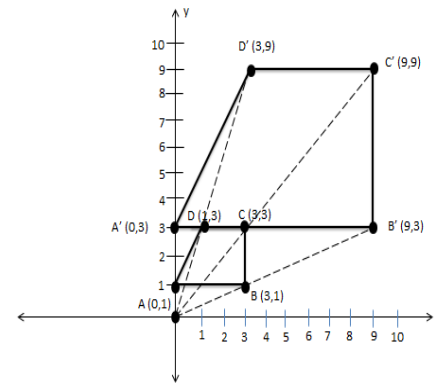
			<p>matriks!</p> <p>c. Berikan kesimpulan dari masalah tersebut!</p> <p>2. Sebuah Helikopter terbang menuju Helipad yang berada di kota Malang. Jika Helikopter berada pada titik koordinat P (40, 30) bergerak dengan berputar sebesar 90° berlawanan arah jarum jam terhadap letak helipad, sedangkan koordinat dari Helipad adalah (0, 15), maka</p>	<p>1.a didapatkan pencerminan terhadap titik (0,0), maka:</p> $B = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 50 \\ 40 \end{pmatrix}$ $= \begin{pmatrix} -50+0 \\ 0+(-40) \end{pmatrix}$ $= \begin{pmatrix} -50 \\ -30 \end{pmatrix}$ <p>1. c: Kesimpulan dari masalah dalam soal adalah posisi dari bus B setelah bergerak merupakan bentuk pencerminan dari bus A terhadap titik pusat</p> <p>Jawaban No. 2:</p> $\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-s \\ y-t \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} s \\ t \end{pmatrix}$ $H' = \begin{pmatrix} \cos 90^\circ & -\sin 90^\circ \\ \sin 90^\circ & \cos 90^\circ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 40-0 \\ 30-15 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 15 \end{pmatrix}$ $H' = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 40 \\ 15 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 15 \end{pmatrix}$	<p>Skor No 1 c Skornya adalah 5.</p> <p>Jawaban No 2: Untuk No 2 skornya adalah 15.</p> <p>Jawaban No 3: No 3 a Skornya</p>
--	--	--	--	--	---

			<p>tentukan koordinat helikopter setelah berputar dengan menggunakan matriks!</p> <p>3. Kamu sedang berdiri di depan sebuah meja berbentuk persegi ABCD yang memiliki titik sudut yaitu A(1,5), B(3, 5), C(3,2), dan D(1,2). Jika meja tersebut dipindahkan dari tempat kamu berdiri, dengan jarak menjauh atau dengan perbesaran 2 kali dengan</p>	$= \begin{pmatrix} -15 \\ 40 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 15 \end{pmatrix}$ $= \begin{pmatrix} -15 \\ 55 \end{pmatrix}$ <p>Jawaban No. 3:</p> <p>a. Diketahui:</p> <p>Titik sudut A = (1, 5)</p> <p>Titik sudut B = (3, 5)</p> <p>Titik Sudut C = (3,2)</p> <p>Titik sudut D = (1, 2)</p> <p>Masing-masing sudut dikalikan 2, maka:</p> <p>A = 2x (1,5) = (2, 10)</p> <p>B = 2x (3,5) = (6, 10)</p> <p>C = 2x (3,2) = (6, 4)</p> <p>D = 2x (1, 2) = (2,4)</p>	<p>adalah 15.</p> <p>No 3 b</p> <p>Skornya adalah 15.</p> <p>No 3 c</p> <p>Skornya adalah 5.</p> <p>Jawaban</p> <p>No 4:</p> <p>Untuk Skor</p> <p>No 4</p> <p>adalah 15.</p>
--	--	--	---	---	--

			<p>titik pusat $(0,0)$. Maka:</p> <p>a. Tentukan bayangan meja tersebut!</p> <p>b. Gambarkan ilustrasi tersebut dalam bidang kartesius!</p> <p>c. Berikan kesimpulan!</p> <p>4. Sebuah segi empat ABCD dilatasi menjadi $A'B'C'D'$. Diasumsikan titik pusat $(0,0)$ dengan $A(0,1)$, $B(3,1)$, $C(3,3)$, dan $D(1,3)$ dikalikan 3 menghasilkan koordinat titik</p>	<p>3.b</p>  <p>3.c: Kesimpulan dari masalah dalam soal adalah posisi saya berdiri merupakan titik pusat atau koordinat dari meja, dan meja yang dipindahkan menjadi titik pembesaran dari meja pada posisi awal yang dikalikan 2.</p>	
--	--	--	---	--	--

dilatasinya adalah $A'(0,3)$, $B'(9,3)$, $C'(9,9)$, dan $D'(3,9)$. Maka gambarkan ilustrasi tersebut dalam bentuk bidang kartesius!

Jawaban No. 4:

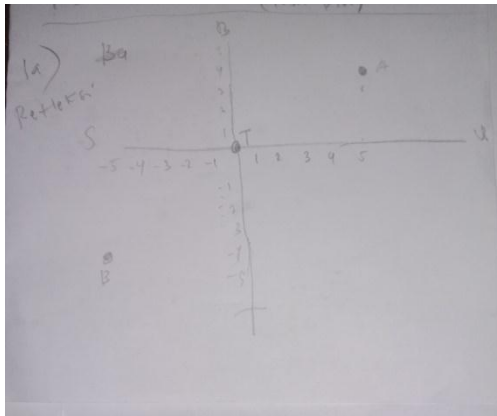


Berikut ini adalah jawaban dari kedua siswa yang mendapatkan nilai tertinggi:

a. Subjek 1:

Berikut merupakan paparan jawaban untuk subjek pertama.

1) Jawaban No 1. a



Jawaban No 1. b: Dari gambar ilustrasi pada jawaban 1.a didapatkan

pencerminan terhadap titik (0,0), maka:

$$\begin{aligned} B &= \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 50 \\ 40 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} -50+0 \\ 0+(-40) \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} -50 \\ -30 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Jawaban No 1. c: Kesimpulannya, posisi bus B berada di titik (-50, -40) yaitu

terbali dengan posisi bus A, ini berdasarkan pada gambar pada

jawaban no 1 a.

2) Jawaban No. 2: Keliru

3) Jawaban No. 3:

Jawaban No 3. a

Diketahui: Titik sudut A = (1, 5)

Titik sudut B = (3, 5)

Titik Sudut C = (3,2)

Titik sudut D = (1, 2)

Kemudia dari setiap sudut dikalikan 2, sehingga:

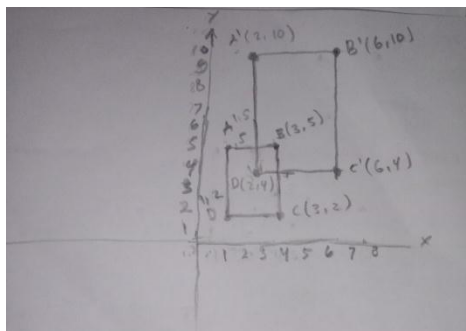
$$A = 2x (1,5) = (2, 10)$$

$$B = 2x (3,5) = (6, 10)$$

$$C = 2x (3,2) = (6, 4)$$

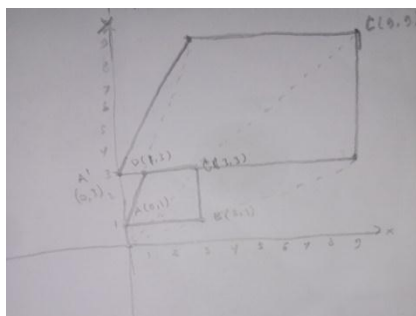
$$D = 2x (1, 2) = (2,4)$$

Jawaban No 3. b:



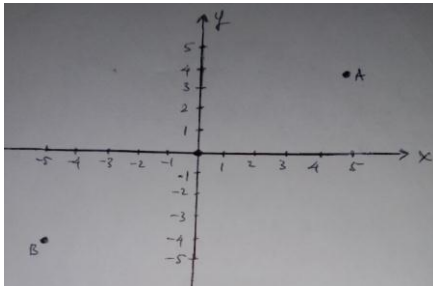
Jawaban No 3. c: Kesimpulan dari masalah dalam soal adalah posisi saya berdiri merupakan titik pusat atau koordinat dari meja, dan meja yang dipindahkan menjadi titik pembesaran dari meja pada posisi awal yang dikalikan 2.

4) Jawaban No. 4:



b. Subyek 2:

1) Jawaban No 1 a:



Jawaban No 1 b: Dari gambar ilustrasi pada jawaban 1.a didapatkan pencerminan terhadap titik (0,0), maka:

Bus dimisalkan B,

$$\begin{aligned} B &= \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 50 \\ 40 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} -50 \\ -40 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Jawaban No 1 c: Kesimpulan dari masalah dalam soal adalah karena diketahui bahwa bus A bergerak berlawanan dengan bus B, dan bus B sebagai bentuk pencerminan dari bus A maka hasilnya juga posisi dari bus B adalah terbalik dari bus A, atau dari angka positif posisi bus A ke angka negatif posisi bus B.

2) Jawaban No 2:

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-s \\ y-t \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} s \\ t \end{pmatrix} \\ H' &= \begin{pmatrix} \cos 90^\circ & -\sin 90^\circ \\ \sin 90^\circ & \cos 90^\circ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 40-0 \\ 30-15 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 15 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} -15 \\ 40 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 15 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} -15 \\ 55 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

3) Jawaban No. 3:

Jawaban No 3 a:

Diketahui: Masing-masing sudut tinggal dikalikan 2, maka:

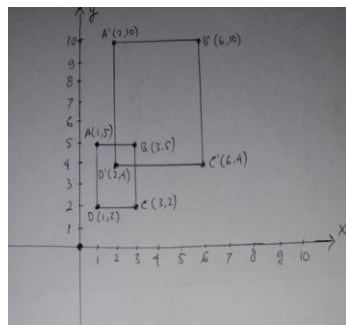
$$A = 2x (1,5) = A' (2, 10)$$

$$B = 2x (3,5) = B' (6, 10)$$

$$C = 2x (3,3) = C' (6, 4)$$

$$D = 2x (1, 3) = D' (2,4)$$

Jawaban No 3 b:



Jawaban No 3 c: Kesimpulannya, terdapat sebuah meja yang di taruh di depan saya, yaitu sebagai titik pusatnya kemudian dipindahkan dari posisi saya sebesar 2 kali sehingga meja turut mengalami perbesaran pada titik sudutnya.

Jawaban No 4: Jawabannya terdapat sedikit kekeliruan dalam memahami bentuk permasalahan dalam soal.

2. Analisis Hasil Jawaban Wawancara

Pada bab III telah dijelaskan proses penjarangan/pemilihan subjek, 18 siswa yang ditetapkan sebagai subyek penelitian ditentukan oleh kualifikasi tingkat kemampuan matematika berdasarkan rekomendasi oleh guru di sekolah tersebut. 18 siswa diberikan pre-tes untuk mengetahui kemampuan representasi

mereka. Selanjutnya 18 siswa tersebut diberikan post-test. Menggunakan soal yang telah divalidasi oleh ahli materi, dengan perolehan tingkat kevalidan berada pada kualifikasi valid dan dapat digunakan tanpa revisi.

Berdasarkan hasil post-test, dipilih dua siswa dengan kualifikasi yang memperoleh nilai tertinggi di masing-masing sekolah. Dua siswa yang berinisial H dan Z dengan perolehan nilai 90 dan 85. Pada hasil post-test kedua siswa memperoleh nilai tinggi, maka selanjutnya mereka dijadikan subyek wawancara semi terstruktur untuk memperoleh informasi tingkat kemampuan representasi mereka dalam memecahkan soal. Tes wawancara yang sebelumnya telah divalidasi oleh ahli dengan kualifikasi valid. Berikut adalah paparan hasil wawancara pada kedua subjek.

Tabel 4.22 Indikator Permasalahan dalam Wawancara

Indikator Kemampuan Representasi	Indikator Soal	Pertanyaan
1. Membuat gambar untuk memperjelas masalah dan memfasilitasi penyelesaiannya	Menyajikan kembali informasi yang diberikan ke dalam bentuk gambar pada koordinat kartesius	1. Apa yang diketahui dari soal? 2. Apa yang dinyatakan dalam soal? Bagaimana caramu menyajikan gambar pada koordinat kartesius?
2. Membuat model	Menyelesaikan	4. Bagaimana caramu

matematis dari soal dari masalah	masalah dengan menggunakan matriks	menyelesaikan soal dengan matriks? Rumus apa? 5. Jelaskan langkah yang telah kamu kerjakan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut!
3. Menyelesaikan masalah dengan kata atau teks tertulis.	Memberikan kesimpulan terhadap penyelesaian masalah	6. Bagaimana kesimpulan yang dapat kamu ambil? Mengapa?

(Fatrima Santri Syafri, 2017).

a. Hasil Wawancara Subjek H (Review Soal No 1)

1) Indikator 1

P: "Apa yang diketahui dari soal?"

H: "Ini ada bus antar kota A dan B. Terus titik pusatnya terminal kan?"

P: "Iya, terus ada lagi?"

H: "Iya kak, bus A bergerak ke arah utara, jaraknya 50km kan? Dan busnya belok ke barat 40km".

P: "Terus yang ditanyakan apa?"

H: "Misalnya kalau bus B ini bergerak berlawanan arah dengan bus A maka posisi bus B dimana".

P: "Nah kan tadi kamu sudah mengetahuinya, jika terminal sebagai koordinatnya, maka terminal ini adanya di koordinat?"

H: "(0,0) yah?"

P: "Iya benar, terus yang dimaksud dengan bus A bergerak ke utara sejauh 50km ini apa?"

H: "Maksudnya kak?"

P: "Maksudnya, bus A ini berada di titik berapa koma berapa?"

H: "Ooo itu, kalau ke utara jadinya horizontal ya kak?"

P: "Iya benar"

H: "Mmmm, berarti bus A adanya di titik (50,0)"

P: "Iya sangat benar, Terus kalau dari titik (50,0) busnya berbelok lagi ke barat sejauh 40km, jadinya bus A berada di titik berapa koma berapa?"

H: "titik (50,40)

P: "Nah, Kalau bus B jadinya di titik berapa koma berapa?"

H: " Bus B jadinya di titik (-50,-40) kan?"

P: "Iya, Kenapa?"

H: "Karena kebalikan dari bus A aja itu kak, misal bus A ke kanan ya artinya bus B ke kiri, terus kalau bus A ke atas ya bus B ke bawah, gitu aja kan?"

P: "Yaah, tepat sekali"

Kesimpulannya yaitu siswa dapat memahami informasi yang disampaikan dalam soal. Artinya siswa telah memenuhi satu satu dari indikator kemampuan representasi yaitu membuat gambar dengan bentuk koordinat kartesius, sebagai penjas dalam menyelesaikan masalah dan memfasilitasi penyelesaiannya.

2) Indikator 2

P: "Bagaimana cara kamu menyelesaikan masalah tersebut dengan menggunakan matriks, apa rumusnya?"

H: "Saya pakai rumus pencerminan pada titik (0,0)"

P: "Kenapa?"

H: "Soal saya nyoba satu-satu kak sampai ketemu dan sesuai sama gambar sebelumnya, heheh"

P: "Oh begitu. Coba kamu jelaskan caramu menggunakan matriks ini!"

H: "Ini baris dikali kolom kak, perkalian matriks kan?"

P: "Iya, benar"

Kesimpulannya, siswa dapat membuat model matematis dengan tepat dari masalah yang diberikan, akan tetapi siswa masih kurang memahami gambar pada bidang kartesius yang dibuatnya sehingga perlu mencoba satu persatu rumus dari pencerminan.

3) Indikator 3

P: "Bagaimana kesimpulan dari hasil jawaban yang kamu berikan?"

H: "Yang saya pahami posisi bus B berada di titik $(-50, -40)$ yaitu terbalik dengan posisi bus A"

P: "Kenapa bisa begitu?"

H: "Karena itu yang saya dapat dari hasil jawaban yang saya gambar di soal no 1a kak"

P: "Oiya. Baiklah"

Kesimpulannya adalah siswa dapat membuat kesimpulan dari penyelesaiannya dengan tepat. Dengan demikian siswa dapat dinyatakan mampu memenuhi tingkat kemampuan representasi pada menyimpulkan jawabannya dengan kata atau teks tertulis.

b. Hasil Wawancara Subjek Z (Review Soal No 3)

1) Indikator 1

P: "Apa yang diketahui dari soal?"

Z: "Ada meja berbentuk persegi ABCD, dan saya berdiri di depannya sebagai titik pusatnya"

P: "Ada lagi yang kamu tahu?"

Z: “Ada kak, kemudian kan mejanya di pindahkan dari saya dengan perbesaran 2 kali lipat.”

P: “Kamu tahu apa yang dintanyakan?”

Z: “Meja itu kan ada titik sudutnya kak, dari situ ditanyakan bayangan meja tersebut”.

P: “Ok, Seperti jawabanmu tadi, jika kamu yang berdiri sebagai titik pusatnya, maka kamu ini adanya di titik pusat?”

Z: “(0,0) yah?”

P: “Iya benar, terus yang dimaksud dengan meja yang dipindahkan 2 kali dengan titik pusat ini apa?”

Z: “Maksudnya kaka, mejanya diapain?”

P: “Iya, meja ini diapain dari maksud diperbesar 2 kali titik pusatnya?”

Z: “Iya berarti dari titik sudutnya ini kita kalikan 2 kak, semuanya dikalikan 2”

P: “Benar dek.”

Kesimpulannya yaitu siswa dapat memahami informasi yang disampaikan dalam soal dan membuat model matematisnya. Dengan demikian, siswa telah memenuhi indikator kemampuan representasi yang pertama.

2) Indikator 2

P: “Bagaimana kamu bisa menggambarkan ilustrasi dalam soal?”

Z: “Saya ngikut saja kak, dari bentuk setiap titik sudutnya”

P: “Mengikuti titik sudut seperti gimana?”

Z: “Saya gambarkan dahulu bentuk titik sudut yang pertama, yang ada di soal, kemudian saya kalikan 2 semua, terus saya gambar lagi mengikuti titik sudut dari hasil kali 2”

P: “Setelah kamu gambar, pertama dari bentuk titik sudut awal dan disusul dengan gambar titik sudut yang setelah dikalikan 2, begitu?”

Z: “Iya Kak, tinggal ikut itu saja kan?”

P: “Naah, benar sekali”

Kesimpulannya, yaitu siswa dapat menangkap informasi dari soal dan membuat gambar dengan bentuk koordinat kartesius, berdasarkan jawaban sebelumnya sebagai penjabar dalam menyelesaikan masalah dan memfasilitasi penyelesaiannya.

3) Indikator 3

P: “Apa kesimpulanmu dalam masalah ini?”

Z: “Ada meja yang di taruh di depan saya kemudian dipindahkan dengan perbesaran 2 kali dari tempat saya berdiri”

P: “Terus?”

Z: “Mejanya mengalami perbesaran juga pada titik sudutnya”

P: “Oiya. Baiklah”

Kesimpulannya adalah siswa dapat memberikan kesimpulan berdasarkan penyelesaiannya. Siswa dapat dinyatakan mampu memenuhi tingkat kemampuan representasi pada indikator ketiga.

Kesimpulan akhir dari hasil wawancara, adalah:

- a) Siswa dapat membuat model matematis untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan.
- b) Siswa dapat membuat gambar ilustrasi untuk memfasilitasi jawabannya.
- c) Siswa dapat membuat kesimpulan dari jawaban penyelesaiannya.

3. Triangulasi Data

Triangulasi data dalam penelitian ini merupakan suatu cara menentukan kebenaran dari data hasil tes tertulis oleh peserta didik, dengan cara peneliti melakukan tes wawancara secara langsung kepada peserta didik yang telah dipilih, guna memperoleh data yang valid.

a. Triangulasi Data Subjek H

Berdasarkan analisis data tes tertulis subjek H, terlihat bahwa langkah penyelesaian dan hasil penyelesaiannya sudah tepat, walau satu soal matriks diselesaikan dengan sedikit kekeliruan dikarenakan kurang yakin dengan jawabannya. Kemudian berdasarkan hasil wawancara dengan subjek H, didapatkan bahwa ia mampu membuat gambar untuk memperjelas masalah dan memfasilitasi penyelesaiannya, kemudian subjek H dapat membuat model matematis dari permasalahan dalam soal, serta mampu memberikan kesimpulan dari jawaban yang ia berikan. Maka data tertulis dari subjek H dapat dikatakan valid.

Berdasarkan analisis data pada tes tertulis dan hasil wawancara, subjek H dapat disimpulkan bahwa pada soal nomor 1, ia memiliki kemampuan representasi matematika, dengan memenuhi ketiga indikator kemampuan representasi matematis yang peneliti berikan.

b. Triangulasi Data Subjek Z

Berdasarkan analisis data tes tertulis subjek Z, terlihat bahwa langkah penyelesaian dan hasil penyelesaiannya sudah tepat, walau satu soal pada posisi ilustrasi gambar pada koordinat kartesius diselesaikan dengan sedikit kekeliruan dikarenakan kurang teliti dengan jawabannya. Kemudian berdasarkan hasil wawancara dengan subjek Z, didapatkan bahwa ia mampu membuat gambar untuk memperjelas masalah dan memfasilitasi penyelesaiannya, kemudian subjek Z dapat membuat model matematis dari permasalahan dalam soal, serta mampu memberikan kesimpulan dari jawaban yang ia telah berikan dalam tes tertulis. Maka data tertulis dari subjek Z dapat dikatakan valid.

Berdasarkan analisis data pada tes tertulis dan hasil wawancara, subjek Z dapat disimpulkan bahwa pada soal nomor 2, ia memiliki kemampuan representasi matematika, dengan memenuhi ketiga indikator kemampuan representasi matematis yang peneliti berikan.

BAB V

PEMBAHASAN

A. Kevalidan, Kepraktisan, dan Keefektivan Modul

Penelitian pengembangan ini menghasilkan modul pembelajaran transformasi geometri menggunakan desain *Experience, Lenguage, Pictorial, Symbol, Application* (ELPSA). Metode penelitian pengembangan digunakan untuk mendapatkan produk modul tertentu dengan melalui tahap pengujian validitas, kepraktisan, dan keefektifan modul tersebut (Safitri dkk, 2013; Iskandar, Budijanto, 2016).

Standar valid atau kelayakan dari modul ditentukan oleh keterlibatan dari validator ahli di bidangnya masing-masing, yaitu dengan memberikan respon berupa komentar dan skor penilaian kevalidan modul pada materi, pembelajaran, bahasa, dan desain modul, serta melibatkan praktisi. Hal ini sejalan dengan pendapat Plomp (2010) yang menyatakan bahwa dalam tahap validasi, modul semakin berkualitas seiring banyaknya kementar atau masukan untuk perbaikan modul. Serta pendapat dari Pohan, Atmazaki, & Agustina (2014), bahwa modul yang baik ditentukan oleh kelayakan isi atau materi, aspek bahasa, gambar, dan penyajiannya.

Pada penelitian ini, telah dilakukan tahapan validasi secara berulang, kecuali pada aspek bahasa yang memang sudah dinyatakan layak sejak validasi pertama. Pada keempat aspek penilaian yaitu pada materi, pembelajaran, bahasa, dan desain telah memenuhi kualifikasi valid dengan peroleh nilai rata-rata

memenuhi kevalidan dengan point pilihan disetiap penilaiannya memenuhi 4 (baik) dan 5 (sangat baik).

Standar kepraktisan dari suatu produk, seperti dalam penelitian ini berupa modul pembelajaran, ditentukan oleh pengaruh yang diperoleh peserta didik, yakni berkaitan dengan kemudahan dalam penggunaannya, kemenarikan, menyenangkan, serta mampu membantu siswa dalam kemampuan representasi matematisnya. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Nuryana & Candradiasa (2013), yaitu modul yang baik ialah, dengan penggunaan modul dalam pembelajaran matematika yang mendapatkan respon baik, dan penggunaan modul yang mampu menumbuhkan kecintaan, keefektifan, keleluasaan, dan membantu menumbuhkan kemampuan, serta pemahaman peserta didik terhadap hasil belajar. Berkenaan dengan kepraktisan modul dalam penelitian pengembangan ini, ditentukan oleh respon baik oleh praktisi dan peserta didik yang telah belajar menggunakan modul, dengan peroleh rata-rata skor penilaian berada pada kualifikasi praktis.

Keefektifan modul diukur dari hasil tes kemampuan representasi matematis oleh peserta didik pada perolehan nilai pada post-tes, yaitu memenuhi setiap indikatornya. Seperti pada indikator kemampuan representasi, siswa mampu menjawab baik dan benar pada soal-soal tes kemampuan representasi matematis. Maka dalam hal ini, modul dapat dinyatakan berada pada kategori efektif dalam menumbuhkan kemampuan representasi matematis siswa pada materi transformasi geometri.

Modul yang dikembangkan secara khusus menggunakan desain *Experience, Language, Pictorial, Symbol, Application* (ELPSA), pada materi transformasi geometri untuk siswa SMA. Pada dasarnya, desain ELPSA merupakan adaptasi dari teori belajar kontekstual, yang mengarahkan peserta didik untuk belajar secara mandiri, dengan melibatkan pemahaman awal mereka ke dalam pemahaman yang dipelajarinya. Sehingga membantu mereka dalam hal mengaitkan segala pemahaman yang diperoleh dalam lingkungan sehari-hari mereka dengan materi dalam pembelajarannya.

Modul dalam penelitian ini didesain secara menarik, dengan menggunakan bahasa yang sederhana sehingga mudah dipahami oleh peserta didik, dilengkapi dengan ilustrasi gambar dan soal-soal kontekstual yang dapat menumbuhkan kemampuan representasi peserta didik. Hal ini dikuatkan oleh Indriana (2011); Prastowo (2013) yang menyatakan bahwa pentingnya ilustrasi gambar dalam pembuatan modul dikarenakan mampu menambah daya tarik, dan mengurangi kebosanan peserta didik dalam mempelajarinya. Kemudian, sisi lainnya adalah sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Widoretno (2009); Sadirman (2011); Somayasa, Natajaya & Candiasa (2013) bahwa modul dapat membantu dengan penggunaan gambar, bagan, dan skema terhadap pembelajaran matematika pada materi yang bersifat abstrak.

B. Kemampuan Representasi Matematis

Berikut ini dipaparkan hasil analisis dari kemampuan representasi matematis pada dua subjek penelitian yang sebelumnya telah dipaparkan pada hasil analisis data.

Peningkatan kemampuan representasi matematis siswa didapatkan melalui kegiatan wawancara. Sebagai sampel, peneliti melakukan wawancara terhadap subjek H sebagai dan subjek Z sebagai siswa yang mendapatkan nilai post-tesr tertinggi, tentu sebelumnya juga sudah dilakukan tes secara tertulis kepada 18 siswa pada kelas eksperimen.

Berdasarkan hasil wawancara didapatkan subjek H, dapat memenuhi ketiga indikator, dengan memberikan jawaban yang baik dan tepat, yaitu pada indikator (1) membuat gambar untuk memperjelas masalah dan memfasilitasi penyelesaian, subjek H mampu membuat ilustrasi gambar pada koordinat kartesius, sehingga subjek H dapat dinyatakan telah memenuhi indikator 1. Kemudian pada indikator (2) membuat model matematis dari soal dari masalah, subjek H mampu menyelesaikan masalah dengan menggunakan matriks yang tepat berdasarkan permasalahan yang dipaparkan dalam soal, sehingga dalam hal ini subjek H sudah memenuhi indikator 2 sesuai dengan model yang dibuatnya. Dan indikator (3) menyelesaikan masalah dengan kata atau teks tertulis. Dalam hal ini, subjek H dengan mudah memberikan paparan kesimpulan yang benar dan sesuai dengan permasalahan serta jawaban penyelesaiannya, sehingga dapat dikatakan subjek H memenuhi indikator 3 dengan memahami permasalahan lewat kesimpulan yang diberikannya.

Kesimpulan akhir dari subjek H, didapatkan dari hasil analisis datanya, maka layak disebut sebagai subjek yang telah memenuhi kategori dari ketiga indikator kemampuan representasi matematis. Atau dengan bahasa lainnya,

subjek H dinyatakan sebagai subjek yang efektif menumbuhkan kemampuan representasi matematisnya.

Berdasarkan hasil wawancara subjek Z, didapatkan bahwa subjek Z dapat memenuhi ketiga indikator representasi matematis, dengan memberikan jawaban yang baik dan tepat, yaitu pada indikator (1) membuat gambar untuk memperjelas masalah dan memfasilitasi penyelesaian, subjek Z mampu membuat ilustrasi gambar pada koordinat kartesius dengan tepat, sehingga subjek Z dapat dinyatakan telah memenuhi indikator 1. Kemudian pada indikator (2) membuat model matematis dari soal dari masalah, subjek Z mampu membuat matriks yang tepat berdasarkan permasalahan, sehingga dalam hal ini subjek Z sudah memenuhi indikator 2 sesuai dengan model yang dibuatnya. Dan indikator (3) menyelesaikan masalah dengan kata atau teks tertulis. Dalam hal ini, subjek Z dapat memberikan kesimpulan dengan mudah berdasarkan paparan dari penyelesaiannya, sehingga dapat dikatakan subjek Z memenuhi indikator 3 dengan memahami permasalahan dalam soal.

Kesimpulan akhir dari subjek Z, didapatkan dari hasil analisis datanya, maka layak disebut sebagai subjek yang telah memenuhi kategori dari ketiga indikator kemampuan representasi matematis. Atau dengan bahasa lainnya, subjek Z dinyatakan sebagai subjek yang efektif menumbuhkan kemampuan representasi matematisnya.

Berdasarkan pembahasan di atas, kemampuan representasi matematis siswa pada kelas eksperimen meningkat dengan perbandingan yang jauh dengan kelas kontrol, hal ini menjelaskan bahwa siswa yang sudah menggunakan modul

transformasi geometri menggunakan desain ELPSA lebih tinggi dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa. Dengan demikian, sejalan dengan pernyataan Johar (2016) yang menyatakan bahwa ELPSA memiliki pendekatan belajar secara sosial dengan komponen pengalaman (*experience*), bahasa (*language*), gambar (*picture*), simbol (*symbol*), dan aplikasi (*application*) yang memang dirancang untuk mewujudkan proses berpikir siswa secara mendasar, membuka kesempatan bagi siswa untuk mengekspresikan temuannya secara mandiri, membangun visualisasi dalam belajar, serta memberi siswa ruang untuk mempresentasikan ide atau gagasannya dengan simbol, sehingga siswa mampu melihat matematika sebagai subjek yang bermakna daripada yang sulit.

Manfaat lain dari ELPSA ini telah dituangkan dalam hasil penelitian oleh Kartika dkk (2017) dalam temuan mereka ELPSA mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis oleh siswa pada materi logika matematika kelas X MA/SMA. Kemudian dalam hasil penelitian yang dilakukan oleh Firdayati (2019) menemukan bahwa dalam penggunaan ELPSA pada alat peraga *geoboard* pada belajar matematika mampu mengaktifkan siswa belajar secara bermakna. Sebagai upaya membelajarkan siswa secara efektif, ELPSA merupakan alat yang praktis dan mudah dipahami untuk mendesain pembelajaran matematika yang bermakna dan eksplisit, meningkatkan kualitas pembelajaran matematika, serta siswa mampu memahami matematika secara komprehensif (Lowrie & Patahuddin, 2015). Hal serupa juga disampaikan dalam hasil penelitian oleh Johar dkk (2017)

bahwa desain ELPSA memiliki keunggulan yang nyata dalam kemampuan bernalar siswa, yang ditandai dengan kemampuan bernalar dan berpikir kreatif.

Berdasarkan hasil analisis pada subjek H dan Z, juga ditemukan juga implementasi dari desain ELPSA sebagai upaya membangun pendidikan karakter yang merupakan yang paling penting untuk diperhatikan di semua jenjang pendidikan sekarang ini. Sebagaimana yang dikemukakan dalam peraturan Balitbang PUSKUR Kemendiknas (2011), bahwa sejak tahun 2011 upaya dalam setiap jenjang pendidikan menyisipkan pendidikan yang memuat nilai karakter. Sejalan dengan modul ini yang membahas tentang materi pembelajaran, telah dikemukakan pula oleh Listyani (2012) dalam wujudnya pendidikan karakter berupa kemandirian dalam belajar dapat diintegrasikan ke dalam semua mata pelajaran termasuk di antaranya adalah pembelajaran matematika.

BAB VI

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan dari hasil pembahasan dari penelitian pengembangan modul pembelajaran transformasi geometri menggunakan desain ELPSA, maka dapat ditarik kesimpulannya sebagai berikut:

1. Didapatkan modul pembelajaran menggunakan desain ELPSA yang layak digunakan dengan perolehan valid pada keempat aspek penilaian, yaitu pada isi atau materi, pembelajaran, bahasa, dan desain. Kemudian pada kepraktisan yang didapatkan dari angket respon praktisi dan peserta didik yang sudah belajar menggunakan modul, serta tingkat keefektifan dalam belajar oleh peserta didik.
2. Kemampuan representasi matematis peserta didik yang diajarkan menggunakan modul pembelajaran transformasi geometri menggunakan desain ELPSA lebih tinggi, daripada kemampuan representasi matematis peserta didik yang diajarkan dengan pembelajaran secara konvensional. maka dalam hal ini, modul menggunakan desain ELPSA lebih efektif digunakan dalam menentukan kemampuan representasi matematis peserta didik dibandingkan dengan pembelajaran secara konvensional.

B. Saran

Berdasarkan data yang dihasilkan dalam penelitian, maka didapatkan saran penelitian sebagai berikut:

1. Pengembangan modul pembelajaran sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan desain yang sama pada materi matematika yang lainnya.
2. Berdasarkan hasil penelitian, bahwa modul dengan menggunakan desain ELPSA memberikan tingkat keefektifan yang lebih tinggi dari proses belajar secara langsung atau konvensional. Maka modul dengan menggunakan desain ELPSA dapat dijadikan alternatif desain pembelajaran yang dapat diterapkan oleh guru.
3. Diharapkan untuk mengadakan pelatihan khusus untuk guru-guru matematika, karena dari pihak sekolah atau guru-guru yang masih belum mengetahui tentang desain pembelajaran ELPSA. Khususnya sekolah yang dijadikan peneliti sebagai tempat penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdussakir. 2009. "Pembelajaran Geometri Sesuai Pendekatan Teori Van Hiele".
Malang. Madrasah Vol II Nomor 1.
- Alclock, L dan Simpson, A. 2004. Convergence Of Sequences And Series:
Interactions Between Visual Reasoning And The Learner's Beliefs About
Their Own Role. *Educational Studies In Mathematics*, 57 (1).
- Alhaddad, S. F. 2010. Meningkatkan Kemampuan Representasi Multipel
Matematis, Pemecahan Masalah, dan Self Esteem Siswa SMP melalui
pembelajaran dengan pendekatan *Open Ended*. Disertasi. Pascasarjana
UPI. Tidak Diterbitkan.
- Anastasiadou, S. dan Chadjipantelis, T. 2008. *The Role of Representations in the
Understanding of Probabilities in Tertiary Education. ICME 11 2008 –
Topic Study Group 13: Research and development in the teaching and
learning of probability.*
- Ansari, B. I. 2003. "Menumbuhkembangkan Kemampuan Pemahaman dan
Komunikasi Matematis Siswa SMU Melalui Strategi Think-Talk-Write".
Disertasi Pada PPs UPI Bandung: Tidak diterbitkan.
- Anthonsamy, A. 1998. Perkembangan Pemikiran Matematik Pada Peringkat
Awal Kanak-kanak: Satu Pendekatan Konstruktivisme. Online dalam
<https://www.mpbl.edu.my/inter/penyelidikan/1998/98angela.pdf>. pada 1
Januari 2021.

- Arifin. 2015. *Lesson Plan Berbasis Kerangka Kerja Elpsa untuk Membangun Pemahaman Konsep Penjumlahan dan Pengurangan Bilangan Bulat pada Siswa*. Jurnal Kependidikan Vol. 14, No. 1.
- Bal, A. P. 2015. *Skills of Using and Transform Multiple Representations of the Prospective Teachers*. Journal of Mathematical Behavior, 582-288.
- Bird, J. 2002. *Matematika Dasar Teori dan Aplikasi*. (Alih Bahasa: Refina Indriasari). Jakarta: Erlangga.
- Budiarto, M.T. 2000. *Pembelajaran Geometri dan Berpikir Geometri*. Dalam Prosiding Seminar Nasional Matematika “Peran Matematika Memasuki Milenium III”. Jurusan Matematika FMIPA ITS Surabaya. Surabaya, 2 November.
- BSNP 2016, *Prosedur Operasi Standar Penyelenggaraan Penilaian Buku Teks Pelajaran Dan Buku Panduan Guru Pola Inisiatif Masyarakat*, Jakarta: BSNP, 2016.
- Cai, J., Lane, S., dan Jackobsin, M.S. 1996. *The Role of Open-Ended Tasks and Holistic Scoring Rubrics: Assessing Student’s Mathematical Reasoning and Communication*. Dalam P.C Elliot dan M.J Kenney (End). Reston VA: Teh National Council of Teachers of Mathematics.
- Candraningrum, E. S. 2010. *Kajian Kesulitan Siswa dalam Mempelajari Geometri Dimensi Tiga Kelas X MAN Yogyakarta*. Jurusan Pendidikan Matematika UNY Yogyakarta. Tidak diterbitkan.

- Cobb, P. & Yackel, E. 1996. Sociomathematical Norms, Argumentation, and Authonomy In Mathematics. *Journal For Research In Mathematics Education*, 27 (4).
- Dahlan, A Jarnawi. dan Dadang Juandi. 2011. Analisis Representasi Matematik Siswa Sekolah Dasar dalam Penyelesaian Masalah Matematika Kontekstual. *Jurnal FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia*.
- Dahlan, J. A. (2011). Materi Pokok Analisis Kurikulum Matematika. Dalam *Materi Pokok Analisis Kurikulum Matematika*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Duval, R. 1999. *Representation, Vision, And Visualization: Cognitive Functions In Mathematical Thinking. Basic Issue For Learning. Proceeding Of The Annual Meeting Of The North American Chapter Of The International Group For The Psychology Of Mathematics Education*. Cuernavaca Mexico, 23-26 Oktober 1999.
- Fauzan, A. Plomp, T. & Gravemeijer. 2013. The Development Of An RME-Based Geometry Course For Indonesian Primary schools. In T. Plomp and N. Nieveen (Eds), *Education Design Research-Part B: Illustrative Cases*. Enschede, The Netherlands: SLO.
- Firdayati, Lilik. 2019. Penggunaan Model ELPSA Dengan Bantuan Alat Peraga *Geoboard* Pada Materi Bangun Datar Segi Empat. *Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, Volume 8, No 1.
- Frankl, V.E. 1988. *The Will To Meaning: Foundations and Applications of Logotherapy*. New York: A Meridian Book.

- Gagatsis, A. & Elia, I. 2004. *The Effects Of Different Modes Of Representation On Mathematical Problem Solving. Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 2.
- Georghiades, P. 2006. *The Role Of Metacognition Activities In The Contextual Use Of Primary Pupils' Conceptions Of Science. Research In Science Education* Vol. 36.
- Goldin, G.A. 1998. *Representational System, Learning, and Problem Solving in Mathematics*. *Journal of Mathematical Behavior*. 17 (2).
- Gumilar. 2012. *Pembelajaran Geometri dengan Wingeom Untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial dan Penalaran Matematis Siswa*. Tesis pascasarjana S1 UPL Tidak diterbitkan.
- Gusmania, Yesi. Tubagus Pamungkas. "Pengembangan Modul Geometri Analitik Bidang Berbasis Contextual Teaching Learning (CTL) Untuk Meningkatkan Kompetensi Mahasiswa Universitas RIAU Kepulauan (UNRIKA)". *Journal Unrika* Vol 04, No 3. 2015.
- Handayani, Hani. 2015. Pengaruh Pembelajaran Kontekstual Terhadap Kemampuan Pemahaman Dan Representasi Matematis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*. Vol. 1 No.1
- Hudiono, B. 2005. Peran Pembelajaran Diskursus Multi Representasi Terhadap Pengembangan Kemampuan Matematik dan Daya Representasi pada Siswa. Disertasi PPS UPI Bandung: tidak diterbitkan.

- Hutagol, K. 2007. Pembelajaran Matematika Kontekstual Untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa Sekolah Menengah Pertama. Tesis PPS UPI Bandung: tidak diterbitkan.
- Hwang, *et al.* 2007. *Multiple Representation Skills and Creativity Effects on Mathematical Problem Solving using a Multimedia Whiteboard System. Educational Technology & Society*. Vol 10 No 2.
- Indriana, Dina. 2011. *Ragam Alat Bantu Media Pengajaran*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Iskandar, I. dkk. 2016. Pengembangan Buku Teks Geografi Dengan Struktur Penulisan Ensiklopedia. DOI: 10.17977/JP.V11I2.6114.
- Johar, R. Hanum, L. Dan Nurfadhilah, C. 2006. *Strategi Belajar Mengajar*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Johar, R. Nurhalimah. Yusrizal. 2016. Desain Pembelajaran ELPSA Pada Materi Pencerminan: *Edumatica Journal*, Vol 6 No 2.
- Johnson, B. E. 2002. *Contextual Teaching And Learning: Why It Is And Why It Is Here To Stay*. California: Sage Publications Ltd.
- Kalathil, R.R., & Sherin, M.G. 2000. *Role of Students' Representations in the Mathematics Classroom. In B. Fishman & S. O'Connor-Divelbiss (Eds.), Fourth International Conference of the Learning Sciences. Mahwah, NJ: Erlbaum*.
- Kalpana, T. 2014. A Constructivisme Perspective On Teaching And Learning: A Conceptual Framework. *International Research Journal of Sicial Sciences*, 3 (1).

- Kanisius, Mandur. I Wayan Sadra, I Nengah Suparta. 2013. Kontribusi Kemampuan Koneksi, Kemampuan Representasi, Dan Disposisi Matematis Terhadap Prestasi Belajar Matematika Siswa SMA Swasta Di Kabupaten Manggarai. e-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha.
- Kartika, Yeni. Sanapiah. & Eliska Juliangkary. 2017. Pengembangan Modul Logika Matematika Berkerangka ELPSA Untuk Siswa Kelas X MA NW Sapit Tahun Pelajaran 2016/2017. Prosiding Seminar ELPSA IKIP Mataram. Nusa Tenggara Barat.
- Listyani, Endang. 2012. Pengembangan LKS Untuk Memfasilitasi Pemahaman Konsep Matematika dan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis dengan Pendekatan Open-Ended pada Materi Bangun Ruang sisi Datar. Yogyakarta: Ejournal FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Lowrie, T dan Patahuddin, S.M. 2015. *Pola Bilangan dan Pengajarannya: Penggunaan Kerangka ELPSA*. Disampaikan Pada Workshop ELPSA di IKIP Mataram Tanggal 24 Februari Tahun 2015.
- Majid, Adul. 2008. Perencanaan Pembelajaran Mengembangkan Standar Kompetensi Guru, Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Malika, Nahla “Pengaruh Model Pembelajaran ELPSA (Experience, Language, Pictorial, Symbols, Applications) Terhadap Kemampuan Representasi Matematika Siswa”. Jakarta : UIN Syarif Hidayatullah, 2018.

- Murdanu. 2004. Analisis Kesulitan Siswa SLTP dalam Menyelesaikan Geometri. Tesis PPS Universitas Negeri Surabaya.
- Marjani. 2000. *Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif tipe STAD untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa*. Tesis. Bandung: PPS UPI Bandung.
- Moh. Nasrul Fuad, “Representasi Matematis Siswa SMA dalam Memecahkan Masalah Persamaan Kuadrat ditinjau dari Perbedaan Gender”, *Jurnal KREANO: Jurnal Matematika Kreatif-Inoveatif*, Vol. 7 (2) 2016, 145-152.
- Mudakir, N.F. 2011. Diagnosis Kesulitan Belajar Geometri Siswa Kelas X Semester Genap SMA Negeri 1 Bangunrejo Lampung. Tesis tidak diterbitkan.
- Mulya Astuti, Alfira. *Statistika Penelitian*, Mataram: Insan Madani Publiishing, 2016.
- Mulyati, Tita. 2016. Pendekatan Konstruktivisme Dan Dampaknya Bagi Hasil Belajar Matematika Siswa SD. *EduHumaniora: Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*. Jurnal.
- Mustangin. (2015). *Representasi Konsep dan Peranannya dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah*. *Jurnal Pendidikan Matematika Volume I*, Nomor 1, Februari 2015, Halaman 15–21 ISSN: 2442–4668.
- NCTM. 2000. *Using the NCTM 2000 Principles and Standart With The Learning From Assesment Materials*. Reston, VA: NCTM.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

- Novalia, Herlin. 2018. *Pengembangan Modul Matematika Dengan Menggunakan Strategi PQ4R Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatid Dan Kemandirian Belajar Siswa SMA*. Tesis. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Nuryana. dkk. 2013. Pengaruh Penggunaan Modul Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika Kelas VII SMP Negeri 8 Kota Cirebon. Jurusan Pendidikan Matematika IAIN Syaikh Nurjati Cirebon.
- Pape, S.J. and Tchoshanov, M.A. (2001). *The Role of Representation(s) in Developing Mathematical Understanding*. Theory into Practice, 40 (2). pp. 118-125.
- Paradesa, Retni.2016. Pengembangan Bahan Ajar Geometri Transformasi Berbasis Visual. Jurnal Pendidikan Matematika JPM Rafa. Vol 2. No 1.
- Plomp, T. 2010. *Generic Model for Education Design (Problem, Analysis, Design, Implementation, Evaluation)*. Enschede: University of Twente.
- Pohan, J.E. Atmazaki, dan Agustina. 2014. Pengembangan Modul Berbasis Pendekatan Kontekstual Pada Menulis Resensi di Kelas IX SMP 7 Padang Bolak. Jurnal Bahasa, Sastra dan Pembelajaran. Vol 02, No 2.
- Prastowo, Andi. 2011. *Metode Penelitian Kualitatif dalam Perspektif Rancangan Penelitian*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Prastowo, Andi. 2013. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press.

- Pujiastuti, H. 2008. Pembelajaran Kontekstual untuk Meningkatkan Kemampuan Koneksi dan Representasi Matematika Siswa SMP. Tesis SPs UPI Bandung: tidak diterbitkan.
- Purnomo, A. 1996. *Penguasaan Geometri dalam Hubungannya dengan Teori Perkembangan Berpikir Van Hiele Pada Siswa Kelas II SLTP Negeri 6 Kodya Malang*. Tesis Tidak Diterbitkan. Malang: PPS IKIP Malang.
- Rahmawati, Uki. “Pengembangan Model Pembelajaran Matematika Berbasis Masalah Untuk Siswa Smp Kelas VIII Semester 2”. Tesis. 2013
- Rahmawati, Yustia. 2016. *Implementasi Teori Apos Pada Modul Bermuatan Karakter Kemandirian Dan Komunkasi Matematis Materi Geometri Sekolah*. Tesis. Semarang: Universitas Semarang.
- Rahman, Melyda Agustini “Pengembangan Bahan Ajar Penulisan Artikel Jurnal Untuk Meningkatkan Keruntutan Berpikir Dalam Berargumentasi Pada Mahasiswa Program Studi PBSI Program Magister Universitas Sanata Dharma Yogyakarta”. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma, 2018.
- Ramdani, Ilyas “Pengembangan Bahan Ajar dengan Pendekatan PMR Untuk Memfasilitasi Pencapaian Literasi Matematika Siswa Kelas VII.” Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2014.
- Rusman, Deni Kurniawan, Cepi Riyan. *Pembelajaran Berbasis teknologi Informasi dan Komunikasi*, Jakarta: Pt Raja Grafindo Persada, 2011.
- Rosengrant,D, *et.al.* 2005. *An Overview of Recent Research on Multiple Representations*:[http://paer.rutgers.edu/ScientificAbilities/Downloads/Papers/DavidRospe c2006.pdf](http://paer.rutgers.edu/ScientificAbilities/Downloads/Papers/DavidRospe%2006.pdf) (28 Juni 2021).

- Rosengrant,D. 2007. *Multiple Representations and Free-Body Diagrams: Do Students Benefit From using them?*. Diakses pada: http://science.kennesaw.edu/~drosengr/images/Rosengrant_Dissertation.pdf. (28 Juni 2021)
- Rosyidi, Bahrur. 2016. Model Pengembangan Sistem Pembelajaran Disk And Carey. *The Systematic Design Of Instruction*. Addison-Wasley Educational Publishers, New York.
- Sabandar. J. 2008. *Thinking Classroom* dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah, *Prosiding* 20 Desember 2008.
- Sabirin, Muhamad. 2014. Representasi Dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*. Vol 01, No 02.
- Sadirman, A.M. 2011. *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. PT Rajagrafindo: Jakarta.
- Safitri dkk. 2013. Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Pokok Bahasan Segitiga Menggunakan Macromedia Flash Untuk Siswa Kelas VII SMP. Vol 14, No 02.
- Sanjaya, Wina. (2013). *Penelitian Pendidikan Jenis Metode dan Prosedur*, Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Sanjaya, I. I., & dkk. (2018). Kemampuan Representasi Matematis Siswa pada Materi Lingkaran Berdasar Gaya Belajar Honey Mumfrod. *Jurnal Penelitian Didaktik Matematika*, 2(2).
- Setyosari, Punaji. (2012). *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan Edisi Kedua*, Jakarta: Kencana Prenada Media.

- Sholihah, Silfi Zainatu. Ekasatya Aldila Afriansyah. 2017. Analisis Kesulitan Siswa Dalam Proses Pemecahan Masalah Geometri Berdasarkan Tahapan Berpikir Van Hiele. *Jurnal Mosharafa*. Vol 6. No 2.
- Sitohang, Canda, Abduk Muin Sibuea. (2015). Pengembangan Buku Ajar Berbasis Kontekstual dengan Tema 'Sehat Itu Penting'. *Teknologi Pendidikan Program Pascasarjana Universitas Negeri Medan*. [Online]. diakses pada tanggal 1 Oktober 2020, Pukul 19:23 WITA.
- Slavin, R.E. 1997. *Educational Psychology, Teory and Practice*. Boston: Allyn And Bacon.
- Sobel, M. dan Maletsky, M. E (2001). *Mengajar Matematika*. Jakarta: Airlangga.
- Somayasa dkk. 2013. Pengembangan Modul Matematika Realistik disertai Asesmen Otentik Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Peserta Didik Kelas X di SMK Negeri 3 Singaraja. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan Indonesia*, Vol 3, No 1.
- Sudarman. 2000. *Pengembangan Paket Pembelajaran Berbantuan Komputer Materi Luas Dan Keliling Segitiga untuk Kelas V Sekolah Dasar*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPS UM.
- Sugiyono, *Metode Penelitian & Pengembangan*.
- Sumarmo, U. 2004. *Pembelajaran Matematika untuk Mendukung Pelaksanaan Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Makalah. Bandung: UPI. Tidak Diterbitkan.
- Suyanto, Slamet. 2005. *Konsep Dasar Pendidikan Anak Usia Dini*. Jakarta: Depertemen Pendidikan Nasional, Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi,

Direktorat Pembinaan Pendidikan Tenaga Kependidikan dan Ketenagaan Perguruan tinggi.

Syawahid, Muhammad. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Terintegrasi dengan Pengembangan Kecerdasan Emosional Spiritual*. Jurnal Beta, Vol. 6 No. 2, mei 2013.

Tall,D. (2002). *Advanced Mathematical Thinking*. Kluwer Academic Publishers New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow.

Turmudi. 2008. Landasan Filsafat dan Teori Pembelajaran Matematika. Jakarta: Leuser Cita Pustaka.

Van Dee Veer, R. (1996). The Concept Of Culture In Vygotsky's Thinking. *Culture And Psychology*. 2.

Von Glasersfeld, E. 1998. The Recultance To Change A Way Of Thinking. *The Irish Journal Of Psychology*. 9 (1).

Widoretno, S. 2009. Penggunaan Masalah dalam Modul Praktikum Sebagai Penuntun Kegiatan Lapangan Pada Mata Kuliah Ekologi Tumbuhan Di Prodi Biologi. Prosiding Seminar Biologi.

Wijaya, Adi. *Pengenalan Desain Pembelajaran ELPSA*, Artikel. 2014

Yudhanegara, Mokhammad Ridwan dan Karunia Eka Lestari. 2015. Meningkatkan Kemampuan Beragam Matematis Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah Terbuka. Jurnal Ilmiah Solusi Vol. 1 No. 4. Universitas Singaperbangsa Karawang.

Yuniarti, Yeni. 2016. Peran Guru dalam Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematik dalam Pembelajaran Matematika. Universitas Pendidikan Indonesia.

Yuniawatika. 2012. Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematik Siswa Sekolah Dasar melalui Pembelajaran Matematika dengan Strategi REACT (Studi Kuasi Eksperimen di Kelas V Sekolah Dasar Kota Cimahi). Jurnal Eduhumaniora Jurnal Pendidikan Dasar UPI Kampus Cibiru, 1-10.

Lampiran 1: Surat Keputusan Sudah Penelitian


YAYASAN DARUTTAUHID MALANG
MADRASAH ALIYAH DARUTTAUHID
STATUS TERAKREDITASI DI NPSN 10112070006, NPSN 10000000
Jl. Sunan Ampel III/10 Kota Malang Telp. (0341) 9022048, website: daruttauhid-malang.ac.id
 email: madaruttauhid@y@gmail.com

SURAT KETERANGAN
Nomor : B.005/SKet/MA-VDA/VII/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Madrasah Aliyah (MA) Daruttauhid Malang:

Nama : Sayid Umar, M.Pd.I
 Unit Kerja : MA Daruttauhid
 Alamat : Jl. Sunan Ampel III/10 Lowokwaru Kota Malang

Menerangkan bahwa:

Nama : Andi Hasli Yati Ike Safitri
 NIM : 19810004
 Program Studi : S2 Pendidikan Matematika
 Jurusan : Matematika

Adalah betul-betul telah melaksanakan penelitian guna melengkapi data tesis di Madrasah Aliyah (MA) Daruttauhid Malang dari tanggal 26 Juli - 5 Agustus 2021.

Demikian Surat keterangan ini kami buat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.


 Malang
 5 Agustus 2021
 Sayid Umar, M.Pd.I


YAYASAN SABILURROSYAD GASEK
SMA ISLAM SABILURROSYAD
NPSN: 69971884 AKREDITASI B
Jl. Candi IC No. 303 (Luwak Karangbawahi) Sukun Kota Malang 65140
 Telp: (0341) 862244 email: sma@sabilurrosyad.ac.id
 Website: sma@sabilurrosyad.ac.id

SURAT KETERANGAN
Nomor : 008.026.001/SMAI-SR (02)YSKc/VIII/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moh. Afif Amrulloh, S.H.I
 Jabatan : Kepala SMA Islam Sabilurrosyad

Menerangkan bahwa nama di bawah ini:

Nama : Andi Hasliyati Ike Safitri
 NIM : 19810004
 Program Studi : Magister Pendidikan Matematika

yang bersangkutan telah melakukan penelitian di kelas XI SMA Islam Sabilurrosyad pada Agustus 2021 dalam rangka penyusunan tesis berjudul *Pengembangan Modul Pembelajaran Transformasi Geometri dengan Menggunakan Desain ELPSA pada Siswa SMA* untuk memenuhi studi di Pascasarjana Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Demikian surat keterangan ini kami buat, agar dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 26 Agustus 2021
 Kepala sekolah,


 Moh. Afif Amrulloh, S.H.I
 NUPTK 9648763664130162

Lampiran 2: Surat Validasi Ahli Materi



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jalan Galayana 50, Malang 65144 Telepon (0341) 551354 Faks (0341) 572533
Website: www.ftk.uin-malang.ac.id E-mail: ftk@uin-malang.ac.id

Nomor : 271/Un.03.1/TL.00.1/08/2021 06 Agustus 2021
Lampiran : -
Hal : Validasi Ahli Materi Modul

Kepada
Yth. Bapak / Ibu Dr. Parhaini Andriani, S.Pd., MPd
di Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan proses penyusunan Tesis mahasiswa berikut:

Nama : Andi Hasliyati Ike Safitri
NIM : 19810004
Program Studi : S2 Magister Pendidikan Matematika
: Pengembangan Modul Pembelajaran Transformasi Geometri
Judul Tesis : Menggunakan Desain Experience, Lenguage, Picture, Symbol,
Application Pada Siswa Sekolah Menengah Atas
Validasi : Validasi Ahli Materi Modul
Dosen : Dr. Elly Susanti, S.Pd., M.Sc
Pembimbing 1 :
Dosen : Prof. Dr. H. Tumudii., Ph.D
Pembimbing 2 :

maka dimohon Bapak/Ibu berkenan menjadi validator tersebut. Adapun segala hal berkaitan dengan apresiasi terhadap kegiatan validasi sebagaimana dimaksud sepenuhnya menjadi tanggung jawab mahasiswa bersangkutan.

Demikian Permohonan ini disampaikan, atas perkenan dan kerjasamanya yang baik disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Scan QRCode ini



untuk verifikasi

a.n. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik,

Muhammad Walid



Lampiran 3: Surat Validasi Ahli Pembelajaran



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
 Jalan Gajayana 50, Malang 65144 **Telepon** (0341) 551354 **Faks** (0341) 572533
Website: www.fik.uin-malang.ac.id **E-mail:** fik@uin-malang.ac.id

Nomor : 273/Un.03.1/TL.00.1/08/2021 06 Agustus 2021
 Lampiran : -
 Hal : Validasi Ahli Pembelajaran Modul

Kepada
 Yth. Bapak / Ibu Dr. Syarifuddin, MPd
 di Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan proses penyusunan Tesis mahasiswa berikut:

Nama : Andi Hasliyati Ike Safitri
 NIM : 19810004
 Program Studi : S2 Magister Pendidikan Matematika
 : Pengembangan Modul Pembelajaran Transformasi Geometri
 Judul Tesis : Menggunakan Desain Experience, Language, Picture, Symbol,
 Application Pada Siswa Sekolah Menengah Atas
 Validasi : Validasi Ahli Pembelajaran Modul
 Dosen : Dr. Elly Susanti, S.Pd., M.Sc
 Pembimbing 1 :
 Dosen : Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si., Ph.D
 Pembimbing 2

maka dimohon Bapak/Ibu berkenan menjadi validator tersebut. Adapun segala hal berkaitan dengan apresiasi terhadap kegiatan validasi sebagaimana dimaksud sepenuhnya menjadi tanggung jawab mahasiswa bersangkutan.

Demikian Permohonan ini disampaikan, atas perkenan dan kerjasamanya yang baik disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Scan QRCode ini



untuk verifikasi

a.n. Dekan
 Wakil Dekan Bidang Akademik,

 Muhammad Walid



Lampiran 4: Surat Validasi Ahli Bahasa



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
 FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
 Jalan Gajayana 50, Malang 65144 Telepon (0341) 551354 Faks (0341) 572533
 Website: www.ftk.uin-malang.ac.id E-mail: ftk@uin-malang.ac.id

Nomor : 272/Un.03.1/TL.00.1/08/2021 06 Agustus 2021
 Lampiran : -
 Hal : Validasi Ahli Bahasa Modul

Kepada
 Yth. Bapak / Ibu Dr. Hilmiani, MPd
 di Tempat

Assalamu'alaikum W'r. W'b.

Sehubungan dengan proses penyusunan Tesis mahasiswa berikut:

Nama : Andi Hasliyati Ike Safitri
 NIM : 19810004
 Program Studi : S2 Magister Pendidikan Matematika
 : Pengembangan Modul Pembelajaran Transformasi Geometri
 Judul Tesis : Menggunakan Desain Experience, Language, Picture, Symbol,
 Application Pada Siswa Sekolah Menengah Atas
 Validasi : Validasi Ahli Bahasa Modul
 Dosen Pembimbing 1 : Dr. Elly Susanti, S.Pd., M.Sc
 Dosen Pembimbing 2 : Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si, Ph.D

maka dimohon Bapak/Ibu berkenan menjadi validator tersebut. Adapun segala hal berkaitan dengan apresiasi terhadap kegiatan validasi sebagaimana dimaksud sepenuhnya menjadi tanggung jawab mahasiswa bersangkutan.

Demikian Permohonan ini disampaikan, atas perkenan dan kerjasamanya yang baik disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum W'r. W'b.

a.n. Dekan

Wakil Dekan Bidang Akademik,

Scan QRCode ini



untuk verifikasi



Muhammad Walid

Lampiran 5: Surat Validasi Ahli Desain



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
 FAKULTAS ILMU TARBİYAH DAN KEGURUAN
 Jalan Gajayana 50, Malang 65144 Telepon (0341) 551354 Faks (0341) 572533
 Website: www.ftk.uin-malang.ac.id E-mail: ftk@uin-malang.ac.id

Nomor : 274/Un.03.1/TL.00.1.08/2021 06 Agustus 2021
 Lampiran : -
 Hal : Validasi Ahli Desain Modul

Kepada
 Yth. Bapak / Ibu Prof Dr. Suhartono, M.Kom
 di Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan proses penyusunan Tesis mahasiswa berikut:

Nama : Andi Hasliyati Ike Safitri
 NIM : 19810004
 Program Studi : S2 Magister Pendidikan Matematika
 Judul Tesis : Pengembangan Modul Pembelajaran Transformasi Geometri
 Menggunakan Desain Experience, Lenguage, Picture, Symbol,
 Application Pada Siswa Sekolah Menengah Atas
 Validasi : Validasi Ahli Desain Modul
 Dosen Pembimbing 1 : Dr. Elly Susanti, S.Pd., M.Sc
 Dosen Pembimbing 2 : Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si., Ph.D

maka dimohon Bapak/Ibu berkenan menjadi validator tersebut. Adapun segala hal berkaitan dengan apresiasi terhadap kegiatan validasi sebagaimana dimaksud sepenuhnya menjadi tanggung jawab mahasiswa bersangkutan.

Demikian Permohonan ini disampaikan, atas pekenan dan kerjasamanya yang baik disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Scan QRCode ini



untuk verifikasi

a.n. Dekan
 Wakil Dekan Bidang Akademik,

 Muhammad Walid

Lampiran 6: Validasi Ahli Materi

LEMBAR PENILAIAN ASPEK ISI atau MATERI MODUL
OLEH AHLI MATERI

Nama : Dr. Parhaini Indriani, M.Pd

 NIP :

 Pendidikan : S3 Pendidikan Matematika

 Instansi : UIN Mataram

 Pengalaman : Meneliti dan mengembangkan bahan ajar ELPISA

A. Petunjuk

1. Lembar penilaian ini bertujuan untuk mengevaluasi aspek isi dan penyajian modul.
2. Penilaian dilakukan dengan cara memberikan tanda check (√) pada kolom yang telah disediakan.

Keterangan :

1= sangat kurang

2 = kurang

3 = cukup

4 = baik

5 = sangat baik

3. Komentar dan saran mohon diberikan secara singkat dan jelas pada point

B. PENILAIAN

No.	Butir Penilaian	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
Indikator 1: Kesesuaian Materi dengan KI dan KD						
1.	Kelengkapan materi				√	
2.	Keluasan materi				√	

3.	Kedalaman materi				√	
Indikator 2 : Keakuratan Materi						
4.	Keakuratan konsep				√	
5.	Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi				√	
6.	Keakuratan istilah				√	
7.	Keakuratan notasi dan symbol				√	
Indikator 4 : Merangsang Keingintahuan						
8.	Mendorong rasa ingin tahu siswa				√	
9.	Mendorong keinginan siswa untuk mencari informasi lebih jauh				√	
Indikator 5 : Kesesuaian dengan Karakteristik ELPSA						
10.	Bersifat Konstruktivisme				√	
11.	Memungkinkan siswa menghubungkan pengetahuan sebelumnya dengan materi yang akan didapatkan					√
12.	Mendorong siswa untuk mengkontruksi pengetahuannya.					√
13.	Mendorong belajar mandiri siswa				√	

C. KOMENTAR DAN SARAN

Modul sudah layak digunakan ke tahap selanjutnya.-----

D. KESIMPULAN

Modul ini dinyatakan:

- a. Layak untuk diuji cobakan tanpa revisi
- b. Layak untuk diuji cobakan dengan revisi sesuai saran
 (mohon dilingkari pada nomor sesuai dengan kesimpulan bapak/ibu)

Validator

Dr. Parhaini Indriani, M.Pd

 NIP.

Lampiran 7: Validasi Ahli Pembelajaran**LEMBAR PENILAIAN MODUL OLEH AHLI PEMBELAJARAN**

Nama : Dr. Syarifudin, M.Pd

 NIP : 0812118401

 Pendidikan : S3 Pend. Matematika

 Instansi : STKIP Taman Siswa Bima

 Pengalaman : Pengembang Buku Siswa

E. Petunjuk

4. Lembar penilaian ini bertujuan untuk mengevaluasi aspek isi dan penyajian modul.
5. Penilaian dilakukan dengan cara memberikan tanda check (√) pada kolom yang telah disediakan.

Keterangan :

1= sangat kurang

2 = kurang

3 = cukup

4 = baik

5 = sangat baik

6. Komentar dan saran mohon diberikan secara singkat dan jelas pada point

F. PENILAIAN**1. Aspek kelayakan Isi**

No.	Butir Penilaian	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
Indikator 1: Kesesuaian Indikator Pencapaian dengan KD						
14.	Kesesuaian indikator pencapaian dan tujuan dengan KD				√	
15.	Kesesuaian materi dengan KD dan Indikator pencapaian				√	
16.	Materi yang disampaikan sesuai dengan tingkat kemampuan belajar					√

	siswa					
Indikator 2 : Kesesuaian Materi dengan Kegiatan Belajar						
17.	Konsep materi dijelaskan secara sistematis					√
18.	Komponen-komponen kegiatan belajar tersusun secara sistematis dan konsisten sesuai dengan teori belajar				√	

2. Aspek Kelayakan Materi

No.	Butir Penilaian	Skor penilaian				
		1	2	3	4	5
Indikator 1 : Ketepatan Soal						
6.	Butir soal layak digunakan untuk mengukur pencapaian kompetensi				√	
7.	Contoh soal/latihan yang diberikan sesuai dengan masalah dalam materi					√
8.	Ketepatan soal/latihan dengan konsep ELPSA				√	
Indikator 2 : Penyajian Materi dengan RME						
9.	Kesesuaian konsep yang terdapat dalam ELPSA pada kegiatan belajar 1, dan kegiatan belajar 2				√	
10.	Keterlibatan aktif siswa				√	
11.	Komunikasi interaktif				√	
12.	Variasi penyajian materi (aspek pedagogik)				√	

G. KOMENTAR DAN SARAN

Secara umum materi dan isi Modul sudah bagus dan sesuai dengan ELPSA, silakan lanjutkan ke penelitian lapangan

H. KESIMPULAN

Modul ini dinyatakan:

- c. Layak untuk diuji cobakan tanpa revisi
- d. Layak untuk diuji cobakan dengan revisi sesuai saran

(mohon dilingkari pada nomor sesuai dengan kesimpulan bapak/ibu)

Validator



Dr. Syarifudin, M.Pd

NIP. 0812118401

Lampiran 8: Validasi Ahli Bahasa**LEMBAR PENILAIAN ASPEK BAHASA****MODUL OLEH AHLI BAHASA**

Nama : Dr. Hilmiati, M.Pd
 NIP : _____
 Pendidikan : S3 Pendidikan Bahasa Indonesia
 Instansi : UIN MATARAM
 Pengalaman : _____

A. PETUNUJUK

7. Lembar penilaian ini bertujuan untuk mengevaluasi aspek bahasa yang sesuai dengan tingkat perkembangan siswa, komunikatif, dialogis dan interaktif, lugas, koherensi dan keruntutan alur pikir, kesesuaian dengan kaedah bahasa indonesia.
8. Penilaian dilakukan dengan cara memberikan tanda check (√) pada kolom yang telah disediakan.

Keterangan :

1= sangat kurang

2 = kurang

3 = cukup

4 = baik

5 = sangat baik

9. Komentar dan saran mohon diberikan secara singkat dan jelas.

B. PENILAIAN

No.	Butir Penilain	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
Indikator 1 : Kesesuaian dengan Perkembangan Siswa						
12.	Kesesuaian bahasa yang digunakan dengan tingkat perkembangan siswa.				√	

13.	Kesesuaian bahasa yang digunakan dengan tingkat perkembangan emosional siswa.				√	
Indikator 2 : Komunikatif						
14.	Keterpahaman siswa terhadap pesan					√
15.	Kesesuaian ilustrasi dan substansi pesan				√	
Indikator 3 : Dialogis dan Interaktif						
16.	Kemampuan memotivasi siswa untuk merespon pesan				√	
17.	Dorongan berpikir kritis pada siswa				√	
Indikator 4 : Lugas						
18.	Kalimat mudah dipahami				√	
19.	Kebakuan istilah				√	
Indikator 5 : Kesesuaian dengan Kaedah Bahasa Indonesia yang Benar						
20.	Ketetapan tata bahasa				√	
21.	Ketetapan ejaan				√	
22.	Konsisten penggunaan symbol/lambang				√	

C. KOMENTAR DAN SARAN

Perbaiki modul untuk lebih memperjelas perintah pada penggunaan modul, selebihnya bahasa dalam modul sudah layak digunakan.

.....

.....

D. KESIMPULAN

Modul ini dinyatakan:

- e. Layak untuk diuji cobakan tanpa revisi
- f. Layak untuk diuji cobakan dengan revisi sesuai saran
(mohon dilingkari pada nomor sesuai dengan kesimpulan bapak/ibu)

Validator

Dr. Hilmiati, M.Pd

NIP.

Lampiran 9: Validasi Ahli Desain**LEMBAR PENILAIAN KEGRAFIKAN/ DESAIN MODUL OLEH AHLI**

Nama : Prof. Dr. Suhartono, M.Kom
 NIP :
 Pendidikan :
 Instansi : UIN Malang
 Pengalaman :

A. PETUNUJUK

1. Lembar penilaian ini bertujuan untuk menilai desain/kegrafikan modul berdasarkan ukuran, desain cover, dan desain isi modul.
2. Penilaian dilakukan dengan cara memberikan tanda check (√) pada kolom yang telah disediakan.

Keterangan :

1= sangat kurang

2 = kurang

3 = cukup

4 = baik

5 = sangat baik

3. Komentar dan saran mohon diberikan secara singkat dan jelas pada point 5

B. PENILAIAN

No.	Butir Penilaian	Skor penilaian				
		1	2	3	4	5
Indikator 1 : Ukuran Modul						
1.	Kesesuaian ukuran modul dengan kebutuhan siswa				√	
Indikator 2 : Desain dan Cover Modul						
- Tipografi Cover Modul						
2.	Ukuran huruf judul modul lebih dominan				√	

3.	Warna judul modul kontras dengan warna latar.				√	
- Ilustrasi Cover Modul						
4.	Menggunakan gambar isi/materi dan mengungkapkan karakter objek				√	
5.	Bentuk, warna, ukuran, dan proporsi objek sesuai				√	
Indikator 3 : Desain Isi Modul						
- Tata Letak Isi						
6.	Tata letak unsur-unsur modul konsisten				√	
7.	Bidang cetak proporsional				√	
8.	Judul pembahasan, dan angka halaman					√
9.	Penempatan setiap judul, ilustrasi dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman				√	
- Tipografi Isi Modul						
10.	Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf					√
11.	Penggunaan variasi huruf (bold, italic, all capital, small capital)				√	
12.	Spasi antar baris normal				√	
13.	Jenjang/hierarki judul-judul jelas, konsisten, dan proporsional				√	
- Ilustrasi Isi						
14.	Mampu mengungkapkan makna/arti dari objek				√	
15.	Keseluruhan ilustrasi serasi				√	

C. KOMENTAR DAN SARAN

D. Kesimpulan

Modul ini dinyatakan:

- g. Layak untuk diuji cobakan tanpa revisi

- h. Layak untuk diuji cobakan dengan revisi sesuai saran
(mohon dilingkari pada nomor sesuai dengan kesimpulan bapak/ibu)

Validator

Prof. Dr. Suhartono, M.Kom

NIP.

Lampiran 10: Lembar Penilaian Praktisi 1

**Lembar Penilaian Kepraktisan “Modul Pembelajaran Geometri
Transformasi Menggunakan Desain ELPSA”**

UNTUK GURU

A. Identitas Guru

Nama : Nur Wiji Sholikin, S.Pd.....

Sekolah : Daruttauhid Malang.....

B. Tujuan

Instrumen ini digunakan untuk mengetahui kepraktisan Modul pembelajaran yang dikembangkan yang berupa Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA.

C. Petunjuk

1. Objek uji kepraktisan penggunaan Modul pembelajaran pada pertemuan terakhir
2. Bapak/Ibu dimohon untuk memberi penilaian dengan member checklist (√) pada kolom yang tersedia dengan kategori sebagai berikut.
 - (5) : sangat setuju
 - (4) : setuju
 - (3) : cukup setuju
 - (2) : tidak setuju
 - (1) : sangat tidak setuju

Atas kesediaan Anda untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terimakasih.

D. Penilaian

No.	Butir Penilaian	Alternative pilihan				
		1	2	3	4	5
9.	Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA mempermudah dalam proses mengajar				√	

	matematika.					
10.	Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini tepat digunakan dalam pembelajaran				√	
11.	Paparan materi dalam Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini sudah jelas.					√
12.	Sistematika uraian yang disajikan dalam Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini sudah tepat.				√	
13.	Ruang lingkup materi yang disajikan dalam Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini sesuai dengan indikator					√
14.	Kesesuaian antara gambar dan materi					√
15.	Dalam menggunakan Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini siswa termotivasi dalam mengikuti pembelajaran dan belajar secara mandiri					√
16.	Penggunaan Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini mampu meningkatkan hasil belajar siswa.				√	

Komentar dan Saran

Malang, 2021
Responden

Nur Wiji Sholikin, S.Pd

NIP.

Lampiran 11: Lembar Penilaian Praktisi 2

**Lembar Penilaian Kepraktisan “Modul Pembelajaran Geometri
Transformasi Menggunakan Desain ELPSA”**

UNTUK GURU

E. Identitas Guru

Nama : Muhammad Hasan Asnawi, S.Pd

Sekolah : SMA Islam Sabilurrosyad

F. Tujuan

Instrumen ini digunakan untuk mengetahui kepraktisan Modul pembelajaran yang dikembangkan yang berupa Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA.

G. Petunjuk

3. Objek uji kepraktisan penggunaan Modul pembelajaran pada pertemuan terakhir

4. Bapak/Ibu dimohon untuk memberi penilaian dengan member checklist (√) pada kolom yang tersedia dengan kategori sebagai berikut.

(5) : sangat setuju

(4) : setuju

(3) : cukup setuju

(2) : tidak setuju

(1) : sangat tidak setuju

Atas kesediaan Anda untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terimakasih.

H. Penilaian

No.	Butir Penilaian	Alternative pilihan				
		1	2	3	4	5
17.	Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA mempermudah dalam proses mengajar				√	

	matematika.					
18.	Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini tepat digunakan dalam pembelajaran					√
19.	Paparan materi dalam Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini sudah jelas.				√	
20.	Sistematika uraian yang disajikan dalam Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini sudah tepat.				√	
21.	Ruang lingkup materi yang disajikan dalam Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini sesuai dengan indikator					√
22.	Kesesuaian antara gambar dan materi					√
23.	Dalam menggunakan Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini siswa termotivasi dalam mengikuti pembelajaran dan belajar secara mandiri				√	
24.	Penggunaan Modul Pembelajaran Transformasi Geometri Menggunakan Desain ELPSA ini mampu meningkatkan hasil belajar siswa.				√	

Komentar dan Saran

Malang, 2021
Responden

Muhammad Hasan Asnawi, S.Pd
NIP.

Lampiran 12: Lembar Kisi-Kisi Instrumen Uji Kefektifan

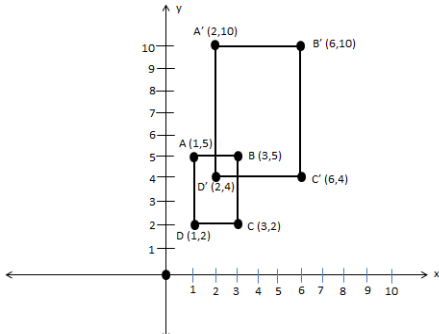
Tabel Indikator dan kisi-kisi Soal Post-tes Tertulis

No	Indikator Kemampuan Representasi	Indikator Soal	Soal	Jawaban	Skor
1	Membuat gambar untuk memperjelas masalah dan memfasilitasi penyelesaian	Menyajikan kembali informasi yang diperoleh dalam bentuk gambar pada bidang koordinat kartesius	1. Bus antar kota A dan B beroperasi pagi hari ini di sekitar terminal kota dengan jarak yang sama dari terminal. Kedua bus kota tersebut bergerak berbarengan menjauh dari terminal sebagai titik pusat.		

			Bus A bergerak ke arah utara sejauh 50km, kemudian berbelok ke arah barat sejauh 40km. Apabila diketahui bus B bergerak berlawanan arah dengan bus A sebagai bentuk pencerminan dari bus A.		
2	Membuat model matematis dari masalah yang diberikan	Menyelesaikan masalah menggunakan matriks			
3	Menjawab soal dengan membuat kata atau teks tertulis	Memberikan jawaban lisan atau kata dalam menyimpulkan masalah	Maka: a. Ubahlah ilustrasi tersebut dalam bentuk bidang kartesius! b. Untuk menentukan posisi	<p>Jawaban 1. A</p>	<p>Jawaban</p> <p>No 1:</p> <p>No 1 a</p> <p>Skornya adalah 15.</p> <p>No 1 b</p> <p>Skornya</p>

			<p>dari bus B, maka buatlah matriks!</p> <p>c. Berikan kesimpulan dari masalah tersebut!</p> <p>2. Sebuah Helikopter terbang menuju Helipad yang berada di kota Malang. Jika Helikopter berada pada titik koordinat P (40, 30) bergerak dengan berputar sebesar 90° berlawanan arah jarum jam terhadap letak helipad, sedangkan koordinat dari Helipad</p>	<p>1. b: dari gambar ilustrasi pada jawaban 1.a didapatkan pencerminan terhadap titik (0,0), maka:</p> $B = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 50 \\ 40 \end{pmatrix}$ $= \begin{pmatrix} -50+0 \\ 0+(-40) \end{pmatrix}$ $= \begin{pmatrix} -50 \\ -30 \end{pmatrix}$ <p>1. c: Kesimpulan dari masalah dalam soal adalah posisi dari bus B setelah bergerak merupakan bentuk pencerminan dari bus A terhadap titik pusat</p> <p>Jawaban No. 2:</p> $\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-s \\ y-t \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} s \\ t \end{pmatrix}$ $H' = \begin{pmatrix} \cos 90^\circ & -\sin 90^\circ \\ \sin 90^\circ & \cos 90^\circ \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 40-0 \\ 30-15 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 15 \end{pmatrix}$	<p>adalah 15.</p> <p>Skor No 1</p> <p>c Skornya adalah 5.</p> <p>Jawaban No 2:</p> <p>Untuk No 2 skornya adalah 15.</p> <p>Jawaban No 3:</p> <p>No 3 a</p>
--	--	--	--	--	---

			<p>adalah (0, 15), maka tentukan koordinat helikopter setelah berputar dengan menggunakan matriks!</p> <p>3. Kamu sedang berdiri di depan sebuah meja berbentuk persegi ABCD yang memiliki titik sudut yaitu A(1,5), B(3, 5), C(3,2), dan D(1,2). Jika meja tersebut dipindahkan dari tempat kamu berdiri, dengan jarak menjauh atau dengan</p>	$H' = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 40 \\ 15 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 15 \end{pmatrix}$ $= \begin{pmatrix} -15 \\ 40 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 15 \end{pmatrix}$ $= \begin{pmatrix} -15 \\ 55 \end{pmatrix}$ <p>Jawaban No. 3:</p> <p>a. Diketahui:</p> <p>Titik sudut A = (1, 5)</p> <p>Titik sudut B = (3, 5)</p> <p>Titik Sudut C = (3,2)</p> <p>Titik sudut D = (1, 2)</p> <p>Masing-masing sudut dikalikan 2, maka:</p> <p>A = 2x (1,5) = (2, 10)</p> <p>B = 2x (3,5) = (6, 10)</p>	<p>Skornya adalah 15.</p> <p>No 3 b</p> <p>Skornya adalah 15.</p> <p>No 3 c</p> <p>Skornya adalah 5.</p> <p>Jawaban</p> <p>No 4:</p> <p>Untuk Skor</p> <p>No 4</p> <p>adalah 15.</p>
--	--	--	---	---	--

			<p>perbesaran 2 kali dengan titik pusat (0,0). Maka:</p> <p>a. Tentukan bayangan meja tersebut!</p> <p>b. Gambarkan ilustrasi tersebut dalam bidang kartesius!</p> <p>c. Berikan kesimpulan!</p> <p>4. Sebuah segi empat ABCD dilatasi menjadi $A'B'C'D'$. Diasumsikan titik pusat (0,0) dengan $A(0,1)$, $B(3,1)$, $C(3,3)$, dan $D(1,3)$ dikalikan 3</p>	<p>$C = 2x(3,2) = (6,4)$</p> <p>$D = 2x(1,2) = (2,4)$</p> <p>3.b</p>  <p>3.c: Kesimpulan dari masalah dalam soal adalah posisi saya berdiri merupakan titik pusat atau koordinat dari meja, dan meja yang dipindahkan menjadi titik pembesaran dari meja pada posisi awal</p>	
--	--	--	---	--	--

menghasilkan koordinat titik yang dikalikan 2.

dilatasinya adalah $A'(0,3)$,

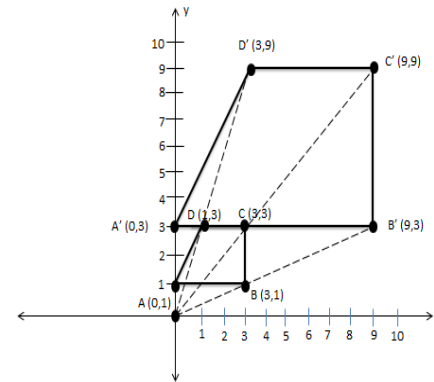
$B'(9,3)$, $C'(9,9)$, dan

$D'(3,9)$. Maka gambarkan

ilustrasi tersebut dalam

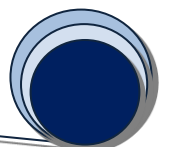
bentuk bidang kartesius!

Jawaban No. 4:



Lampiran 13: Naskah Soal Instrumen Uji Kefektifan

1. Bus antar kota A dan B beroperasi pagi hari ini di sekitar terminal kota dengan jarak yang sama dari terminal. Kedua bus kota tersebut bergerak berbarengan menjauh dari terminal sebagai titik pusat. Bus A bergerak ke arah utara sejauh 50km, kemudian berbelok ke arah barat sejauh 40km. Apabila diketahui bus B bergerak berlawanan arah dengan bus A sebagai bentuk pencerminan dari bus A. Maka:
 - a. Ubahlah ilustrasi tersebut dalam bentuk bidang kartesius!
 - b. Untuk menentukan posisi dari bus B, maka buatlah matriks!
 - c. Berikan kesimpulan dari masalah tersebut!
2. Sebuah Helikopter terbang menuju Helipad yang berada di kota Malang. Jika Helikopter berada pada titik koordinat P (40, 30) bergerak dengan berputar sebesar 90° berlawanan arah jarum jam terhadap letak helipad, sedangkan koordinat dari Helipad adalah (0, 15), maka tentukan koordinat helikopter setelah berputar dengan menggunakan matriks!
3. Kamu sedang berdiri di depan sebuah meja berbentuk persegi ABCD yang memiliki titik sudut yaitu A(1,5), B(3, 5), C (3,2), dan D(1,2). Jika meja tersebut dipindahkan dari tempat kamu berdiri, dengan jarak menjauh atau dengan perbesaran 2 kali dengan titik pusat (0,0). Maka:
 - a. Tentukan bayangan meja tersebut!
 - b. Gambarkan ilustrasi tersebut dalam bidang kartesius!
 - c. Berikan kesimpulan!
4. Sebuah segi empat ABCD dilatasi menjadi A'B'C'D'. Diasumsikan titik pusat (0,0) dengan A(0,1), B(3,1), C(3,3), dan D(1,3) dikalikan 3 menghasilkan koordinat titik dilatasinya adalah A'(0,3), B'(9,3), C'(9,9), dan D'(3,9). Maka gambarkan ilustrasi tersebut dalam bentuk bidang kartesius!



Lampiran 14: Validasi Instrumen Tes

LEMBAR PENILAIAN INSTRUMEN TES (TERTULIS DAN WAWANCARA) OLEH AHLI

Nama : Dr. Parhaini Andriani, M.Pd

Pendidikan : S3-Pendidikan Matematika

Instansi : UIN Mataram

Pengalaman : Meneliti dan Mengembangkan Bahan Ajar Desain Pembelajaran ELPSA

I. Petunjuk

10. Lembar penilaian ini bertujuan untuk mengevaluasi aspek isi dan penyajian dalam soal.
11. Penilaian dilakukan dengan cara memberikan tanda check (√) pada kolom yang telah disediakan.

Keterangan :

1 = sangat kurang

2 = kurang

3 = cukup

4 = baik

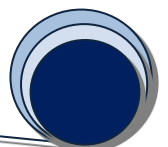
5 = sangat baik

12. Komentar dan saran mohon diberikan secara singkat dan jelas pada point

J. PENILAIAN

3. Aspek Tes Tertulis

No.	Butir Penilaian	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
19.	Kesesuaian soal dengan indikator pencapaian dan kompetensi dasar					√
20.	Soal mewakili konten Materi yang					√



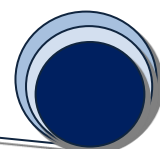
	disampaikan dalam modul					
21.	Soal yang digunakan sesuai dengan konsep materi dan representasi matematis siswa					√
22.	Petunjuk dalam penggunaan soal sudah jelas					√
23.	Pertanyaan pada soal menggunakan bahasa yang mudah dipahami				√	
24.	Kalimat tidak menggunakan bahasa yang ambigu/penafsiran ganda				√	
25.	Jawaban yang dipaparkan sesuai dengan rumusan materi					√
26.	Ilustrasi gambar, tabel, dan simbol dalam soal sesuai dengan materi dalam modul					√

4. Aspek Tes Wawancara

No.	Butir Penilaian	Skor penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar					√
2.	Pertanyaan yang digunakan sudah memenuhi informasi terkait kemampuan pemahaman matematis siswa				√	
3.	Pertanyaan yang digunakan sudah lengkap untuk memperoleh informasi terkait kemampuan pemahaman matematis siswa					√
4.	Penggunaan tanda tanya sudah jelas					√
5.	Pertanyaan yang diberikan bersifat aktif dan sentral					√

K. KOMENTAR DAN SARAN

Perbaiki tata letak penulisan soal pada setiap penomorannya, namun secara keseluruhan soal sudah dapat digunakan untuk menggali informasi keefektifan siswa



L. KESIMPULAN

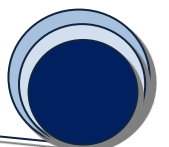
Modul ini dinyatakan:

- i. Layak untuk diuji cobakan tanpa revisi
- j. Layak untuk diuji cobakan dengan revisi sesuai saran
(mohon dilingkari pada nomor sesuai dengan kesimpulan bapak/ibu)

Validator

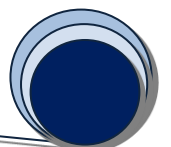
Dr. Parhaini Andriani, M.Pd

NIP.



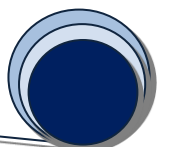
Lampiran 15: Daftar Peserta Didik Responden Penjaringan Subyek Penelitian

No	Nama	Asal Sekolah	Kemampuan Matematika	Keterangan
1	Isra	MA DM	Tinggi	Tingkat Kemampuan Matematika ini diperoleh berdasarkan rekoemndasi dari Guru matematika pada masing-masing sekolah
2	Ikhsan	MA DM	Tinggi	
3	Soleh	MA DM	Rendah	
4	Holel	MA DM	Sedang	
5	Farel	MA DM	Rendah	
6	Haidar	MA DM	Tinggi	
7	Farel	MA DM	Sedang	
8	Qonit	MA DM	Rendah	
9	Zayyan	MA DM	Sedang	
10	Oksania	SMA IS	Rendah	
11	Zully Intan	SMA IS	Tinggi	
12	Nufidatur	SMA IS	Tinggi	
13	M. Maulana	SMA IS	Rendah	
14	Al Farabi	SMA IS	Tinggi	
15	Ulfi	SMA IS	Sedang	
16	Achmad	SMA IS	Rendah	
17	Ziddan	SMA IS	Sedang	
18	Arida	SMA IS	Sedang	



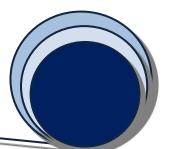
Lampiran 16: Rekapitulasi dan Analisis Hasil Tes Pada Uji Coba Kelompok Kecil

No	Nama	Tingkat Kemampuan	Asal Sekolah	KKM	Nilai	Keterangan
1	MIH	Sedang	MA DM	70	80	Tuntas
2	RM	Tinggi	MA DM	70	85	Tuntas
3	IM	Rendah	MA DM	70	75	Tuntas
4	FI	Rendah	MA DM	70	70	Tuntas
5	MFT	Tinggi	MA DM	70	85	Tuntas
6	KZ	Sedang	MA DM	70	80	Tuntas



Lampiran 17: Rekapitulasi dan Analisis Hasil Tes Keefektifan Pada Uji Lapangan

No	Nama Responden	Tingkat Kemampuan	Asal Sekolah	KKM	Nilai	Keterangan
1	Isra	Tinggi	MA DM	70	80	Tuntas
2	Ikhsan	Tinggi	MA DM	70	85	Tuntas
3	Soleh	Rendah	MA DM	70	70	Tuntas
4	Holel	Sedang	MA DM	70	75	Tuntas
5	Farel	Rendah	MA DM	70	75	Tuntas
6	Haidar	Tinggi	MA DM	70	90	Tuntas
7	Farel	Sedang	MA DM	70	80	Tuntas
8	Qonit	Rendah	MA DM	70	70	Tuntas
9	Zayyan	Sedang	MA DM	70	75	Tuntas
10	Oksania	Rendah	SMA IS	70	75	Tuntas
11	Zully Intan	Tinggi	SMA IS	70	85	Tuntas
12	Nufidatur	Tinggi	SMA IS	70	80	Tuntas
13	M. Maulana	Rendah	SMA IS	70	75	Tuntas
14	Al Farabi	Tinggi	SMA IS	70	80	Tuntas
15	Ulfi	Sedang	SMA IS	70	75	Tuntas
16	Achmad	Rendah	SMA IS	70	70	Tuntas
17	Ziddan	Sedang	SMA IS	70	75	Tuntas
18	Arida	Sedang	SMA IS	70	80	Tuntas



Lampiran 18: Pedoman Wawancara**Pedoman Wawancara**

Tujuan : Identifikasi kemampuan representasi siswa dalam pembelajaran transformasi geometri menggunakan desain ELPSA

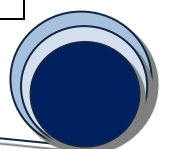
Jenis Wawancara : Semi Terstruktur

Proses : Wawancara dilakukan setelah siswa menyelesaikan soal tertulis dan jawabannya dikoreksi. Wawancara difokuskan untuk menggali informasi kebenaran dari jawaban tertulis yang dilakukan oleh siswa.
Tes kemampuan representasi matematis siswa dilakukan kepada siswa yang telah belajar menggunakan modul, dengan bentuk soal uraian.

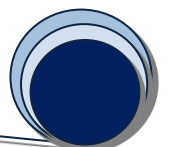
Pedoman wawancara diadaptasi dari Fatrima Santri Syafri (2017).

Tabel Indikator Permasalahan dalam Wawancara

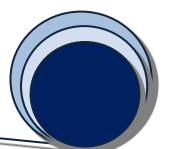
Indikator Kemampuan Representasi	Indikator Soal	Pertanyaan
1. Membuat gambar untuk memperjelas masalah dan memfasilitasi penyelesaiannya	Menyajikan kembali informasi yang diberikan ke dalam bentuk gambar pada koordinat kartesius	1. Apa yang diketahui dari soal? 2. Apa yang dinyatakan dalam soal? Bagaimana caramu menyajikan gambar pada koordinat kartesius?
2. Membuat model matematis dari soal	Menyelesaikan masalah dengan	4. Bagaimana caramu menyelesaikan soal dengan



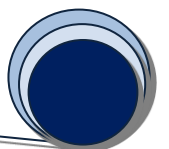
dari masalah	menggunakan matriks	matriks? Rumus apa? 5. Jelaskan langkah yang telah kamu kerjakan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut!
3. Menyelesaikan masalah dengan kata atau teks tertulis.	Memberikan kesimpulan terhadap penyelesaian masalah	6. Bagaimana kesimpulan yang dapat kamu ambil? Mengapa?



Lampiran 19: Foto Dokumentasi Penelitian

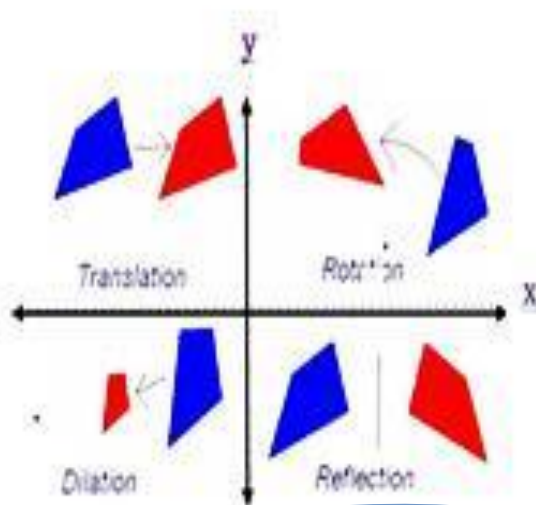


Lampiran 20: Modul



MODUL

Transformasi Geometri Dengan Pendekatan Konstruktivisme

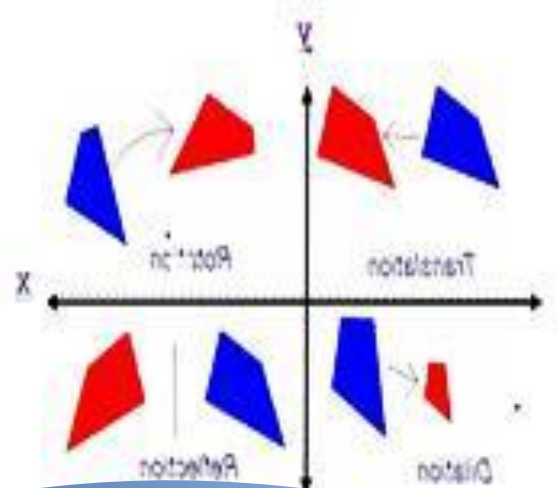


Penulis:

Andi Hasliyati Ike Safitri

Pengantar:

Dr. Elly Susanti, M.Sc



Dalam mempelajari modul ini akan diperoleh:

1. Modul pembelajaran matematika ini disusun dengan harapan dapat memberikan penjelasan tentang Transformasi Geometri khususnya materi yang dibutuhkan siswa SMA/MA kelas XI.
2. Modul ini dapat digunakan secara mandiri oleh siswa dengan atau tanpa pendidik yang memberikan penjelasan materi Transformasi Geometri.
3. Tujuan untuk penyusunan modul Transformasi Geometri ini adalah untuk memfasilitasi dan memudahkan siswa dalam memahami materi Transformasi Geometri, agar siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan pendidik.
4. Diharapkan dengan menggunakan modul ini dapat meningkatkan representasi matematis siswa.
5. Modul ini sangat praktis dan terperinci sehingga memudahkan siswa dalam belajar.

Modul Transformasi Geometri

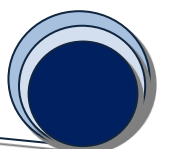
Berbasis Konstruktivisme dengan Menggunakan Desain

Experiences, Language, Picture, Symbol, Application (ELPSA)

Untuk Peserta Didik SMA/MA Kelas XI

Penulis : Andi Hasliyati Ike Safitri
Pengantar : Dr. Elly Susanti, S.Pd., M.Sc
Pembimbing : Dr. Elly Susanti, S.Pd., M.Sc
Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si., Ph.D
Desain Cover : Ilham Dwi Novaldin
Layouter : Andi Hasliyati Ike Safitri
Edisi ke-1 : November 2021

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi modul ini dengan cara apapun, termasuk dengan cara penggunaan mesin fotokopi, tanpa izin sah dari penulis.





PENGANTAR PENULIS

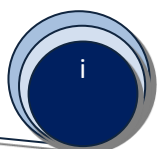
Alhamdulillah, segala pujian milik Allah yang atas berkat-Nya sehingga saya mampu menyusun modul materi Transformasi Geometri untuk siswa kelas XI ini.

Modul ini dibuat pada tahun 2021 melalui program pengembangan bahan ajar dalam penelitian Tesis saya. Tujuan dari modul ini adalah guna meningkatkan pemahaman matematika peserta didik terkait materi Transformasi Geometri dengan menggunakan desain pembelajaran ELPSA (*Experince/Pengalaman*), (*Lenguage/Bahasa*), (*Pictorial/Gambar*), (*Symbol/Simbol*), dan (*Application/Aplikasi*) sehingga memberi efek peningkatan kualitas pengajaran di kelas dan kualitas belajar mandiri oleh peserta didik.

Setelah peserta didik mempelajari modul ini, siswa diharapkan mampu memperoleh pemahaman terkait Trasformasi Geometri dan membawanya kedalam bentuk aplikasi kehidupan sehari-harinya.

Penulis

Andi Hasliyati Ike Safitri



PENGANTAR PEMBIMBING

Kurikulum akan dikembangkan dengan berlandaskan pada filsafat pendidikan tertentu sebagai penentu tujuan dari pendidikan yang sudah dicanangkan. Berdasarkan filsafat maka dikembangkan teori-teori belajar yang dapat digunakan untuk mengoperasikan praktik belajar.

Modul ini fokus pada filsafat pendidikan konstruktivisme, sehingga teori pembelajarannya juga berorientasi konstruktivisme, begitu juga dengan praktik belajar yang berpusat pada siswa, belajar bermakna, pembelajaran aktif, dan melibatkan kecakapan hidup.

Kurikulum 2013 merupakan kurikulum yang berbasis pada kompetensi (*compentency based*) dengan pembelajaran konstruktivistik. Keterlaksanaan kurikulum yang berbasis pada kompetensi diperlukan kemampuan dan keterlibatan guru dalam mengembangkan perangkat pembelajaran, salah satunya adalah bahan ajar berupa modul.

Praktik pembelajaran di sekolah masih mengalami kendala dan permasalahan pada perangkat pembelajaran, di antara permasalahan tersebut meliputi (1) banyaknya guru yang masih menggunakan bahan ajar yang lebih cenderung kognitivistik; (2) pendekatan sumber belajar yang tertuang dalam bahan ajar atau sumber belajar yang masih kurang mengoptimalkan kondisi sekitar atau situasi riil; (3) pembelajaran konvensional yang kurang melibatkan siswa secara aktif, sehingga menjadi penyebab kurangnya tingkat kemampuan representasi matematis siswa.

Saya sangat berharap pembaca khususnya guru yang membaca modul ini termotivasi dalam mengembangkan wawasan dan kemampuannya dalam mengembangkan bahan ajar yang sesuai dengan kurikulum, sehingga mampu meningkatkan kualitas praktik pembelajaran.

Pembimbing

Dr. Elly Susanti., M.Sc



DAFTAR ISI

PENGANTAR PENULIS	i
PENGANTAR PEMBIMBING.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL.....	iv
BAGIAN I: PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	v
B. Deskripsi Singkat.....	v
C. Nasehat Belajar	vi
PETA INFORMASI	vii
KD, KD, INDIKATOR.....	viii
PENGANTAR MATERI.....	1
BAGIAN II	
A. Kegiatan Belajar 1	3
B. Melatih Mandiri 1	25
BAGIAN III	
A. Kegiatan Belajar 2	28
B. Melatih Mandiri 2	37
RANGKUMAN	43
PENUTUP	46
KUNCI JAWABAN	47
DAFTAR SYMBOL.....	55
GLOSARIUM.....	56
CATATAN	58
DAFTAR PUSTAKA	59



PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

- ❖ Modul ini dirancang untuk memfasilitasi Anda dalam belajar secara mandiri
- ❖ Berdoalah sebelum memulai belajar!
- ❖ Setiap kegiatan belajar dilengkapi oleh uraian materi beserta contoh soalnya
- ❖ Pelajari setiap uraian materi dan contoh soal kemudian mulailah mengerjakan soal latihan atau tes evaluasi!
- ❖ Ayok cari tahu! Berisikan soal dan penyelesaian untuk memudahkan Anda dalam menyelesaikan soal pada melatih mandiri.
- ❖ Melatih Mandiri. Berisikan uraian soal untuk dikerjakan oleh siswa yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana siswa memahami dan menguasai materi yang telah dipelajari
- ❖ Anda diberikan kesempatan untuk mempelajari setiap uraian materi kemudian mengamati keterkaitannya dengan kehidupan sehari-hari!
- ❖ Jika menemukan kesulitan dalam mengerjakan latihan soal, diskusikanlah dengan teman atau orang tua!
- ❖ Biasakanlah untuk menyelesaikan latihan soal secara jujur
- ❖ Keberhasilan proses pembelajaran menggunakan modul ini tergantung pada kesungguhan Anda dalam belajar
- ❖ Mulailah untuk belajar secara sungguh-sungguh dan berlatih secara mandiri atau berkelompok dengan teman belajar Anda!

BAGIAN I PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Modul ini diharapkan mampu meningkatkan kemandirian dan kreatifitas belajar oleh siswa, sehingga menjadi suatu bahan ajar yang tepat digunakan oleh siswa tanpa pantauan oleh guru mata pelajaran.

Setelah mempelajari modul ini juga kalian diharapkan mampu memahami materi Transformasi Geometri yang kemudian dapat memiliki kemampuan untuk menerapkannya dalam aktivitas keseharianmu.

B. DESKRIPSI SINGKAT

Modul ini akan membahas materi tentang:

- Translasi (Pergeseran)
- Refleksi (Pencerminan)
- Rotasi (Perputaran)
- Dilatasi (Perbesaran/Perkecilan atau Perkalian/kelipatan)

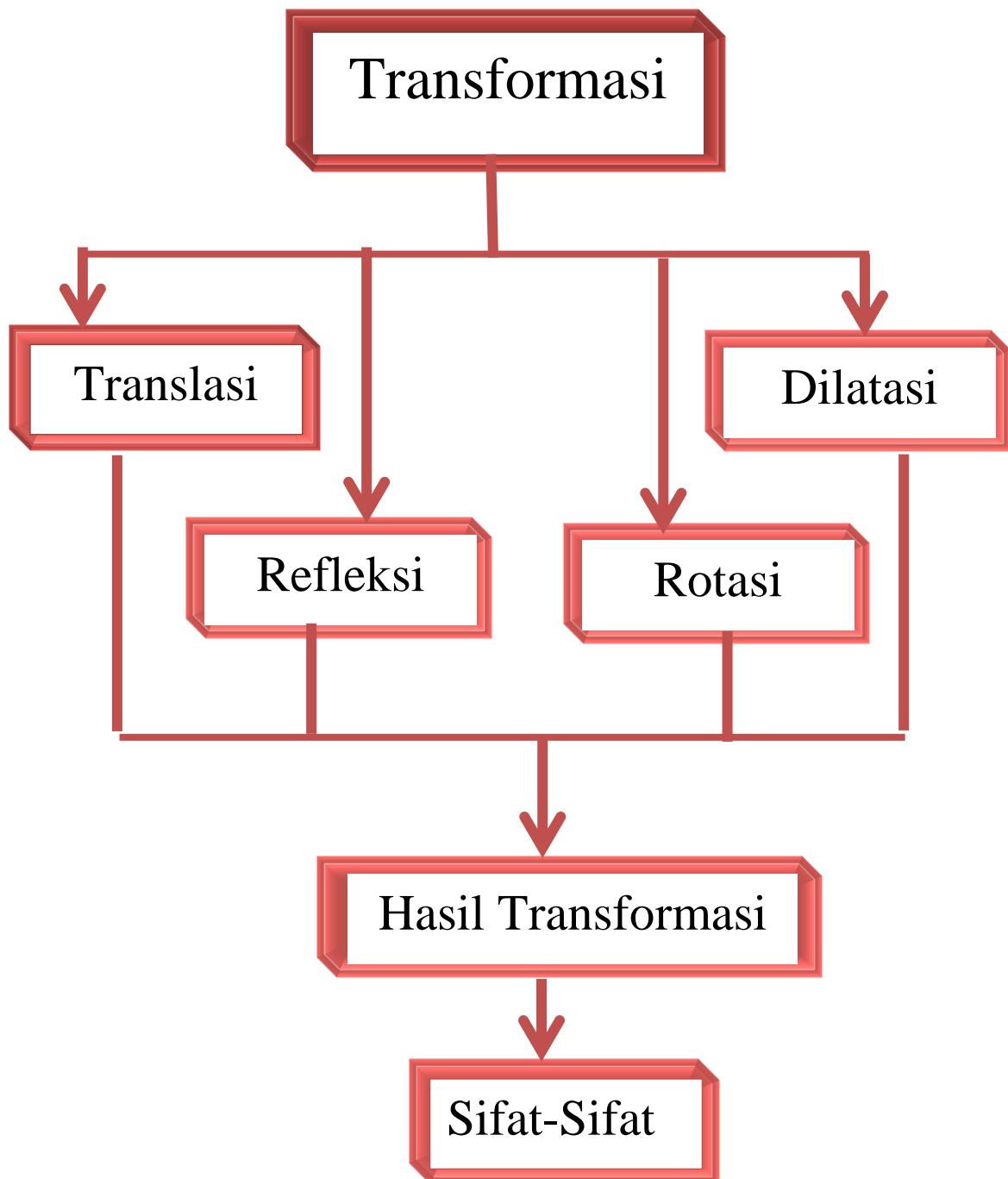


C. NASEHAT BELAJAR

- ❖ Mencari ilmu adalah kewajiban bagi setiap Muslim (HR. Ibnu Majjah, no.224)
- ❖ Barangsiapa yang Menempuh jalan untuk mencari ilmu maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju Surga (HR. Muslim)
- ❖ Ilmu yang sejati seperti barang berharga lainnya, tidak bisa didapatkan dengan mudah. Ia harus diusahakan, dipelajari, dipikirkan, dan lebih dari itu, harus selalu disertai do'a
- ❖ Belajar di masa muda bagai mengukir di atas batu (Hasan Al-Basri)
- ❖ Barangsiapa belum pernah merasakan pahitnya belajar sesaat, Ia akan menelan hinanya kebodohan sepanjang hidupnya (Imam Syafi'i)
- ❖ Orang bijak belajar ketika mereka bisa, orang bodoh belajar ketika mereka harus. (Athur Wellesley)
- ❖ Raihlah ilmu dan untuk meraih ilmu perlu belajar untuk tenang dan sabar (Khalifah Umar)
- ❖ Belajarlah hal-hal kecil setiap hari, tapi rutin terjadi setiap hari. Lakukan peningkatan kecil setiap hari, hal tersebut akan berarti sangat banyak beberapa tahun yang akan datang



Peta Informasi



KOMPETENSI DAN INDIKATOR YANG HARUS DICAPAI

❖ Kompetensi Inti

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif, pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

❖ Kompetensi Dasar

- 1.1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- 2.1 Memiliki motivasi internal, kemampuan bekerjasama, konsisten, sikap disiplin, rasa percaya diri, dan sikap toleransi dalam perbedaan strategi berpikir dalam memilih dan menerapkan strategi menyelesaikan masalah.
- 2.2 Mampu mentransformasi di dalam berperilaku jujur, tangguh menghadapi masalah, kritis dan disiplin dalam menyelesaikan tugas belajar matematika.

- 2.3 Menunjukkan sikap bertanggungjawab, rasa ingin tahu, jujur dan perilaku peduli lingkungan
- 3.20 Menganalisis sifat-sifat transformasi geometri (translasi, refleksi, dilatasi, dan rotasi) dengan pendekatan koordinat dan menerapkannya dalam menyelesaikan masalah
- 4.15 Menyajikan objek kontekstual, menganalisis informasi terkait sifat-sifat objek dan menerapkan aturan transformasi geometri (translasi, refleksi, dilatasi, dan rotasi) dalam memecahkan masalah.

❖ Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mampu mengidentifikasi sifat-sifat transformasi geometri (translasi, refleksi, rotasi, dilatasi) dengan pendekatan koordinat
2. Mampu menerapkan sifat-sifat transformasi geometri (translasi, refleksi, rotasi, dilatasi) dengan pendekatan koordinat dalam menyelesaikan masalah
3. Mampu menyajikan objek kontekstual terkait sifat-sifat objek transformasi geometri (translasi, refleksi, rotasi, dilatasi)
4. Mampu menganalisis informasi terkait sifat-sifat objek transformasi geometri (translasi, refleksi, rotasi, dilatasi)
5. Mampu menerapkan aturan transformasi geometri (translasi, refleksi, rotasi, dilatasi) dalam memecahkan masalah



Pengantar Materi

➤ Deskripsi Singkat

Di dalam kehidupan sehari-hari, banyak aktivitas atau kegiatan yang berkaitan erat dengan transformasi geometri. Transformasi geometri merupakan perubahan ukuran, bentuk penyajian, serta posisi suatu objek, dalam bentuk titik, garis, kurva, dan bidang, serta mampu dinyatakan dalam bentuk gambar dan matriks dengan aturan tertentu.

Transformasi geometri terdiri dari translasi (pergeseran), refleksi (pencerminan), dilatasi (perkalian), dan rotasi (perputaran).



Coba kamu lihat contoh pada gambar di atas, kamu dapat melihat bahwa bayangan bangunan tersebut memiliki titik-titik yang bersesuaian dengan bangunan aslinya. Jarak dari setiap titik pada bangunan asli terhadap permukaan air sama besarnya dengan jarak bayangan titik pada permukaan air. Bayangan bangunan pada permukaan air ini merupakan salah satu dari bentuk transformasi geometri, yaitu refleksi (pencerminan).



Selain itu, penerapan dari transformasi geometri juga dapat dilihat pada peristiwa berputarnya jarum jam dinding mengikuti poros titik tengah pada jam. Pada setiap detik, menit, atau bilangan jam yang ditunjukkan oleh jarum membentuk sudut tertentu dan selalu berputar mengikuti porosnya. Maka dalam transformasi geometri, peristiwa ini dinamakan dengan rotasi (perputaran).

Selain dari refleksi dan rotasi, masih banyak lagi peristiwa atau contoh lain dalam kehidupan sehari-hari kita yang merupakan penerapan dari transformasi geometri. Melalui modul yang dikembangkan ini, kita akan diarahkan untuk memahami konsep dasar, latihan terbimbing, pemahaman materi berdasarkan kontekstual, dan mengasah representasi matematis berkenaan dengan transformasi geometri.

➤ **Relevansi**

Materi transformasi geometri sangatlah erat kaitannya dengan kehidupan nyata peserta didik. Baik itu dalam bidang optik, kesehatan, otomotif, arsitektur, fotografi, pemrograman, dan sebagainya. Adapun sub-materi yang dibahas dalam modul ini meliputi

1. Konsep translasi (pergeseran)
2. Konsep refleksi (pencerminan)
3. Konsep rotasi (perputaran)
4. Konsep dilatasi (perkalian)

Pada setiap sub materi akan disajikan keterkaitan materi dengan konteks permasalahan atau secara aktual peristiwa dan contoh dalam kehidupan di lingkungan sekitar. Penyajian materi pada modul ini berbasis *Konstruktivisme* dengan *desain Experience, Language, Picture, Symbol, Application* (ELPSA), yang dengan modul ini diharapkan mampu meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa.



BAGIAN II Kegiatan Belajar 1

Uraian Materi

Kamu masih ingat pelajaran transformasi di kelas VII, bukan? Nah kita akan melanjutkan pelajaran transformasi tersebut dalam bentuk analitik atau berdasarkan pendekatan koordinat. Sebagai langkah awal, kita perlu untuk mengingat kembali sifat-sifat transformasi menggunakan media atau objek nyata dalam kehidupan sehari-hari dan objek titik, kurva, dan bidang dalam bentuk koordinat kartesius. Ayok kita menemukan kembali konsep transformasi translasi (pergeseran), refleksi (pencerminan) rotasi (perputaran), dan dilatasi (perbesaran/perkecilan) dengan pendekatan koordinat dan ilustrasi nyata.

Transformasi merupakan proses perpindahan suatu titik atau garis atau bidang menjadi bayangan titik atau garis atau bidang tersebut. Jenis-jenis transformasi :

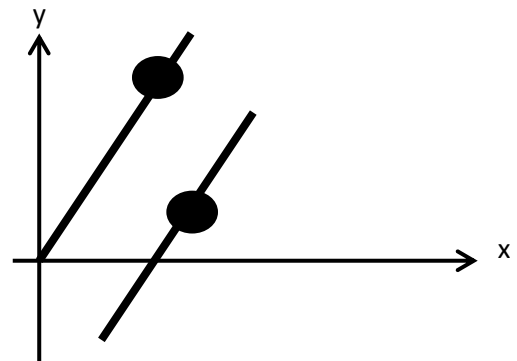
a. Translasi

Dengan kata lain pergeseran adalah suatu transformasi yang memindahkan setiap titik pada bidang dengan jarak dan arah tertentu secara tetap.

➤ **Sebagai ilustrasi!**

Coba kamu perhatikan serta amati setiap ukuran dan bentuk dari benda yang bergerak (bergeser) atau benda yang dapat berpindah tempat yang ada di lingkungan keseharianmu. Misalnya seperti kendaraan yang bergerak di jalan jalan raya, perpindahan tempat orang yang berjalan atau berlari, orang menaikkan eskalator, meja atau kursi yang digeser, dan sebagainya. Menurutmu, ukuran dari objek tersebut akan berubah? Atau bentuk dari objek tersebut juga ikut berubah? Tentu saja tidak berubah ukuran maupun bentuk, bukan? Nah itulah yang disebut dengan translasi atau pergeseran itu.

Untuk lebih lanjutnya, modul ini sertakan contoh dari gambar dan pergeseran oleh titik, kurva, dan bidang berikut:



Coba kamu pikirkan, sekarang kamu tengah menaiki eskalator. Secara analitik titik, kurva (garis), dan bidang di atas sedikitpun tidak mengalami perubahan pada ukuran maupun bentuk. Akan tetapi untuk posisi atau letak dari kamu sebagai objek yang bergeser pasti akan mengalami perubahan. Artinya koordinat kamu sebagai objek yang bergeser akan berubah, yaitu dari koordinat semula.

Jika translasi $T = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$ memetakan titik $P(x, y)$ ke $P'(x', y')$, maka $x' = x + a$ dan $y' = y + b$ ditulis dalam bentuk matrik: $\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$

Benda-benda yang bergerak di sekitarmu hanya berubah posisi tanpa mengubah bentuk dan ukuran. Sebagai permisalannya pada pergeseran kamu yang menaiki eskalator, atau kendaraan yang bergerak di jalan raya, atau pada pergeseran buah-buah catur pada papan catur dalam permainan catur, seperti kuda catur yang bergerak dua langkah ke kiri lalu tiga langkah ke atas/bawah. Pergerakan objek ini dapat kita asumsikan dalam pendekatan koordinat, bahwa pergerakan ke arah sumbu x positif adalah ke kanan, ke sumbu x negatif adalah ke kiri, pergerakan ke arah sumbu y positif adalah ke atas, dan pergerakan ke arah sumbu y negatif adalah ke bawah.

➤ **Sebagai contoh:**

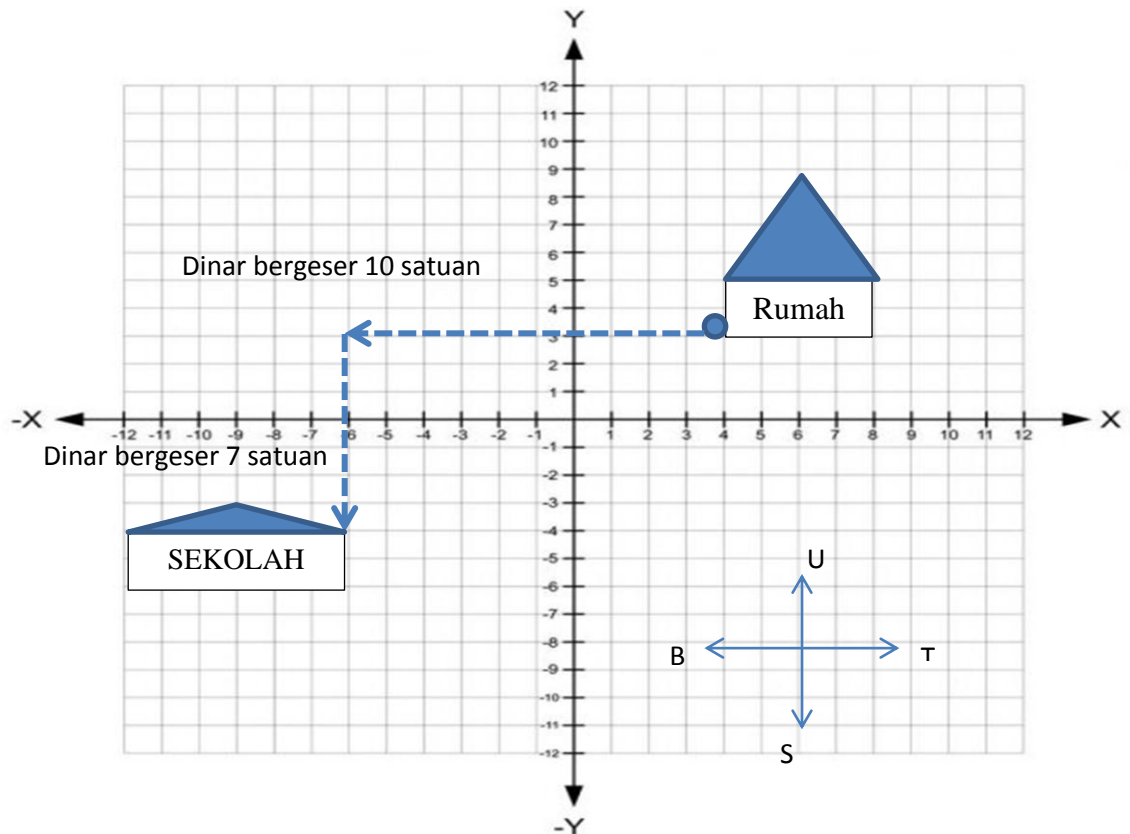
Dinar hendak pergi ke sekolah dengan berjalan kaki, ia berangkat ke sekolah harus berjalan 10 satuan ke arah barat dan berjalan 7 satuan ke arah selatan. Coba kamu sketsakan pergerakan Dinar dari rumah menuju sekolahnya!

Penyelesaian:

Untuk mempermudah kita dalam memahami konsep translasi, kita dapat menggunakan pendekatan bidang kartesius. Kita asumsikan bahwa:

- Sumbu X positif untuk pergeseran ke timur
- Sumbu X negatif untuk pergeseran ke barat
- Sumbu Y positif untuk pergeseran ke utara
- Sumbu Y negatif untuk pergeseran ke selatan

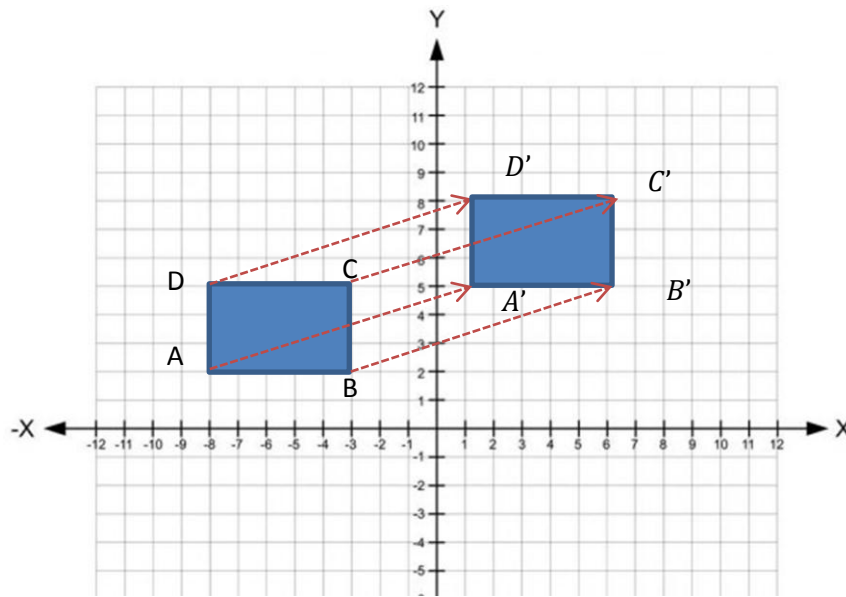
Sehingga didapatkan ilustrasi gambar berikut



Posisi rumah Dinar berada pada koordinat $(4,3)$. Untuk bisa menuju ke sekolah, Dinar harus berjalan ke arah barat dengan 10 satuan atau dalam koordinat kartesius bergeser 10 satuan ke kiri dari posisi awal. Kemudian, Dinar harus berjalan lagi ke arah selatan sebanyak 7 satuan atau bergeser 7 satuan ke arah bawah. Jika kita melihat gambar ilustrasi di atas, posisi Dinar setelah tiba di sekolah berada pada titik koordinat $(-6, -4)$ atau dapat ditulis:

$$\begin{pmatrix} 4 \\ 3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -10 \\ -7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -6 \\ -4 \end{pmatrix}$$

Untuk lebih memudahkan kita memahami translasi, mari kita perhatikan gambar berikut:



Persegi $A'B'C'D'$ di atas merupakan hasil bayangan dari persegi $ABCD$, setelah ditranslasikan sehingga memperoleh $AA' = BB' = CC' = DD'$

➤ **Pergeseran 1:**

Posisi awal titik A berada di koordinat $(-8, 2)$, kemudian bergerak ke kanan sejauh 9 satuan dan ke atas 3 satuan, sehingga posisinya berubah menjadi $A'(1, 5)$. Jika dinyatakan dalam bentuk perhitungan matematis menjadi

$$\begin{pmatrix} -8 \\ 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 9 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

➤ **Pergeseran 2:**

Posisi awal titik B berada di koordinat $(-3, 2)$, kemudian bergerak ke kanan sejauh 9 satuan dan ke atas 3 satuan, sehingga posisinya berubah menjadi $A'(6, 5)$. Jika dinyatakan dalam bentuk perhitungan matematis menjadi

$$\begin{pmatrix} -3 \\ 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 9 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 \\ 5 \end{pmatrix}$$

➤ **Pergeseran 3:**

Posisi awal titik C berada di koordinat $(-3, 5)$, kemudian bergerak ke kanan sejauh 9 satuan dan ke atas 3 satuan, sehingga posisinya berubah menjadi $A'(6, 8)$. Jika dinyatakan dalam bentuk perhitungan matematis menjadi

$$\begin{pmatrix} -3 \\ 5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 9 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 \\ 8 \end{pmatrix}$$

➤ **Pergeseran 4:**

Posisi awal titik D berada di koordinat $(-8,5)$, kemudian bergerak ke kanan sejauh 9 satuan dan ke atas 3 satuan, sehingga posisinya berubah menjadi $A'(1,8)$. Jika dinyatakan dalam bentuk perhitungan matematis menjadi

$$\begin{pmatrix} -8 \\ 5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 9 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 8 \end{pmatrix}$$

Pergeseran pada setiap titik di atas dapat disajikan dalam tabel berikut.

Titik Awal	Titik Akhir	Proses	Translasi
$A(-8,2)$	$A'(1,5)$	$\begin{pmatrix} -8 \\ 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 9 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix}$	$T = \begin{pmatrix} 9 \\ 3 \end{pmatrix}$
$B(-3,2)$	$B'(6,5)$	$\begin{pmatrix} -3 \\ 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 9 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 \\ 5 \end{pmatrix}$	$T = \begin{pmatrix} 9 \\ 3 \end{pmatrix}$
$C(-3,5)$	$C'(6,8)$	$\begin{pmatrix} -3 \\ 5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 9 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 \\ 8 \end{pmatrix}$	$T = \begin{pmatrix} 9 \\ 3 \end{pmatrix}$
$D(-8,5)$	$D'(1,8)$	$\begin{pmatrix} -8 \\ 5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 9 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 8 \end{pmatrix}$	$T = \begin{pmatrix} 9 \\ 3 \end{pmatrix}$

Berdasarkan tabel di atas, dapat kita dapatkan konsep:

Translasi (pergeseran) merupakan transformasi yang memindahkan titik-titik pada bidang dengan arah dan jarak tertentu.

Titik $A(x,y)$ ditranslasikan oleh $T = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$ menghasilkan bayangan $A'(x',y')$ ditulis dengan

$$A(x,y) \xrightarrow{T = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}} A'(x',y')$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$$

➤ **Ayok Cari Tahu!**

1. Diketahui segitiga OAB dengan koordinat titik $O(0,0)$, $A(3,0)$ dan $B(3,5)$. Tentukan koordinat bayangan segitiga OAB tersebut bila ditranslasi oleh $T = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix}$

Jawab:

$$\text{titik } O(0,0) \quad T = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix} \quad O'(0 + 1, 0 + 3) = O'(1,3)$$

$$\text{titik } A(3,0) \quad T = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix} \quad A'(3 + 1, 0 + 3) = A'(4,3)$$

$$\text{titik } B(3,5) \quad T = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix} \quad B'(3 + 1, 5 + 3) = B'(4,8)$$

2. Jika titik $A(2,3)$ ditranslasikan oleh $T(-3,4)$ maka bayangan titik A adalah!

Jawab:

Pada soal diketahui koordinat titik $A(2,3)$ artinya $x = 2$ dan $y = 3$ akan ditranslasikan $T = \begin{pmatrix} -3 \\ 4 \end{pmatrix}$ artinya $a = -3$, dan $b = 4$, sehingga dapat dituliskan

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -3 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 + (-3) \\ 3 + 4 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 7 \end{pmatrix}$$

Substitusi nilai $x, y, a, \text{ dan } b$

Lakukan penjumlahan pada matriks dengan menjumlahkan elemen-elemen matriks yang seletak

b. Refleksi

Refleksi atau pencerminan suatu transformasi yang memindahkan setiap titik pada sebuah bentuk ke titik yang simetris dengan titik semula terhadap sumbu pencerminan tersebut.



Coba deh kamu perhatikan benda disekitarmu yang disimpan menghadap ke cermin (cermin datar), kemudian benda tersebut kamu simpan lebih dekat dan mundur menjauh dari cermin, bagaimana dengan gerakan bayangan benda tersebut? Tentu saja bayangan benda dari cermin mengikuti benda yang kamu simpan mendekat atau menjauhi cermin, lantas bagaimana dengan jarak antara benda dengan bayangannya di cermin? Yah jarak benda dengan cermin tentu saja sama dengan jarak benda dan bayangan cermin. Jadi begitulah, benda mempunyai bayangan bentuk dan ukuran akan tetapi letak benda akan berubah apabila dicerminkan.

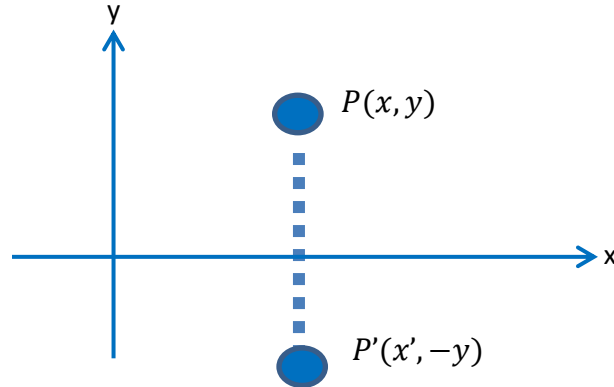
➤ **Sebagai Ilustrasi**

Dalam geometri bidang, sebagai cermin digunakan:

- a. Sumbu x
- b. Sumbu y
- c. $x = m$
- d. $y = n$
- e. $y = x$
- f. $y = -x$
- g. Titik pusat $O(0,0)$

Adapun penjelasannya, adalah sebagai berikut:

❖ Refleksi terhadap sumbu x



Berdasarkan gambar tersebut, jika bayangan titik $P(x, y)$ adalah $P'(x', y')$ maka $P'(x', y') = P'(x, -y)$ sehingga dalam bentuk matriks dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}x' &= x \\y' &= -y \\ \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}\end{aligned}$$

Jadi,

$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ adalah matriks pencerminan terhadap sumbu x.

Coba perhatikan contoh soal sebagai berikut:

➤ Sebagai Contoh

Diketahui segitiga ABC dengan koordinat titik $A(2,0)$, $B(0,-5)$ dan $C(-3,1)$. Tentukan koordinat bayangan segitiga ABC tersebut bila dicerminkan terhadap sumbu x

jawab:

Pencerminan terhadap sumbu x

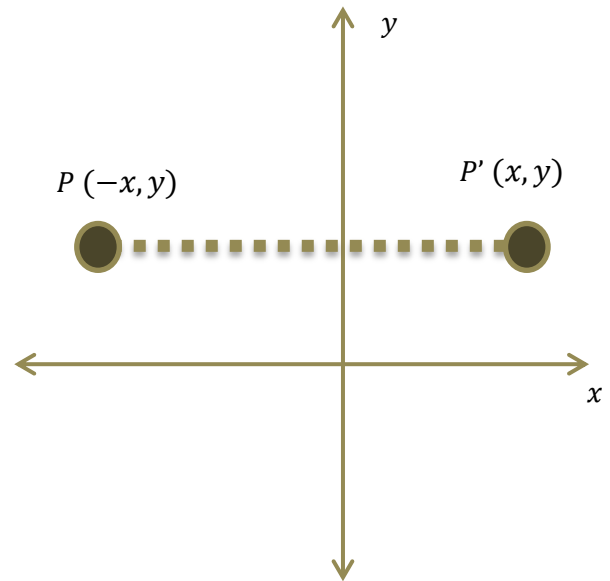
$$P(x,y) \longrightarrow P'(x, -y)$$

$$A(2,0) \longrightarrow A'(2,0)$$

$$B(0,-5) \longrightarrow B'(0,5)$$

$$C(-3,1) \longrightarrow C'(-3,-1)$$

❖ Refleksi terhadap sumbu y



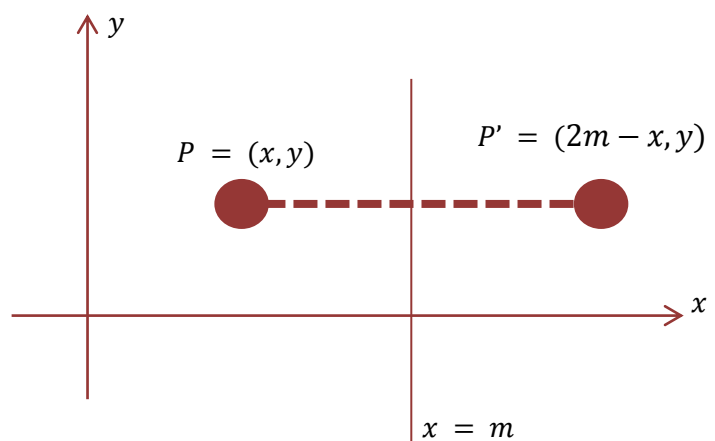
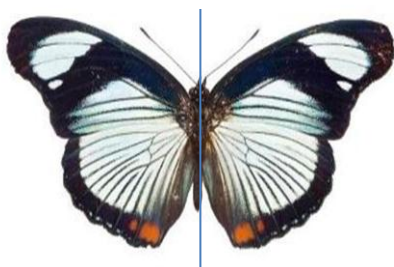
Berdasarkan gambar tersebut, jika bayangan titik $P(x, y)$ adalah $P'(x', y')$ maka $P'(x', y') = P'(-x, y)$, sehingga dalam bentuk matriks dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} x' &= -x \\ y' &= y \end{aligned}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Jadi, $\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ adalah matriks pencerminan terhadap sumbu y.

❖ Refleksi terhadap garis $x = m$



Berdasarkan gambar tersebut, jika bayangan titik $P(x, y)$ adalah $P'(x', y')$ maka $P'(x', y') = P'(2m - x, y)$.

➤ **Sebagai Contoh**

Tentukan bayangan kurva $y^2 = x - 5$ oleh pencerminan terhadap garis $x = 3$.

Jawab:

oleh pencerminan terhadap garis $x = 3$

$$\text{maka: } x' = 2m - x \rightarrow x = 2 \cdot 3 - x' = 6 - x'$$

$$y' = y \rightarrow y = y'$$

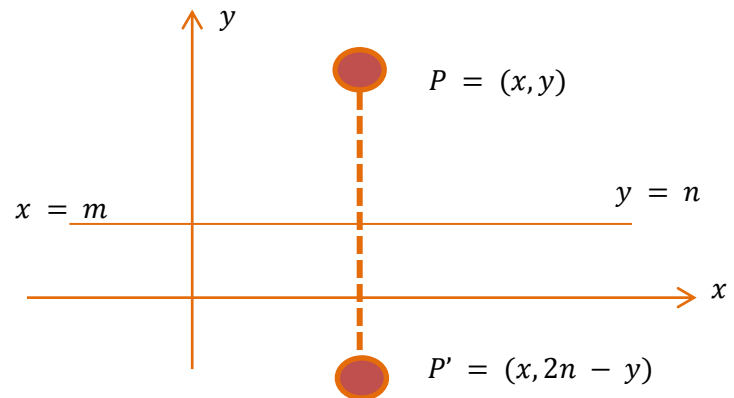
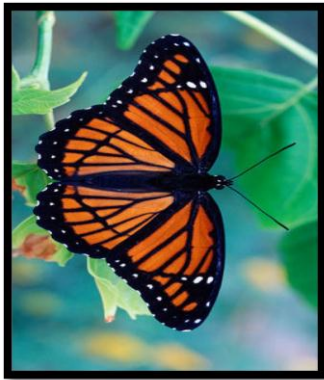
$$x = 6 - x' \text{ dan } y = y' \text{ disubstitusikan ke } y^2 = x - 5$$

$$\text{diperoleh: } (y')^2 = (6 - x') - 5$$

$$(y')^2 = 1 - x'$$

$$\text{Jadi bayangannya adalah } y^2 = 1 - x$$

❖ Refleksi terhadap garis $y = n$



Berdasarkan gambar diatas, jika bayangan titik $P(x, y)$ adalah $P'(x', y')$ maka $P'(x', y') = P'(x, 2n - y)$.

➤ **Sebagai Contoh**

Tentukan bayangan kurva $x^2 + y^2 = 4$ oleh pencerminan terhadap garis $y = -3$.

Jawab: oleh pencerminan terhadap garis $y = -3$ maka:

$$x' = x$$

$$y' = 2n - y$$

pencerminan terhadap garis $y = -3$

$$\text{Maka } x' = x \rightarrow x = x'$$

$$y' = 2n - y$$

$$y' = 2(-3) - y$$

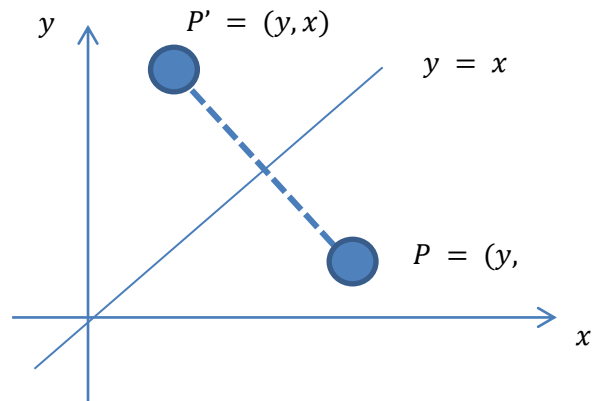
$$y' = -6 - y \rightarrow y = -y' - 6$$

disubstitusikan ke $x^2 + y^2 = 4$

$$(x')^2 + (-y' - 6)^2 = 4$$

$$(x')^2 + ((-y')^2 + 12y' + 36) - 4 = 0$$

$$\text{Jadi bayangannya: } x^2 + y^2 + 12y + 32 = 0$$

❖ Refleksi terhadap garis $y = x$ 

Berdasarkan gambar diatas, jika bayangan $P(x,y)$ adalah $P'(x',y')$ maka $P'(x',y') = P'(y, x)$, sehingga dalam bentuk matriks dapat ditulis sebagai berikut :

$$x' = y$$

$$y' = x$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Jadi, $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ adalah matriks pencerminan terhadap garis $y = x$

➤ **Sebagai Contoh**

Bayangan garis $2x - y + 5 = 0$ yang dicerminkan terhadap garis $y = x$ adalah...

Jawab: Matriks transformasi refleksi terhadap $y = x$ adalah $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$

Sehingga $x' = y$ dan $y' = x$

disubstitusi ke $2x - y + 5 = 0$

$$\text{diperoleh: } 2y' - x' + 5 = 0$$

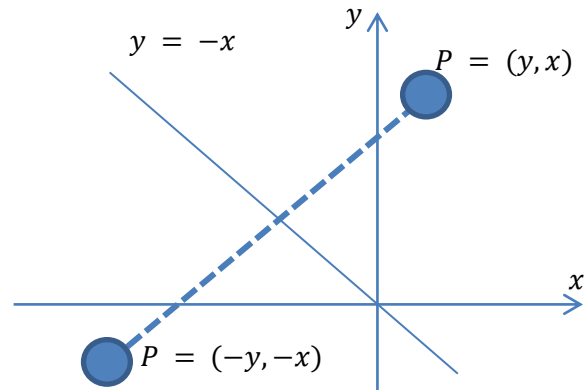
$$-x' + 2y' + 5 = 0$$

$$-x' + 2y' + 5 = 0$$

$$\text{dikali } (-1) \rightarrow x' - 2y' - 5 = 0$$

Jadi bayangannya adalah: $x - 2y + 5 = 0$

❖ Refleksi terhadap garis $y = -x$



Berdasarkan gambar diatas, jika bayangan $P(x, y)$ adalah $P'(x', y')$ maka $P'(x', y') = P'(-y, -x)$, sehingga dalam bentuk matriks dapat ditulis sebagai berikut :

$$x' = -y$$

$$y' = -x$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Jadi, $\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$ adalah matriks pencerminan terhadap garis $y = -x$

➤ Sebagai Contoh

Bayangan persamaan lingkaran $x^2 + y^2 - 8y + 7 = 0$ yang dicerminkan terhadap garis $y = -x$ adalah...

Jawab : $x' = -y$ dan $y' = -x$ atau $y = -x'$ dan $x = -y'$

Kemudian disubstitusikan ke: $x^2 + y^2 - 8y + 7 = 0$

$$(-y')^2 + (-x')^2 - 8(-x') + 7 = 0$$

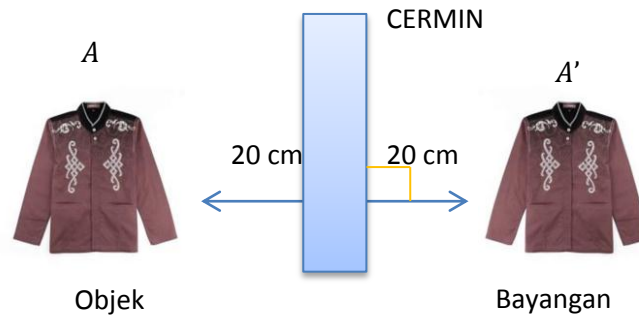
$$(-y')^2 + (-x')^2 + 8x' + 7 = 0$$

$$(x')^2 + (y')^2 + 8x' + 7 = 0$$

Jadi bayangannya adalah: $x^2 + y^2 + 8x + 7 = 0$

➤ **Sebagai Contoh**

Terdapat sebuah bola yang diletakkan dihadapan cermin dengan jarak 20 cm. bagaimana hasil refleksi bola terhadap cermin?



Pada gambar di atas terlihat bahwa bayangan yang dihasilkan tetap berupa bola. Jika dimisalkan bola sebagai A dan bayangannya sebagai A' , maka jarak titik A ke cermin sama dengan jarak titik A' ke cermin, yaitu 20cm. selain itu, jika titik A dan A' dihubungkan, maka garis A, A' akan tegak lurus terhadap cermin.

Berdasarkan ilustrasi gambar di atas, berikut paparan konsep refleksi umum dan sifat-sifatnya yang terbentuk.

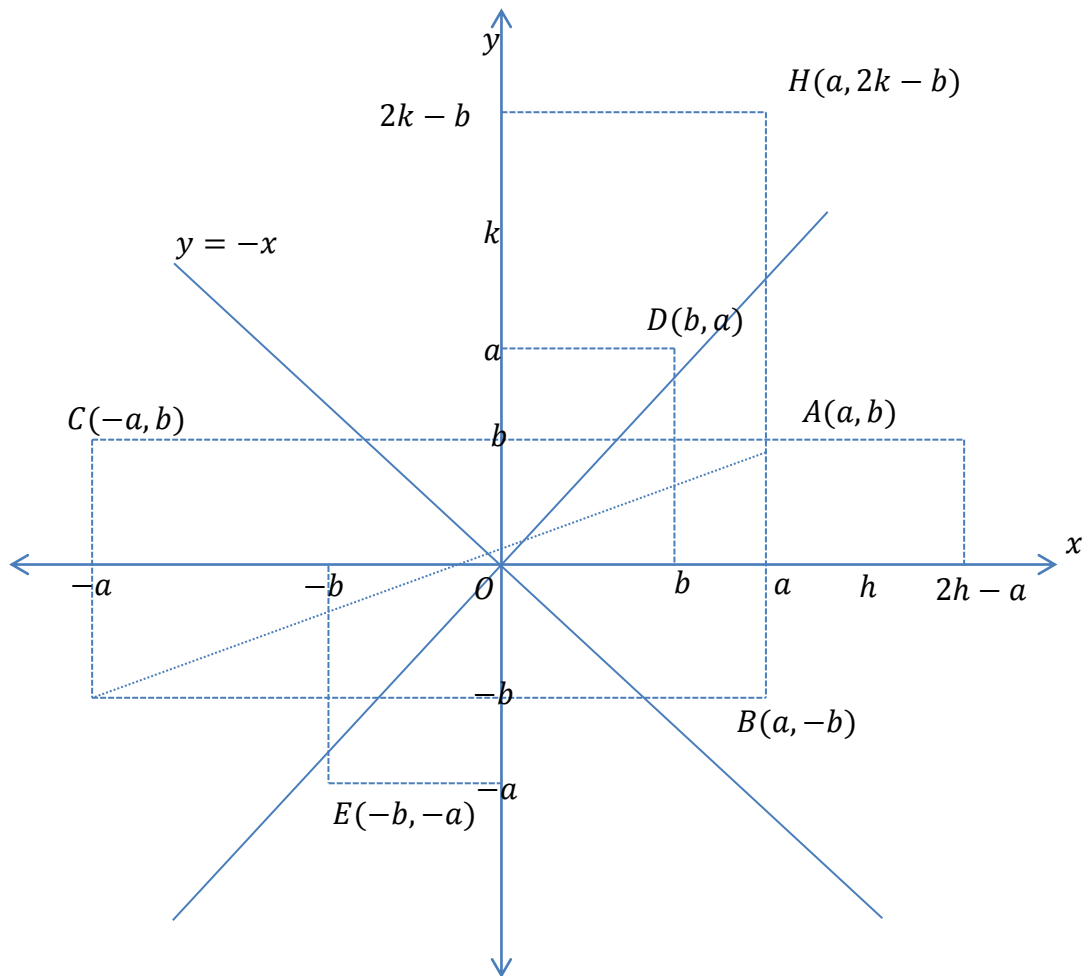
Refleksi (pencerminan) merupakan suatu transformasi yang memindahkan tiap titik bidang dengan menggunakan sifat bayangan oleh suatu cermin. Refleksi disimbolkan dengan M_a dengan a merupakan sumbu cermin

Sifat-Sifat Cermin:

- a. Dua refleksi berturut terhadap sebuah garis merupakan suatu identitas. Dengan artian bahwa yang direfleksikan tidak berpindah
- b. Pengerjaan dua refleksi terhadap dua sumbu yang sejajar, menghasilkan trasniasi dengan :
 - Jarak dari titik asal ke cermin sama dengan jarak cermin ke titik bayangan
 - Garis yang menghubungkan titik asal dengan titik bayangan tegak lurus terhadap cermin

- Garis-garis yang terbentuk antara titik-titik asal dengan titik-titik bayangan akan saling sejajar
 - Prefleksi terhadap dua sumbu sejajar bersifat tidak komutatif
- c. Pengerjaan dua refleksi terhadap dua sumbu yang saling tegak lurus , menghasilkan rotasi setengah lingkaran terhadap titik potong dari kedua sumbu pencerminan.
- d. Refleksi terhadap dua sumbu yang saling tegak lurus bersifat komutatif pengerjaan dua refleksi berurutan terhadap dua sumbu yang berpotongan akan menghasilkan rotasi yang bersifat:
- Titik potong kedua sumbu pencerminan merupakan pusat perputaran
 - Besar sudut perputaran sama dengan dua kali sudut antara kedua sumbu pencerminan
 - Arah perputaran sama dengan arah dari sumbu pertama ke sumbu kedua.

Perhatikan gambar di bawah ini:



Berdasarkan ilustrasi gambar di atas, terlihat bahwa:

- Jika titik $A(a, b)$ terhadap sumbu $-x$ menghasilkan bayangan titik $A'(a, -b)$ dengan matriks pencerminan $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$
- Jika titik $A(a, b)$ terhadap sumbu $-y$ menghasilkan bayangan titik $A'(-a, b)$ dengan matriks pencerminan $\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$
- Jika titik $A(a, b)$ terhadap titik asal $O(0,0)$ menghasilkan bayangan titik $A'(-a, -b)$ dengan matriks pencerminan $\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$
- Jika titik $A(a, b)$ terhadap garis $y = x$ menghasilkan bayangan titik $A(b, a)$ dengan matriks pencerminan $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$

- Jika titik $A(a, b)$ terhadap garis $y = -x$ menghasilkan bayangan titik $A'(-a, -b)$ dengan matriks pencerminan $\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$
- Jika titik $A(a, b)$ terhadap garis $x = h$ menghasilkan bayangan titik $A'(2h - a, b)$
- Jika titik $A(a, b)$ terhadap garis $y = k$ menghasilkan bayangan titik $A'(a, 2k - b)$

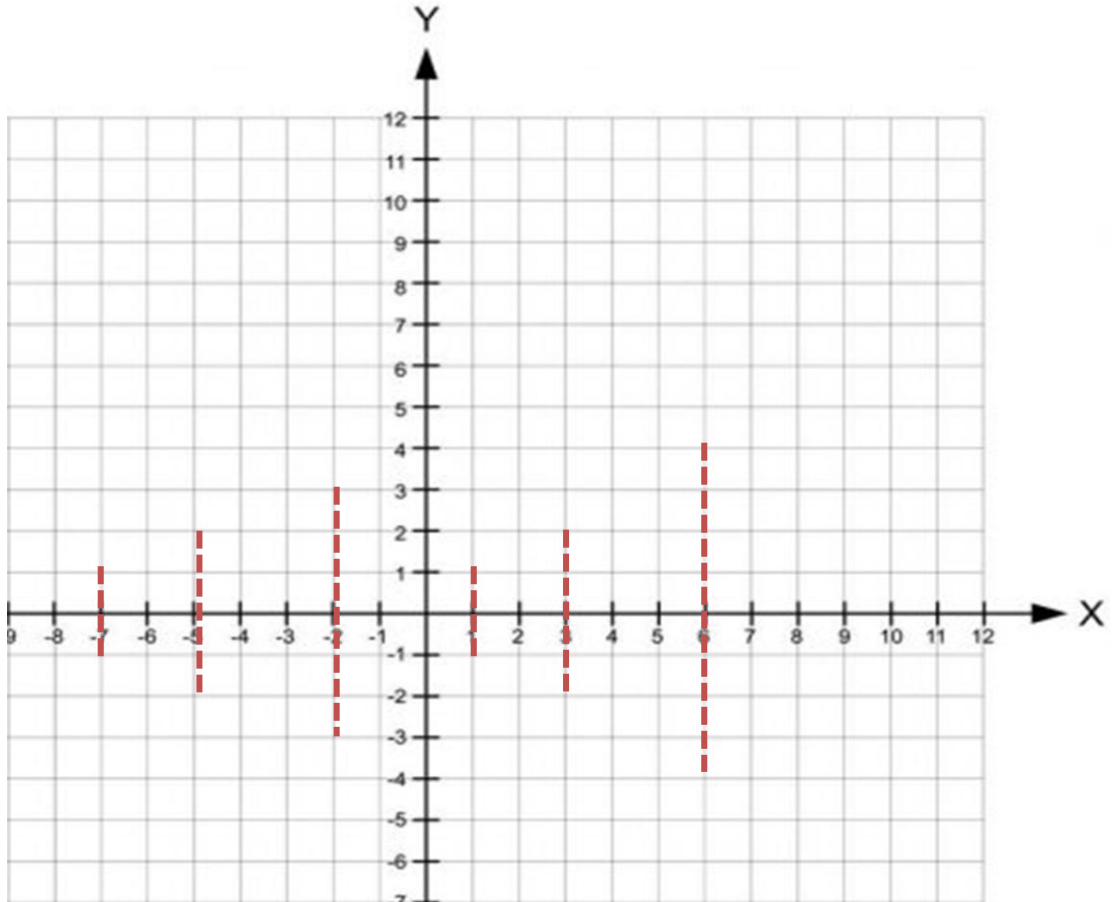
Secara umum, rumus hasil refleksi suatu titik dapat dilihat pada tabel berikut:

Refleksi	Titik Bayangan	Persamaan Matriks Transformasi
Sumbu X	$A'(x, -y)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
Sumbu Y	$A'(-x, y)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
Titik Asal $O(0,0)$	$A'(-x, -y)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
Garis $y = x$	$A'(y, x)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
Garis $y = -x$	$A'(-y, -x)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
Garis $x = h$	$A'(2h - x, y)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2h \\ 0 \end{pmatrix}$
Garis $y = k$	$A'(x, 2k - y)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 2k \end{pmatrix}$

Ingat: Pada penggunaan (a, b) atau (x, y) memiliki makna yang sama, yaitu menunjukkan objek (titik awal) atau hasil bayangan (titik bayangan)

➤ **Ayok Cari Tahu!**

1. Perhatikan pencerminan pada beberapa titik terhadap sumbu X berikut:



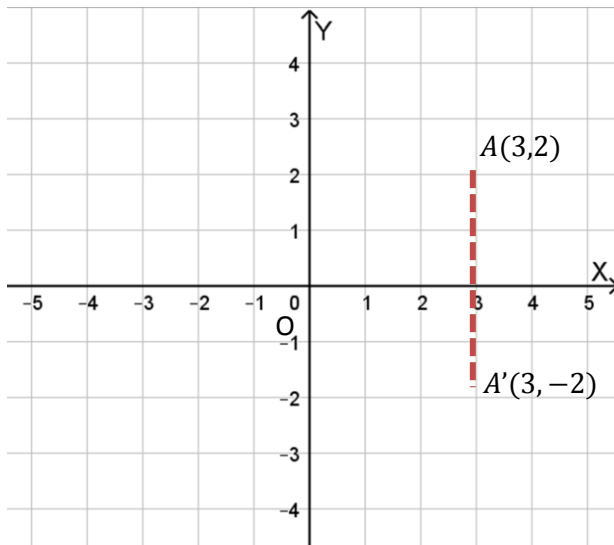
Berikut disajikan setiap pasangan titik di atas:

Objek	$A(1,1)$	$B(3,2)$	$C(6,4)$	$D(-2,3)$	$E(-5,2)$	$F(-7,1)$
Bayangan	$A'(1, -1)$	$B'(3, -2)$	$C'(6, -4)$	$D'(-2, -3)$	$E'(-5, -2)$	$F(-7, -1)$

Karena secara umum, pencerminan titik $A(x, y)$ terhadap sumbu x (atau garis dengan persamaan $y = 0$) akan menghasilkan koordinat bayangan $A(x', y')$.

Coba perhatikan sebuah contoh berikut, dengan menentukan koordinat bayangan dari setiap objek yang dicerminkan terhadap sumbu x maka nilai absis tetap, tetapi nilai ordinat berubah yaitu. Apabila koordinat objek adalah $A(x, y)$ maka koordinat bayangan adalah $A'(x', y')$. Yang perlu diingat adalah konsep matriks bahwa

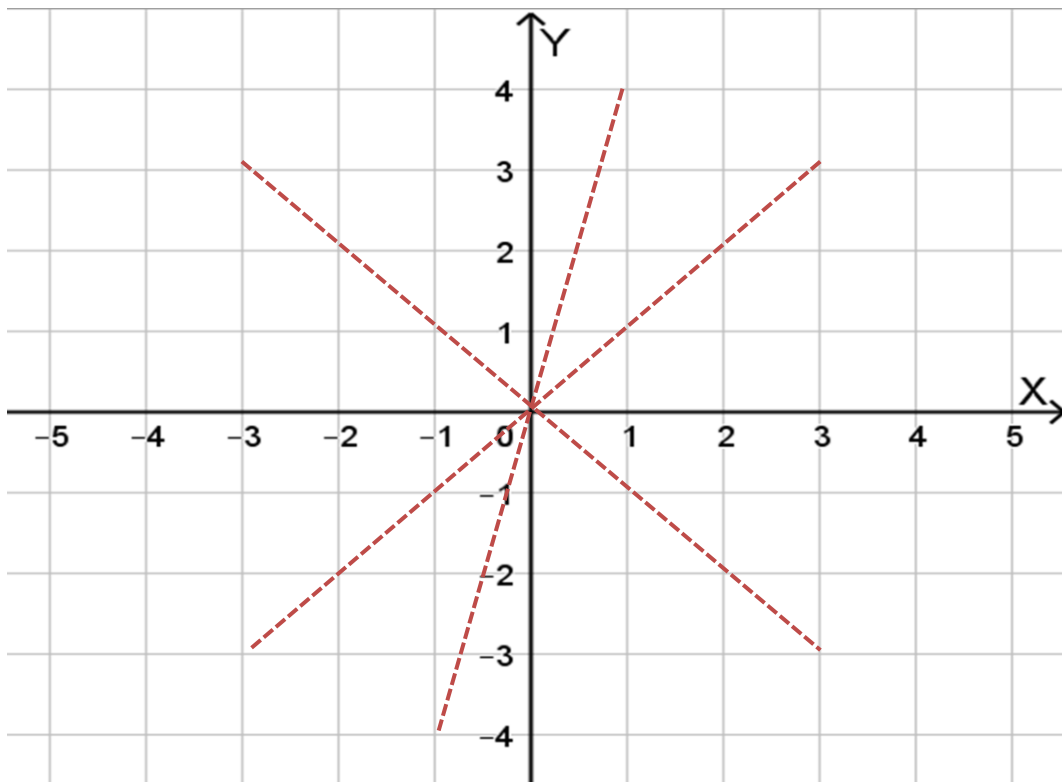
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Sebuah Pencermian Terhadap Sumbu X 

Tentukan bayangan titik $A(3,2)$ oleh pencerminan terhadap sumbu X !

Jawab: $A(3,2) \longrightarrow A'(3,-2)$

2 Perhatikan pencerminan pada beberapa titik asal O berikut:



Berikut disajikan setiap pasangan titik di atas:

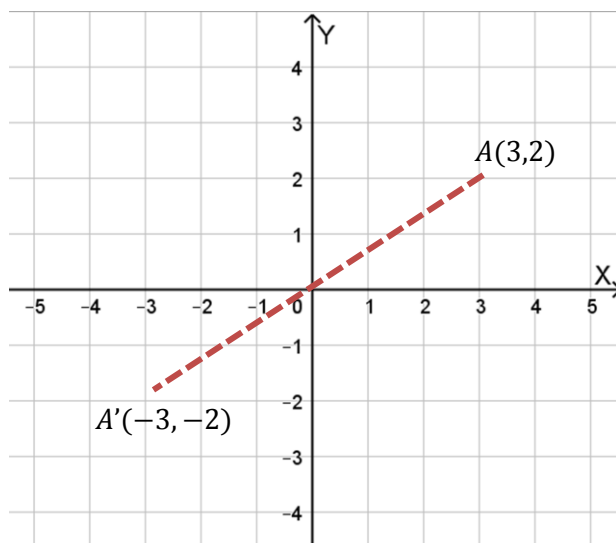
Objek	$A(3,3)$	$B(-3,3)$	$C(1,4)$
Bayangan	$A'(-3, -3)$	$B'(3, -3)$	$C'(-1, -4)$

Karena secara umum, pencerminan titik $A(x, y)$ terhadap titik asal akan menghasilkan koordinat bayangan $A(x', y')$.

Berdasarkan pengamatanmu terhadap koordinat objek dengan koordinat bayangan dari setiap titik di atas, maka apabila koordinat objek adalah $A(x, y)$ maka koordinat bayangan adalah $A'(-x, -y)$. Yang perlu diingat adalah konsep matriks bahwa

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

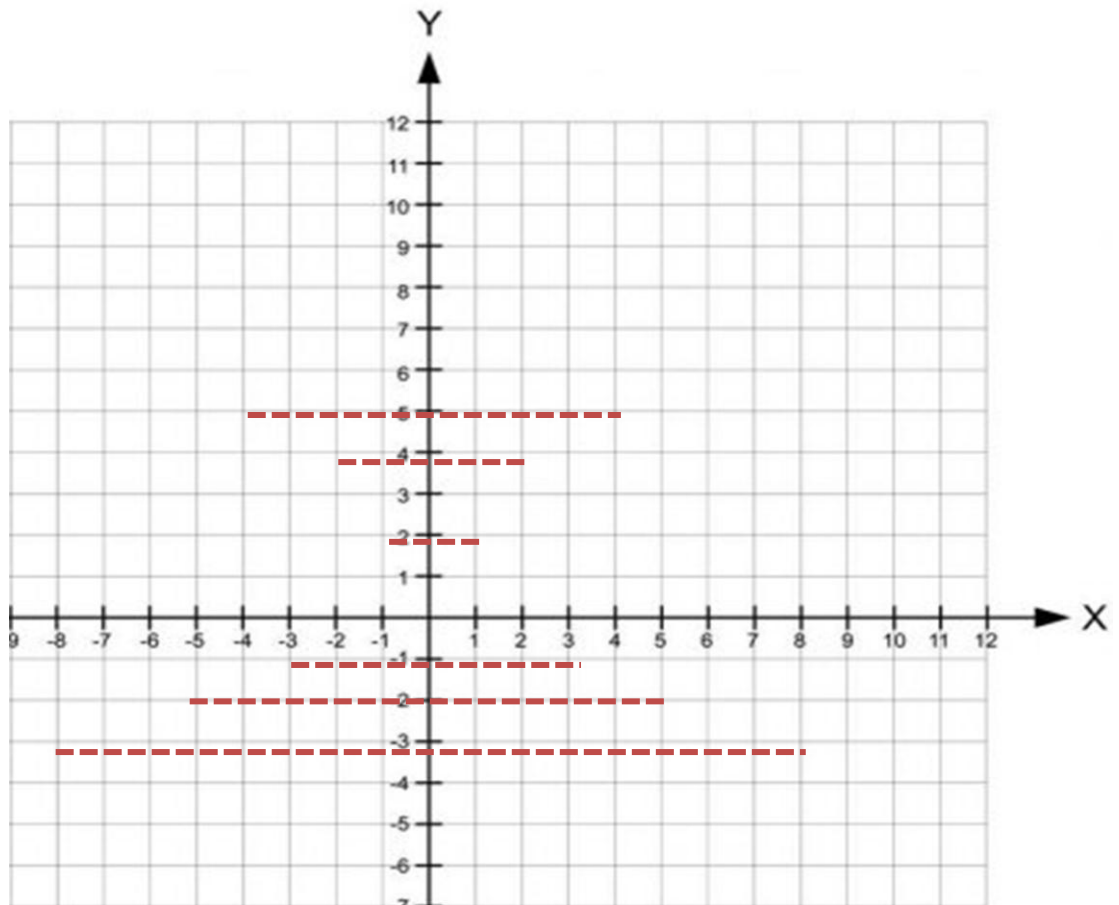
Sebuah Pencerminan Terhadap Titik Asal O



Tentukan bayangan titik $A(3,2)$ oleh pencerminan terhadap titik asal O !

Jawab: $A(3,2) \longrightarrow A'(-3, -2)$

3 Perhatikan pencerminan pada beberapa titik terhadap sumbu Y berikut:



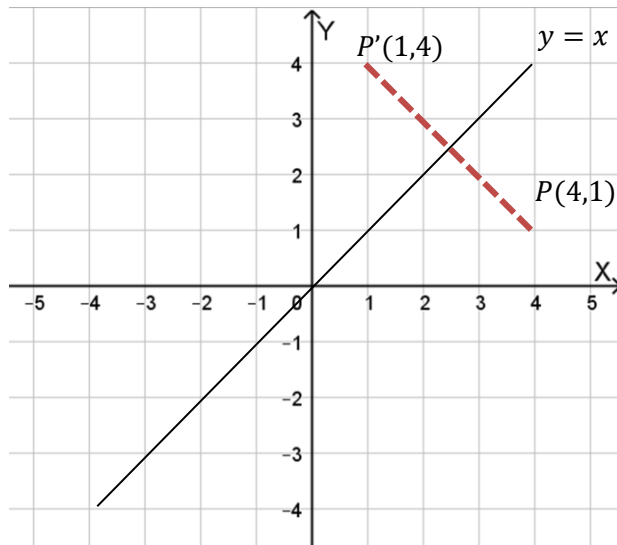
Berikut disajikan setiap pasangan titik di atas:

Objek	$A(-1,1)$	$B(-2,3)$	$C(-4,4)$	$D(-3,-2)$	$E(-5,-3)$	$F(-8,-4)$
Bayangan	$A'(1,1)$	$B'(2,3)$	$C'(4,4)$	$D'(3,-2)$	$E'(5,-3)$	$F'(8,-4)$

Karena secara umum, pencerminan titik $A(x, y)$ terhadap sumbu y (atau garis dengan persamaan $x = 0$) akan menghasilkan koordinat bayangan $A'(x', y')$.

Coba perhatikan sebuah contoh berikut, dengan menentukan koordinat bayangan dari setiap objek yang dicerminkan terhadap sumbu y maka apabila koordinat objek adalah $A(x, y)$ maka koordinat bayangan adalah $A'(x', y')$. Yang perlu diingat adalah konsep matriks bahwa

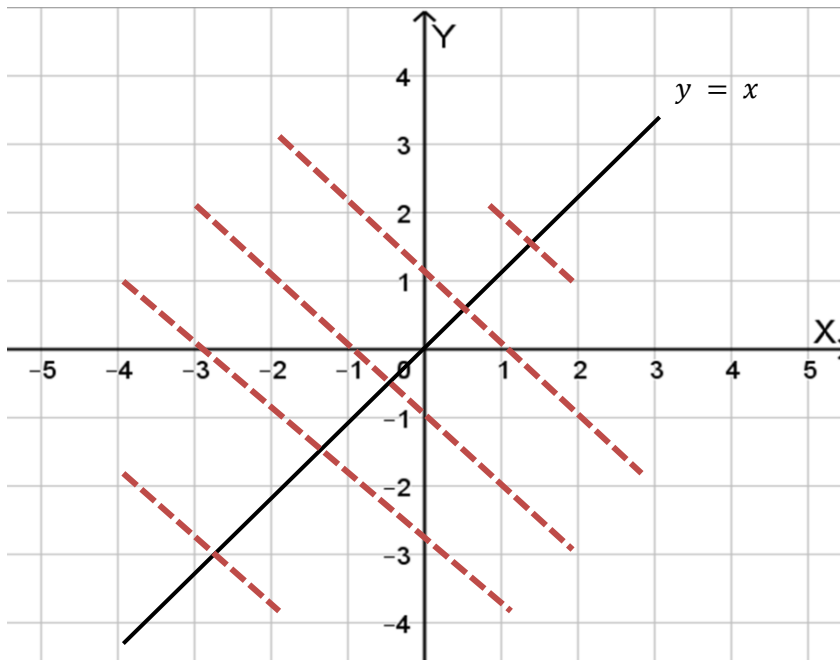
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Pencerminan Terhadap Sumbu $y = x$ 

Tentukan bayangan titik $A(4,1)$ oleh pencerminan terhadap garis $y = x$!

Jawab: $A(4,1) \longrightarrow A'(1,4)$

4. Perhatikan pencerminan pada beberapa titik terhadap sumbu $Y = X$ berikut:



Berikut disajikan setiap pasangan titik di atas:

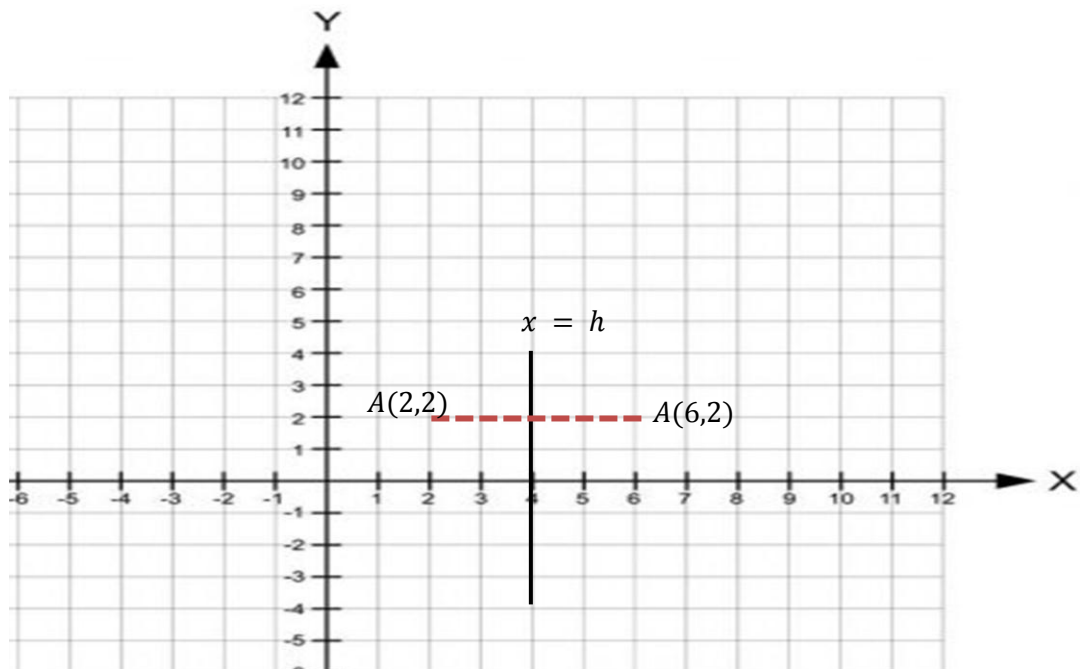
Objek	$A(1,2)$	$B(2,-3)$	$C(-2,3)$	$D(-4,-2)$	$E(1,-4)$
Bayangan	$A'(2,1)$	$B'(-3,2)$	$C'(3,-2)$	$D'(-2,-4)$	$E'(1,-4)$

Karena secara umum, pencerminan titik $A(x,y)$ terhadap garis akan menghasilkan koordinat bayangan $A'(x',y')$.

Coba perhatikan berikut ini, untuk menentukan koordinat bayangan dari setiap objek yang dicerminkan terhadap garis $y = x$ maka apabila koordinat objek adalah $A(x,y)$ maka koordinat bayangan adalah $A'(x',y')$. Yang perlu diingat adalah konsep matriks bahwa

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

5. Perhatikan Pencerminan Terhadap Titik Asal $x = h$



Tentukan bayangan titik $A(2,2)$ oleh pencerminan terhadap garis $x = 4$!

Jawab: Dengan memperhatikan matriks dari koordinat bayangan dari setiap objek yang dicerminkan terhadap garis $y = x$,

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2h \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$A(2,2) \longrightarrow A'(6,-2)$$

Melatih Mandiri I



Setelah kamu memahami konsep translasi (pergeseran) dan refleksi (pencerminan) coba selesaikan soal-soal berikut ini!

A. Soal Pertama

➤ Translasi (pergeseran)

1. Tentukan titik akhir dari pergeseran berikut
 - a. Titik $A(-3, 2)$ jika ditranslasikan dengan $T = \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \end{pmatrix}$
 - b. Titik $B(-3, 2)$ jika ditranslasikan dengan $T = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$
2. Buatlah suatu pergeseran dari satu titik sebarang dengan T sebarang!
3. Tentukan persamaan kurva oleh translasi berikut:
 - a. Garis lurus $2x - 3x + 4 = 0$ dengan $T = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \end{pmatrix}$
 - b. Parabola $y = x^2 + x - 6$ terhadap garis $T = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$

➤ Refleksi (Pencerminan)

4. Tentukan hasil pencerminan dari beberapa titik berikut:
 - a. Titik $A(-3, 2)$ jika dicerminkan terhadap sumbu x
 - b. Titik $A(2, -3)$ jika dicerminkan terhadap sumbu y
5. Buatlah suatu pencerminan dari titik sebarang terhadap sumbu koordinat kartesius x atau y !
6. Tentukan persamaan kurva oleh pencerminan berikut:
 - a. Garis lurus $2x - 3x + 4 = 0$ dicerminkan terhadap sumbu x
 - b. Parabola $y = x^2 + x - 6$ terhadap garis $y = 3$

B. Soal Kedua**➤ Translasi (pergeseran)**

Kamu sedang berdiri di depan sebuah papan tulis berbentuk persegi $ABCD$ yang memiliki titik sudut yaitu $A(1,5)$, $B(3,5)$, $C(3,2)$, dan $D(1,2)$. Jika meja tersebut dipindahkan dari tempat kamu berdiri, dengan jarak menjauh atau dengan perbesar 2 kali dengan titik pusat $(0,0)$. Maka:

1. Tentukan bayangan meja tersebut!
2. Gambarkan ilustrasi tersebut dalam bidang kartesius!

➤ Refleksi (Pencerminan)

Bus antar kota A dan B beroperasi pagi hari ini di sekitar terminal kota, dengan jarak yang sama dari terminal. Kedua bus kota tersebut bergerak berbarengan menjauh dari terminal sebagai titik pusat. Bus A bergerak ke arah utara sejauh 50km , kemudian berbelok ke arah barat sejauh 40km . Apabila diketahui bus B bergerak berlawanan arah dengan bus A sebagai bentuk pencerminan dari bus A . Maka:

1. Ubahlah ilustrasi tersebut dalam bentuk bidang kartesius!
2. Untuk menentukan posisi dari bus B , maka buatlah matriks!

Selamat Bereksperimen!

Petunjuk Jawaban:

1. Tentukan terlebih dahulu yang diyanyakan transformasi pada translasi (pergeseran) atau refleksi (pencerminan)
2. Tentukan rumus dan matriks yang sesuai dan tepat untuk menyelesaikan permasalahan dalam soal
3. Selesaikan setiap tahap demi tahap sesuai rumus sehingga menemukan jawaban yang tepat

Tingkat Penguasaan

Cocokkanlah setiap jawaban kamu dengan melihat kembali jawaban yang ada di dalam modul pembelajaran. Hitunglah jawaban yang benar. Selanjutnya gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian

➤ Soal Pertama

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \text{Jawaban Benar} \times 16$$

Nilai tingkat penguasaan:

90-96 = Sangat Baik

80-89 = Baik

70-79 = Cukup

<70 = Kurang

➤ Soal Kedua

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \text{Jawaban Benar} \times 25$$

Nilai tingkat penguasaan:

90-100 = Sangat Baik

80-89 = Baik

70-79 = Cukup

<70 = Kurang





BAGIAN III

Kegiatan Belajar 2

Uraian Materi

C. Rotasi

Materi Awal yang harus dipahami adalah: (1). Koordinat Kartesius;(2). Operasi Pada Matriks; (3). Persamaan Garis Lurus; (4) Trigoonometri

Rotasi adalah perputaran. Rotasi ditentukan oleh pusat rotasi dan besar sudut rotasi. Rotasi pusat adalah $O(0,0)$



- Cobalah perhatikan benda-benda yang berputar di sekitar lingkungan keseharianmu! Seperti misalnya wahana bianglala, jam dinding, kincir angin, dan sebagainya. Komedi putar, gangsing, jarum jam, dan kipas angin, merupakan contoh objek yang bergerak dengan berputar. Ketika dimainkan, gangsing dapat diputar berlawanan arah dengan jarum jam ataupun berlawanan dengan pusat tertentu. Dalam matematika, proses memutar gasing termasuk dalam rotasi.

Menurut kamu apakah ukuran dan bentuk benda akan mengalami perubahan? Tentu saja tidak, bukan. Begitu juga dengan keadaan benda yang diputar pada sistem koordinat, perhatikan gambar di atas!

Setelah kamu perhatikan perputaran objek yaitu titik, bidang, dan kurva pada sistem koordinat tidak

berubah pada bentuk dan ukuran akan tetapi mengalami perubahan pada posisi atau letaknya. Jadi sebagai kesimpulannya adalah, bentuk dan ukuran dari suatu objek yang diputar tidak akan mengalami perubahan karena rotasi sebuah transformasi rotasi yaitu hanya mengalami perubahan pada posisi atau letak saja.

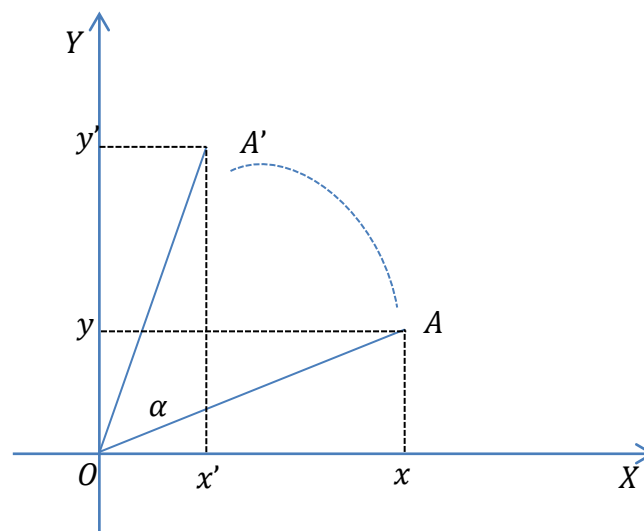
Rotasi pada bidang datar ditentukan oleh:

- Titik pusat rotasi
- Besar sudut rotasi
- Arah sudut rotasi

Sudut rotasi merupakan sudut antara garis yang menghubungkan titik asal dan pusat rotasi yang menghubungkan titik bayangan dan pusat rotasi. Jika arah rotasi diputar searah jarum jam, maka besarsudut rotasi negatif ($-\alpha$). Jika arah rotasi diputar berlawanan jarum jam, maka besar sudut rotasi positif (α). Rotasi dinotasikan dengan $R(P, \alpha)$, dimana P merupakan pusat rotasi dan (α) besarsudut rotasi.

- Rotasi terhadap titik pusat (0,0)

Untuk lebih memahaminya, perhatikan gambar berikut:



Misalkan terdapat sebuah titik $A(x, y)$ akan dirotasikan sebesar α dengan pusat $(0,0)$ dan akan menghasilkan titik $A'(x', y')$ dan dapat dituliskan sebagai berikut

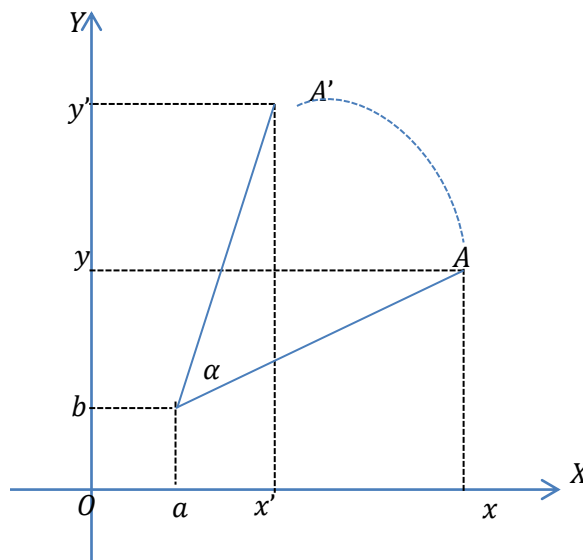
$$A(x, y) \xrightarrow{R[O(0,0), \alpha]} A'(x', y')$$

Titik (x, y) dirotasikan sebesar α terhadap titik pusat $(0,0)$ menghasilkan bayangan titik (x', y') dengan aturan

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

- Rotasi terhadap titik (a, b)

Untuk memahami rotasi terhadap titik (a, b) , maka perhatikanlah gambar di bawah ini



Misalkan terdapat sebuah titik $A(x, y)$ akan dirotasikan sebesar α terhadap titik pusat (a, b) dan akan menghasilkan titik $A'(x', y')$ yang dapat dituliskan sebagai berikut

$$A(x, y) \xrightarrow{R[(a, b), \alpha]} A'(x', y')$$

Titik (x, y) dirotasikan sebesar α terhadap titik pusat (a, b) menghasilkan bayangan titik (x', y') dengan aturan

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

Titik $P(x, y)$ dirotasi sebesar α berlawanan arah jarum jam dengan pusat $O(0,0)$ dan diperoleh bayangan $P'(x', y')$

$$\text{maka: } x' = x \cos \alpha - y \sin \alpha$$

$$y' = x \sin \alpha + y \cos \alpha$$

Jika sudut putar $\alpha = \frac{1}{2}\pi$ (rotasinya dilambangkan dengan $R^{\frac{1}{2}\pi}$) maka $x' = -y$ dan $y' = x$, dalam bentuk matriks:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\text{Jadi } R^{\frac{1}{2}\pi} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Ayok Cari Tahu!

2. Persamaan bayangan garis $x + y = 6$ setelah dirotasikan pada pangkal koordinat dengan sudut putaran 90° , adalah....

Jawab :

$$R + 90^\circ \text{ berarti: } x' = -y \rightarrow y = -x'$$

$$y' = x \rightarrow x = y'$$

$$\text{disubstitusi ke: } x + y = 6$$

$$y' + (-x') = 6$$

$$y' - x' = 6 \rightarrow x' - y' = -6$$

$$\text{Jadi bayangannya: } x - y = -6$$

3. Tentukan bayangan titik pusat $C(3,1)$ jika dirotasikan berlawanan arah jarum jam sebesar 90° dan berpusat di $(2,4)$!

Jawab:

Koordinat titik $C(3,1)$ akan dirotasikan $R_{[(2,4),90^\circ]}$

$$C(3,1) \xrightarrow{R[(2,4)90^\circ]} C'(x',y')$$

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

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos 90^\circ & -\sin 90^\circ \\ \sin 90^\circ & \cos 90^\circ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 - 2 \\ 1 - 4 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ -3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \end{pmatrix}$$

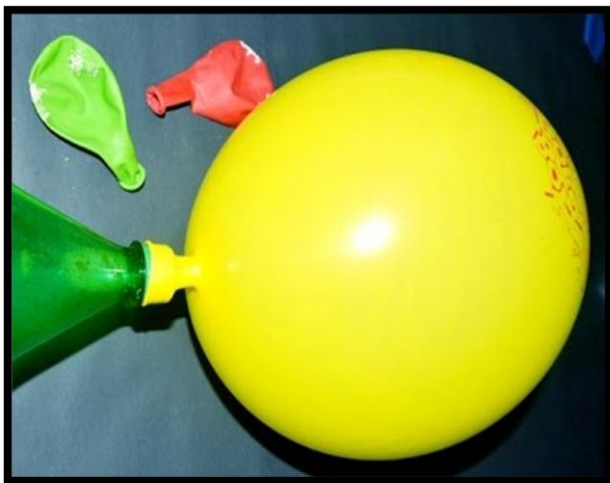
Jadi hasil bayangan titik C adalah $C'(4,5)$

D. Dilatasi

Materi yang Harus dikuasai adalah: (1) Koordinat Kartesius; (2) Operasi pada Matriks; (3) Persamaan Garis Lurus

Dilatasi adalah suatu transformasi yang mengubah ukuran (memperbesar atau memperkecil) suatu bangun dengan faktor pengali tertentu terhadap suatu titik tertentu, tetapi tidak mengubah bentuk bangunnya. Faktor pengali tertentu ini disebut faktor skala atau faktor dilatasi, dan titik tertentu disebut pusat dilatasi. **Dilatasi Pusat $O(0,0)$ dan faktor skala k**

Jika titik $P(x,y)$ didilatasi terhadap pusat $O(0,0)$ dan faktor skala k didapat bayangan $P'(x',y')$ maka $x' = kx$ dan $y' = ky$ dan dilambangkan dengan $[O, k]$.



Dalam keseharianmu, pasti pernah menemukan benda-benda yang mengalami perubahan dari kecil membesar atau membesar menjadi mengecil. Misalnya saja pada balon kempes sebelum diisi angin dengan balon yang telah diisi angin. Semakin banyak angin/udara yang dipompa ke balon, maka semakin besar pula ukuran balon. Balon yang membesar ini adalah yang dinamakan dengan dilatasi. Atau pada ukuran pesawat saat berdiam di hanggarnya dan ketika pesawat terbang di atas langit, terdapat perbedaan ukuran dalam pandangan disebabkan jarak objek dengan mata.

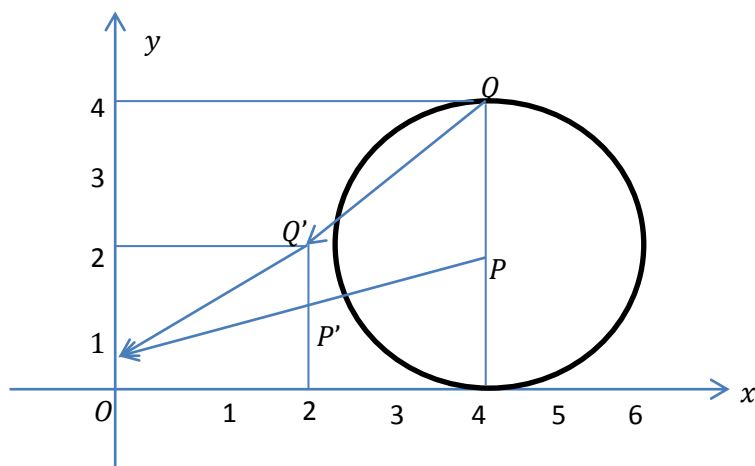
Permisalan lainnya adalah tatkala kamu mencetak foto atau pas foto. Biasanya ketika mencetak foto, pas foto kita dimintai untuk menentukan ukurannya seperti 2x3, 3x4 atau 4x6. mencetak foto dengan ukuran memperbesar atau memperkecil inilah salah satu dari contoh dilatasi.

Bangun yang diperbesar atau diperkecil (dilatasi) dengan skala k dapat mengubah ukuran atau tetap ukurannya, tetapi tidak mengubah bentuk.

- Jika $k > 1$ maka bangun akan diperbesar dan terletak searah terhadap sudut dilatasi dengan bangun semula.
- Jika $k = 1$ maka bangun tidak mengalami perubahan ukuran dan letak
- Jika $0 < k < 1$ maka bangun akan diperkecil dan terletak searah terhadap pusat dilatasi dengan bangun semula
- Jika $-1 < k < 0$ maka bangun akan diperkecil dan terletak berlawanan arah terhadap pusat dilatasi dengan bangun semula
- Jika $k = -1$ maka bangun tidak akan mengalami perubahan bentuk dan ukuran dan terletak berlawanan arah terhadap pusat dilatasi dengan bangun semula
- Jika $k < -1$ maka bangunan akan diperbesar dan terletak berlawanan arah terhadap pusat dilatasi dengan bangun semula.

➤ Sebagai Contoh

Coba perhatikan lingkaran berikut yang berpusat di titik $P(4,2)$ dan melalui titik $Q(4,4)$ berikut adalah dilatasi terhadap pusat $O(0,0)$ dengan faktor skala $1/2$. bayangan yang diperoleh adalah lingkaran yang berpusat di titik $P'(2,1)$ dan melalui titik $Q'(2,2)$ lingkaran ini sebangun dengan lingkaran P dengan ukuran diperkecil



Untuk menentukan lingkaran hasil dilatasi di atas, dapat menggunakan matriks seperti berikut:

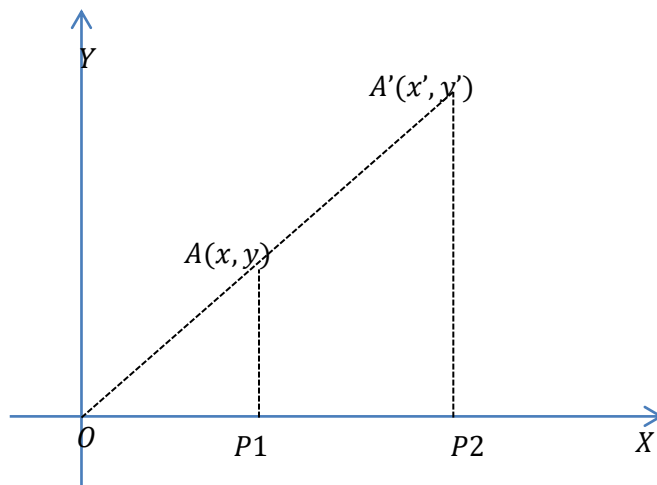
$$\begin{pmatrix} x1' & x2' \\ y1' & y2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 4 & 4 \\ 2 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 2 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$$

Dengan dilatasi terhadap pusat $O(0,0)$ dan faktor skala $\frac{1}{2}$, diperoleh lingkaran dengan pusat $P'(2,1)$ dan melalui $Q'(2,2)$.

➤ Dilatasi secara umum, sebagai berikut

Perhatikan pula ilustrasi sistem koordinat di atas, bentuk suatu benda/objek apabila terjadi dilatasi

- Dilatasi terhadap Titik Pusat $(0,0)$



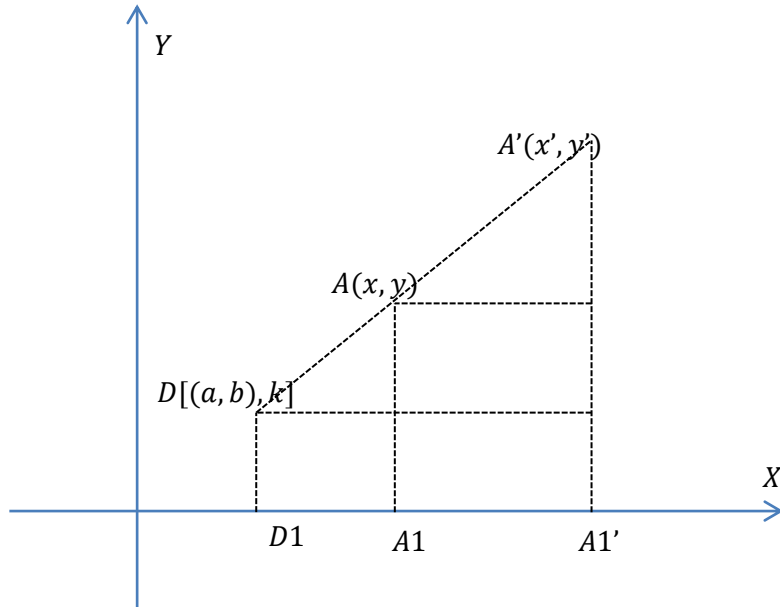
Dilatasi titik A terhadap titik pusat $(0,0)$ dapat ditulis sebagai berikut

$$A(x, y) \xrightarrow{D(0, k)} A'(x', y')$$

Titik (x, y) didilatasi dengan faktor skala k terhadap titik pusat $(0,0)$ menghasilkan bayangan titik (x', y') dalam persamaan matriks dsapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

- Dilatasi terhadap Titik (a, b)



Dilatasi titik A terhadap titik (a, b) dapat dituliskan sebagai berikut

$$A(x, y) \xrightarrow{D[(a, b), k]} A'(x', y')$$

Titik (x, y) didilatasi dengan faktor skala k terhadap titik pusat (a, b) menghasilkan bayangan titik (x', y') dalam persamaan matriks ditulis sebagai berikut

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x - a \\ y - b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$$

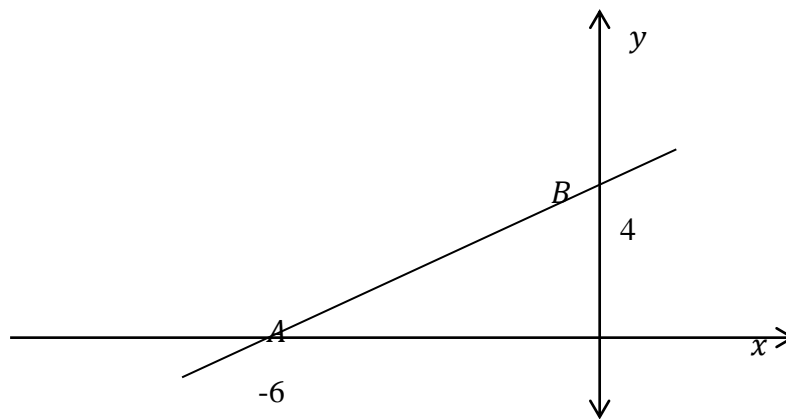
➤ Ayok Cari Tahu!!!

1. Garis $2x - 3y = 6$ memotong sumbu X di A dan memotong sumbu y di B . Karena dilatasi $[O, -2]$, titik A menjadi A' dan titik B menjadi B' . Hitunglah luas segitiga $OA'B'$

Jawab : garis $2x - 3y = 6$ memotong sumbu X di $A(3,0)$ memotong sumbu Y di $B(0,2)$

karena dilatasi $[O, -2]$ maka $A'(kx, ky) \rightarrow A'(-6,0)$ dan $B'(kx, ky) \rightarrow B'(0, -4)$

Titik $A'(-6,0)$, $B'(0, -4)$ dan titik $O(0,0)$ membentuk segitiga seperti pada berikut:



$$\begin{aligned} \text{Sehingga luasnya} &= \frac{1}{2} \times OA' \times OB' \\ &= \frac{1}{2} \times 6 \times 4 \\ &= 12 \end{aligned}$$

2. Tentukan bayangan titik $A(-5,2)$ setelah didilatasi terhadap pusat $(3,4)$ dan faktor skala -3 !

Jawab:

Titik $A(-5,2)$ akan didilatasikan oleh $D_{[(3,4), -3]}$ dapat ditulis

$$A(-5,2) \xrightarrow{D[(3,4), -3]} A'(x', y')$$

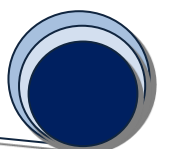
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x - a \\ y - b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$$

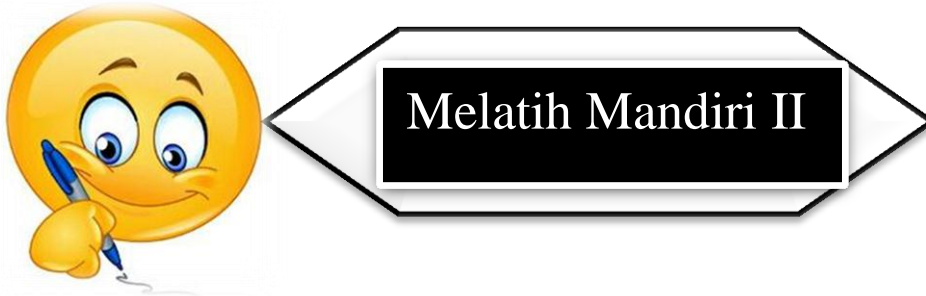
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -3 & 0 \\ 0 & -3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -5 - 3 \\ 2 - 4 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -3 & 0 \\ 0 & -3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -8 \\ -2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 24 \\ 6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 27 \\ 10 \end{pmatrix}$$





Setelah kamu memahami materi rotasi (perputaran) dan dilatasi (perbesaran atau perkecilan) maka jawablah soal-soal berikut ini!

A. Soal Pertama

➤ **Rotasi (perputaran)**

1. Tentukan titik akhir dari sebuah perputaran pada: Titik $A(3, -2)$ apabila dirotasikan sebesar 90° dengan pusat $O(0,0)$
2. Tentukan persamaan kurva oleh rotasi R berikut!
 - a. Garis lurus $3x - 2y = 6 = 0$ dirotasikan sebesar 90° dengan pusat $O(0,0)$
 - b. Parabola $y = x^2 + x - 4$ dirotasi sebesar -180° dengan pusat $O(0,0)$

➤ **Dilatasi (Perbesaran atau perkecilan)**

3. Tentukanlah dilatasi pada: Titik $A(3, -2)$ apabila didilatasi dengan skala 3 dan pusat $O(0,0)$
4. Tentukan persamaan kurva oleh dilatasi D berikut!
 - a. Garis lurus $2x - 3y + 4 = 0$ didilatasi dengan faktor skala 2, dengan pusat $O(0,0)$
 - b. Parabola $y = x^2 + x - 6$ didilatasi dengan faktor skala 2, dengan pusat $O(0,0)$



B. Soal Kedua**➤ Rotasi (perputaran)**

Sebuah Helikopter terbang menuju Helipad yang berada di kota Malang. Jika Helikopter berada pada titik koordinat $P(40, 30)$ bergerak dengan berputar sebesar 90° berlawanan arah jarum jam terhadap letak Helipad, sedangkan koordinat dari Helipad adalah $(0, 15)$, maka tentukan koordinat helikopter setelah berputar dengan menggunakan matriks!

➤ Dilatasi (Perbesaran atau perkecilan)

Sebuah segi empat $ABCD$ didilatasi menjadi $A'B'C'D'$. Diasumsikan titik pusat $(0, 0)$ dengan $A(0, 1)$, $B(3, 1)$, $C(3, 3)$, dan $D(1, 3)$ dikalikan 3 menghasilkan koordinat titik dilatasinya adalah $A'(0, 3)$, $B'(9, 3)$, $C'(9, 9)$, dan $D'(3, 9)$. Maka gambarkan ilustrasi tersebut dalam bentuk bidang kartesius!

Selamat Bereksperimen!



Petunjuk Jawaban:

1. Tentukan terlebih dahulu yang diyanyakan transformasi pada rotasi (perputaran) atau dilatasi (pengalian, perbesaran atau perkecilan)
2. Tentukan rumus dan matriks yang sesuai dan tepat untuk menyelesaikan permasalahan dalam soal
3. Selesaikan setiap tahap demi tahap sesuai rumus sehingga menemukan jawaban yang tepat

Tingkat Penguasaan

Cocokkanlah setiap jawaban kamu dengan melihat kembali jawaban yang ada di dalam modul pembelajaran. Hitunglah jawaban yang benar. Selanjutnya gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian

➤ **Soal Pertama**

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \text{Jumlah Jawaban Benar} \times 25$$

➤ **Soal Kedua**

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \text{Jumlah Jawaban Benar} \times 50$$

Nilai tingkat penguasaan:

90-96 = Sangat Baik

80-89 = Baik

70-79 = Cukup

<70 = Kurang

E. Komposisi Transformasi Dengan Matriks

Berikut ini merupakan matriks yang bersesuaian dengan transformasi geometri

Transformasi	Rumus	Matriks
Identitas	$A(x, y) \xrightarrow{I} A'(x, y)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
Translasi	$A(x, y) \xrightarrow{\begin{pmatrix} p \\ q \end{pmatrix}} A'(x+p, y+q)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p \\ q \end{pmatrix}$
Refleksi terhadap sumbu-x	$A(x, y) \xrightarrow{sb.x} A'(x, -y)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
Refleksi terhadap sumbu-y	$A(x, y) \xrightarrow{sb.y} A'(-x, y)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
Refleksi terhadap garis $y=x$	$A(x, y) \xrightarrow{y=x} A'(y, x)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
Refleksi terhadap garis $y=-x$	$A(x, y) \xrightarrow{y=-x} A'(y, -x)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
Refleksi terhadap garis $x=k$	$A(x, y) \xrightarrow{x=k} A'(2k-x, y)$	
Refleksi terhadap garis $y=k$	$A(x, y) \xrightarrow{y=k} A'(x, 2k-y)$	
Refleksi terhadap titik (p, q)	$A(x, y) \xrightarrow{(p, q)} A'(x', y')$ Sama dengan rotasi pusat (p, q) sejauh 180°	$\begin{pmatrix} x'-p \\ y'-q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos 180^\circ & -\sin 180^\circ \\ \sin 180^\circ & \cos 180^\circ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-p \\ y-q \end{pmatrix}$
Refleksi terhadap titik pusat $(0,0)$	$A(x, y) \xrightarrow{(0,0)} A'(-x, -y)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
Refleksi terhadap garis $y=mx, m=\tan \alpha$	$A(x, y) \xrightarrow{y=mx} A'(x', y')$ dengan $x' = x \cos 2\alpha + y \sin 2\alpha$ $y' = x \sin 2\alpha - y \cos 2\alpha$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos 2\alpha & \sin 2\alpha \\ \sin 2\alpha & -\cos 2\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
Refleksi terhadap garis $y=x+k$	$A(x, y) \xrightarrow{y=x+k} A'(x', y')$ dengan $x' = y - k$ $y' = x + k$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y-k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ k \end{pmatrix}$
Refleksi terhadap garis $y=-x+k$	$A(x, y) \xrightarrow{y=-x+k} A'(x', y')$ dengan $x' = -y + k$ $y' = -x + k$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y-k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ k \end{pmatrix}$
Rotasi dengan pusat $(0,0)$ dan sudut putar α	$A(x, y) \xrightarrow{R(0, \alpha)} A'(x', y')$ dengan $x' = x \cos \alpha - y \sin \alpha$ $y' = x \sin \alpha + y \cos \alpha$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
Rotasi dengan pusat $P(a,b)$ dan sudut putar α	$A(x, y) \xrightarrow{R(P, \alpha)} A'(x', y')$ $x'-a = (x-a) \cos \alpha - (y-b) \sin \alpha$ $y'-b = (x-a) \sin \alpha + (y-b) \cos \alpha$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-a \\ y-b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$

➤ Komposisi Transformasi

1. Komposisi dua translasi berurutan

Diketahui dua translasi $T_1 = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$ dan $T_2 = \begin{pmatrix} c \\ d \end{pmatrix}$. Jika translasi T_1 dilanjutkan translasi T_2 , maka dinotasikan " T_1, T_2 " dan translasi tunggalnya adalah $T = T_1 + T_2 = T_2 + T_1$ (Sifat komutatif).

2. Komposisi dua refleksi berurutan

a. Refleksi berurutan terhadap dua sumbu sejajar

Jika titik $A(x, y)$ direfleksikan terhadap garis $x = a$ dilanjutkan terhadap garis $x = b$. Maka bayangan akhir A adalah $A'(x', y')$ yaitu:

$$X' = 2(b - a) + x$$

$$Y' = y$$

Jika titik $A(x, y)$ direfleksikan terhadap garis $y = a$ dilanjutkan terhadap garis $y = b$. Maka bayangan akhir A adalah $A'(x', y')$, yaitu:

$$X' = x$$

$$Y' = 2(b - a) + y$$

b. Refleksi terhadap dua sumbu saling tegak lurus

Jika titik $A(x, y)$ direfleksikan terhadap garis $x = a$ dilanjutkan terhadap garis $y = b$ (dua sumbu yang saling tegak lurus). Maka bayangan akhir A adalah $A'(x', y')$ sama dengan rotasi titik $A(x, y)$ dengan pusat titik potong dua sumbu (garis) dan sudut putar 180°

c. Refleksi terhadap dua sumbu yang saling berpotongan

Jika titik $A(x, y)$ direfleksikan terhadap garis g dilanjutkan terhadap garis h . Maka bayangan akhir A adalah $A'(x', y')$ dengan pusat perpotongan garis g dan h dan sudut putar 2α (α sudut antara garis g dan h) serta arah putaran dari garis g ke h .

$$\tan \alpha = \frac{m_k - m_l}{1 + m_k \cdot m_l}$$

Catatan: m_l adalah gradien garis l

m_k adalah gradien garis k

d. Sifat Komposisi refleksi

komposisi refleksi (refleksi berurutan) pada umumnya tidak komutatif kecuali komposisi refleksi terhadap sumbu x dilanjutkan terhadap sumbu y (dua sumbu yang saling tegak lurus).

3. Rotasi berurutan yang sepusat

a. Diketahui rotasi $R_1(P(a, b), \alpha)$ dan $R_2(P(a, b), \beta)$, maka transformasi tunggal dari komposisi transformasi rotasi R_1 dilanjutkan R_2 adalah rotasi $R(a, b)\alpha + \beta$

b. Rotasi R_1 dilanjutkan R_2 sam dengan rotasi R_2 dilanjutkan R_1

4. Komposisi transformasi

Diketahui transformasi $T_1 = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ dan $T_2 = \begin{pmatrix} p & q \\ r & s \end{pmatrix}$ maka transformasi tunggal dari transformasi:

a. T_1 dilanjutkan T_2 ($T_1 \circ T_2$) adalah $T = T_2 \cdot T_1$

b. T_1 dilanjutkan T_1 ($T_1 \circ T_2$) adalah $T = T_1 \cdot T_2$

5. Bayangan suatu kurva/bangun oleh dua transformasi atau lebih

Contoh : Tentukan bayangan garis $-4x + y = 5$ oleh pencerminan terhadap garis $y = x$ dilanjutkan translasi $\begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}$

Jawab:

Misal titik $P(x, y)$ pada garis $-4x + y = 5$

$P(x, y)$ dicerminkan terhadap garis $y = x$, bayangannya $P'(y, x)$

$P'(y, x)$ ditranslasikan $\begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}$. Bayangannya $P'(y + 3, x + 2) = P'(x', y')$

Jadi, $x' = y + 3 \rightarrow y = x' - 3$

$Y' = x + 2 \rightarrow x = y' - 2$

Persamaan $-4x + y = 5 \rightarrow -4(y' - 2) + (x - 3) = 5$

$$-4y' + 8 + x' - 3 = 5$$

$$X' - 4Y' = 0$$

Jadi, bayangan akhirnya adalah $x - 4y = 0$

6. luas bangun hasil transformasi

Jika suatu bangun (segitiga, lingkaran, dan sebagainya) ditranslasikan maka:

Luas bangun bayangan tetap untuk transformasi: translasi, refleksi, dan rotasi

Luas bangun setelah dilatasi oleh $[P(a, b), k]$, maka bangun bayangannya adalah $L' = k^2 + L$



A. Definisi Translasi

Translasi adalah suatu transformasi yang memindahkan setiap titik pada sebuah bidang berdasarkan jarak dan arah tertentu. Misalkan x, y, a dan b adalah bilangan real, translasi titik $A(x, y)$ dengan $T(a, b)$ menggeser absis x sejauh a dan bergeser ordinat y sejauh b , sehingga diperoleh titik $A'(x + a, y + b)$, secara notasi ditulis:

$$A \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \xrightarrow{\begin{matrix} x \\ y \end{matrix}} A' \begin{pmatrix} x + a \\ y + b \end{pmatrix}$$

➤ Sifat-sifat dari translasi

1. Bangun yang digeser (ditranslasikan) tidak mengalami perubahan bentuk dan ukuran
2. Bangun yang digeser (ditranslasikan) mengalami perubahan posisi

B. Definisi Refleksi

Refleksi adalah suatu jenis transformasi yang memindahkan setiap titik pada suatu bidang dengan menggunakan sifat bayangan cermin dari titik-titik yang dipindahkan. Jika terdapat sebarang titik $P(a, b)$, akan terdapat beberapa definisi pencerminan yaitu sebagai berikut.

Jenis Pencerminan	Notasi	Bentuk Matriks
Terhadap titik $(0,0)$	$A \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \xrightarrow{R_{O(0,0)}} A' \begin{pmatrix} -a \\ -b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -a \\ -b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$
Terhadap Sumbu x	$A \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \xrightarrow{R_{sumbu\ x}} A' \begin{pmatrix} a \\ -b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} a \\ -b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$
Terhadap Sumbu y	$A \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \xrightarrow{R_{sumbu\ y}} A' \begin{pmatrix} -a \\ b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -a \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$
Terhadap Garis $y = x$	$A \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \xrightarrow{R_{y=x}} A' \begin{pmatrix} -a \\ -b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$

➤ Sifat-sifat dari refleksi

1. Jarak dari titik asal ke cermin sama dengan jarak cermin ke titik bayangan
2. Garis yang menghubungkan titik asal dengan titik bayangan tegak lurus terhadap cermin
3. Garis-garis yang terbentuk antara titik-titik asal dengan titik-titik bayangan akan saling sejajar

D. Definisi Rotasi

Rotasi adalah transformasi yang memindahkan suatu titik ke titik lain dengan perputaran terhadap titik pusat tertentu. Jika titik $A(a, b)$ dirotasi dengan matriks rotasi M_a dan pusat $P(p, q)$ adalah $A(h, a)$ dituliskan:

$$\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = M_r \cdot \begin{pmatrix} a-p \\ b-p \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p \\ q \end{pmatrix}$$

➤ Sifat-sifat dari rotasi

1. Bangun yang diputar (rotasi) tidak mengalami perubahan bentuk dan ukuran.
2. Bangun yang diputar (rotasi) mengalami perubahan posisi.

➤ Rotasi pada bidang datar ditentukan oleh

1. Titik pusat rotasi
2. Besar sudut rotasi
3. Arah sudut rotasi

➤ Rotasi dinotasikan dengan $R(P, \alpha)$ dimana P merupakan pusat rotasi dan α besar sudut rotasi

D. Definisi Dilatasi

Dilatasi adalah suatu transformasi yang memperbesar atau memperkecil bangun tetapi tidak mengubah bentuk. Dilatasi dengan pusat $P(p, q)$ dari faktor skala k $A(a, b)$

$$A(a, b) \xrightarrow{D[P(p,q),k]} A' \begin{pmatrix} a' \\ b' \end{pmatrix} \text{ dengan } \begin{pmatrix} a' \\ b' \end{pmatrix} = k \begin{pmatrix} a-p \\ b-q \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p \\ q \end{pmatrix}$$

➤ Dilatasi dinotasikan dengan $D(P, k)$ dimana P merupakan pusat dilatasi dan k merupakan faktor skala

➤ Sifat-sifat dari dilatasi.

1. Bangun yang diperbesar atau diperkecil (dilatasi) dengan skala k dapat mengubah ukuran atau tetap ukurannya tetapi tidak mengubah bentuk. Jika $k > 1$ maka bangun akan diperbesar dan terletak searah terhadap pusat dilatasi dengan bangun semula.
2. Bangun yang diperbesar atau diperkecil (dilatasi) dengan skala k dapat mengubah ukuran tetapi tidak mengubah bentuk. Jika $k > 1$ maka bangun tidak mengalami perubahan ukuran dan letak.
3. Bangun yang diperbesar atau diperkecil (dilatasi) dengan skala k dapat mengubah ukuran tetapi tidak mengubah bentuk. jika $0 < k < 1$ maka bangun akan diperkecil dan terletak searah terhadap pusat dilatasi dengan bangun semula.
4. Bangun yang diperbesar atau diperkecil (dilatasi) dengan skala k dapat mengubah ukuran atau tetap ukurannya tetapi tidak mengubah bentuk. Jika $-1 < k < 0$ maka bangun akan diperkecil dan terletak berlawanan arah terhadap pusat dilatasi dengan bangun semula.
5. Bangun yang diperbesar atau diperkecil (dilatasi) dengan skala k dapat mengubah ukuran atau tetap ukurannya tetapi tidak mengubah bentuk. Jika $k < -1$ maka bangun akan diperbesar dan terletak berlawanan arah terhadap pusat dilatasi dengan bangun semula.

PENUTUP

Dalam mempelajari modul ini akan diperoleh:

1. Modul pembelajaran matematika ini disusun dengan harapan dapat memberikan penjelasan tentang transformasi geometri khususnya materi yang dibutuhkan siswa SMA/MA kelas XI.
2. Modul ini dapat digunakan secara mandiri oleh siswa dengan atau tanpa pendidik yang memberikan penjelasan materi transformasi geometri.
3. Tujuan untuk penyusunan modul transformasi geometri ini adalah untuk memfasilitasi dan memudahkan siswa dalam memahami materi transformasi geometri, agar siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan pendidik.
4. Diharapkan dengan menggunakan modul ini dapat meningkatkan representasi matematis siswa.
5. Modul ini sangat praktis dan terperinci sehingga memudahkan siswa dalam belajar.



KUNCI JAWABAN

Melatih Mandiri I

A. Jawaban Soal Pertama

$$1. \text{ a } A(x, y) \xrightarrow{(p, q)} A'(x + p, y + q)$$

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p \\ q \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} -3 \\ 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Jadi, titik akhir dari pergeserannya adalah (1, 5)

$$2. \text{ 1. b } A(x, y) \xrightarrow{(p, q)} A'(x + p, y + q)$$

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p \\ q \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} -3 \\ 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} -2 \\ 4 \end{pmatrix}; \\ \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p \\ q \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} -2 \\ 4 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Jadi, titik akhir dari pergeserannya adalah (1, 5)

2. Misalkan titik $K(-2,1)$ digeserkan terhadap $\begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}$, maka

$$K(x, y) \xrightarrow{(p,q)} K(x+p, y+q),$$

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p \\ q \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} -2 \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Jadi, hasil translasinya adalah (1,3)

3. a $A(x, y) \xrightarrow{(p,q)} A'(x+p, y+q)$

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p \\ q \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} x+2 \\ y-1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Dari hasil di atas, diperoleh hubungan: $x = x' - 2$ dan $y = y' + 1$

Nilai x dan y di atas, substitusikan kedalam fungsi awal $y = 2x - 3x + 4$

$$y' + 1 = 2(x' - 2) - 3(x' - 2) + 4 \Leftrightarrow y' = -x' - 7$$

Jadi, hasil translasinya adalah $y' = -x' - 7$

3. b $A(x, y) \xrightarrow{(p,q)} A'(x+p, y+q)$

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p \\ q \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} x+1 \\ y-1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Dari hasil di atas, diperoleh hubungan: $x = x' - 1$ dan $y = y' + 1$

Nilai x dan y di atas, substitusikan kedalam fungsi awal $y = x^2 + x - 6$

$$y' + 1 = (x' - 1)^2 + (x' - 1) - 6 \Leftrightarrow y' = x'^2 - x' - 7$$

Jadi, hasil translasinya adalah $y' = x'^2 - x' - 7$

$$4. a \ A(x, y) \xrightarrow{sb-x} A'(x, -y)$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -3 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -3 \\ -2 \end{pmatrix}$$

Jadi, hasil dari pencerminannya adalah $(-3, -2)$

$$4. b \ B(x, y) \xrightarrow{sb-x} B'(x, -y)$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -3 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$B(x, y) \xrightarrow{sb-x} B''(2K - x, y),$$

Jadi, hasil dari pencerminannya adalah $B''(3(3) - (-3), -2) = B''(9, -2)$

5. Misalkan titik K (3, 4) dicerminkan terhadap sumbu x, maka

$$K(x, y) \xrightarrow{sb-x} K'(x, -y),$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 3 \\ -4 \end{pmatrix}$$

Jadi, bayangan titik setelah dicerminkan adalah $K'(3, -4)$

$$6. a \ A(x, y) \xrightarrow{sb-x} A'(x, -y)$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} x \\ -y \end{pmatrix}$$

Dari hasil diatas, diperoleh hubungan sebagai berikut:

$$x = x' \text{ dan } y = -y'$$

Nilai x dan y , disubstitusikan ke dalam fungsi awal $y = 2x - 3x + 4$

$$-y' = 2x' - 3x' + 4 \leftrightarrow y = x - 4$$

Jadi, persamaan kurva setelah dicerminkan adalah $y = x - 4$

6. b $A'(x, y) \xrightarrow{y=k} B'(x, 2k - y)$

$$B'(x, 6 - y)$$

Nilai x dan y diatas disubstitusikan ke dalam fungsi awal $y = x^2 + x - 6$

$$y = x^2 + x - 6 \leftrightarrow (6 - y) = (x)^2 + (x) - 6$$

$$y = -x^2 - x + 12$$

Jadi, persamaan parabola setelah dicerminkan adalah $y = -x^2 - x + 12$

B. Jawaban Soal Kedua

➤ Translasi

1. Masing-masing sudut dikalikan 2, maka:

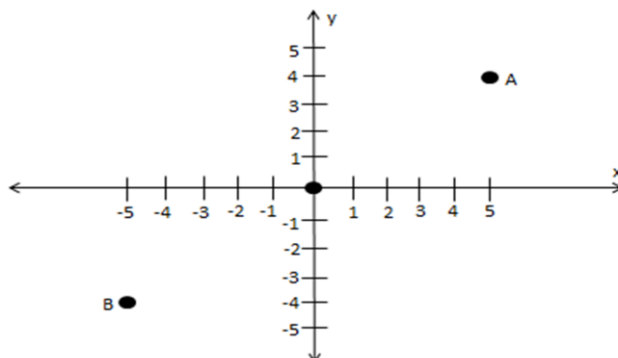
C. $A = 2x (1,5) = A' (2, 10)$

D. $B = 2x (3,5) = B' (6, 10)$

E. $C = 2x (3,3) = C' (6, 4)$

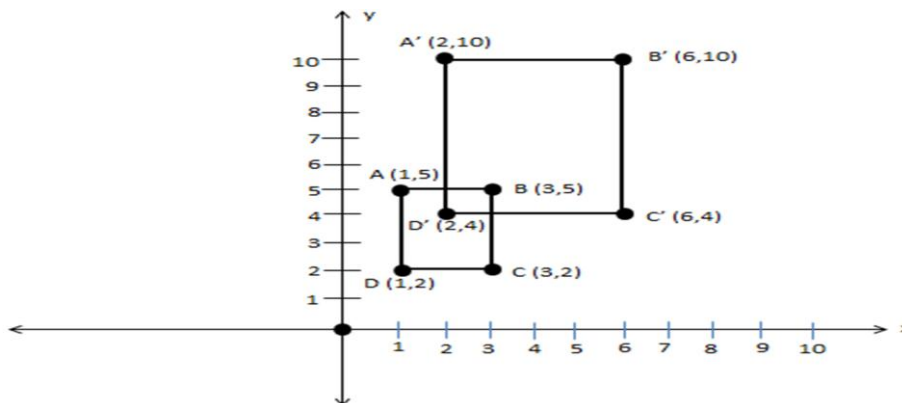
F. $D = 2x (1, 3) = D' (2,4)$

2. Gambar Ilustrasi dalam soal



➤ Refleksi

1. Gambar ilustrasi soal



2. Berdasarkan gambar ilustrasi pada jawaban 1.a didapatkan pencerminan terhadap titik $(0,0)$, maka:

$$\begin{aligned} B &= \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 50 \\ 40 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} -50+0 \\ 0+(-40) \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} -50 \\ -30 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

3. Kesimpulan dari masalah dalam soal adalah posisi dari bus B setelah bergerak merupakan bentuk pencerminan dari bus A terhadap titik pusat

Melatih Mandiri II

A. Jawaban Soal Pertama

$$1. A(x, y) \xrightarrow{R(0,90^\circ)} A'(x', y')$$

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \cos a & -\sin a \\ \sin a & \cos a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} \cos 90 & -\sin 90 \\ \sin 90 & \cos 90 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ -2 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ -2 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 + 2 \\ 3 + 0 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Jadi, titik akhirnya adalah (2,3)

$$2. a \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos 90 & -\sin 90 \\ \sin 90 & \cos 90 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} y' \\ x' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -y \\ x \end{pmatrix}$$

Dari hasil diatas, diperoleh hubungan sebagai berikut:

$$x = y' \text{ dan } y = -x'$$

Nilai x dan y, disubstitusikan ke dalam fungsi awal $3x - 2y + 6 = 0$

$$\leftrightarrow 3(y') - 2(-x') + 6 = 0$$

Jadi, persamaan garis lurus akibat rotasi adalah $2x + 3y + 6 = 0$

$$2. b \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(-180) & -\sin(-180) \\ \sin(-180) & \cos(-180) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} y' \\ x' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -x \\ -y \end{pmatrix}$$

Dari hasil diatas, diperoleh hubungan sebagai berikut:

$$x = -x' \text{ dan } y = -y'$$

Nilai x dan y, disubstitusikan ke dalam fungsi awal $y = x^2 + x - 4$

$$\leftrightarrow (-y') \xrightarrow{\text{Jadi}} \text{persamaan garis lurus akibat rotasi adalah } -y = -x^2 - x - 4$$

$$3. A(x, y)^R_{(0,k)} A'(x', y')$$

$$= \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ -2 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 6 \\ -4 \end{pmatrix}$$

Jadi, titik akhirnya adalah $(6, -4)$

4. a. $A(x, y) \xrightarrow{D(o,k)} A'(x', y')$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 2x \\ 2y \end{pmatrix}$$

Dari hasil diatas, diperoleh hubungan sebagai berikut:

$$x = \frac{1}{2}x' \text{ dan } y = \frac{1}{2}y'$$

Nilai x dan y , disubstitusikan ke dalam fungsi awal $y = 2x - 3y + 4 = 0$

$$2\left(\frac{1}{2}x'\right) - 3\left(\frac{1}{2}y'\right) + 4 = 0 \leftrightarrow x - \frac{3}{2}y + 4 = 0$$

Jadi, persamaan garis lurus akibat dilatasi adalah $x - \frac{3}{2}y + 6 = 0$

4. b $A(x, y) \xrightarrow{D(o,k)} A'(x', y')$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 2x \\ 2y \end{pmatrix}$$

Dari hasil diatas, diperoleh hubungan sebagai berikut:

$$x = \frac{1}{2}x' \text{ dan } y = \frac{1}{2}y'$$

Nilai x dan y, disubstitusikan ke dalam fungsi awal $y = x^2 + x - 6$

$$\left(\frac{1}{2}y'\right) = \left(\frac{1}{2}x'\right)^2 + \left(\frac{1}{2}x'\right) - 6 \leftrightarrow y = \frac{1}{4}x^2 + x - 12$$

Jadi, persamaan garis lurus akibat dilatasi adalah $y = \frac{1}{4}x^2 + x - 12$

B. Jawaban Soal Kedua

➤ Rotasi

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-s \\ y-t \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} s \\ t \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} H' \\ H' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos 90^\circ & -\sin 90^\circ \\ \sin 90^\circ & \cos 90^\circ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 40-0 \\ 30-15 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 15 \end{pmatrix}$$

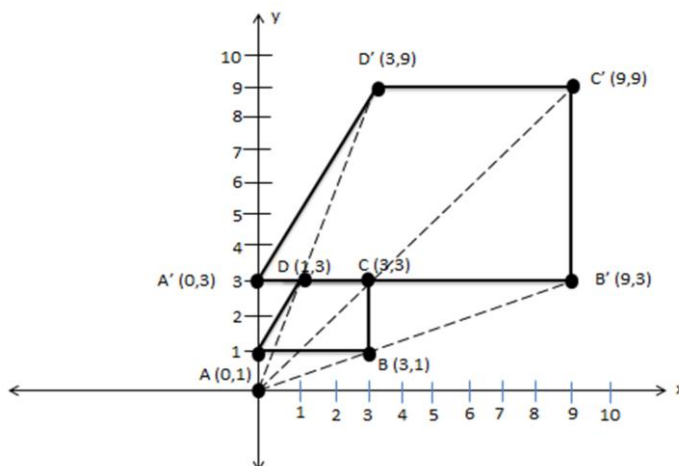
$$\begin{pmatrix} H' \\ H' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 40 \\ 15 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 15 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -15 \\ 40 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 15 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -15 \\ 55 \end{pmatrix}$$

➤ Dilatasi

Gambar Ilustrasi dalam soa



DAFTAR SYMBOL



- $^{\circ}$: Derajat
- α : Sudut Rotasi
- $+$: Tambah; Menambah; Positif
- $-$: Kurang; Mengurang; Negatif
- \times : Kali, Mengali, Penyilangan
- $=$: Sama Dengan
- $>$: Besar Dari
- $<$: Kurang Dari
- $()$: Kurung Biasa
- $[\]$: Kurung Siku
- $R_s(P)$: Refleksi titik P terhadap garis s
- I : Identitas Transformasi
- G : Translasi
- P : Rotasi
- D : Dilatasi
- (x, y) : Posisi awal
- (x', y') : Hasil Bayangan
- a^n : a pangkat n
- A' : A Aksen atau bayangan
- X' : X Aksen atau bayangan
- Y' : Y Aksen atau bayangan



GLOSARIUM

1. Transformasi Geometri merupakan bagian dari geometri yang membicarakan perubahan, baik perubahan letak maupun bentuk penyajiannya didasari dengan gambar dan matriks.
2. Translasi adalah Pergeseran. Transformasi yang memindahkan setiap titik pada bidang menurut jarak dan arah tertentu.
3. Refleksi adalah Pencerminan. Transformasi yang memindahkan tiap titik pada bidang dengan menggunakan sifat bayangan cermin dari titik yang akan dipindahkan.
4. Rotasi adalah Perputaran. Transformasi yang memetakan setiap titik pada bidang ketitik lainnya dengan cara memutar pada pusat titik tertentu.
5. Dilatasi adalah Perbesaran/Perkecilan. Transformasi yang mengubah ukuran/skala suatu bangun geometri tetapi tidak mengubah bentuk bangunan tersebut.
6. Skala adalah kuantitas yang bisa dijelaskan dengan suatu angka .
7. Matriks adalah susunan sekelompok bilangan dalam suatu jajaran berbentuk persegi panjang yang diatur berdasarkan baris dan kolom serta ditelakkan antara dua tanda kurung.
8. Titik adalah sesuatu yang tidak mempunyai ukuran tetapi dapat menentukan posisi sesuatu, gambar titik disebut noktah.
9. Garis adalah suatu yang memiliki ukuran panjang tetapi tidak mempunyai ukuran lebar atau tebal.
10. Sudut adalah daerah yang dibatasi oleh 2 sinar yang berpotongan.
11. Sinar adalah separuh garis sehingga sinar memiliki 1 arah.
12. Koordinat adalah penentu posisi suatu titik atau unsur geometri.
13. Grafik adalah gambar visual (yang terdiri dari beberapa titik atau garis atau lebih) dari penyimpangan dalam besaran yang dapat diukur.

14. Matriks adalah susunan sekelompok bilangan dalam jajaran berbentuk persegi panjang yang diatur berdasarkan baris dan kolom dan diletakkan antara dua tanda kurung.
15. Simetri adalah sebuah karakteristik dari bidang geometri, persamaan dan objek lainnya.
16. Sumbu Simetri adalah sebuah sumbu yang membagi parabola menjadi dua bagian yang simetri.
17. Sumbu (axis) adalah suatu garis tetap terhadap setiap letak dari titik dapat diukur dengan jarak sepanjang garis tersebut.
18. Sistem Koordinat Kartesius digunakan untuk menentukan tiap titik dalam bidang dengan menggunakan dua bilangan yang biasa disebut koordinat x (absis) dan koordinat y (ordinat) dari titik tersebut.
19. Skala adalah kuantitas yang bisa dijelaskan dengan angka.

CATATAN

A large rectangular area with a blue border, containing numerous horizontal dotted lines for writing notes.

DAFTAR PUSTAKA



1. Anynomous. 2019. Modul Matematika Wajib Transformasi. SMA Santa Angela.
2. Aviv Puji Indah Sari. 2020. Modul Transformasi Geometri. <https://images.app.goo.gl/Ndk5w6YbfvRQFgZ8>. Diakasis pada tanggal 11 April 2021.
3. Bornok Sinaga. Pardomoan N.J.M. dkk. “Buku Guru/Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Kelas XI”. 2014. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
4. Guryadi dkk. Modul Pembelajaran Jarak Jauh Pada Masa Pandemi Covid Untuk Jenjang SMP Kelas IX –Semester Gasal. Jakarta: Kemdikbud.
5. <http://repositori.kemdikbud.go.id/5916/Matematika%20SMP%20KK%20G%20signed.pdf>. Diakases pada tanggal 23 Maret 2021.
6. http://www.academia.edu/5672247/BAB_18_Transformasi_Geometri_fixs
7. Istikomah. 2020. Modul Pembelajaran SMA Kelas XI Matematika Umum – Transformasi Geometri. Jakarta: Kemdikbud
8. Jannah, Asnirul dan Randi Ramlah. 2017. Bahan Ajar Matematika Materi Transformai Geometri Untuk Kelas XI/2. Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Dan Ilmu Keguruan Universitas Islam Nusantara.
9. Junaedi, Irawan. 2019. Pendalaman Materi Matematika –Modul 1 Geometri. Jakarta: Kemdikbud.
10. Meyta Dwi, Kurniasi. Isnaini Handayani. 2017. Tangkas Geometri Transformasi. Universitas Muhammadiyah Prof Dr HAMKA. Jakarta.
11. Pundjul Prijono. Modul Transformasi Geometri. Pemerintah Kota Malang Dinas Pendidikan.

12. Sudioanto Manullang, Andri Kristianto S. dkk. 2017. "Buku Guru/Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Kelas XI" edisi revisi, Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
13. Subchan, dkk. 2018. Matematika SMP/Mts Kelas Ix. Jakarta: Kemdikbud