

SKRIPSI

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *BRAIN BASED LEARNING* UNTUK MEMFASILITASI KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS PESERTA DIDIK

Oleh:
SONIA ANGGRAINI
NPM. 2201060023



**Program Studi Tadris Matematika
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
TAHUN 1447 H/2025 M**

**PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *BRAIN BASED*
LEARNING UNTUK MEMFASILITASI KEMAMPUAN
PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS PESERTA DIDIK**

**Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Memenuhi Sebagian
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)**

**Oleh:
SONIA ANGGRAINI
NPM: 2201060023**

Pembimbing: Nur Indah Rahmawati, M.Pd.

**Program Studi Tadris Matematika
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
TAHUN 1447 H/2025 M**



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN

Jalan Ki. Hajar Dewantara Kampus 15A Iringmulyo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111
Telp. (0725) 41507; Faksimili (0725) 47298; Website: www.tarbiyah.metrouniv.ac.id; e-mail: tarbiyah.iain@metrouniv.ac.id

PERSETUJUAN

Judul : PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *BRAIN BASED LEARNING* UNTUK MEMFASILITASI KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS PESERTA DIDIK
Nama : Sonia Anggraini
NPM : 2201060023
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Program Studi : Tadris matematika

DISETUJUI

Untuk diajukan dalam sidang munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung.

Metro, 04 Desember 2025
Pembimbing,


Nur Indah Rahmawati, M.Pd
NIP. 198807272019032013



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN

Jalan Ki Hajar Dewantara Kampus 15A Iringmulyo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111
Telp (0725) 41507, Faksimili (0725) 47296, Website [www.tarbiyah.metrouniv.ac.id](http://tarbiyah.metrouniv.ac.id), e-mail: tarbiyah@metrouniv.ac.id

NOTA DINAS

Nomor : -
Lampiran : 1 (Satu) Berkas
Perihal : Permohonan Dimunaqosyahkan

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung
di-
Tempat

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Setelah kami mengadakan pemeriksaan dan bimbingan seperlunya, maka skripsi penelitian yang telah disusun oleh :

Nama : Sonia Anggraini
NPM : 2201060023
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Program Studi : Tadris matematika
Yang berjudul : PENGELMANGAN LKPD BERBASIS BRAIN BASED LEARNING UNTUK MEMFASILITASI KEMAMPUAN PEMALAMAN KONSEP MATEMATIS PESERTA DIDIK

Sudah kami setujui dan dapat diajukan ke Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung untuk dimunaqosyahkan.

Demikian harapan kami dan atas perhatiamnya saya uapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb



Metro, 04 Desember 2025
Pembimbing,

Nur Indah Rahmawati, M.Pd.
NIP. 198807272019032013



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN

Jalan Ki Hajar Dewantara Kampus 15A Iringmulyo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111
Telp. (0725) 41507, Faksimili (0725) 47296, Website: [www.tarbiyah.metrouniv.ac.id](http://tarbiyah.metrouniv.ac.id), e-mail: tarbiyah.un@metrouniv.ac.id

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

No: B- 242 / Un.26.1 / 0 / PP.002 /12/2024

Skripsi dengan judul: PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *BRAIN BASED LEARNING* UNTUK MEMFASILITASI KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS PESERTA DIDIK, yang disusun oleh: Sonia Anggraini, NPM: 2201060023 Program Studi Tadris Matematika telah diujikan dalam sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan pada hari/tanggal: Selasa, 16 Desember 2025.

TIM PENGUJI

Pengaji I : Nur Indah Rahmawati, M.Pd.






Pengaji II : Selvi Loviana, M.Pd.

(.....)

Pengaji III : Juitaning Mustika, M.Pd.

(.....)

Pengaji IV : Muhamad Brilian, M.T.I

(.....)

Mengetahui
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan



ABSTRAK

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *BRAIN BASED LEARNING* UNTUK MEMFASILITASI KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS PESERTA DIDIK

Oleh:

Sonia Anggraini

E-mail: soniaanggraini264@gmail.com

Rendahnya kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik pada materi transformasi geometri yang bersifat abstrak, serta keterbatasan bahan ajar yang mendukung pembelajaran visual dan bertahap, menunjukkan perlunya bahan ajar yang selaras dengan cara kerja otak peserta didik. Penelitian ini bertujuan menghasilkan LKPD berbasis *Brain based Learning* yang valid, praktis, dan efektif dalam memfasilitasi kemampuan pemahaman konsep peserta didik.

Proses pengembangan menggunakan model ADDIE yang terdiri dari tahap analisis (*analyze*), desain (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*). Subjek uji coba adalah peserta didik kelas XI IPA 5 MAN 1 Lampung Timur. Instrumen pengumpulan data meliputi lembar validasi ahli materi dan media, angket respons peserta didik, serta tes pemahaman konsep. Produk yang dihasilkan berupa LKPD berbasis *Brain based Learning* yang disusun berdasarkan prinsip pembelajaran sesuai cara kerja otak dan memuat aktivitas yang mendorong peserta didik membangun pemahaman konsep secara bertahap.

Hasil analisis menunjukkan bahwa LKPD tergolong sangat valid dengan rata-rata persentase kevalidan sebesar 86,9%. Kepraktisan LKPD memperoleh rata-rata 80,7% berdasarkan respon peserta didik dan guru, sehingga termasuk kategori praktis. Keefektifan LKPD ditunjukkan melalui hasil posttest, di mana 90,5% peserta didik mencapai ketuntasan belajar dengan kategori sangat baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa LKPD berbasis *Brain Based Learning* layak digunakan sebagai bahan ajar pendukung pada pembelajaran materi transformasi geometri.

Kata Kunci: *Brain Based Learning*, LKPD, Pemahaman Konsep, Transformasi Geometri

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF LKPD BASED *ON BRAIN BASED LEARNING* TO FACILITATE STUDENTS' ABILITY TO UNDERSTAND MATHEMATICAL CONCEPTS

By:

Sonia Anggraini

E-mail: soniaanggraini264@gmail.com

The low ability of students to understand mathematical concepts in abstract geometry transformation materials, as well as the limitations of teaching materials that support visual and gradual learning, show the need for teaching materials that are in harmony with the way students' brains work. This research aims to produce a valid, practical, and effective *Brain based Learning* based LKPD in facilitating students' ability to understand concepts.

The development process uses the ADDIE model which consists of the analysis (*analyze*), design, development, implementation, and evaluation *stages*. The test subjects were students of class XI Science 5 MAN 1 East Lampung. Data collection instruments include material and media expert validation sheets, student response questionnaires, and concept comprehension tests. The resulting product is in the form of LKPD based *on Brain based Learning* which is prepared based on learning principles according to how the brain works and contains activities that encourage students to build a gradual understanding of concepts.

The results of the analysis showed that the LKPD was classified as very valid with an average validity percentage of 86.9%. The practicality of LKPD obtained an average of 80.7% based on the responses of students and teachers, so it is included in the practical category. The effectiveness of LKPD is shown through posttest results, where 90.5% of students achieve learning completeness in the very good category. So it can be concluded that LKPD based *on Brain Based Learning* is suitable for use as a supporting teaching material for learning geometry transformation material.

Keywords: *Brain Based Learning*, LKPD, Concept Understanding, Geometry Transformation

ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sonia Anggraini
NPM : 2201060023
Jurusan : Tadris Matematika
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi ini secara keseluruhan asli hasil penelitian saya kecuali bagian bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Metro, 29 Desember 2025
Yang Membuat Pernyataan,



Sonia Anggraini
NPM. 2201060023

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا، إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Artinya: “Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.” (QS. Al-Insyirah: 5-6).

وَمَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَتَمَسُّ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

Artinya: “Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga.” (HR. Muslim, no. 2699).

“Teaching is the art of changing the brain”

-Eric Jensen-

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah peneliti bersyukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, petunjuk, kekuatan-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Dengan penuh rasa hormat dan ketulusan, karya ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua sangat saya sayangi yaitu Bapak Suroso dan Ibu Suharni, yang doanya menjadi penyangga langkah, kasih sayangnya menjadi cahaya yang menguatkan, dan ketulusannya menjadi alasan saya terus berjuang.
2. Kakak dan keluarga besar saya yang senantiasa memberikan semangat, perhatian, dan ruang untuk bertumbuh.
3. Seseorang yang selalu hadir memberi semangat dan pengertian, yang dengan cara sederhana namun berarti telah membantu saya melalui proses ini.
4. Bank Indonesia yang telah memberikan dukungan berupa beasiswa. Bantuan ini bukan sekedar apresiasi, melainkan motivasi terbesar saya untuk terus belajar, bertumbuh, dan berkembang.
5. Diri saya sendiri, Sonia Anggraini. Terima kasih telah bertahan melalui lelah dan keraguan, yang memilih untuk terus melangkah meskipun jalannya tidak selalu mudah. Terimakasih telah berani mencoba, belajar, dan tidak menyerah.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi berjudul ‘Pengembangan LKPD Berbasis *Brain Based Learning* untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik’. Shalawat dan salam tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan seluruh umatnya.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Tadris Matematika. Peneliti menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, sehingga peneliti menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ida umami, M.Pd., Kons. selaku Rektor UIN Jurai Siwo Lampung.
2. Ibu Dr. Siti Annisah, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan UIN Jurai Siwo Lampung.
3. Ibu Juitaning Mustika, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Tadris Matematika UIN Jurai Siwo Lampung.
4. Ibu Dwi Laila Sulistiowati, M.Pd. selaku sekretaris Program Studi Tadris Matematika UIN Jurai Siwo Lampung.
5. Ibu Nur Indah Rahmawati, M.Pd. selaku pembimbing skripsi peneliti.
6. Bapak Muhammad Brilian, M.TI. dan Ibu Dwi Laila Sulistiowati, M.Pd. selaku validator ahli media dan ahli materi.
7. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Bapak H. Rubangi, M.Pd. I. selaku Kepala MAN 1 Lampung Timur dan Bapak Mulyono, S.Pd. selaku

guru matematika kelas XI yang telah memberikan informasi serta bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

8. Seluruh Dosen yang telah membekali ilmu pengetahuan kepada penulis selama melakukan studi di Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung.
9. Teman-teman satu almamater angkatan 2022.

Peneliti menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari kata sempurna.

Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

Metro, Desember 2025
Peneliti



Sonia Anggraini
NPM. 2201060023

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN NOTA DINAS.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
HALAMAN ORISINALITAS PENELITIAN	viii
MOTTO.....	ix
PERSEMBAHAN.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	10
C. Batasan Masalah	10
D. Rumusan Masalah	11
F. Manfaat Produk yang Dikembangkan.....	12
G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	14
BAB II LANDASAN TEORI	15
A. Kajian Teori	15
1. Pengembangan Bahan Ajar.....	15
2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKD).....	18
3. Pendekatan <i>Brain Based Learning</i>	23
4. Pemahaman Konsep Matematis	30
5. Transformasi Geometri	33

B.	Kajian Studi yang Relevan.....	38
C.	Kerangka Pikir	41
BAB III METODE PENELITIAN	43	
A.	Jenis Penelitian.....	43
B.	Prosedur Pengembangan	43
C.	Desain Uji Coba Produk	47
D.	Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	48
E.	Teknik Analisis Data.....	55
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN.....	60	
A.	Hasil Pengembangan Produk Awal.....	60
B.	Kajian Produk Akhir	105
C.	Keterbatasan Penelitian.....	109
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	110	
A.	Simpulan	110
B.	Saran	111
DAFTAR PUSTAKA	113	
LAMPIRAN.....	118	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	191	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Hasil Analisis Kebutuhan Peserta Didik	7
Tabel 2. 1 Aturan Pencerminan Pada Koordinat Kartesius	35
Tabel 3. 1 Kisi-kisi Angket Validasi Ahli Materi (modifikasi).....	51
Tabel 3. 2 Kisi-kisi Validasi Ahli Media (modifikasi)	52
Tabel 3. 4 Kisi-kisi Angket respon Peserta Didik dan Guru (modifikasi)	53
Tabel 3. 5 Pedoman Penilaian Hasil Tes Peserta Didik	55
Tabel 3. 6 Kriteria Hasil Uji Validitas	56
Tabel 3. 7 Kriteria Penilaian Angket Respon Peserta Didik dan Guru	57
Tabel 3. 8 Kriteria Ketuntasan (modifikasi).....	58
Tabel 4. 1 Hasil Analisis Kebutuhan Peserta Didik	62
Tabel 4. 2 Hasil Validasi Ahli Materi	81
Tabel 4. 3 Hasil Validasi Ahli Media.....	82
Tabel 4. 4 Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media	83
Tabel 4. 5 Kritik dan Saran Perbaikan Ahli Materi.....	84
Tabel 4. 6 Perbaikan Sesuai Kritik dan Saran Validator	85
Tabel 4. 7 Kritik dan Saran Perbaikan Ahli Media	91
Tabel 4. 8 Perbaikan Sesuai Kritik dan Saran Ahli Media.....	91
Tabel 4. 9 Hasil Respon Peserta Didik	101
Tabel 4. 10 Hasil Respon Guru	102
Tabel 4. 11 Hasil Respon Peserta Didik dan Guru	103
Tabel 4. 12 Data Ketuntasan Belajar Peserta Didik	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data nilai transformasi geometri peserta didik	5
Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir	42
Gambar 4. 1 Sampul Depan LKPD	69
Gambar 4. 2 Identitas LKPD	69
Gambar 4. 3 Kata Pengantar LKPD	70
Gambar 4. 4 Daftar Isi LKPD.....	71
Gambar 4. 5 Petunjuk Penggunaan LKPD	72
Gambar 4. 6 Tahap BBL pada LKPD.....	73
Gambar 4. 7 CP dan TP pada LKPD	73
Gambar 4. 8 Pra-Pemaparan Dan Persiapan pada LKPD.....	75
Gambar 4. 9 Inisiasi dan Akuisisi pada LKPD.....	76
Gambar 4. 10 Elaborasi pada LKPD	76
Gambar 4. 11 Inkubasi dan Memasukkan Memori pada LKPD	77
Gambar 4. 12 Verifikasi dan Pengecekan pada LKPD	78
Gambar 4. 13 Perayaan dan Integrasi pada LKPD	78
Gambar 4. 14 Daftar Pustaka LKPD	79
Gambar 4. 15 Profil Penulis pada LKPD	80
Gambar 4. 16 Uji Coba Produk pada Tahap Pra Pemaparan	94
Gambar 4. 17 Uji Coba pada Tahap Persiapan.....	95
Gambar 4. 18 Uji Coba Tahap Inisiasi dan Akuisisi	96
Gambar 4. 19 Uji Coba Tahap Elaborasi.....	97
Gambar 4. 20 Uji Coba Tahap Inkubasi dan Memasukkan Memori	98
Gambar 4. 21 Uji Coba Tahap Verifikasi dan Pengecekan	99
Gambar 4. 22 Uji Coba Tahap Perayaan dan Integrasi	100

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Wawancara	119
Lampiran 2 Hasil belajar sebelum menggunakan LKPD	121
Lampiran 3 Hasil belajar sesudah menggunakan LKPD	122
Lampiran 4 Hasil analisis kebutuhan peserta didik.....	123
Lampiran 5 Hasil validasi ahli materi	127
Lampiran 6 Hasil validasi ahli media.....	135
Lampiran 7 Hasil angket respon guru	141
Lampiran 8 Hasil angket respon peserta didik	143
Lampiran 9 Hasil kerja peserta didik	149
Lampiran 10 Dokumentasi pra-survey	154
Lampiran 11 Dokumentasi uji coba LKPD pada guru dan peserta didik	155
Lampiran 12 Kisi-kisi Tes Pemahaman Konsep Matematis	156
Lampiran 13 Pedoman Penskoran Tes Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis	161
Lampiran 14 Desain LKPD Berbasis Brain Based Learning	163
Lampiran 15 Surat Izin Pra-Survey.....	177
Lampiran 16 Surat Balasan Pra-Survey	178
Lampiran 17 Surat Izin Research.....	179
Lampiran 18 Surat Balasan Reseach.....	180
Lampiran 19 Surat Tugas	181
Lampiran 20 Surat Bimbingan Skripsi.....	182
Lampiran 21 Surat Keterangan Bebas Pustaka	183
Lampiran 22 Surat Keterangan Bebas Prodi	184
Lampiran 23 Kartu Konsultasi Bimbingan Skripsi.....	185

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Matematika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang berperan penting dalam perkembangan teknologi dan sains¹. Keberadaannya tidak hanya terbatas pada ranah akademis, melainkan juga terintegrasi erat dengan kehidupan sehari-hari². Penerapannya dapat ditemukan pada kegiatan perhitungan keuangan, pengukuran, hingga analisis data yang mendukung pengambilan keputusan³. Mengingat peran tersebut, matematika menjadi salah satu mata pelajaran utama yang diajarkan di sekolah. Melalui pembelajaran matematika, peserta didik dapat mengembangkan kemampuan berpikir sistematis, logis, kritis, analitis, dan kreatif⁴.

Meskipun demikian, peserta didik di indonesia seringkali menghadapi berbagai kesulitan dalam memahami dan menguasai matematika. Kondisi ini tercermin dari hasil studi internasional *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2022 yang diselenggarakan oleh OECD. Menurut laporan tersebut, kemampuan literasi matematis peserta

¹ Meiherayenti, Mayarni, and Zaili Rusli, “Matematika Dalam Perkembangan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi,” *Al-Irsyad* 105, no. 2 (2017): 79, <https://doi.org/10.30829/alirsyad.v15i1.24079>.

² Iis Holisin, “Pembelajaran Matematika Realistik,” *OSF Preprints* 5, no. 3 (2021): 1–10, <https://core.ac.uk/download/pdf/229571481.pdf>.

³ Yurina Eka Fadila et al., “Analisis Disposisi Matematis Siswa Dalam Pembelajaran Matematika Di Kelas XI SMA Negeri 3 Tambun Selatan,” 2025.

⁴ Nurhaswinda et al., “Peran Logika Matematika Dalam Pemecahan Masalah Sehari-Hari,” *Cahaya Pelita: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan* 1, no. 2 (2025): 56–60.

didik indonesia mengalami peningkatan peringkat sebanyak 6 posisi dibandingkan sebelumnya, dengan menempati peringkat 73 dari 81 negara dan ekonomi yang berpartisipasi. Meskipun mengalami peningkatan, skor rata-rata literasi matematika indonesia menurun menjadi 366, masih jauh di bawah rata-rata OECD sebesar 472⁵. Penurunan skor ini sejalan dengan tren yang juga dialami sebagian besar negara peserta akibat dampak pandemi Covid-19.

Angka skor literasi matematika yang relatif rendah tersebut menunjukkan situasi yang patut menjadi perhatian karena adanya kesenjangan antara tuntutan kurikulum dengan kemampuan matematis peserta didik. Oleh karena itu, diperlukan adanya upaya peningkatan pembelajaran yang mampu menjembatani kesenjangan tersebut secara sistematis.

Peran guru sebagai pendidik sangat diperlukan dalam membantu peserta didik dalam pembelajaran matematika. Guru tidak hanya menyampaikan materi, tetapi juga bertugas memberikan motivasi, membimbing proses berpikir, dan menciptakan suasana belajar yang menyenangkan agar peserta didik lebih mudah memahami konsep-konsep matematika. Salah satu upaya yang dapat dilakukan guru untuk mendukung proses pembelajaran yang efektif adalah dengan menyediakan perangkat pembelajaran yang tepat, seperti bahan ajar yang dirancang secara sistematis

⁵ OCDE, “Resultados de PISA 2022 (Volumen I): El Estado Del Aprendizaje y La Equidad En La Educación.,” Https://Www.Oecd.Org/En/Publications/Pisa-2022-Results-Volume-I_53F23881-En/Full-Report.Html, vol. 1, 2023.

dan menarik⁶. Penggunaan bahan ajar yang sesuai akan memudahkan guru dalam menyampaikan materi dan membantu peserta didik memahami konsep-konsep yang dipelajari.

Pembelajaran yang efektif tidak hanya ditentukan oleh materi yang diajarkan, tetapi juga oleh strategi penyampaian yang sesuai dengan cara kerja otak peserta didik⁷. Otak manusia merupakan organ yang sangat kompleks dan adaptif, yang berfungsi secara terintegrasi antara aspek kognitif, emosional, dan sensorik. Temuan dalam bidang *neurosains* menunjukkan bahwa otak belajar secara optimal ketika peserta didik berada dalam kondisi emosional yang positif, aktif secara mental dan fisik, serta mampu menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman atau pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya⁸. Otak memiliki kecenderungan untuk memproses informasi yang disajikan dalam bentuk pola, asosiasi, dan konteks relevan. Oleh karena itu, materi pelajaran yang bersifat abstrak akan lebih mudah dipahami apabila disampaikan melalui pendekatan yang sejalan dengan cara otak mengelola dan menyimpan informasi.

Salah satu solusi untuk mengatasi rendahnya kemampuan peserta didik dalam pelajaran matematika tersebut adalah dengan menerapkan pembelajaran yang mendorong keaktifan dan rasa ingin tahu peserta didik

⁶ Mira Nurhayati and Darmawijoyo Darmawijoyo, “Pengembangan Bahan Ajar Pemodelan Matematika Dan Efek Potensialnya Terhadap Persepsi Matematika Siswa SMA: Studi Kasus,” *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika* 7, no. 3 (2023): 2765–81, <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i3.2432>.

⁷ Yeni Alfina, Masduki Asbari, and Siti Habibah, “Analisis Implementasi Pembelajaran Berbasis Neurosciencie,” *Journal of Information Systems and Management (JISMA)* 3, no. 1 (2024): 26–29.

⁸ Relly Maulita, Ermis Suryana, and Abdurrahmansyah, “Neurosains Dalam Proses Belajar Dan Memori,” *INOVATIF: Jurnal Penelitian Pendidikan, Agama, Dan Kebudayaan* 8, no. 2 (2022): 1–16, <https://doi.org/10.55148/inovatif.v8i2.264>.

sehingga merangsang kinerja otak⁹. *Brain Based Learning* menjadi salah satu pendekatan yang relevan karena mampu meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik. *Brain Based Learning* berfokus pada bagaimana otak belajar dan menciptakan kondisi yang mendukung kesiapan mental peserta didik agar dapat memahami materi secara optimal¹⁰. Pendekatan ini juga memperhatikan keterpaduan antara aspek fisik, mental, sikap, dan kesehatan peserta didik secara holistik. Dengan demikian pembelajaran tidak hanya berpusat pada guru, tetapi memberikan ruang bagi pengalaman belajar yang bervariasi dan bermakna bagi peserta didik.

Kondisi ini menjadi sangat signifikan terutama dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi yang bersifat abstrak dan membutuhkan kemampuan visual, seperti transformasi geometri. Materi ini menuntut peserta didik untuk memahami perubahan posisi suatu objek dalam bidang koordinat melalui translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi¹¹. Namun, dalam praktik pembelajaran tidak sedikit peserta didik yang mengalami kesulitan dalam membangun pemahaman konsep matematis pada materi transformasi tersebut.

⁹ Irma Fitri, Nafisa Setyo Chairani, and Dan Erdawati Nurdin, “Memfasilitasi Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Pada Materi Segiempat Melalui Penggunaan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Brain Based Learning,” *Journal for Research in Mathematics Learning* P 7, no. 3 (2024): 205–12, <http://dx.doi.org/10.24014/juring.v7i3.22635>.

¹⁰ Behiye Akcay et al., “The Effect of Brain-Based Learning on Students’ Metacognitive Awareness,” *International Journal on Social and Education Sciences* 5, no. 3 (2023): 676–99, <https://doi.org/10.46328/ijoneses.608>.

¹¹ Muda Sakti Raja Sihite et al., *BUKU AJAR: Geometri Transformasi, Literasi Langsung Terbit*, 2025, https://www.researchgate.net/publication/389952146_BUKU_AJAR_Geometri_Transformasi.

Hasil Prasurvey yang dilakukan di MAN 1 Lampung Timur menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam memahami konsep transformasi geometri masih tergolong rendah. Hal ini terlihat dari capaian belajar yang belum memenuhi Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP), nilai rata-rata kelas yang masih rendah, serta distribusi nilai yang menunjukkan variasi kemampuan yang cukup lebar. Untuk memberikan gambaran lebih jelas mengenai kondisi tersebut, berikut disajikan data hasil belajar peserta didik kelas XI pada materi transformasi geometri.



Gambar 1. 1 Data nilai transformasi geometri peserta

(sumber: Dokumen Guru Kelas XI IPA 5 MAN 1 Lampung Timur)

Gambar 1.1 menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik terhadap materi transformasi geometri masih rendah. Nilai rata-rata kelas diketahui hanya mencapai 61,7 di bawah KKTP 75, serta jumlah peserta didik yang tuntas hanya 8 dari 27 orang mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa belum menguasai konsep secara optimal. Ditinjau berdasarkan indikator pemahaman konsep matematis menurut Kilpatrick, kondisi ini menunjukkan bahwa peserta didik belum mampu menyatakan ulang konsep dengan benar,

membedakan contoh dan bukan contoh suatu konsep, serta mengklasifikasikan objek berdasarkan terpenuhi atau tidaknya persyaratan yang membentuk konsep transformasi geometri¹². Temuan tersebut diperkuat oleh hasil wawancara dengan guru matematika kelas XI MAN 1 Lampung Timur yang menyatakan bahwa peserta didik masih sering mengalami kesulitan dalam menentukan jenis transformasi, membedakan karakteristik tiap transformasi, dan menerapkan konsep secara prosedural. Secara keseluruhan, kondisi ini menegaskan bahwa kemampuan pemahaman konsep maupun prosedur transformasi geometri peserta didik masih belum optimal.

Rendahnya pemahaman konsep tersebut tidak terlepas dari proses pembelajaran yang diterapkan di kelas. Temuan lapangan menunjukkan bahwa penyajian materi yang masih bersifat abstrak, kurang dikaitkan dengan situasi kontekstual, serta kurang melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran. Selain itu, keterbatasan bahan ajar juga menjadi faktor yang memengaruhi rendahnya pemahaman peserta didik. Guru masih mengandalkan spidol dengan warna berbeda dan mistar untuk menjelaskan konsep transformasi geometri di papan tulis serta menggunakan lembar kerja yang berisi soal-soal matematika yang masih disajikan secara abstrak.

Hal ini juga tidak sesuai dengan prinsip *Brain-Based Learning* yang menekankan pentingnya pembelajaran kontekstual, penggunaan media yang variatif, dan keterlibatan multisensori agar proses berpikir peserta didik lebih optimal. Oleh karena itu, penerapan *Brain Based Learning* menjadi relevan

¹² Awad Faek Altarawneh and Sa’ida Tawfiq Marei, “Mathematical Proficiency and Preservice Classroom Teachers’ Instructional Performance,” *International Journal of Education and Practice* 9, no. 2 (2021): 354–64, <https://doi.org/10.18488/jurnal.61.2021.92.354.364>.

untuk dikembangkan, sebagaimana didukung oleh penelitian lain yang menunjukkan bahwa penerapan *Brain Based Learning* efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep¹³.

Selain melakukan wawancara dengan guru, peneliti juga melakukan analisis kebutuhan peserta didik melalui penyebaran angket kepada 25 peserta didik kelas XI di MAN 1 Lampung Timur. Hasil Angket yang diperoleh dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. 1 Hasil Analisis Kebutuhan Peserta Didik

Aspek yang Ditanyakan	Jumlah Siswa	Persentase
Memahami materi lebih baik dengan gambar/media visual	21	84%
Cepat bosan jika pembelajaran monoton	23	92%
Membutuhkan lembar kerja visual dan bertahap untuk memahami konsep	21	84%

Tabel 1.1 merupakan ringkasan dari hasil angket kebutuhan peserta didik yang terdiri dari 10 butir pernyataan. sebagai gambaran umum, ditampilkan tiga pernyataan utama yang paling relevan dengan penelitian. Data menunjukkan mayoritas peserta didik lebih terbantu dengan media visual, menyukai pembelajaran interaktif, serta membutuhkan lembar kerja visual bertahap.

Alternatif yang tepat dalam upaya mengimplementasikan pendekatan *Brain Based Learning* secara sistematis dan terarah yang dipilih berdasarkan hasil prasurvei adalah penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

¹³ Tri Suryaningsih and Asep Supena, "Pengaruh Brain-Based Learning Berbantuan PhET Interactive Simulations Terhadap Kemampuan Pemahaman Konseptual Matematika Siswa Sekolah Dasar," *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik* 8, no. 2 (2024): 168, <https://doi.org/10.20961/jdc.v8i2.86339>.

LKPD didasarkan pada fungsinya sebagai sarana komunikasi yang efektif antara guru dan peserta didik dalam mendukung proses pembelajaran¹⁴. LKPD memiliki kelebihan dibanding bahan ajar lain karena tidak hanya menyajikan informasi, tetapi juga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat aktif melalui latihan, pertanyaan pemicu, dan aktivitas yang menuntun mereka menemukan konsep secara mandiri¹⁵. Selain itu, penggunaan LKPD juga menjawab kebutuhan akan bahan ajar yang tidak sekadar berisi soal-soal abstrak, tetapi mampu memfasilitasi pembelajaran yang lebih kontekstual.

Pemilihan LKPD sebagai produk pengembangan diperkuat oleh penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis lembar kerja efektif dalam membantu peserta didik memvisualisasikan konsep transformasi geometri serta memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan matematis peserta didik, baik pada aspek pemahaman konsep maupun kemampuan lainnya¹⁶. Peneliti memilih bentuk LKPD cetak bukan E-LKPD, dengan alasan bahwa di sekolah tempat penelitian tidak memperbolehkan penggunaan telepon genggam dalam proses pembelajaran. LKPD yang dirancang berdasarkan prinsip-prinsip *Brain Based Learning* diharapkan dapat memfasilitasi aktivitas belajar yang

¹⁴ Caswita Enie Augus Junaety, Sri Hastuti Noer, “Pengembangan LKPD Dalam Pembelajaran Kooperatif Group to Group Exchange Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis,” *Jurnal FKIP Unila*, 2020.

¹⁵ Atika Nur Hidayati, Alben Ambarita, and Dwi Yulianti, “Pengembangan LKPD Berbasis Model Pembelajaran AIR Berorientasi Pada Peningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematika” 3, no. 2 (2021): 86–101, <https://doi.org/10.35438/inomatika>.

¹⁶ Fitri, Chairani, and Nurdin, “Memfasilitasi Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Pada Materi Segiempat Melalui Penggunaan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Brain Based Learning.”

melibatkan emosi positif, eksplorasi visual, dan keterlibatan motorik. Melalui LKPD, peserta didik diarahkan untuk membangun pemahaman secara bertahap melalui aktivitas yang menstimulasi fungsi otak secara menyeluruh, seperti pengamatan, eksplorasi konsep, diskusi kelompok, dan refleksi.

Pengembangan bahan ajar yang spesifik mengintegrasikan prinsip *Brain Based Learning* untuk materi transformasi geometri di jenjang SMA khususnya dalam bentuk LKPD masih sangat terbatas. Kesenjangan ini menjadi sangat krusial mengingat karakteristik materi transformasi geometri yang bersifat abstrak dan memerlukan kemampuan visualisasi, serta pentingnya kesesuaian bahan ajar dengan capaian pembelajaran dalam kurikulum merdeka.

Penelitian ini menawarkan kebaruan berupa pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Brain Based Learning* yang dirancang secara khusus untuk materi transformasi geometri kelas XI. LKPD ini akan mengintegrasikan prinsip-prinsip *Brain Based Learning*. Selain itu, pengembangan LKPD ini akan diselaraskan dengan capaian pembelajaran guna memberikan pengalaman belajar yang adaptif, relevan, dan mampu meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep transformasi geometri secara lebih efektif dan menyeluruh. Dengan demikian, urgensi dan arah penelitian ini semakin jelas, sehingga peneliti menetapkan judul penelitian “Pengembangan LKPD Berbasis *Brain Based Learning* Untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik”.

B. Identifikasi Masalah

Uraian latar belakang yang telah dipaparkan menunjukkan adanya beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Strategi pembelajaran yang diterapkan belum sepenuhnya memanfaatkan pendekatan yang sesuai dengan cara kerja otak peserta didik, seperti pendekatan *Brain Based Learning*.
2. Bahan ajar yang digunakan selama pembelajaran masih terbatas sehingga belum mampu memenuhi kebutuhan belajar peserta didik secara optimal.
3. Belum tersedia LKPD yang dirancang secara khusus berbasis *Brain Based Learning* untuk membantu peserta didik memahami materi transformasi geometri secara bertahap, menyenangkan, dan bermakna.
4. Peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi dan menyelesaikan permasalahan matematika, khususnya pada materi transformasi geometri yang bersifat abstrak dan menuntut kemampuan visual.

C. Batasan Masalah

1. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dikembangkan dibatasi pada materi transformasi geometri kelas XI yang mencakup translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi sesuai dengan capaian pembelajaran matematika kelas XI semester ganjil.
2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menerapkan pendekatan *Brain Based Learning*.

3. Subjek uji coba produk adalah peserta didik kelas XI MAN 1 Lampung Timur, yang telah mempelajari materi transformasi geometri.

D. Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan batasan masalah yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana validitas LKPD berbasis *Brain Based Learning* untuk memfasilitasi kemampuan pemahaman konsep peserta didik?
2. Bagaimana kepraktisan LKPD berbasis *Brain Based Learning* untuk memfasilitasi kemampuan pemahaman konsep peserta didik?
3. Bagaimana efektivitas LKPD berbasis *Brain Based Learning* untuk memfasilitasi kemampuan pemahaman konsep peserta didik?

E. Tujuan Pengembangan

Rumusan masalah penelitian menjadi dasar dalam penetapan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui validitas LKPD berbasis *Brain Based Learning* yang memfasilitasi kemampuan pemahaman konsep peserta didik.
2. Untuk mengetahui kepraktisan LKPD berbasis *Brain Based Learning* yang memfasilitasi kemampuan pemahaman konsep peserta didik.
3. Untuk mengetahui efektivitas LKPD berbasis *Brain Based Learning* yang memfasilitasi kemampuan pemahaman konsep peserta didik.

F. Manfaat Produk yang Dikembangkan

Pengembangan bahan ajar berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis Brain Based Learning pada materi transformasi geometri ini diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini dapat menambah sumber pengetahuan mengenai pengembangan LKPD yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran sebagai bahan ajar guru dalam menyampaikan materi pelajaran.

2. Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini dilihat dari berbagai perspektif, termasuk peserta didik, guru, sekolah, dan peneliti. Berikut adalah beberapa manfaat praktis:

a. Bagi peserta didik

- 1) LKPD yang dikembangkan dapat digunakan sebagai sumber belajar dalam memahami materi trasnformasi geometri.
- 2) hasil pengembangan LKPD dapat membantu meningkatkan motivasi dan minat belajar peserta didik dalam pembelajaran matematika.

b. Bagi guru

- 1) LKPD yang dikembangkan dapat digunakan sebagai bahan ajar yang mampu mempermudah dan membantu proses pembelajaran dan mencapai pembelajaran dengan baik dan efektif.

- 2) Memilih berbagai pendekatan pengajaran untuk membantu peserta didik memahami suatu konsep matematika.
 - 3) Meningkatkan kemampuan guru dalam membuat LKPD berbasis *Brain Based Learning* yang relevan, menarik, dan efektif untuk peserta didik.
- c. Bagi sekolah
- 1) Memberikan pembelajaran berupa materi dengan berbagai pendekatan yang inovatif dan kontekstual. Hal ini dapat digunakan sebagai pertimbangan sekolah untuk melakukan langkah selanjutnya terkait inovasi yang digunakan dalam proses pembelajaran dengan menyesuaikan kondisi lingkungan, peserta didik, dan potensi yang ada.
- d. Bagi peneliti dan umum
- 1) Meningkatkan pengetahuan dan wawasan tentang pengembangan LKPD yang valid, praktis, dan efektif sebagai media yang mampu membantu proses pembelajaran matematika.
 - 2) Menambah referensi pendekatan pembelajaran untuk mengajarkan materi kepada peserta didik pada saat dilakukannya pembelajaran agar mampu tercapai tujuan pembelajaran yang lebih baik dan efektif.
 - 3) Menginspirasi dan mendukung pengembangan serta penelitian lebih lanjut mengenai pembelajaran matematika berbasis *Brain Based Learning*.

G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang diharapkan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

1. Produk yang akan dikembangkan adalah LKPD pada materi transformasi geometri kelas XI dalam bentuk media cetak (*Printed*).
2. LKPD dicetak menggunakan jenis kertas HVS dengan ukuran kertas B5.
3. Penyusunan LKPD mengacu pada capaian pembelajaran, dan komponen inti materi yang sesuai dengan kurikulum yang berlaku.
4. LKPD dirancang dan dikembangkan berdasarkan prinsip-prinsip *Brain Based Learning*. Prinsip-prinsip tersebut kemudian diimplementasikan dalam tahapan pembelajaran *Brain Based Learning*.
5. LKPD dilengkapi dengan petunjuk penggunaan atau langkah-langkah pengerjaan untuk memudahkan peserta didik dalam memahami dan menyelesaikan tugas.
6. Desain LKPD dilengkapi dengan perpaduan warna dan elemen visual menarik guna meningkatkan motivasi belajar dan daya tarik peserta didik.
7. Desain visual dan tata letak LKPD dibuat menggunakan platform Canva.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Pengembangan Bahan Ajar

Bahan ajar adalah segala bentuk materi yang digunakan dalam proses pembelajaran guna membantu peserta didik memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan sikap¹⁷. Pendapat lain mengenai bahan ajar yaitu salah satu sumber belajar utama dan penting yang digunakan dalam proses pembelajaran di sekolah¹⁸. Sehingga dapat disimpulkan bahan ajar merupakan segala bentuk materi yang berfungsi sebagai sumber belajar utama dalam proses pembelajaran. Jenis bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran bermacam-macam, mulai dari buku teks, modul, hingga media interaktif berbasis teknologi hingga Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD merupakan salah satu bentuk bahan ajar yang sangat relevan dan aplikatif dalam pembelajaran. Istilah LKPD dalam kurikulum merdeka menggantikan Lembar Kerja Siswa (LKS), meskipun fungsi keduanya tetap sama yaitu mendukung pembelajaran aktif dan kontekstual¹⁹.

¹⁷ Kosasih, *Pengembangan Bahan Ajar* (Jakarta Timur: PT Bumi Aksara, 2021).

¹⁸ Nurhayati Nurhayati, “Pengembangan Bahan Ajar Berreferensi (Literature Review),” *Jurnal Normalita* 11, no. 3 (2023): 531–38.

¹⁹ Anisah Fitri Melenia, “Konsep Dasar Pengembangan Bahan Ajar,” *Al-Ahnaf: Journal of Islamic Education, Learning and Religious Studies* 1, no. 1 (2024): 33–43, <https://doi.org/10.61166/ahnaf.v1i1.2>.

Proses pengembangan bahan ajar merupakan suatu kegiatan yang terstruktur dan sistematis, mencakup tahapan analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, implementasi, hingga evaluasi²⁰. Proses ini memungkinkan guru untuk menyusun bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik peserta didik, tuntutan capaian pembelajaran, dan konteks lingkungan belajar.

Perancangan bahan ajar perlu memperhatikan beberapa aspek penting, seperti kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran, penggunaan metode yang tepat, penyajian yang menarik, serta integrasi nilai-nilai karakter. Dengan demikian, bahan ajar yang dikembangkan secara optimal tidak hanya mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan bagi peserta didik²¹. Pengembangan bahan ajar dalam konteks kurikulum merdeka perlu diselaraskan dengan kebijakan perangkat pembelajaran resmi seperti ATP dan modul ajar. Guru harus menyusun ATP dan modul ajar secara sistematis agar pembelajaran terstruktur dan sesuai capaian kurikulum. Selain itu, modul ajar bukan hanya sekedar alat administrasi, tetapi merupakan elaborasi dari ATP

²⁰ Tasmiyah Tasmiyah, Retno Danu Rusmawati, and Suhari Suhari, “Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Web Google Sites Materi Stoikiometri Dengan Model ADDIE,” *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan* 6, no. 12 (2023): 9799–9805, <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i12.2889>.

²¹ Kusworo Purwati Yuni Rahayu, Enok Nurhasanah, “Upaya Peningkatan Keprofesian Berkelanjutan Guru Melalui Pembuatan Bahan Ajar,” *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1, no. 1 (2020): 177–80.

yang mendukung metode, materi, dan integrasi karakter secara menyeluruh dalam satu fase pembelajaran²².

a. Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)

Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) adalah perangkat kurikulum yang memuat urutan tujuan pembelajaran secara kronologis dalam satu fase. ATP merupakan pengganti silabus pada kurikulum merdeka yang disusun secara kronologis berdasarkan Capaian Pembelajaran (CP).

b. Modul Ajar

Modul ajar merupakan panduan pelaksanaan pembelajaran yang berisi perencanaan kegiatan belajar secara lengkap, meliputi tujuan, langkah-langkah kegiatan, asesmen, hingga penguatan nilai-nilai karakter. Modul ajar dirancang mengacu pada ATP dan CP, serta memperhatikan tahap perkembangan dan kebutuhan peserta didik. Berbeda dengan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) pada kurikulum sebelumnya, modul ajar lebih komprehensif dan fleksibel. Modul tidak hanya memuat strategi pembelajaran, tetapi juga memberikan ruang bagi guru untuk berinovasi dalam menciptakan kegiatan belajar yang menyenangkan dan kontekstual. Melalui modul ajar, guru dapat memastikan bahwa setiap tahapan pembelajaran berjalan selaras dengan tujuan pembelajaran yang ditetapkan.

²² Utami Maulida, “Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka,” *Tarbawi : Jurnal Pemikiran Dan Pendidikan Islam* 5, no. 2 (2022): 130–38, <https://doi.org/10.51476/tarbawi.v5i2.392>.

Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebaiknya merujuk ada modul ajar agar tercipta kesinambungan antara rencana pembelajaran dan aktivitas peserta didik. Integrasi LKPD secara tepat dalam modul ajar dapat mendorong terbentuknya alur pembelajaran yang utuh, efektif, serta berorientasi pada pencapaian kompetensi secara optimal.

2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

a. Pengertian Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD adalah bahan ajar yang berisi materi, penjelasan, prosedur pelaksanaan serta latihan-latihan yang dirancang untuk dikerjakan oleh peserta didik sebagai panduan dalam kegiatan belajar. Selain itu, LKPD berfungsi sebagai arahan bagi peserta didik dalam melakukan eksplorasi atau pemecahan masalah melalui kegiatan praktik maupun penerapan konsep yang telah dipelajari guna mencapai tujuan pembelajaran tertentu²³. LKPD merupakan sarana pembelajaran yang dapat digunakan guru dalam meningkatkan keterlibatan atau aktivitas peserta didik dalam proses belajar mengajar²⁴. Oleh karena itu, lembar kerja peserta didik termasuk salah satu media cetak yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

²³ Awaliyah Septiani, Yuyu Yuhana, and Sukirwan Sukirwan, “Pengembangan LKPD Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika : Systematic Literature Review,” *Jurnal Basicedu* 6, no. 6 (2022): 10110–21, <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i6.3782>.

²⁴ Sutra Sutra, Dodik Mulyono, and Dona Ningrum Mawardi, “Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Problem Based Learning Pada Pembelajaran Matematika,” *Jurnal Basicedu* 8, no. 4 (2024): 2441–50, <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i4.7824>.

LKPD juga didefinisikan sebagai salah satu bentuk bahan ajar yang sederhana, karena isi utamanya tidak berfokus pada penyajian uraian materi, melainkan pada serangkaian aktivitas atau tugas yang dirancang agar dapat dilakukan oleh peserta didik. Kegiatan-kegiatan tersebut disusun selaras dengan capaian pembelajaran (CP) dalam kurikulum maupun indikator pembelajaran yang telah ditetapkan. Penekanan pada pengembangan soal dan latihan menjadikan LKPD sebagai sarana pendukung yang penting dalam proses pembelajaran, karena membantu peserta didik mendokumentasikan aktivitas belajarnya secara sistematis dan terstruktur²⁵.

Uraian yang telah dipaparkan menunjukkan bahwa LKPD sebagai salah satu bentuk bahan ajar yang membantu peserta didik menjalani proses pembelajaran secara aktif dan interaktif, sehingga dapat menunjang peningkatan hasil belajar peserta didik.

b. Tujuan Penyusunan LKPD

Penyusunan LKPD didasarkan pada sejumlah tujuan, diantaranya:

- 1) Menyediakan materi pembelajaran yang dirancang untuk mempermudah peserta didik dalam memahami konsep yang dipelajari.

²⁵ Anisah Fitri Melenia, “Konsep Dasar Pengembangan Bahan Ajar.” *Al-Ahnaf: Journal of Islamic Education, Learning and Religious Studies* (2024): 33-43, <https://doi.org/10.61166/ahnaf.v1i1.2>

- 2) Memberikan latihan atau tugas yang bertujuan untuk meningkatkan penguasaan peserta didik terhadap materi pembelajaran.
- 3) Mendorong terbentuknya kemandirian peserta didik dalam proses belajar²⁶.

Selain memiliki tujuan, LKPD juga memegang peranan penting dalam proses pembelajaran. LKPD berfungsi sebagai panduan belajar bagi peserta didik dalam memahami materi secara mandiri maupun berkelompok. Melalui LKPD, peserta didik tidak hanya memperoleh informasi, tetapi juga diarahkan untuk berpikir, menganalisis, serta mengembangkan keterampilan memecahkan masalah²⁷.

c. Langkah-Langkah Penyusunan LKPD

Pengembangan LKPD memerlukan empat langkah penting yang perlu dilakukan secara sistematis. Pelaksanaan langkah-langkah tersebut sangat penting untuk menghasilkan LKPD yang menarik dan dapat digunakan secara optimal oleh peserta didik.

1) Analisis Kurikulum

Hal pertama yang perlu dilakukan adalah menganalisis kurikulum. Langkah ini dilakukan agar dapat menentukan materi

²⁶ Andi Praswoto, *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif* (Jogjakarta: DIVA Press, 2020).

²⁷ Anisah Fitri Melenia, “Konsep Dasar Pengembangan Bahan Ajar.” *Al-Ahnaf: Journal of Islamic Education, Learning and Religious Studies* (2024): 33-43, <https://doi.org/10.61166/ahnaf.v1i1.2>

yang memerlukan bahan ajar LKPD. Analisis dilakukan dengan menelaah materi pokok, pengalaman belajar, dan konten yang akan diajarkan.

2) Menyusun Peta Kebutuhan LKPD

Hal ini dilakukan untuk menentukan jumlah dan urutan penyusunan LKPD berdasarkan materi yang telah dianalisis.

3) Menetapkan Judul LKPD

Setelah melakukan analisis kurikulum dan menyusun peta kebutuhan, langkah selanjutnya adalah menetapkan judul LKPD. Judul ini dapat ditentukan dari standar kompetensi, kompetensi dasar, materi pokok, atau pengalaman belajar dengan syarat cakupannya tidak terlalu luas.

4) Penulisan LKPD

Langkah keempat adalah proses penulisan LKPD, yang mencakup:

- a) Perumusan kompetensi dasar yang sesuai kurikulum.
- b) Penentuan alat penilaian seperti soal pilihan ganda atau uraian, serta penggunaan Penilaian Acuan Patokan (PAP) jika berorientasi pada kompetensi.
- c) Penyusunan materi yang relevan dan mendukung pencapaian kompetensi²⁸.

²⁸ *Ibid.*

d. Komponen LKPD

LKPD disusun atas beberapa komponen utama yang saling berkaitan. Adapun komponen LKPD meliputi²⁹:

1) Judul

Judul merupakan identitas dari LKPD yang memuat topik atau materi pembelajaran. Judul harus singkat, jelas, dan mencerminkan isi materi yang akan dipelajari oleh peserta didik.

2) Petunjuk Penggunaan

Petunjuk penggunaan berisi arahan mengenai cara menggunakan LKPD, baik untuk belajar individu maupun kelompok.

3) Kompetensi yang akan dicapai

Bagian ini memuat kompetensi inti dan kompetensi dasar atau capaian pembelajaran yang menjadi tujuan dari kegiatan belajar. Dengan mencantumkan kompetensi, peserta didik dapat mengetahui keterampilan dan pengetahuan apa yang diharapkan setelah menyelesaikan kegiatan dalam LKPD.

4) Informasi pendukung

Informasi pendukung mencakup uraian materi singkat, konsep-konsep penting, atau penjelasan yang dibutuhkan untuk menunjang penyelesaian tugas. Bagian ini berfungsi memberikan

²⁹ Ruqiah Ganda Putri Panjaitan et al., “PKM Workshop Pembuatan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD),” *Jurnal Pengabdian Dharma Laksana* 6, no. 1 (2023): 97, <https://doi.org/10.32493/j.pdl.v6i1.29407>.

bekal pengetahuan dasar sebelum peserta didik mengerjakan aktivitas.

5) Tugas atau langkah kerja

Tugas berisi aktivitas atau permasalahan yang harus diselesaikan oleh peserta didik. Sementara itu, langkah kerja memandu urutan kegiatan yang harus dilakukan, sehingga pembelajaran lebih terarah dan sistematis.

6) Penilaian

Komponen ini digunakan untuk mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran melalui soal atau instrumen evaluasi. Penilaian dapat berupa pertanyaan, latihan, atau refleksi yang memberikan gambaran tingkat pemahaman konsep peserta didik.

3. Pendekatan *Brain Based Learning*

a. Pengertian Pendekatan *Brain Based Learning*

Pendekatan *Brain Based Learning* merupakan pendekatan pembelajaran yang dirancang sejalan dengan cara kerja alami otak manusia. Jensen dan McConchie menyatakan bahwa *Brain Based Learning* adalah pembelajaran yang didasarkan pada prinsip-prinsip bagaimana otak belajar secara optimal, bukan sekedar kumpulan strategi atau metode, melainkan suatu cara berpikir tentang proses belajar itu sendiri³⁰. Pendekatan *Brain Based Learning* adalah suatu proses belajar yang sejalan dengan cara kerja otak secara alami

³⁰ Eric Jensen and Liesl McConchie, *Brain-Based Learning: Teaching the Way Students Really Learn. Third Edition (Revised Edition)*, Corwin, 2020. 1-2

dalam menyerap informasi. Pendekatan ini juga mencerminkan pola berpikir yang memperhatikan bagaimana otak dapat belajar secara maksimal³¹. Belajar dengan cara yang kaku (*lock step*) dan seperti mesin berjalan di pabrik (*assemble line*) akan mengganggu sebuah penemuan kritis tentang otak manusia karena setiap otak itu tidak hanya unik, otak itu berkembang dengan caranya sendiri³². Dengan kata lain, proses belajar tidak boleh dilakukan secara seragam karena peserta didik bukanlah mesin yang hanya menerima informasi dari guru setiap hari. selain itu, pembelajaran terus menerus tidak efektif karena peserta didik akan bosan dan kehilangan konsentrasi.

Pendekatan *Brain Based Learning* dapat memfasilitasi peserta didik dengan tingkat kecerdasan yang berbeda tersebut terangkum dalam gaya pembelajaran yang sama serta berpusat pada peserta didik³³. Pendekatan *Brain Based Learning* menuntut peserta didik untuk aktif dalam menemukan pengetahuan mereka tentang topik yang sedang dipelajari, hal ini dilandasi oleh struktur kognitif yang dimiliki peserta didik serta didasarkan pada cara otak bekerja³⁴. Proses belajar akan berjalan lebih efektif ketika otak terlibat dalam diskusi dengan orang lain serta diberi kesempatan untuk mengajukan

³¹ Susi Sulastri Lubis, “Pembelajaran Berbasis Otak (Brain-Based Learning) Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa,” *Jurnal ESTUPRO* 7, no. 1 (2022): 67–75.

³² Jensen and McConchie, *Brain-Based Learning: Teaching the Way Students Really Learn. Third Edition (Revised Edition)*. 2-3

³³ Ivayuni Listiani, “Optimalisasi Pembelajaran Berdiferensiasi Menggunakan Brain Based Learning,” *Geoducation: Journal of Geography Education Universitas Siliwangi* 3, no. 2 (2022): 61–65, <http://jurnal.unsil.ac.id/index.php/geoducation>.

³⁴ Akcay et al., “The Effect of Brain-Based Learning on Students’ Metacognitive Awareness.”

pertanyaan terkait informasi yang dipelajari. Pembelajaran yang aktif memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan kemampuan dalam menganalisis masalah, menemukan solusi yang tepat, dan memberikan alasan logis atas solusi tersebut.

Uraian definisi tersebut menunjukkan bahwa pendekatan *Brain Based Learning* adalah pembelajaran yang disesuaikan dengan cara kerja otak secara alami. Pendekatan ini menekankan keaktifan peserta didik, memperhatikan keunikan otak dan gaya belajar masing-masing, serta mendorong pembelajaran yang melalui diskusi, pertanyaan, dan pemecahan masalah.

b. Karakteristik Pendekatan *Brain Based Learning*

Karakteristik utama dalam pendekatan *Brain Based Learning* terletak pada upayanya menyinergikan potensi internal peserta didik dengan lingkungan belajar yang mendukung, baik secara fisik maupun mental. Proses pembelajaran dianggap akan berlangsung lebih efektif apabila kondisi lingkungan dan kemampuan peserta didik diberi perhatian yang seimbang serta dirangsang secara harmonis. Pendekatan ini juga menekankan perlunya menciptakan proses pembelajaran yang berlangsung secara efisien dan mampu menghasilkan capaian belajar yang optimal. Secara keseluruhan,

pendekatan *Brain Based Learning* menuntut terciptanya lingkungan kelas yang kondusif dan berorientasi pada kesiapan peserta didik³⁵.

c. Prinsip Pendekatan *Brain Based Learning*

Prinsip utama dalam pendekatan *Brain Based Learning*, yaitu³⁶:

- 1) Otak adalah sistem paralel yang kompleks dan dinamis. Artinya, otak memproses banyak informasi secara bersamaan.
- 2) Belajar melibatkan keseluruhan fisiologi.
- 3) Manusia harus memiliki keinginan sejak awal untuk mengerti dan memahami.
- 4) Pencarian makna terjadi melalui penciptaan pola.
- 5) Emosi sangat mempengaruhi proses pembelajaran. Hal ini disebabkan oleh keterkaitan yang erat antara emosi dan fungsi kognitif otak, yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain.
- 6) Otak memproses secara simultan bagian dan keseluruhan. Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran kedua belah otak perlu digunakan secara bersamaan.
- 7) Belajar melibatkan perhatian sadar dan bawah sadar.
- 8) Belajar melibatkan proses spasial dan memori.
- 9) Hafalan dan spasial adalah dua jenis ingatan.
- 10) Setiap otak memiliki keunikan sendiri.

³⁵ Jensen and McConchie, *Brain-Based Learning: Teaching the Way Students Really Learn. Third Edition (Revised Edition)*. 40

³⁶ Iis Nurasyah et al., “Literatur Riview: Pembelajaran Brain Based Learning Di Sekolah Dasar,” *Jurnal Basicedu* 6, no. 3 (2022): 3991–4003, <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2768>.

- 11) Belajar adalah proses perkembangan.
- 12) Belajar optimal terjadi dalam konteks sosial.

Prinsip-prinsip ini menunjukkan bahwa pendekatan *Brain Based Learning* mendorong pembelajaran yang melibatkan aktivitas multisensori, menciptakan rasa aman, membangkitkan rasa ingin tahu, serta memperhatikan gaya belajar dan latar belakang individu peserta didik.

Pendekatan *Brain Based Learning* memiliki langkah-langkah pembelajaran yang selaras dengan cara kerja otak. Adapun tahapannya sebagai berikut³⁷:

- 1) Pra-pemaparan

Tahap ini bertujuan untuk mengarahkan proses pembelajaran agar mendukung otak dalam membentuk pemahaman konseptual yang lebih terstruktur.

- 2) Persiapan

Tahap ini berfokus pada membangkitkan rasa ingin tahu dan antusiasme belajar. peserta didik didorong untuk bereksplorasi, bertanya, menyampaikan pendapat, serta merespon stimulus yang diberikan, sehingga tercipta koneksi

- 3) Inisiasi dan Akuisisi

Tahap ini merupakan fase pemberian informasi yang mana koneksi antarsel saraf dalam otak mulai terbentuk secara

³⁷ Ibid.

intensif. peserta didik memperoleh berbagai informasi penting, fakta, serta ide-ide bermakna yang membantu membangun pemahaman awal materi.

4) Elaborasi

Tahap ini merupakan proses pengolahan informasi secara mendalam, dimana peserta didik mengaitkan pengetahuan baru dengan pengetahuan sebelumnya. Tujuannya adalah untuk membangun koneksi antarkonsep yang kuat, bukan sekedar menghafal kata.

5) Inkubasi dan Memasukkan Memori

Tahap ini memberi ruang bagi peserta didik untuk merefleksi materi. Otak lebih optimal memproses materi secara bertahap daripada sekaligus. Oleh karena itu, peserta didik diberi kesempatan untuk mengulang, merefleksi, dan meninjau kembali materi transformasi geometri agar informasi tersimpan dalam memori jangka panjang.

6) Verifikasi dan Pengecekan

Tahap ini berfokus pada evaluasi pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah dipelajari.

7) Perayaan dan Integrasi

Tahap ini menekankan penguatan makna dan emosi positif dalam pembelajaran.

d. Kelebihan Pendekatan *Brain Based Learning*

Adapun kelebihan pendekatan *Brain Based Learning* adalah:

- 1) Meningkatkan motivasi belajar peserta didik melalui suasana belajar yang menyenangkan.
- 2) Membantu peserta didik memahami materi secara lebih mendalam karena terhubung dengan pengalaman nyata.
- 3) Meningkatkan daya ingat jangka panjang karena pembelajaran berbasis pada pengalaman dan emosi positif.
- 4) Mendorong keterlibatan aktif dan kolaboratif peserta didik dalam pembelajaran.

e. Kelemahan Pendekatan *Brain Based Learning*

Adapun kelemahan pendekatan *Brain Based Learning* adalah:

- 1) Memerlukan waktu yang tidak sedikit. Oleh karena itu, guru harus mampu menguasai keadaan kelas agar waktu yang diperlukan cukup untuk mencapai pembelajaran yang diinginkan.
- 2) Memerlukan fasilitas yang memadai diantaranya media, kesiapan guru dalam menerapkan pendekatan ini harus memiliki kesiapan.
- 3) Memerlukan biaya yang tidak sedikit dalam menciptakan sebuah lingkungan pembelajaran.

4. Pemahaman Konsep Matematis

a. Pengertian Pemahaman Konsep Matematis

Pemahaman konsep merupakan kemampuan utama dalam proses pembelajaran matematika. Kemampuan pemahaman konsep merujuk pada keterampilan menyusun suatu konsep melalui aturan-aturan khusus yang kemudian digeneralisasi agar lebih mudah dipahami³⁸. Pemahaman konsep dalam matematika adalah kemampuan kognitif peserta didik dalam menyampaikan ide, mengolah informasi, serta menjelaskan dengan kata-kata sendiri, dengan tujuan agar peserta didik dapat menggunakan aturan berasal dari konsep tersebut dalam menyelesaikan masalah³⁹. Kemampuan pemahaman konsep juga bisa diartikan dengan cara berpikir peserta didik untuk mengungkapkan kembali materi yang telah mereka peroleh selama pembelajaran menggunakan bahasa sendiri. Pemahaman konsep menjadi pondasi utama dalam memahami suatu prinsip atau teori. Jika individu ingin memahami suatu prinsip serta teori, maka terlebih dahulu individu tersebut harus paham dengan konsep yang menyusun prinsip serta teori tersebut⁴⁰.

³⁸ Anita Dewi Utami, Puput Suriyah, and Novi Mayasari, *Level Pemahaman Konsep Komposisi Fungsi Berdasar Taksonomi Solo*, 2020.

³⁹ Aldan Aldiyansyah et al., “Peningkatan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Melalui Pendekatan Pembelajaran Matematika Realistik,” *Jurnal Panel Nasional Pendidikan Matematika*, no. 2024 (2021): 149–56.

⁴⁰ Putri Diana, Indiana Marethi, and Aan Subhan Pamungkas, “Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa: Ditinjau Dari Kategori Kecemasan Matematik,” *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)* 4, no. 1 (2020): 24, <https://doi.org/10.35706/sjme.v4i1.2033>.

Uraian beberapa pendapat tersebut menunjukkan bahwa kemampuan pemahaman konsep merupakan elemen penting dalam pembelajaran matematika. Kemampuan ini mencerminkan proses memahami konsep yang disampaikan secara sistematis serta menyampaikannya kembali secara jelas dan mudah dimengerti.

b. Indikator Pemahaman Konsep Matematis

Permendikbud Nomor 58 Tahun 2014 menetapkan indikator pemahaman konsep sebagai berikut⁴¹.

- 1) Mengulang kembali konsep yang telah dipelajari.
- 2) Mengelompokkan objek berdasarkan terpenuhinya syarat-syarat suatu konsep.
- 3) Mengenali karakteristik dari suatu operasi atau konsep.
- 4) Menerapkan konsep secara logis.
- 5) Memberikan contoh yang sesuai maupun contoh yang bertentangan dari konsep yang dipelajari.
- 6) Menyajikan konsep dalam berbagai macam bentuk presentasi matematis (tabel, grafik, diagram, gambar, sketsa, dll).
- 7) Mengaitkan antar konsep baik dalam matematika maupun lintas disiplin.
- 8) Mengembangkan syarat perlu dan atau syarat cukup sebuah konsep.

⁴¹ Bella Putri Khairani, Yenita Roza, and Maimunah, “Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Kelas XI SMA/MA Pada Materi Barisan Dan Deret,” *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika* 05, no. 02 (2021): 1578–87.

Sedangkan menurut Kilpatrick dalam Awad, indikator pemahaman konsep matematis terdiri dari⁴²:

- 1) Menyatakan ulang konsep yang telah dipelajari

Peserta didik mampu mengartikulasikan kembali suatu konsep dengan kata-kata sendiri sebagai bukti pemahaman mendalam, bukan sekedar mengingat definisi.

- 2) Mengklasifikasikan objek-objek berdasarkan dipenuhi atau tidaknya persyaratan yang membentuk konsep tersebut

Peserta didik dapat mengevaluasi dan mengelompokkan objek berdasarkan kriteria yang membentuk konsep, sehingga mampu membedakan objek yang relevan dan tidak relevan.

- 3) Menerapkan konsep secara algoritma

Peserta didik menggunakan prosedur atau langkah sistematis yang konsisten untuk menyelesaikan masalah matematis yang terkait dengan konsep tersebut.

- 4) Menentukan contoh dan bukan contoh dari konsep yang telah dipelajari

Peserta didik mampu mengidentifikasi contoh yang tepat dan sekaligus bukan contoh dari konsep, memperkuat pemahaman tentang batasan dan karakteristik konsep.

- 5) Menyajikan konsep dalam berbagai macam bentuk representasi matematis

⁴² Altarawneh and Marei, "Mathematical Proficiency and Preservice Classroom Teachers' Instructional Performance."

Peserta didik dapat mengekspresikan konsep melalui berbagai bentuk representasi matematis, seperti simbol, tabel, grafik, atau diagram, untuk menunjukkan fleksibilitas dan kedalaman pemahaman.

Indikator kemampuan pemahaman konsep matematis yang akan digunakan dalam penelitian ini mengacu pada indikator pemahaman konsep matematis Kilpatrick.

5. Transformasi Geometri

Transformasi geometri merupakan proses perubahan posisi titik-titik pada suatu bangun ke koordinat lain dalam bidang dengan aturan tertentu. Sebagai contoh, transformasi T terhadap titik $A(x, y)$ menghasilkan bayangan berupa titik $A'(x', y')$, yang dapat dinyatakan dalam bentuk $A(x, y) \rightarrow A'(x', y')$. Transformasi dapat berupa perubahan posisi bangun tanpa mengubah bentuk dan ukuran, atau perubahan posisi yang tetap mempertahankan bentuk aslinya.

Pembelajaran transformasi geometri bertujuan agar peserta didik memahami konsep dan sifat-sifat setiap jenis transformasi, mampu menerapkan transformasi dalam bentuk koordinat maupun matriks, menyelesaikan masalah kontekstual yang terkait transformasi geometri, serta menyajikan konsep transformasi dalam berbagai bentuk representasi matematis. Beberapa jenis transformasi tersebut antara lain meliputi

translasi (pergeseran), refleksi (pencerminan), rotasi (perputaran), dan dilatasi (perkalian)⁴³.

a. Translasi

Translasi atau pergeseran adalah suatu transformasi yang memindahkan setiap titik pada bidang menurut jarak dan arah tertentu. Translasi dalam koordinat kartesius dapat divisualisasikan dengan menentukan arah gerak (horizontal atau vertikal) serta besar perpindahan. Jika translasi dinyatakan dengan $T \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$, maka setiap titik $A(x, y)$ akan berpindah ke titik bayangan $A'(x + a, y + b)$.

Secara umum, Translasi titik A dapat dituliskan sebagai berikut:

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

b. Refleksi

Refleksi atau pencerminan adalah salah satu transformasi yang memindahkan setiap titik pada suatu bidang (atau bangun geometri) dengan menggunakan sifat benda dan bayangan pada cermin datar. Dalam transformasi ini, posisi titik bayangan ditentukan berdasarkan sifat-sifat pencerminan, antara lain:

- 1) Jarak antar titik asal dengan garis cermin sama dengan jarak antara garis cermin dan titik bayangannya.
- 2) Garis yang menghubungkan titik asal dengan bayangannya selalu tegak lurus terhadap garis cermin.

⁴³ B.K. Noormandiri, *Matematika Tingkat Lanjut Untuk SMA/MA Kelas XI* (Jakarta: Erlangga Publisher, 2022).

Aturan pencerminan pada koordinat kartesius disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. 1 Aturan Pencerminan Pada Koordinat Kartesius

No	Pencerminan Terhadap	Titik Koordinat Bayangan
1	Sumbu- x	($x, -y$)
2	Sumbu- y	($-x, y$)
3	Titik asal $O(0,0)$	($-x, -y$)
4	Garis $y = x$	(y, x)
5	Garis $y = -x$	($-y, -x$)
6	Garis $y = h$	($x, 2h - y$)
7	Garis $x = h$	($2h - x, y$)

c. Rotasi

Rotasi atau perputaran merupakan bentuk transformasi geometri yang memindahkan posisi titik-titik pada bidang melalui proses pemutaran sejauh sudut tertentu (θ) terhadap suatu titik tetap yang disebut pusat rotasi. Rotasi terjadi ketika sebuah titik, bangun, atau gambar diputar mengelilingi titik pusat tersebut. Terdapat tiga komponen penting dalam rotasi bidang datar, yaitu:

1) Sudut Rotasi

Rotasi dapat dilakukan dengan sudut antara 0° hingga 360° .

Namun dalam pembelajaran, biasanya difokuskan pada sudut-sudut istimewa seperti $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$, dan 360° .

2) Arah Rotasi

Penentuan arah rotasi mengikuti aturan sistem koordinat.

Rotasi bernilai positif jika dilakukan berlawanan arah jarum jam, dan negatif jika dilakukan searah jarum jam.

3) Titik Pusat Rotasi

Rotasi dilakukan terhadap suatu titik tetap pada bidang.

Apabila tidak disebutkan secara khusus, maka pusat rotasi dianggap berada di titik asal $O(0,0)$.

Jika suatu titik $P(x, y)$ diputar terhadap titik asal $O(0,0)$ sejauh θ , maka bayangan titik tersebut yaitu $P'(x', y')$, dapat dinyatakan dengan rumus:

$$\begin{cases} x' = x \cos \theta - y \sin \theta \\ y' = x \sin \theta + y \cos \theta \end{cases}$$

Namun apabila rotasi dilakukan terhadap titik pusat lain $P(a, b)$, maka bayangan titik $P'(x', y')$, dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{cases} x' = (x - a) \cos \theta - (y - b) \sin \theta \\ y' = (x - a) \sin \theta + (y - b) \cos \theta \end{cases}$$

d. Dilatasi

Dilatasi atau disebut juga perkalian merupakan salah satu bentuk transformasi geometri yang memengaruhi jarak titik-titik pada bangun dengan menggunakan suatu faktor pengali tertentu terhadap titik pusat tertentu. Faktor pengali ini dikenal sebagai faktor dilatasi atau faktor skala, sedangkan titik acuannya disebut dengan pusat dilatasi.

1) Faktor Skala (k)

Faktor skala menentukan besar perubahan ukuran suatu bangun. Nilai k dapat berupa bilangan positif, nol, maupun negatif. Sebagai ilustrasi, jika faktor skala bernilai 2, maka setiap jarak dalam bangun hasil akan menjadi dua kali lebih besar dari bangun asal.

2) Pusat Dilatasii

Pusat dilatasii merupakan titik tetap pada bidang yang menjadi acuan dalam proses dilatasii. Titik ini biasanya dinyatakan dalam koordinat tertentu. Jika tida disebutkan secara khusus, maka pusat dilatasii diasumsikan berada pada titik $O(0,0)$.

Jika suatu titik $P(x,y)$ didilatasikan terhadap pusat $O(0,0)$ dengan faktor skala k , maka bayangan titik tersebut yaitu $P'(x',y')$, yang secara matematis dapat dituliskan sebagai:

$$P(x,y) \xrightarrow{[O(0,0),k]} P'(x',y') = (kx, ky)$$

Dengan:

$$\begin{aligned} x' &= x \cos \theta - y \sin \theta \\ y' &= x \sin \theta + y \cos \theta \end{aligned}$$

Jika suatu titik $P(x,y)$ didilatasikan terhadap pusat $P(a,b)$ dengan faktor skala k , maka bayangan titik tersebut yaitu $P'(x',y')$, yang secara matematis dapat dituliskan dengan:

$$P(x,y) \xrightarrow{[P(a,b),k]} P'(x',y')$$

yang mana:

$$\begin{cases} x' = kx - ka + a \\ y' = kx - kb + b \end{cases}$$

Rumus ini menunjukkan bahwa posisi bayangan dipengaruhi oleh faktor skala k dan jarak relatif titik asal terhadap pusat dilatasi (a, b) . Jika nilai $k > 1$, maka bangun akan diperbesar, sedangkan jika $0 < k < 1$, maka bangun akan diperkecil. Nilai $k < 0$ menunjukkan bahwa bangun tidak hanya mengalami perubahan ukuran, tetapi juga pencerminan terhadap pusat dilatasi.

B. Kajian Studi yang Relevan

Terdapat beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini sekaligus dapat memperkuat penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti, antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Suryaningsih dan Supena menunjukkan bahwa pendekatan *Brain Based Learning* efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep matematis peserta didik, dengan hasil N-Gain sebesar 59,94% dan signifikansi $< 0,05^{44}$. Persamaan penelitian relevan ini dengan penelitian yang akan peneliti lakukan terletak pada pendekatan yang digunakan, yaitu *Brain Based Learning*. Adapun perbedaannya terletak pada jenis penelitian, media yang digunakan, dan jenjang pendidikan. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen

⁴⁴ Suryaningsih and Supena, "Pengaruh Brain-Based Learning Berbantuan PhET Interactive Simulations Terhadap Kemampuan Pemahaman Konseptual Matematika Siswa Sekolah Dasar."

dengan bantuan simulasi PhET di jenjang sekolah dasar, sedangkan penelitian yang akan peneliti lakukan merupakan penelitian *R&D* menggunakan model ADDIE untuk peserta didik kelas XI.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Satriawati, Ridwan, dkk. menunjukkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan layak digunakan untuk membantu peserta didik memvisualisasikan konsep transformasi geometri⁴⁵. Persamaan penelitian relevan ini dengan penelitian yang akan peneliti lakukan terletak pada fokus materi yaitu transformasi geometri dan model pengembangan yang digunakan yaitu model ADDIE. Adapun perbedaannya terletak pada pendekatan yang digunakan, jenis kemampuan yang difasilitasi, dan produk yang dikembangkan. Penelitian santriawati menggunakan bantuan teknologi Geogebra dan menghasilkan modul pembelajaran, sedangkan penelitian ini menggunakan pendekatan *Brain Based Learning* dan mengembangkan LKPD untuk memfasilitasi kemampuan pemahaman konsep matematis.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Ainun Fitriani dan Ewan Irawan menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKS yang dikembangkan telah memenuhi kriteria validitas, kepraktisan, dan keefektifan⁴⁶. Persamaan penelitian relevan ini dengan penelitian yang

⁴⁵ Gusni Satriawati, Muhammad Ridwan, and Dedek Kustiawati, “Pengembangan Bahan Ajar Transformasi Geometri Berbantuan Geogebra Untuk Memfasilitasi Kemampuan Visualisasi,” *ALGORITMA: Journal of Mathematics Education* 4, no. 2 (2023): 127–39, <https://doi.org/10.15408/ajme.v4i2.28853>.

⁴⁶ Ainun Fitriani and Ewan Irawan, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika SMP Dengan Pendekatan Brain Based Learning Berorientasi Pada Kemampuan Koneksi Matematis,” *Jurnal Pendidikan Mipa* 10, no. 1 (2020): 53–59, <https://doi.org/10.37630/jpm.v10i1.274>.

akan peneliti lakukan terletak penggunaan pendekatan, model, dan produk yang dikembangkan. Sementara itu perbedaannya terletak pada kemampuan yang difasilitasi. Penelitian Ainun Fitriani mengembangkan Lembar kerja untuk meningkatkan kemampuan koneksi matematis, sedangkan penelitian ini berfokus pada pengembangan lembar kerja untuk kemampuan pemahaman konsep matematis.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Irma Fitri dkk. menunjukkan bahwa LKS yang dikembangkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif⁴⁷. Persamaan penelitian relevan ini dengan penelitian yang akan peneliti lakukan adalah sama-sama menggunakan pendekatan *Brain Based Learning* dan mengembangkan perangkat pembelajaran berupa lembar kerja. Sedangkan perbedaannya terletak materi yang peneliti gunakan.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Riza Derniati dkk. bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran berupa RPP, LKPD, dan tes hasil belajar dengan pendekatan *Problem Based Learning* pada materi transformasi geometri. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4-D. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat yang dikembangkan tergolong valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis.⁴⁸ Persamaan penelitian relevan ini dengan penelitian yang akan peneliti lakukan terletak pada fokus materi,

⁴⁷ Fitri, Chairani, and Nurdin, “Memfasilitasi Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Pada Materi Segiempat Melalui Penggunaan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Brain Based Learning.”

⁴⁸ Riza Derniati et al., “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Pada Materi Transformasi Berbasis Problem Based Learning,” *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika* 06, no. 02 (2022): 2144–59.

yaitu materi transformasi geometri. Sedangkan perbedaannya terletak pada pendekatan dan model pengembangan yang digunakan.

Tinjauan terhadap penelitian-penelitian relevan menunjukkan bahwa posisi penelitian ini berada pada pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning* untuk materi transformasi geometri pada peserta didik kelas XI. Penelitian sebelumnya menunjukkan efektivitas *Brain Based Learning* dan kelayakan bahan ajar, namun belum menggabungkan pendekatan tersebut dengan model R&D (ADDIE) untuk memfasilitasi kemampuan pemahaman konsep matematis di jenjang SMA. Keterbaruan penelitian ini terletak pada integrasi prinsip-prinsip *Brain Based Learning* dalam desain LKPD dengan model ADDIE untuk menghasilkan LKPD yang valid, praktis, dan efektif.

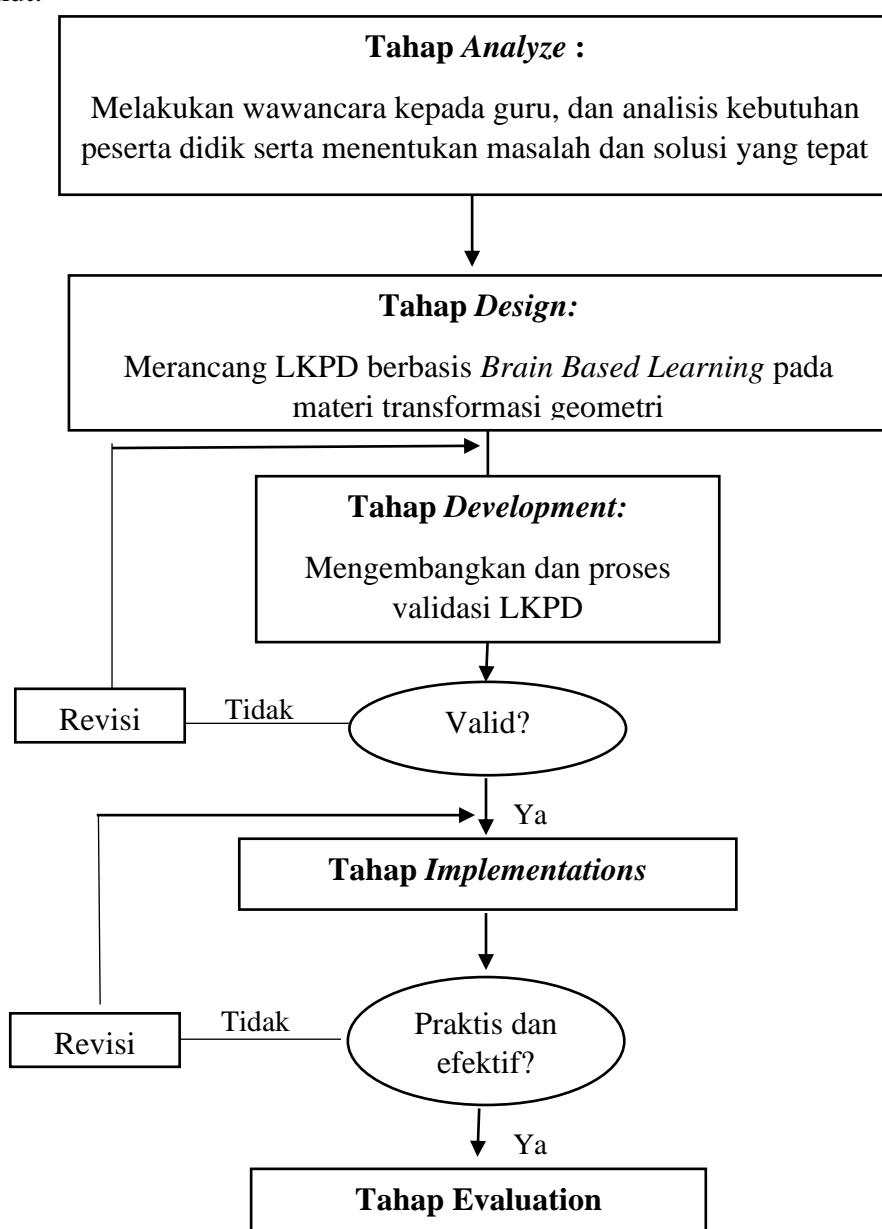
C. Kerangka Pikir

Kerangka pikir penelitian ini diawali dengan tahap analisis, yaitu melakukan wawancara dengan guru, serta menganalisis kebutuhan belajar mereka. Hasil dari tahap ini menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik terhadap materi transformasi geometri masih rendah sehingga diperlukan bahan ajar yang sesuai untuk membantu proses pembelajaran. Oleh karena itu, peneliti merancang LKPD berbasis *Brain Based Learning* yang disusun berdasarkan hasil analisis kebutuhan, dengan memperhatikan karakteristik peserta didik serta integrasi tahapan dalam pendekatan tersebut.

Tahap berikutnya meliputi desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Pada tahap desain, peneliti merancang struktur LKPD dan materi

sesuai tahapan *Brain Based Learning*. Tahap pengembangan dilakukan melalui validasi ahli. Setelah dinyatakan layak, LKPD diimplementasikan untuk menilai kepraktisan dan efektivitasnya. Hasil implementasi kemudian digunakan sebagai dasar evaluasi dan revisi.

Adapun uraian kerangka berpikir di atas disajikan dalam gambar berikut:



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development* atau R&D) yang bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik berbasis *Brain Based Learning* pada materi transformasi geometri kelas XI. Model pengembangan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah model ADDIE, yang terdiri dari lima tahapan yaitu tahap analisis (*analyze*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*).

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan produk dalam penelitian ini mengacu pada model ADDIE yang meliputi lima tahapan yaitu⁴⁹:

1. Tahap analisis (*analyze*)

Tahap analisis merupakan suatu proses mendefinisikan apa yang akan dipelajari oleh peserta didik, yaitu dengan melakukan *need assessment* (analisis kebutuhan), mengidentifikasi masalah, dan melakukan analisis tugas (*task analysis*). Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kebutuhan peserta didik dan kondisi pembelajaran di sekolah. Analisis tersebut meliputi:

⁴⁹ Branch Robert Maribe, *Approach, Instructional Design: The ADDIE*, Department of Educational Psychology and Instructional Technology University of Georgia, vol. 53, 2019.

- a. Wawancara dengan guru matematika kelas XI di MAN 1 Lampung Timur guna mengidentifikasi kendala dalam proses pembelajaran khususnya materi transformasi geometri.
 - b. Penyebaran angket analisis kebutuhan kepada peserta didik untuk mengetahui respon mereka terhadap bahan ajar yang digunakan serta preferensi dalam memahami materi.
 - c. Analisis kurikulum, khususnya capaian pembelajaran pada kurikulum merdeka.
2. Tahap Perancangan (*Design*)
- Tahap ini sering disebut sebagai proses perancangan (*Blueprint*). Pada tahap desain, langkah pertama yang ditempuh adalah merumuskan tujuan pembelajaran yang bersifat SMART (*specific, measurable, applicable, dan realistic*). Selanjutnya, tahap kedua adalah menyusun tes atau alat evaluasi yang selaras dengan tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan. Tahap ketiga berfokus pada pemilihan strategi pembelajaran yang paling sesuai untuk mendukung tercapainya tujuan tersebut. Selain itu, perlu juga memperhatikan berbagai aspek pendukung lainnya, seperti ketersediaan sumber belajar dan faktor-faktor relevan yang menunjang proses pembelajaran. Desain produk dalam penelitian ini disusun berdasarkan hasil analisis kebutuhan serta prinsip-prinsip pembelajaran *Brain Based Learning*. Perancangan LKPD meliputi:

a. Format dan tampilan LKPD

LKPD dikembangkan dalam bentuk media cetak menggunakan kertas HVS ukuran B5, dan dirancang melalui platform digital Canva. Desain visual memadukan warna, gambar, dan layout menarik yang bertujuan untuk mendukung aspek visual peserta didik.

b. Struktur isi LKPD berbasis *Brain Based Learning*

Struktur LKPD disusun berdasarkan tahapan-tahapan dalam pendekatan *Brain Based Learning*. Komponen yang dirancang meliputi:

- 1) Cover/Sampul
- 2) Kata pengantar
- 3) Daftar isi
- 4) Petunjuk penggunaan LKPD
- 5) Capaian pembelajaran dan Tujuan pembelajaran
- 6) Pra Pemaparan (*mind mapping* atau peta konsep)
- 7) Persiapan (stimulus awal)
- 8) Inisiasi dan akuisisi
- 9) Elaborasi
- 10) Inkubasi dan memasukkan memori
- 11) Verifikasi dan pengecekan keyakinan
- 12) Perayaan dan integrasi
- 13) Daftar pustaka

14) Profil penulis

c. Desain kegiatan pembelajaran

Setiap aktivitas dalam LKPD disusun berdasarkan tahapan *Brain Based Learning* dan menggunakan pendekatan pembelajaran aktif. Aktivitas disesuaikan dengan karakteristik remaja usia SMA yang membutuhkan stimulasi visual, aktivitas fisik ringan, serta keterkaitan dengan kehidupan nyata. Desain LKPD juga menghindari penyajian materi dalam bentuk hafalan atau teks panjang yang monoton.

3. Tahap pengembangan (*development*)

Tahap pengembangan merupakan proses merealisasikan rancangan atau desain yang telah disusun ke dalam bentuk nyata. Pada tahap ini, LKPD yang telah dirancang kemudian dikembangkan. Setelah produk selesai, dilakukan proses validasi oleh para ahli. Validator dalam penelitian ini terdiri dari ahli materi dan ahli media untuk dapat memberikan penilaian terhadap LKPD yang dikembangkan.

4. Tahap implementasi (*implementation*)

Tahap implementasi merupakan pelaksanaan langsung dari sistem pembelajaran yang telah dikembangkan dalam kegiatan belajar mengajar. Pada tahap ini, peneliti juga bertujuan untuk memperoleh tanggapan dari guru maupun peserta didik terhadap perangkat pembelajaran yang telah dirancang. Produk LKPD yang sudah direvisi

berdasarkan saran dari ahli materi dan ahli media kemudian diuji cobakan kepada dua kelompok peserta didik yaitu kelompok terbatas di MAN 1 Lampung Timur. Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui kepraktisan LKPD melalui respon peserta didik dan guru, serta untuk mengukur efektivitasnya melalui posttest pada kelompok terbatas.

5. Tahap evaluasi (*evaluation*)

Tahap evaluasi merupakan proses untuk menilai sejauh mana sistem pembelajaran yang dikembangkan berhasil dan apakah telah sesuai dengan tujuan atau harapan yang telah ditetapkan sejak awal. Tahap evaluasi pada penelitian ini dilakukan untuk menilai dan memperbaiki produk setelah implementasi terbatas. Evaluasi ini dilakukan dengan menganalisis hasil validasi ahli, respon peserta didik dan guru, serta hasil posttest. Saran dari validator dan responden digunakan sebagai revisi akhir LKPD. Hal ini dilakukan supaya produk yang dikembangkan sesuai dan dapat dipergunakan di sekolah.

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Desain uji coba dilakukan untuk mengetahui kelayakan dan respon terhadap produk LKPD yang dikembangkan. Uji coba dilaksanakan melalui proses validasi produk, dan uji coba kelompok terbatas. Validasi produk dalam penelitian ini dilakukan oleh dua validator yaitu ahli materi dan ahli media. Validator mengisi angket yang telah disediakan peneliti untuk memberikan penilaian, saran, dan komentar terkait LKPD yang

dikembangkan. Hasil penilaian dari para ahli dianalisis untuk dijadikan dasar revisi produk. Setelah itu, peneliti melaksanakan uji coba terbatas pada satu kelas XI di MAN 1 Lampung Timur untuk menguji kepraktisan LKPD melalui angket respon peserta didik dan guru, serta mengukur efektivitasnya melalui hasil tes belajar (*posttest*).

2. Subjek Uji Coba

Teknik pengambilan subjek dalam penelitian ini menggunakan *purposive sampling*, yaitu penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu sesuai tujuan penelitian. Subjek uji coba adalah 27 peserta didik kelas XI IPA 5 MAN 1 Lampung Timur tahun ajaran 2025/2026. Pemilihan kelas XI IPA 5 didasarkan pada rekomendasi guru mata pelajaran serta pertimbangan peneliti, antara lain kelas tersebut telah mempelajari prasyarat materi transformasi geometri, memiliki karakteristik kemampuan akademik yang heterogen, dan memungkinkan pelaksanaan pembelajaran menggunakan LKPD secara optimal. Oleh karena itu, uji coba produk dilakukan secara terbatas pada satu kelas yang dipandang representatif untuk menilai kepraktisan dan keefektifan LKPD yang dikembangkan.

D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yaitu teknik-teknik yang digunakan dalam penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. Wawancara

Wawancara dilakukan pada tahap analisis kebutuhan kepada guru matematika kelas XI MAN 1 Lampung Timur untuk memperoleh informasi terkait kondisi pembelajaran, bahan ajar yang digunakan, kendala dan harapan terhadap pengembangan LKPD.

b. Angket

Angket digunakan untuk tiga tujuan, yaitu analisis kebutuhan peserta didik, validasi produk dan respon terhadap produk yang dikembangkan. Angket analisis kebutuhan peserta didik digunakan untuk mengumpulkan data mengenai kondisi awal, minat, dan kebutuhan belajar peserta didik. Angket validasi diberikan kepada ahli materi dan ahli media untuk menilai kevalidan LKPD, sedangkan angket respon diberikan kepada peserta setelah pelaksanaan uji coba untuk memperoleh informasi mengenai kepraktisan LKPD.

c. Tes

Tes yang digunakan adalah tes tertulis yang diberikan kepada peserta didik pada akhir pembelajaran. Soal tes disajikan dalam bentuk uraian yang memuat indikator-indikator kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik. Tes hanya dilakukan satu kali setelah peserta didik menggunakan LKPD atau disebut dengan posttest.

d. Dokumentasi

Dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan bukti pendukung pelaksanaan penelitian, seperti foto kegiatan uji coba, proses pembelajaran, dan hasil pekerjaan peserta didik pada LKPD.

2. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data yang peneliti gunakan pada penelitian ini yaitu:

a. Instrumen Validasi LKPD

Instrumen validasi dalam penelitian ini diberikan kepada dua validator, yaitu ahli materi dan ahli media. Validasi oleh ahli materi bertujuan untuk menilai kualitas dan kelayakan isi materi pembelajaran yang dikembangkan, meliputi kesesuaian dengan kurikulum, kejelasan penyajian konsep, ketepatan substansi materi, serta penggunaan bahasa. Sementara itu, validasi oleh ahli media difokuskan pada aspek tampilan, keterbacaan, dan kelayakan media pembelajaran yang digunakan. Penggunaan satu validator pada masing-masing keahlian telah dianggap memadai dalam penelitian pengembangan, sebagaimana dilakukan pada penelitian sebelumnya yang melibatkan satu validator ahli pada setiap aspek keahlian untuk menilai kevalidan produk yang dikembangkan⁵⁰. Oleh karena itu, meskipun jumlah validator terbatas, validasi yang dilakukan tetap

⁵⁰ Siti Nurjannah Munthe and Beta Rapita Silalahi, “Pengembangan LKPD Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Tema Sumber Daya Alam Di Kelas IV Sekolah Dasar” 4, no. 1 (2025): 562–67.

relevan dan mampu memberikan dasar yang kuat dalam merevisi dan menyempurnakan produk yang dikembangkan.

Tabel 3.1 berikut menyajikan kisi-kisi angket validasi yang digunakan oleh para ahli materi untuk menilai beberapa indikator penting dalam aspek pembelajaran, materi, dan kebahasaan.

Tabel 3.1 Kisi-kisi Angket Validasi Ahli Materi (modifikasi)⁵¹

No	Aspek	Indikator	Item
1	Pembelajaran	Kesesuaian pembelajaran dengan kurikulum	1
		Kemampuan mendorong peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran	2
		Kemampuan mendorong peserta didik untuk mengaitkan materi dengan kehidupan sehari-hari	3
		Kemampuan mendorong peserta didik untuk mengembangkan cara menyelesaikan masalah sendiri	4
		Kesesuaian tahapan LKPD dengan pendekatan <i>Brain Based Learning</i>	5
2	Materi	Kejelasan isi materi	6
		Kesesuaian LKPD sengan CP materi transformasi geometri	7
		Kebenaran konsep, definisi, dan contoh soal	8
3	Kebahasaan	Kesesuaian bahasa dengan tingkat berpikir peserta didik	9
		Kejelasan kalimat dan tata bahasa.	10

Selanjutnya pemberian instrumen validasi pada ahli media mencakup tiga aspek utama, yaitu desain/tampilan, kemenarikan, dan

⁵¹ Epa Sopiana, Atiaturrahmaniah Atiaturrahmaniah, and Arif Rahman Hakim, "Pengembangan E-LKPD Interaktif Berbasis Liveworksheet Pada Materi Bangun Datar Kelas IV SD," *Journal on Education* 6, no. 1 (2023): 7971–86, <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.4209>.

kepraktisan. Adapun tabel yang memuat kisi-kisi ahli media adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Kisi-kisi Validasi Ahli Media (modifikasi)⁵²

No	Aspek	Indikator	Item
1	Desain/Tampilan	Kejelasan sampul atau cover	1
		Kejelasan gambar pada LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i>	2
		Kesesuaian gambar dan ilustrasi dengan materi transformasi geometri	3
		Kejelasan tulisan pada LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i>	4
		Kesesuaian desain LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i>	5
2	Kemenarikan	Kejelasan warna pada LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i>	6
		Isi materi pada LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i>	7
		Terdapat gambar dan langkah langkah untuk mengerjakan kegiatan pada desain LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i>	8
		Merangsang ketertarikan dan keterlibatan pengguna terhadap LKPD	9
3	Kepraktisan	Mudah digunakan baik individu maupun kelompok	10
		Bermanfaat bagi guru dan peserta didik	11
		Bisa dikerjakan kapan saja dan di mana saja	12

Tabel 3.3 merupakan tabel kisi-kisi ahli media yang digunakan sebagai acuan dalam proses validasi LKPD yang dikembangkan.

⁵² Ibid

b. Instrumen Respon Peserta Didik

Instrumen ini diberikan kepada peserta didik setelah pelaksanaan uji coba LKPD. Pemberian angket ini bertujuan untuk mengumpulkan respon peserta didik mengenai LKPD berbasis *Brain Based Learning* yang dikembangkan dan diterapkan.

Tabel 3. 3 Kisi-kisi Angket respon Peserta Didik dan Guru
(modifikasi)⁵³

No	Aspek	Indikator	Item
1	Tampilan LKPD berbasis <i>Brain Based learning</i>	Tampilan LKPD berbasis <i>Brain Based learning</i>	1
		Jenis huruf	2
		Perpaduan warna	3
		Bahasa yang digunakan dalam LKPD	4
		Gambar dan elemen pada LKPD berbasis <i>Brain Based learning</i>	5
2	Materi	Kejelasan isi materi	6
		Kecocokan materi	7
		Materi mudah dipahami	8
		Lebih mudah memahami materi dalam LKPD berbasis <i>Brain Based learning</i>	9
3	Minat belajar	LKPD berbasis <i>Brain Based learning</i> ini dapat menarik perhatian peserta didik dalam pembelajaran	10
		LKPD berbasis <i>Brain Based learning</i> ini dapat meningkatkan motivasi peserta didik dalam pembelajaran	11
		LKPD berbasis <i>Brain Based learning</i> ini dapat menarik minat dan keatifan peserta didik dalam pembelajaran	12
4	Keterlibatan	Adanya LKPD berbasis <i>Brain Based learning</i> ini dapat membuat peserta didik terlibat	13

⁵³ Ibid

No	Aspek	Indikator	Item
		langsung dalam pembelajaran	
5	Keterbantuan	LKPD berbasis <i>Brain Based learning</i> ini dapat membantu peserta didik dengan mudah dan cepat dalam memahami materi	14
		LKPD berbasis <i>Brain Based learning</i> ini dapat membantu guru dalam menyampaikan materi kepada peserta didik	15

Tabel 3.4 menyajikan kisi-kisi angket respon peserta didik dan guru terhadap LKPD berbasis *Brain Based Learning*. Aspek yang dinilai meliputi tampilan LKPD, materi, minat belajar, keterlibatan, dan keterbantuan, yang dijabarkan ke dalam beberapa indikator. Setiap indikator diwakili oleh satu butir pernyataan untuk memperoleh gambaran respons peserta didik terhadap kualitas dan kebermanfaatan LKPD yang dikembangkan.

c. Instrumen Tes

Soal pada tes hasil belajar disusun untuk mengukur kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik. Tes ini berbentuk soal uraian yang diberikan setelah pembelajaran menggunakan LKPD untuk mengetahui hasil penerapan LKPD terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis.

Soal tes yang digunakan untuk mengukur pemahaman konsep matematis pada materi transformasi geometri diambil dari penelitian

sebelumnya yang telah melalui proses uji validitas dan reliabilitas⁵⁴.

Soal-soal tersebut telah terbukti layak digunakan untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam memahami konsep transformasi geometri.

Pemberian nilai jawaban tes yang dikerjakan oleh peserta didik mengikuti aturan penilaian dari Zein dan Darto. Pedoman penilaian jawaban tes peserta didik adalah sebagai berikut.

Tabel 3.4 Pedoman Penilaian Hasil Tes Peserta Didik⁵⁵

No	Penyelesaian Soal	Skor
1	Tidak terdapat usaha untuk menjawab	0
2	Perencanaan penyelesaian yang tidak sesuai	1
3	Sebagian prosedur benar tetapi masih terdapat kesalahan	2
4	Prosedur substansi benar tetapi masih terdapat kesalahan	3
5	Prosedur penyelesaian tepat, tanpa kesalahan	4

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis kuantitatif yang meliputi:

1. Analisis Validasi

Perhitungan nilai persentase validitas produk dapat ditentukan menggunakan rumus berikut⁵⁶:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

⁵⁴ Rasi Agusna, “Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Geometri Transformasi Pada Siswa Mts” (Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam –, 2023).

⁵⁵ Zein and Darto, *Evaluasi Pembelajaran*, 2012.

⁵⁶ Usep Kosasih et al., “Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Bernuansa Islami Terkait Kemampuan Koneksi Matematis,” *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika* 3, no. 3 (2023): 479–88, <https://doi.org/10.31980/plusminus.v3i3.1510>.

Keterangan:

P = Nilai persentase

f = Jumlah skor yang diperoleh

N = Jumlah skor maksimal

Hasil analisis dari validasi ahli selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, sehingga dapat diperoleh kesimpulan mengenai tingkat kelayakan produk yang dikembangkan.

Kriteria hasil uji validitas tersebut disajikan pada tabel berikut:

Tabel 3. 5 Kriteria Hasil Uji Validitas⁵⁷

Persentase	Kategori
$81\% \leq P \leq 100\%$	Sangat Valid
$61\% \leq P < 81\%$	Valid
$41\% \leq P < 61\%$	Cukup Valid
$21\% \leq P < 41\%$	Kurang Valid
$0\% \leq P < 21\%$	Tidak Valid

Proses validasi ahli terhadap kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan menetapkan target minimal persentase 61% atau berada pada kategori valid.

2. Analisis Kepraktisan

Proses analisis angket respon peserta didik dan guru dimulai dari proses tabulasi data hasil tanggapan peserta didik yang terkumpul. Kemudian data tabulasi dikonversi dalam bentuk persentase dengan rumus:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

⁵⁷ Rizki Wahyu et al., "Pengembangan Bahan Ajar Gamifikasi," *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika* 12, No. 1 (2019).

Keterangan:

P = Nilai persentase
 f = Jumlah skor yang diperoleh
 N = Jumlah skor maksimal

Hasil analisis respon peserta didik dan guru selanjutnya diinterpretasikan sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan sehingga dapat diperoleh kesimpulan mengenai tanggapan peserta didik terhadap LKPD yang dikembangkan. Kriteria respon peserta didik tersebut disajikan pada tabel berikut:

Tabel 3. 6 Kriteria Penilaian Angket Respon Peserta Didik dan Guru⁵⁸

Persentase	Kategori
$81\% \leq P \leq 100\%$	Sangat Praktis
$61\% \leq P < 81\%$	Praktis
$41\% \leq P < 61\%$	Cukup Praktis
$21\% \leq P < 41\%$	Kurang Praktis
$0\% \leq P < 21\%$	Tidak Praktis

Penilaian persentase respon peserta didik terhadap LKPD yang dikembangkan menetapkan target minimal sebesar 61% atau berada pada kategori praktis.

3. Analisis Hasil Tes

Tes berbentuk soal uraian pada materi transformasi geometri yang mengacu pada indikator kemampuan pemahaman konsep matematis yang diberikan untuk melihat keefektifan setelah menggunakan LKPD berbasis *Brain Based Learning*.

Data hasil tes digunakan melihat keefektifan LKPD berbasis *Brain Based Learning* yang dikembangkan, sebagai berikut⁵⁹:

⁵⁸ Ibid

- a. Jumlah nilai yang diperoleh peserta didik kemudian dihitung dengan rumus berikut:

$$\boxed{Nilai = \frac{\text{Jumlah nilai peserta didik}}{\text{Jumlah nilai total}} \times 100}$$

- b. Hasil nilai yang diperoleh kemudian diklasifikasikan berdasarkan Kriteria Ketuntasan Tujuan Pembelajaran (KKTP) di MAN 1 Lampung Timur yaitu 75.
- c. Perhitungan persentase berdasarkan rumus berikut:

$$\boxed{P = \frac{\text{Banyak peserta didik yang tuntas}}{\text{Jumlah peserta didik}} \times 100\%}$$

- d. Adapun penentuan kategori persentase ditentukan berdasarkan kriteria di bawah ini:

Tabel 3. 7 Kriteria Ketuntasan (modifikasi)⁶⁰

Persentase(%)	Nilai Huruf	Kategori/Predikat
$86\% \leq P \leq 100\%$	A	Sangat Baik
$76\% \leq P < 86$	B	Baik
$60\% \leq P < 76\%$	C	Cukup Baik
$55\% \leq P < 60\%$	D	Kurang Baik
$0\% \leq P < 55$	E	Tidak Baik

Efektivitas LKPD dalam penelitian ini ditinjau dari ketuntasan hasil belajar peserta didik, karena ketuntasan belajar mencerminkan ketercapaian tujuan pembelajaran secara klasikal. LKPD dikatakan efektif apabila sebagian besar peserta

⁵⁹ Alfina Indah Sahara and Gde Agus Yudha Prawira Adistana, “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Articulate Storyline 3 Pada Materi Perhitungan Volume Pekerjaan Pondasi Dan Sloof,” *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan (JKPTB)* 9, no. 2 (2023): 1–11.

⁶⁰ *Ibid*

didik mencapai kategori hasil belajar minimal baik atau memenuhi standar ketuntasan yang ditetapkan. Hal ini sejalan dengan penelitian Rina Permata Sari dkk. yang menyatakan bahwa bahan ajar dinyatakan efektif apabila hasil belajar peserta didik mencapai ketuntasan secara klasikal⁶¹.

⁶¹ Rina Permata Sari et al., “Pengembangan Bahan Ajar Membaca Permulaan Menggunakan Media Pop Up Book Di Sekolah Dasar” 6 (2022): 14–27.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian dengan metode *Research and Development (R&D)* ini menghasilkan sebuah produk berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dirancang menggunakan pendekatan *Brain Based Learning* pada materi transformasi geometri kelas XI. Proses pengembangan dilakukan di MAN 1 Lampung Timur dengan tujuan untuk melihat respon peserta didik dan efektivitas terhadap LKPD dalam memfasilitasi pemahaman konsep matematis. Penelitian dan pengembangan ini menggunakan model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yaitu tahap analisis (*analyze*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*). Uraian masing-masing tahap disajikan sebagai berikut:

1. Tahap Analisis (*Analyze*)

a. Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi awal pembelajaran matematika pada materi transformasi geometri serta kebutuhan guru dan peserta didik terhadap pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning*. Analisis dilakukan melalui wawancara dengan guru mata pelajaran matematika kelas XI serta identifikasi karakteristik peserta didik kelas XI MAN 1 Lampung Timur.

Wawancara dengan guru dilakukan untuk menelusuri permasalahan pembelajaran yang muncul di kelas serta harapan guru terhadap pembelajaran yang dapat membantu proses belajar. Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak pada materi transformasi geometri, terutama ketika harus memvisualisasikan translasi, rotasi, refleksi, dan dilatasi ke dalam bidang koordinat. Pembelajaran yang berlangsung selama ini masih didominasi oleh penjelasan verbal dan contoh tertulis di papan tulis, sehingga belum sepenuhnya memfasilitasi kebutuhan visual peserta didik. Guru juga menambahkan bahwa LKPD yang digunakan sebelumnya cenderung berisi soal yang kurang menghadirkan aktivitas eksploratif yang dapat membantu peserta didik memaknai konsep secara bertahap.

Selain wawancara, peneliti juga meninjau hasil belajar peserta didik pada materi transformasi geometri. Berdasarkan rekap nilai guru, sebagian besar peserta didik belum mencapai ketuntasan pada aspek pemahaman konsep dan aplikasi prosedural. Berdasarkan rekap nilai hasil belajar, rata-rata kelas berada pada angka 61,7 dengan KKTP 75, dan hanya 8 dari 27 peserta didik yang mencapai ketuntasan. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman dasar peserta didik mengenai konsep materi masih belum optimal untuk mendukung pembelajaran.

Peneliti juga menyebarkan angket kebutuhan kepada peserta didik untuk mengetahui persepsi dan kebutuhan belajar mereka secara lebih objektif. Angket terdiri atas 10 pernyataan yang mencakup aspek minat terhadap materi, tingkat kesulitan memahami konsep, kebutuhan akan LKPD yang interaktif, serta harapan terhadap contoh-contoh kontekstual dalam pembelajaran transformasi geometri. Adapun data hasil analisis kebutuhan peserta didik sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Analisis Kebutuhan Peserta Didik

No	Pernyataan	SS	S	KS	TS
1	Saya merasa materi Transformasi Geometri cukup sulit dipahami jika hanya dijelaskan secara lisan.	28%	56%	16%	0%
2	Saya lebih mudah memahami pelajaran jika disertai gambar atau visualisasi.	60%	32%	8%	0%
3	Saya merasa cepat bosan saat pembelajaran matematika yang hanya berisi ceramah atau latihan soal.	36%	36%	20%	8%
4	Saya lebih semangat belajar jika materi disampaikan secara menarik dan bervariasi.	72%	28%	0%	0%
5	Saya ingin belajar dengan kegiatan yang membuat saya aktif dan terlibat langsung.	36%	60%	4%	0%
7	Saya merasa butuh lembar kerja (LKPD) yang membantu saya memahami langkah-langkah transformasi.	12%	36%	48%	4%
8	Saya ingin LKPD yang tidak membosankan, berwarna, dan memuat contoh dari kehidupan sehari-hari.	24%	52%	16%	8%
9	Saya akan lebih semangat belajar jika LKPD yang digunakan membuat saya berpikir sambil bermain.	12%	36%	48%	4%
10	Saya merasa LKPD berbasis pendekatan yang memperhatikan cara kerja otak (<i>brain-based</i>) akan membantu saya belajar lebih baik.	40%	44%	16%	0%

Tabel 4.1 merupakan hasil analisis kebutuhan peserta didik yang diperoleh melalui angket yang telah divalidasi oleh ahli sebelum digunakan dalam penelitian. Berdasarkan hasil analisis tersebut, diketahui bahwa sebagian besar peserta didik merasa kesulitan memahami materi transformasi geometri apabila pembelajaran hanya disampaikan secara lisan. Hal ini terlihat dari persentase peserta didik yang menyatakan lebih mudah memahami pelajaran apabila disertai gambar atau visualisasi. Pada aspek bahan ajar, sebagian besar peserta didik menyatakan membutuhkan LKPD yang runtut, berwarna, serta memuat contoh kontekstual untuk membantu memahami langkah-langkah transformasi geometri. Selain itu, mayoritas peserta didik juga menyetujui bahwa LKPD yang memperhatikan cara kerja otak, seperti pendekatan *Brain Based Learning*, dapat membantu mereka belajar lebih efektif.

Hasil validasi angket oleh ahli menunjukkan bahwa butir pernyataan yang digunakan telah sesuai dengan tujuan analisis kebutuhan dan mampu merepresentasikan kondisi serta kebutuhan peserta didik. Dengan demikian, data angket yang diperoleh dapat dijadikan dasar yang kuat dalam pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning*. Temuan ini menegaskan perlunya pengembangan LKPD yang sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan belajar peserta didik pada materi transformasi geometri.

b. Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum dilakukan di MAN 1 Lampung Timur melalui kegiatan wawancara. Hasil yang diperoleh yaitu kurikulum yang digunakan adalah kurikulum merdeka. Pada kurikulum ini, materi Transformasi Geometri untuk kelas XI berada dalam elemen *Geometri* dan menekankan kemampuan peserta didik dalam memahami serta menerapkan berbagai jenis transformasi seperti translasi, rotasi, refleksi, dan dilatasi. Selain itu, Kurikulum Merdeka menekankan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik melalui aktivitas eksploratif, pemecahan masalah, dan pengalaman belajar yang bermakna. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya bahan ajar yang tidak hanya menyampaikan konsep, tetapi juga memfasilitasi peserta didik untuk beraktivitas secara mandiri maupun kolaboratif.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Pada tahap perancangan produk, peneliti menyusun desain LKPD berbasis *Brain Based Learning* yang akan dikembangkan agar selaras dengan capaian pembelajaran yang ditargetkan bagi peserta didik. Tahap perancangan ini dilakukan dengan menyusun struktur, alur isi, tampilan visual, serta integrasi tahapan *Brain Based Learning* ke dalam setiap aktivitas pembelajaran. Tahap perancangan terdiri atas beberapa bagian sebagai berikut:

a. Perancangan Produk

Tahap ini mencakup penyusunan kerangka awal LKPD yang akan dikembangkan. Setiap bagian LKPD disusun secara sistematis, berurutan, dan selaras dengan prinsip *Brain Based Learning* serta kurikulum merdeka.

1) Pendahuluan

Bagian pendahuluan terdiri dari sampul depan, identitas LKPD, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan LKPD, Tahapan *Brain Based Learning*, serta Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran. Bagian ini berfungsi memberikan gambaran awal kepada peserta didik mengenai tujuan, alur, serta cara menggunakan LKPD sehingga pembelajaran dapat berjalan terarah.

2) Bagian isi

Bagian isi merupakan komponen utama LKPD yang memuat aktivitas pembelajaran berdasarkan tujuh tahapan *Brain Based Learning*. Setiap tahapan dirancang untuk memfasilitasi cara kerja otak peserta didik dalam memahami materi transformasi geometri. Adapun integrasi setiap tahapan LKPD dijelaskan sebagai berikut:

a) Pra-Pemaparan

Tahap ini menyajikan *mind map* atau peta konsep pada awal LKPD sebagai pemantik untuk membantu otak

peserta didik membangun kerangka pengetahuan awal yang kuat sebelum masuk ke materi inti.

b) Persiapan

Peserta didik diajak mengaktifkan pengetahuan awal terkait materi transformasi geometri melalui pertanyaan pemantik atau contoh situasi sederhana, sehingga otak siap menerima informasi baru.

c) Inisiasi dan Akuisisi

Pada tahap ini, peserta didik diperkenalkan pada materi secara terarah melalui ringkasan konsep serta contoh soal kontekstual. Tujuannya untuk menumbuhkan rasa ingin tahu dan memfasilitasi proses akuisisi informasi baru.

d) Elaborasi

Peserta didik diberi kesempatan mengolah informasi melalui latihan bertahap yang melatih kemampuan menganalisis, menghubungkan konsep, dan menerapkan pengetahuan secara mandiri.

e) Inkubasi dan Memasukkan Memori

Tahap ini menghadirkan aktivitas sederhana seperti teka-teki, refleksi singkat, atau pertanyaan pemicu untuk memperkuat pemahaman serta mendorong konsolidasi memori jangka panjang.

f) Verifikasi dan Pengecekan

Peserta didik diberikan soal latihan atau masalah kontekstual untuk menguji pemahaman mereka. Kegiatan ini membantu otak memvalidasi konsep yang telah dipelajari dan menilai sejauh mana materi telah dikuasai.

g) Perayaan dan Integrasi

Tahap terakhir menghadirkan kolom penilaian dan refleksi yang dapat diisi peserta didik. Guru maupun orang tua dapat melihat perkembangan belajar, sehingga motivasi dan rasa percaya diri peserta didik semakin meningkat.

3) Bagian Penutup

Bagian penutup memuat daftar pustaka yang berisi seluruh sumber rujukan yang digunakan dalam pengembangan LKPD, serta profil penulis yang disajikan secara ringkas untuk memberikan informasi mengenai identitas dan latar belakang penyusun. Kedua komponen ini melengkapi keseluruhan struktur LKPD dan memastikan akuntabilitas penyusunannya.

b. Desain visual LKPD

Perancangan aspek visual juga menjadi bagian penting dalam penyusunan LKPD agar tampil menarik dan selaras dengan identitas sekolah. Pemilihan warna dominan hijau muda didasarkan pada karakteristik MAN 1 Lampung Timur yang dikenal sebagai “Kampus Hijau”, sehingga diharapkan dapat menumbuhkan rasa

kedekatan dan kenyamanan bagi peserta didik. Paduan warna lainnya dirancang menggunakan panduan palet *ColorHunt* untuk menghasilkan harmoni visual, konsistensi desain, serta kenyamanan mata saat membaca. Pertimbangan estetika tersebut diterapkan agar LKPD tidak hanya informatif, tetapi juga mampu meningkatkan motivasi belajar dan keterlibatan peserta didik.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

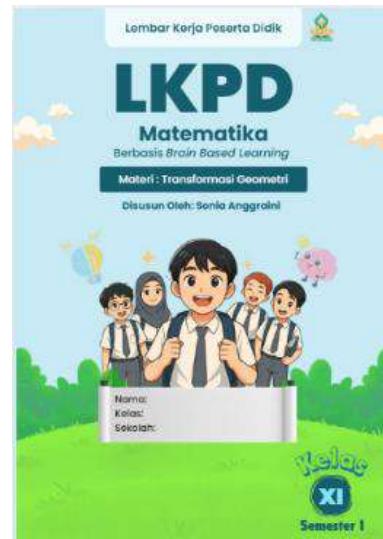
a. Pembuatan LKPD

Tahap selanjutnya setelah proses perancangan adalah tahap pengembangan, yaitu proses merealisasikan desain LKPD berbasis *Brain Based Learning* menjadi sebuah produk yang siap diuji. Pada tahap ini, peneliti mulai menyusun LKPD menggunakan aplikasi Canva. Setiap bagian LKPD dirancang untuk membimbing peserta didik menemukan konsep melalui aktivitas bertahap yang mendorong keterlibatan aktif, memfasilitasi pemahaman konsep, serta mendukung kelancaran proses pembelajaran. Adapun bagian-bagian LKPD yang dikembangkan meliputi:

1) Bagian Pendahuluan

a) Sampul Depan

Informasi yang terdapat pada sampul terdiri dari judul, materi, sasaran pengguna LKPD, logo kampus, nama penulis, serta kolom identitas. Berikut tampilan sampul depan LKPD.



Gambar 4. 1 Sampul Depan LKPD

b) Identitas LKPD

Bagian identitas disusun untuk memberikan informasi dasar mengenai LKPD yang digunakan. Komponen identitas meliputi materi pokok, kelas/semester, nama penulis, serta nama validator ahli. Adapun tampilan identitas LKPD sebagai berikut.

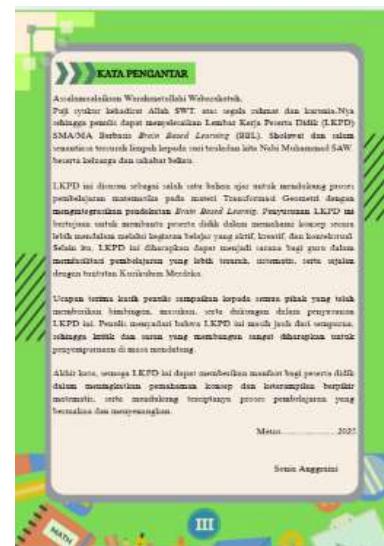


Gambar 4. 2 Identitas LKPD

Identitas LKPD berfungsi memastikan LKPD dapat digunakan secara tepat pada konteks pembelajaran yang sesuai.

c) Kata Pengantar

Kata pengantar berisi penjelasan singkat mengenai tujuan penyusunan LKPD, alasan pentingnya LKPD ini dikembangkan berbasis *Brain Based Learning*, serta harapan bahwa bahan ajar ini dapat membantu memahami materi Transformasi Geometri secara lebih mudah dan bermakna. Berikut merupakan tampilan kata pengantar dari LKPD ini.



Gambar 4. 3 Kata Pengantar LKPD

d) Daftar Isi

Daftar isi disajikan untuk memberikan gambaran sistematis mengenai seluruh komponen yang terdapat dalam LKPD. Penyusunan daftar isi dilakukan secara berurutan berdasarkan struktur LKPD, sehingga memudahkan peserta didik maupun guru dalam menavigasi setiap bagian. Berikut merupakan tampilan daftar isi LKPD.

DAFTAR ISI	
HALAMAN SAMPUL	2
IDENTITAS LKPD	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD	v
LANGKAH-LANGKAH BEL	vi
CAPAIAN PEMBELAJARAN & TUJUAN PEMBELAJARAN	vii
LEMBAR KERJA 1	1
LEMBAR KERJA 2	8
LEMBAR KERJA 3	26
LEMBAR KERJA 4	28
DAFTAR PUSTAKA	29
PROFIL PENULIS	31

Gambar 4. 4 Daftar Isi LKPD

e) Petunjuk Penggunaan LKPD

Bagian ini memuat panduan praktis mengenai cara menggunakan LKPD selama proses pembelajaran. Petunjuk diberikan secara jelas dan ringkas, mencakup cara membaca instruksi, langkah kerja pada setiap kegiatan, serta cara peserta didik mengerjakan aktivitas sesuai tahapan *Brain Based Learning*. Hal ini bertujuan agar peserta didik dapat

mengikuti alur kegiatan dengan mandiri dan terarah. Berikut merupakan tampilan dari petunjuk penggunaan LKPD.



Gambar 4. 5 Petunjuk Penggunaan LKPD

f) Tahapan *Brain Based Learning*

Bagian ini memuat tujuh tahap *Brain Based Learning* yang menjadi dasar penyusunan aktivitas pada LKPD, yaitu pra-pemaparan, persiapan, inisiasi dan akuisisi, elaborasi, inkubasi dan memasukkan memori, verifikasi dan pengecekan, serta perayaan dan integrasi. Uraian setiap tahap disajikan agar peserta didik memahami alur pembelajaran yang akan mereka ikuti, sekaligus memudahkan guru dalam mengarahkan proses pembelajaran secara konsisten dengan prinsip-prinsip *Brain Based Learning*.

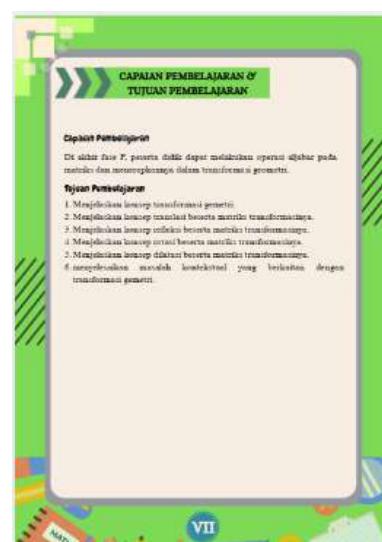
Berikut merupakan tampilan dari tahapan *Brain Based Learning*.



Gambar 4. 6 Tahap BBL pada LKPD

g) Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran

Bagian ini memuat Capaian Pembelajaran (CP) dari Kurikulum Merdeka yang relevan dengan materi Transformasi Geometri.



Gambar 4. 7 CP dan TP pada LKPD

2) Bagian Isi

Bagian isi LKPD disusun mengikuti tujuh tahapan utama dalam pendekatan *Brain Based Learning*. Setiap tahap ditampilkan dalam bentuk halaman LKPD yang dilengkapi gambar, ilustrasi, maupun aktivitas untuk membantu peserta didik memahami alur pembelajaran secara runtut. Adapun integrasi setiap tahapan dijelaskan sebagai berikut.

a) Pra-Pemaparan

Tahap awal ini menghadirkan *mind map* atau peta konsep sebagai pemantik untuk membantu otak peserta didik membangun kerangka pengetahuan awal sebelum memasuki materi inti. Tampilan visual pada halaman ini didesain sederhana namun informatif untuk memfasilitasi aktivasi skemata.

b) Persiapan

Peserta didik diajak mengaktifkan pengetahuan awal melalui pertanyaan pemantik atau contoh situasi yang relevan dengan konteks transformasi geometri. Penyajian visual di halaman ini membantu menciptakan kesiapan mental dan fokus belajar.

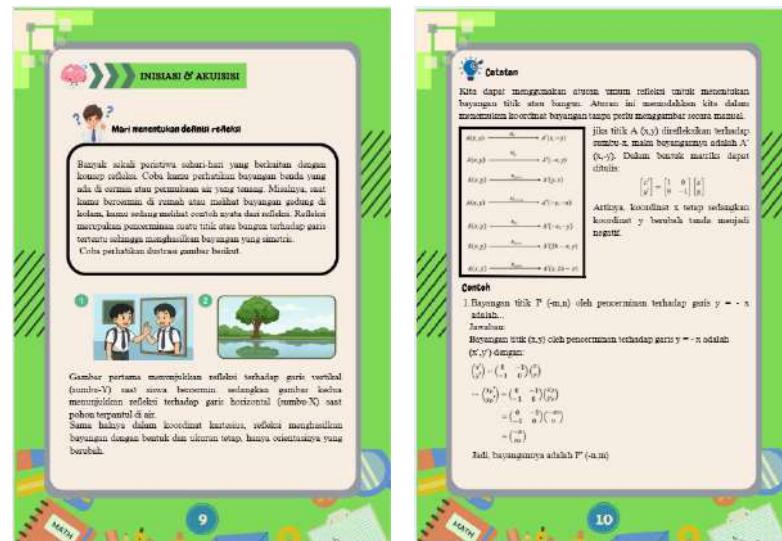
Berikut merupakan tampilan dari pra-pemaparan dan persiapan.



Gambar 4. 8 Pra-Pemaparan Dan Persiapan pada LKPD

c) Inisiasi dan Akuisisi

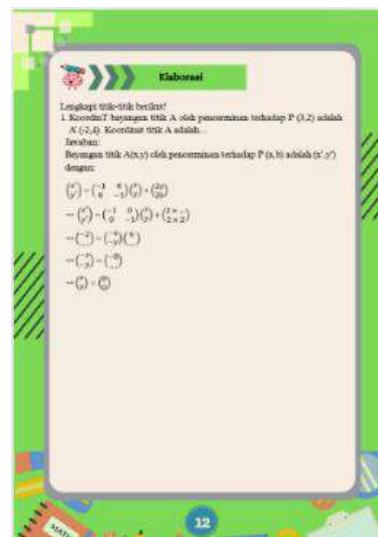
Pada tahap ini peserta didik diperkenalkan pada konsep-konsep kunci transformasi geometri melalui ringkasan materi yang diperkuat dengan ilustrasi yang membantu peserta didik membangun gambaran awal mengenai bentuk dan sifat setiap jenis transformasi. Selain itu disertakan pula contoh soal kontekstual yang relevan dengan situasi nyata sehingga peserta didik dapat memahami penerapan konsep secara langsung. Penyajian awal ini bertujuan untuk memberikan landasan konseptual sebelum peserta didik memasuki aktivitas belajar yang lebih mendalam. Berikut merupakan tampilan dari inisiasi dan akuisisi.



Gambar 4. 9 Inisiasi dan Akuisisi pada LKPD

d) Elaborasi

Tahap ini menyediakan ruang bagi peserta didik untuk mengolah dan memperluas pemahaman melalui latihan bertahap yang menuntut kemampuan menganalisis, menghubungkan konsep, dan menerapkan pengetahuan secara mandiri. Berikut merupakan tampilan dari elaborasi.



Gambar 4. 10 Elaborasi pada LKPD

e) Inkubasi dan Memasukkan Memori

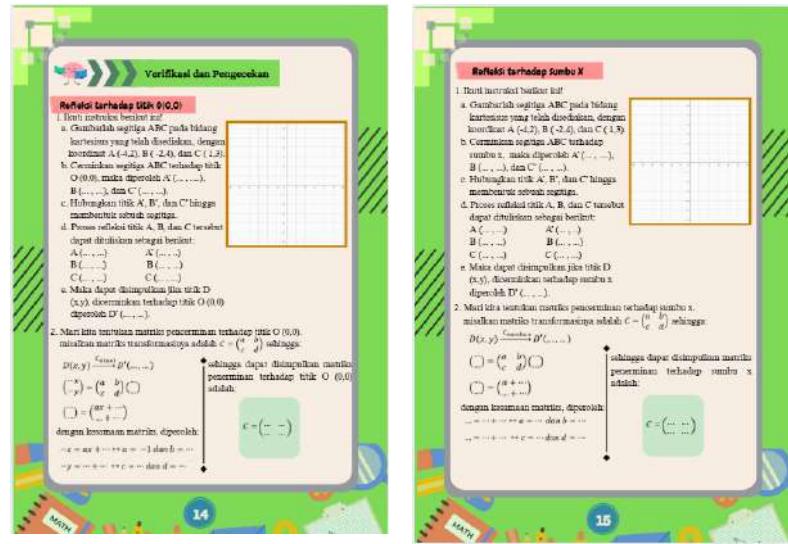
Aktivitas ringan seperti teka-teki, refleksi singkat, atau pertanyaan pemicu ditampilkan untuk memperkuat pemahaman serta membantu konsolidasi memori jangka panjang. Halaman ini didesain lebih santai namun tetap relevan dengan materi. Berikut merupakan tampilan dari inkubasi dan memasukkan memori.



Gambar 4. 11 Inkubasi dan Memasukkan Memori pada LKPD

f) Verifikasi dan Pengecekan

Peserta didik diberikan soal yang berfungsi menguji pemahaman mereka. Tampilan halaman bersifat terstruktur untuk memudahkan peserta didik meninjau kembali konsep yang telah dipelajari.



Gambar 4. 12 Verifikasi dan Pengecekan pada LKPD

g) Perayaan dan Integrasi

Tahap akhir menampilkan kolom penilaian diri dan refleksi yang dapat diisi peserta didik. Halaman ini dirancang untuk membantu mereka mengintegrasikan pemahaman, menilai perkembangan belajar, serta meningkatkan motivasi dan rasa percaya diri. Berikut merupakan tampilan dari perayaan dan integrasi.



Gambar 4. 13 Perayaan dan Integrasi pada LKPD

3) Bagian Penutup

a) Daftar Pustaka

Bagian ini memuat seluruh referensi yang digunakan selama proses penelitian dan pengembangan LKPD. Daftar pustaka ini disusun sesuai kaidah penulisan ilmiah agar setiap sumber dapat dipertanggungjawabkan secara akademik. Berikut merupakan tampilan dari daftar pustaka LKPD.



Gambar 4. 14 Daftar Pustaka LKPD

b) Profil Penulis

Bagian ini berisi informasi ringkas mengenai identitas penulis, serta latar belakang pendidikan. Profil ini menjadi penutup laporan sebagai bentuk pertanggungjawaban akademik dari peneliti. Berikut merupakan tampilan dari profil penulis dalam LKPD.



Gambar 4. 15 Profil Penulis pada LKPD

b. Hasil Validasi

Pada tahap ini, produk LKPD yang telah dirancang kemudian divalidasi oleh para ahli untuk menilai kelayakan produk dari sisi substansi materi maupun kualitas media sebelum digunakan pada tahap uji coba. Penilaian melibatkan dua validator, yaitu ahli materi dan ahli media yang memberikan masukan, koreksi, serta penilaian kuantitatif terhadap kesesuaian isi, kebahasaan, penyajian, dan aspek kegrafikan. Hasil dari proses validasi ini menjadi dasar bagi peneliti dalam melakukan revisi dan penyempurnaan desain LKPD. Adapun hasil validasi dan perbaikan desain dijabarkan sebagai berikut.

1) Validasi Desain

Validasi desain terdiri dari validasi ahli materi dan ahli media, untuk rincian hasil validasi sebagai berikut:

a) Validasi Ahli Materi

Validasi oleh ahli materi bertujuan menilai beberapa aspek yaitu pembelajaran, materi dan kebahasaan serta kesesuaian LKPD dengan Kurikulum Merdeka. Secara umum, ahli materi menilai bahwa LKPD telah tersusun baik, runtut, dan relevan dengan karakteristik materi Transformasi Geometri. Beberapa catatan diberikan untuk memperjelas definisi konsep tertentu serta menyesuaikan contoh soal agar lebih konsisten. Adapun hasil validasi lembar penilaian ahli materi disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 2 Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek yang dinilai	Butir	Skor		
			Validator 1	Validator 2	
1	Aspek Pembelajaran	1	5	4	
		2	4	3	
		3	4	4	
		4	4	4	
		5	4	4	
		6	4	4	
2	Aspek Materi	7	4	4	
		8	5	4	
		9	4	4	
		10	4	4	
3	Aspek kebahasaan	11	5	4	
		12	4	4	
Jumlah Skor yang diperoleh			51	47	
Jumlah Skor Maksimal			60	60	
Hasil Presentase yang diperoleh			85%	78,3%	
Rata-rata Validator 1 & 2			81,7%		
Kriteria			Sangat Valid		

Tabel 4.2 adalah hasil validasi ahli materi. Hasil penilaian menunjukkan bahwa validator pertama memberikan persentase kelayakan sebesar 85%, sedangkan validator kedua sebesar 78,3%, yang keduanya berada pada kategori sangat valid. Rata-rata persentase dari kedua validator mencapai 81,7% berada pada kategori sangat valid.

b) Validasi Ahli Media

Validasi ahli media dilakukan untuk menilai tampilan aspek desain/tampilan, kemenarikan, dan kepraktisan.

Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek yang dinilai	Butir	Skor		
			Validator 1	Validator 2	
1	Aspek Desain/Tampilan	1	4	5	
		2	4	5	
		3	4	5	
		4	4	4	
		5	5	5	
		6	4	4	
		7	4	5	
		8	5	5	
		9	4	5	
2	Aspek Kemenarikan	10	4	5	
		11	5	5	
		12	4	5	
3	Aspek Kepraktisan	13	5	5	
		14	5	5	
		15	5	4	
Jumlah skor yang diperoleh			66	72	
Jumlah skor maksimal			75	75	
Hasil persentase yang diperoleh			88%	96%	
Rata-rata validator 1 & 2			92%		
Kriteria			“Sangat Valid”		

Tabel 4.3 adalah hasil validasi ahli media. Validasi dilakukan oleh dua orang ahli media untuk menilai LKPD dari aspek desain/tampilan, kemenarikan, dan kepraktisan. Hasil penilaian menunjukkan bahwa validator pertama memberikan persentase kelayakan sebesar 88%, sedangkan validator kedua sebesar 96%, yang keduanya berada pada kategori sangat valid. Rata-rata persentase dari kedua validator mencapai 92%, sehingga LKPD yang dikembangkan dinyatakan sangat valid dan layak digunakan pada tahap uji coba pembelajaran dengan tetap memperhatikan saran perbaikan dari validator.

Hasil validasi gabungan dari ahli materi dan ahli media disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

No	Validator	Nilai Validasi	Kategori
1	Rata-rata Ahli Materi	81,7%	Sangat Valid
2	Rata-rata Ahli Media	92%	Sangat Valid
Rata-rata		86,9%	Sangat Valid

Hasil validasi menunjukkan bahwa LKPD memperoleh skor 81,7% dari ahli materi dan 92% dari ahli media, keduanya termasuk kategori sangat valid. Rata-rata nilai validasi sebesar 86,9% menegaskan bahwa LKPD layak digunakan pada tahap uji coba.

2) Perbaikan Desain

Perbaikan desain dilakukan berdasarkan masukan dari kedua validator. Revisi mencakup penyempurnaan redaksi materi, penyesuaian ilustrasi, penguatan visual pada bagian yang kurang jelas, serta peningkatan keterbacaan intruksi. Elemen grafis seperti ikon, warna penanda, dan tata letak diperbaiki agar lebih konsisten dan ramah bagi peserta didik. Adapun rincian perbaikan desain dijelaskan sebagai berikut.

a) Revisi Ahli Materi

Uraian kritik dan saran perbaikan terhadap LKPD yang dikembangkan oleh validator ahli materi disajikan sebagai berikut.

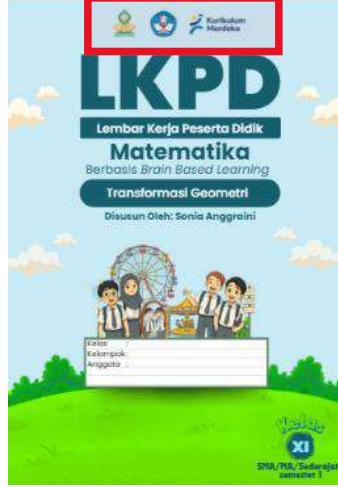
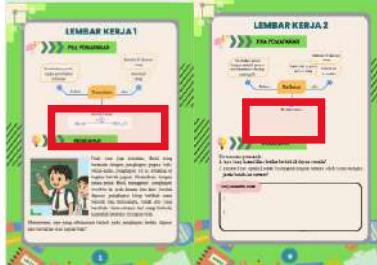
Tabel 4. 5 Kritik dan Saran Perbaikan Ahli Materi

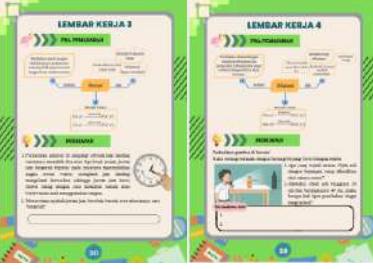
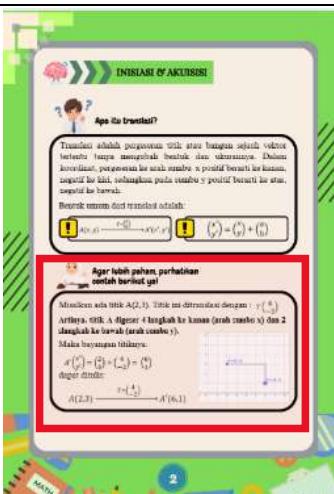
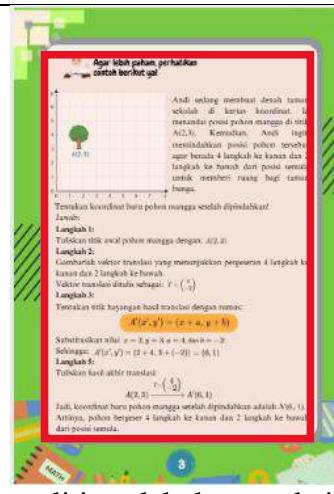
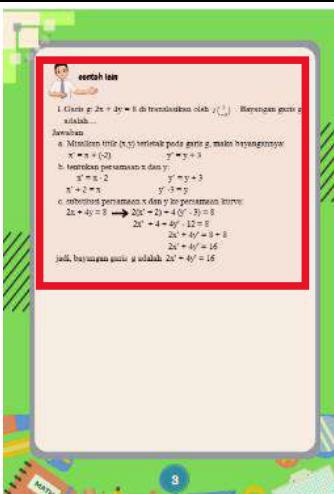
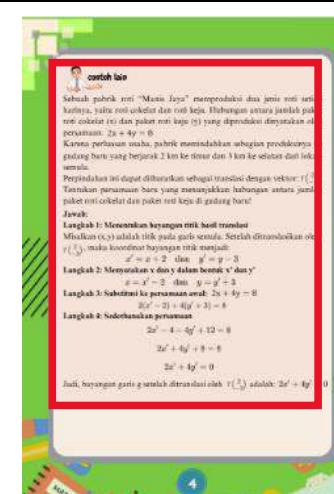
No	Validator	Kritik dan Saran
1	Ahli Materi	<ul style="list-style-type: none"> 1) Pada bagian bentuk umum setiap transformasi geometri harus lebih spesifik bayangan yang dihasilkan, karena setiap transformasi menghasilkan bayangan yang berbeda. 2) Soal-soal yang disajikan kuatkan dengan kehidupan sehari-hari. 3) Periksa kembali jawaban soal yang dicantumkan, beberapa belum tepat. 4) Pada tahap perayaan dan integrasi, tambahkan refleksi peserta didik. 5) Pada bagian verifikasi dan pengecekan, minta peserta didik untuk membuat kesimpulan. 6) Tambahkan gambar di bagian persiapan lembar kerja 2. 7) Rumus-rumus disajikan lebih menarik. 8) Koordinat kartesius pada verifikasi dan pengecekan dibuat lebih jelas. 9) Tambahkan latihan soal untuk keempat

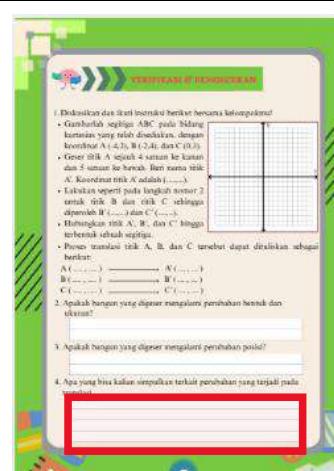
		<p>transformasi di bagian akhir.</p> <p>10) Revisi cover agar gambar memuat transformasi geometri.</p> <p>11) Tambahkan keterangan pada setiap gambar.</p> <p>12) Tambahkan kolom pada tahap verifikasi untuk menjawab permasalahan yang disajikan pada tahap persiapan berdasarkan materi yang sudah dipelajari.</p>
--	--	---

Hasil perbaikan berdasarkan kritik dan saran dari validator ahli materi disajikan pada tabel berikut.

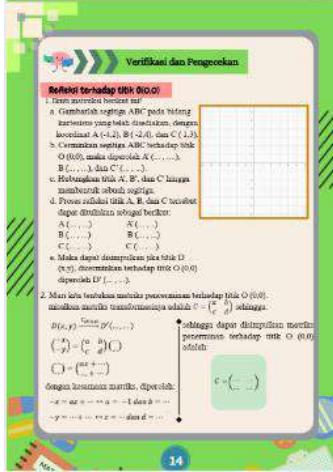
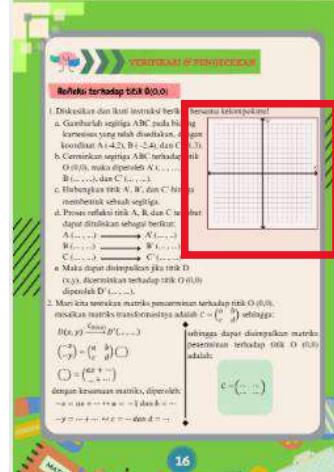
Tabel 4. 6 Perbaikan Sesuai Kritik dan Saran Validator

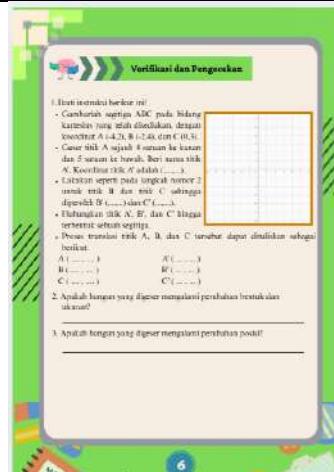
No	Sebelum Perbaikan	Setelah perbaikan
1	 <p>Saran: Tambahkan kurikulum yang digunakan pada sampul depan, dan tambahkan bagian yang memuat transformasi geometri</p>	 <p>peneliti menambahkan logo kurikulum merdeka dan juga memperbaiki gambar yang memuat transformasi geometri dalam kehidupan sehari-hari.</p>
2		

No	Sebelum Perbaikan	Setelah perbaikan
	 <p>Saran: Pada bagian bentuk umum setiap transformasi geometri harus lebih spesifik bayangan yang dihasilkan, karena setiap transformasi menghasilkan bayangan yang berbeda.</p>	 <p>Peneliti melakukan perbaikan pada bayangan transformasi translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi dengan bentuk lebih spesifik.</p>
3	 <p>Saran: Soal-soal yang disajikan kuatkan dengan kehidupan sehari-hari.</p>	 <p>peneliti melakukan perbaikan pada contoh soal lembar kerja 1 menjadi lebih kontekstual.</p>
4	 <p>Saran: Periksa kembali jawaban</p>	 <p>Peneliti memperbaiki</p>

No	Sebelum Perbaikan	Setelah perbaikan
	soal yang dicantumkan, beberapa belum tepat.	kesalahan penulisan dan mengubah soal ke dalam bentuk kontekstual.
5	 <p>Saran: Pada tahap perayaan dan integrasi, tambahkan refleksi peserta didik.</p>	 <p>Kolom refleksi peserta didik sudah ditambahkan di semua lembar kerja pada tahap perayaan dan integrasi.</p>
6	 <p>Saran: Pada bagian verifikasi dan pengecekan, minta peserta didik untuk membuat kesimpulan.</p>	 <p>Peneliti sudah menambahkan instruksi untuk membuat kesimpulan.</p>

No	Sebelum Perbaikan	Setelah perbaikan														
7	<p>PERSIAPAN</p> <p>Pertama tama persiapkan</p> <p>1. Apa yang kamu lihat tentang benda di depan cermin? 2. memerlukan spesial jarak bayangan dengan cermin untuk sama dengan jarak benda ke cermin?</p> <p>Tujuan pembelajaran</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 	<p>PERSIAPAN</p> <p>Pertama tama persiapkan</p> <p>1. Apa yang kamu lihat tentang benda di depan cermin? 2. Apakah jarak bayangan dengan cermin selalu sama dengan jarak benda ke cermin? Jelaskan hasil pengamatan katemperid!</p> <p>Tujuan pembelajaran</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 														
8	<p>Coba!</p> <p>Kita dapat menggunakan sistem umum refleksi untuk menentukan koordinat bayangan titik pada suatu sumbu simetris. Misalkan kita dalam matematika koordinat bayangan titik pada sumbu simetris adalah hasil refleksi titik A' terhadap sumbu simetris. misalnya, misalkan titik A' berada pada koordinat (x, y). Dapat dituliskan:</p> $\begin{array}{ccc} (x,y) & \xrightarrow{\text{refleksi}} & (x,-y) \\ \text{Artinya, koordinat } x \text{ dan } y \text{ tetap bersifat simetri terhadap garis } y = -x. \\ \text{Jadi, bayangananya adalah } P'(-n,m). \end{array}$	<p>Coba!</p> <p>Kita dapat menggunakan bayangan titik atau bayangan hasil refleksi menggunakan sistem umum berikut. Tabel di bawah ini memuat rumus-rumus menghitung koordinat bayangan titik pada berbagai simetri.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rumus bayangan refleksi</th> <th>Persebaran simetri</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$(x,y) \xrightarrow{\text{sumbu } x} (x,-y)$</td> <td>$(x,y) \xrightarrow{\text{(1,0)}} (x,y)$</td> </tr> <tr> <td>$(x,y) \xrightarrow{\text{sumbu } y} (-x,y)$</td> <td>$(x,y) \xrightarrow{\text{(0,1)}} (-x,y)$</td> </tr> <tr> <td>$(x,y) \xrightarrow{\text{sumbu } y=x} (y,x)$</td> <td>$(x,y) \xrightarrow{\text{(1,1)}} (y,x)$</td> </tr> <tr> <td>$(x,y) \xrightarrow{\text{sumbu } y=-x} (-y,-x)$</td> <td>$(x,y) \xrightarrow{\text{(1,-1)}} (-y,-x)$</td> </tr> <tr> <td>$(x,y) \xrightarrow{\text{garis } y=x} (y,y)$</td> <td>$(x,y) \xrightarrow{\text{(0,2)}} (y,y)$</td> </tr> <tr> <td>$(x,y) \xrightarrow{\text{garis } y=-x} (-y,-y)$</td> <td>$(x,y) \xrightarrow{\text{(0,-2)}} (-y,-y)$</td> </tr> </tbody> </table> <p>1. Bayangan titik $P(n,m)$ oleh pembenaman terhadap garis $y = -x$ adalah $P'(m,n)$. Bayangan titik (x,y) oleh pembenaman terhadap garis $y = -x$ adalah $(-x,-y)$.</p> <p>2. Bayangan titik (x,y) oleh pembenaman terhadap garis $y = -x$ adalah (x,y) degan:</p> $\begin{aligned} & (x,y) \xrightarrow{\text{(1,0)}} (x,-y) \\ & (x,y) \xrightarrow{\text{(0,1)}} (-x,y) \\ & (x,y) \xrightarrow{\text{(1,1)}} (y,x) \\ & (x,y) \xrightarrow{\text{(1,-1)}} (-y,-x) \end{aligned}$ <p>Jadi, bayangannya adalah $P'(-n,m)$.</p>	Rumus bayangan refleksi	Persebaran simetri	$(x,y) \xrightarrow{\text{sumbu } x} (x,-y)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{(1,0)}} (x,y)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{sumbu } y} (-x,y)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{(0,1)}} (-x,y)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{sumbu } y=x} (y,x)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{(1,1)}} (y,x)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{sumbu } y=-x} (-y,-x)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{(1,-1)}} (-y,-x)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{garis } y=x} (y,y)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{(0,2)}} (y,y)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{garis } y=-x} (-y,-y)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{(0,-2)}} (-y,-y)$
Rumus bayangan refleksi	Persebaran simetri															
$(x,y) \xrightarrow{\text{sumbu } x} (x,-y)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{(1,0)}} (x,y)$															
$(x,y) \xrightarrow{\text{sumbu } y} (-x,y)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{(0,1)}} (-x,y)$															
$(x,y) \xrightarrow{\text{sumbu } y=x} (y,x)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{(1,1)}} (y,x)$															
$(x,y) \xrightarrow{\text{sumbu } y=-x} (-y,-x)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{(1,-1)}} (-y,-x)$															
$(x,y) \xrightarrow{\text{garis } y=x} (y,y)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{(0,2)}} (y,y)$															
$(x,y) \xrightarrow{\text{garis } y=-x} (-y,-y)$	$(x,y) \xrightarrow{\text{(0,-2)}} (-y,-y)$															

No	Sebelum Perbaikan	Setelah perbaikan
9	 <p>Saran: Koordinat kartesius pada verifikasi dan pengecekan dibuat lebih jelas.</p>	 <p>Peneliti sudah memperbaiki sesuai saran validator.</p>
10	<p>Saran: Tambahkan latihan soal untuk keempat transformasi di bagian akhir.</p>	 <p>sudah ditambahkan.</p>

No	Sebelum Perbaikan	Setelah perbaikan
11	 <p>Saran: Tambahkan keterangan di setiap gambar.</p>	 <p>Peneliti sudah memberikan keterangan pada gambar.</p>
12	 <p>Saran: Tambahkan kolom pada tahap verifikasi untuk menjawab permasalahan yang disajikan pada tahap persiapan berdasarkan materi yang sudah dipelajari.</p>	 <p>Peneliti sudah melakukan revisi berdasarkan saran validator.</p>

b) Revisi Ahli Media

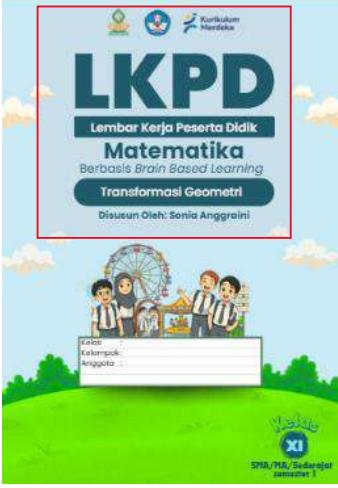
Uraian kritik dan saran terhadap perbaikan LKPD yang dikembangkan oleh validator ahli media adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 7 Kritik dan Saran Perbaikan Ahli Media

No	Validator	Kritik dan Saran
1	Ahli Media	<ul style="list-style-type: none"> 1) Pada bagian sampul, judul LKPD dan logo universitas dibuat lebih besar. 2) Tambahkan identitas pada bagian bawah sampul LKPD agar tidak terlihat polos. 3) Sesuaikan ukuran font, dan gunakan teori warna menggunakan <i>Colorhunt</i>. 4) Rumus matematika diperbesar. 5) Sediakan LKPD dalam bentuk pdf yang bisa didownload.

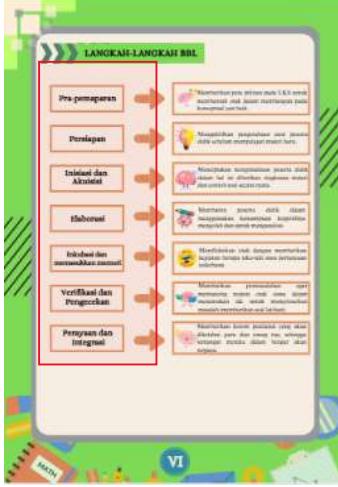
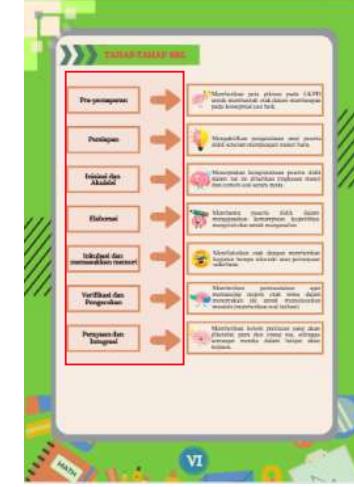
Hasil perbaikan berdasarkan kritik dan saran dari validator ahli media disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 8 Perbaikan Sesuai Kritik dan Saran Ahli Media

No	Sebelum Perbaikan	Setelah perbaikan
1	 <p>LKPD Matematika Berbasis Brain Based Learning Materi : Transformasi Geometri Disusun Oleh: Sonia Anggraini</p> <p>Nama: _____ Kelas: _____ Sekolah: _____</p> <p>Jelajah XI Semester 1</p>	 <p>LKPD Lembar Kerja Peserta Didik Matematika Berbasis Brain Based Learning Transformasi Geometri Disusun Oleh: Sonia Anggraini</p> <p>Nama: _____ Kelas: _____ Anggota: _____</p> <p>Jelajah XI SMA/MA/ Sekolah Lanjut</p>

Saran: Perbesar judul dan logo lembaga pada sampul LKPD.

peneliti sudah merubah desain sampul LKPD sesuai saran validator.

No	Sebelum Perbaikan	Setelah perbaikan
2	 <p>Saran: Tambahkan identitas pada bagian bawah sampul LKPD agar tidak terlihat polos.</p>	 <p>Peneliti sudah merevisi sesuai saran validator</p>
3	 <p>Saran: Sesuaikan ukuran font, dan gunakan teori warna menggunakan Colorhunt.</p>	 <p>Ukuran font sudah disesuaikan dan menggunakan teori warna.</p>

No	Sebelum Perbaikan	Setelah perbaikan
4	<p>Saran: Rumus matematika diperbesar.</p>	<p>Saran: Rumus sudah diperbesar dan diperjelas.</p>
5	<p>Saran: Sediakan LKPD dalam bentuk pdf yang bisa didownload.</p>	<p>Saran: Peneliti sudah menambahkan barcode berisi LKPD versi digital yang dapat di download.</p>

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Uji coba dilaksanakan pada peserta didik kelas XI IPA 5 MAN 1 Lampung Timur, dengan tujuan menilai kepraktisan dan efektivitas LKPD berbasis *Brain Based Learning* yang telah dikembangkan. Hasil pelaksanaan uji coba tersebut disajikan sebagai berikut:

a. Uji Coba LKPD

Pelaksanaan uji coba LKPD mengikuti tujuh tahapan utama *Brain Based Learning* yang telah dipaparkan sebelumnya. Setiap tahap dijalankan untuk memastikan bahwa proses pembelajaran berlangsung sesuai prinsip kerja otak dan mendukung keterlibatan aktif peserta didik. Adapun hasil pelaksanaan pada setiap tahapan adalah sebagai berikut.

1) Pra Pemaparan



Gambar 4. 16 Uji Coba Produk pada Tahap Pra Pemaparan

Gambar 4. 16 adalah uji coba pada tahap pra pemaparan sesuai dengan tahapan *Brain Based Learning*. Tahap ini menampilkan peta konsep dan gambaran umum materi transformasi geometri yang akan dipelajari. Penyajian pra pemaparan ini bertujuan membangun kerangka awal dalam pikiran peserta didik, sehingga mereka memiliki orientasi mengenai konsep inti sebelum memasuki kegiatan pembelajaran. Tahap ini membantu mengaktifkan skema

kognitif peserta didik dan memudahkan mereka memahami hubungan antar topik yang akan dipelajari.

Tampilan visual berupa mind map ini menarik perhatian mereka sejak awal. Beberapa peserta didik tampak mulai mendiskusikan isi peta konsep secara spontan, menunjukkan bahwa stimulus awal berhasil membangkitkan rasa ingin tahu dan kesiapan otak untuk menerima materi yang akan dipelajari.

2) Persiapan



Gambar 4. 17 Uji Coba pada Tahap Persiapan

Gambar 4.17 merupakan uji coba pada tahap persiapan. Peserta didik diarahkan untuk menyiapkan pengetahuan prasyarat terkait transformasi geometri serta memeriksa pemahaman awal melalui pertanyaan pemanik yang tercantum pada LKPD. Tahap ini meningkatkan fokus dan kesiapan mental peserta didik untuk memasuki aktivitas inti. Hasil uji coba pada tahap ini memunculkan antusiasme dari peserta didik, mereka aktif mengangkat tangan, berebut memberikan jawaban, dan menyampaikan pendapat berdasarkan pengalaman yang

berkaitan dengan materi transformasi geometri dalam kehidupan sehari-hari. Peserta didik juga dapat menjawab pengertian dari transformasi geometri translasi menggunakan bahasa mereka sendiri pada LKPD.

3) Inisiasi dan Akuisisi



Gambar 4. 18 Uji Coba Tahap Inisiasi dan Akuisisi

Gambar 4.18 merupakan uji coba pada tahap inisiasi dan akuisisi. Pada tahap ini peserta didik mulai mempelajari materi inti melalui ringkasan konsep serta contoh soal kontekstual yang telah disediakan dalam LKPD. Mereka tampak fokus membaca penjelasan singkat dan memperhatikan contoh visual yang ditampilkan. Peserta didik menunjukkan respons positif dengan mengajukan pertanyaan dan mencatat hal-hal penting. Hal ini menandakan bahwa proses akuisisi informasi berlangsung efektif dan rasa ingin tahu yang telah terbentuk pada tahap sebelumnya berkembang menjadi pemahaman awal terhadap konsep transformasi geometri.

4) Elaborasi



Gambar 4. 19 Uji Coba Tahap Elaborasi

Gambar 4.19 merupakan uji coba pada tahap elaborasi.

Tahap elaborasi memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengolah informasi melalui latihan yang tersusun bertahap. Pada bagian ini, peserta didik mulai menunjukkan kemampuan dalam menghubungkan konsep, menganalisis perbedaan berbagai jenis transformasi, serta menerapkan rumus sesuai konteks soal. Beberapa kelompok terlihat berdiskusi aktif untuk menyelesaikan tugas yang menuntut penalaran, sementara kelompok lainnya mencoba memeriksa kembali langkah kerja mereka. Aktivitas ini menunjukkan bahwa peserta didik mampu menggunakan kemampuan kognitifnya secara mandiri setelah memperoleh pemahaman awal.

5) Inkubasi dan Memasukkan Memori



Gambar 4. 20 Uji Coba Tahap Inkubasi dan Memasukkan Memori

Gambar 4.20 merupakan uji coba pada tahap inkubasi dan memasukkan memori. Pada tahap inkubasi, peserta didik diberikan aktivitas sederhana berupa teka-teki mini dan pertanyaan reflektif yang dirancang untuk memperkuat memori mereka terhadap konsep yang telah dipelajari. Peserta didik terlihat menikmati kegiatan ini karena bentuknya tidak menegangkan dan bersifat ringan, sehingga proses penyimpanan memori berlangsung lebih alami. Mereka mampu menjawab pertanyaan dengan benar, menandakan bahwa konsep dasar sudah mulai tersimpan dalam memori jangka panjang.

6) Verifikasi dan Pengecekan



Gambar 4. 21 Uji Coba Tahap Verifikasi dan Pengecekan

Gambar 4. 21 merupakan uji coba pada tahap verifikasi dan pengecekan. Tahap verifikasi dilakukan dengan memberikan soal latihan yang lebih variatif dan menuntut ketelitian. Peserta didik berdiskusi dengan kelompoknya untuk menunjukkan sejauh mana mereka telah memahami materi transformasi geometri. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa peserta didik mampu menyelesaikan soal dengan benar dan percaya diri. Peserta didik mampu menemukan bayangan dari transformasi geometri, dan menyebutkan sifat-sifat transformasi geometri translasi. Bila ada yang mengalami kesulitan, mereka mencoba memeriksa kembali langkah kerja atau berdiskusi singkat dengan teman sebangku. Tahap ini berfungsi sebagai evaluasi awal sebelum melanjutkan ke kegiatan akhir.

7) Perayaan dan Integrasi



Gambar 4. 22 Uji Coba Tahap Perayaan dan Integrasi

Gambar 4.22 merupakan uji coba pada tahap perayaan dan integrasi. Tahap terakhir memfasilitasi peserta didik untuk menuliskan refleksi singkat tentang pengalaman belajar dan mengisi kolom penilaian diri. Peserta didik tampak jujur dalam mengisi bagian ini, dan beberapa di antaranya menuliskan bahwa LKPD membantu mereka memahami transformasi geometri secara lebih mudah. Guru juga memberikan apresiasi atas kerja keras peserta didik, sehingga suasana kelas menjadi lebih positif dan penuh penghargaan. Kegiatan ini menutup proses pembelajaran dengan menegaskan kembali integrasi konsep yang telah dipelajari serta menumbuhkan motivasi belajar.

b. Kepraktisan LKPD

Kepraktisan LKPD dinilai berdasarkan respon peserta didik dan guru terhadap aspek tampilan, materi, minat belajar, keterlibatan

dan keterbantuan yang digunakan selama uji coba. Hasil angket respon pada tahap uji coba produk sebagai berikut.

1) Hasil Lembar Respon Peserta Didik

Lembar respon peserta didik yang telah diisi oleh peserta didik untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kepraktisan LKPD yang dikembangkan. Hasil pengumpulan data tersebut kemudian diolah dan disajikan secara sistematis pada tabel berikut:

Tabel 4. 9 Hasil Respon Peserta Didik

No	Aspek	Butir	Skor Butir	
1	Tampilan LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i>	1	83	
2		2	90	
3		3	88	
4		4	85	
5		5	87	
6	Materi	6	84	
7		7	88	
8		8	84	
9		9	84	
10	Minat Belajar	10	89	
11		11	84	
12		12	84	
13	Keterlibatan	13	91	
14	Keterbantuan	14	87	
15		15	93	
Jumlah Skor Responden		1301		
Jumlah Skor Maksimum		1575		
Hasil Presentase yang diperoleh		$\frac{1301}{1575} \times 100\% = 82,6\%$		
Kriteria		Sangat Praktis		

Tabel 4.9 merupakan hasil angket kepraktisan yang diisi oleh peserta didik yang menunjukkan bahwa LKPD berbasis

Brain Based Learning memperoleh persentase sebesar 82,6% dan termasuk kategori sangat praktis.

2) Hasil Lembar Respon Guru

Hasil penilaian yang diperoleh dari guru dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 10 Hasil Respon Guru

No	Aspek	Butir	Skor Butir	
1	Tampilan LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i>	1	4	
2		2	4	
3		3	4	
4		4	4	
5		5	4	
6	Materi	6	3	
7		7	5	
8		8	4	
9		9	3	
10	Minat Belajar	10	4	
11		11	4	
12		12	4	
13	Keterlibatan	13	4	
14	Keterbantuan	14	4	
15		15	4	
Jumlah Skor Responden		59		
Jumlah Skor Maksimum		75		
Hasil Presentase yang diperoleh		$\frac{59}{75} \times 100\% = 78,7\%$		
Kriteria		Praktis		

Tabel 4.10 merupakan hasil angket kepraktisan yang diisi oleh guru yang menunjukkan bahwa LKPD berbasis *Brain Based Learning* memperoleh persentase sebesar 78,7% dan termasuk kategori praktis.

Penilaian dari kedua responden tersebut menunjukkan bahwa LKPD telah memenuhi aspek keterpakaian dalam pembelajaran, baik dari sisi kemudahan penggunaan, kejelasan instruksi, maupun dukungan terhadap aktivitas belajar peserta didik. Secara keseluruhan, hasil respon mengindikasikan bahwa LKPD layak digunakan sebagai pendukung pembelajaran transformasi geometri. Rincian hasil kepraktisan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 11 Hasil Respon Peserta Didik dan Guru

No	Responden	Nilai kepraktisan	Kategori
1	Peserta didik	82,6%	Sangat Praktis
2	Guru	78,7%	Praktis
Rata-rata		80,7%	Praktis

Berdasarkan hasil pada tabel tersebut, terlihat bahwa LKPD memperoleh nilai kepraktisan yang tinggi dari peserta didik maupun guru. Persentase rata-rata sebesar 80,7% menunjukkan bahwa LKPD mudah dipahami, nyaman digunakan, serta mendukung kelancaran proses pembelajaran. Hal ini mengindikasikan bahwa LKPD berbasis *Brain Based Learning* telah memenuhi aspek kepraktisan dan layak diterapkan dalam kegiatan belajar mengajar.

c. Efektivitas LKPD

Efektivitas LKPD dinilai untuk mengetahui sejauh mana produk yang dikembangkan mampu memfasilitasi kemampuan pemahaman konsep peserta didik. Penilaian efektivitas dilakukan

melalui tes hasil belajar yang diberikan setelah peserta didik menggunakan LKPD berbasis Brain Based Learning pada materi yang dipelajari. Data ketuntasan belajar berdasarkan hasil tes dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 12 Data Ketuntasan Belajar Peserta Didik

Data	Persentase	Kategori
Ketuntasan Belajar	90,5%	Sangat Baik

Berdasarkan hasil tes kemampuan pemahaman konsep setelah penggunaan LKPD berbasis *Brain Based Learning*, persentase ketuntasan belajar menghasilkan nilai sebesar 90,5% yaitu 19 dari 21 peserta didik mencapai nilai di atas KKTP (≥ 75). Menurut kriteria ketuntasan yang digunakan, hasil tersebut berada pada kategori Sangat Baik. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan efektif dalam memfasilitasi kemampuan pemahaman konsep peserta didik pada materi transformasi geometri.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap ini dilakukan penilaian menyeluruh terhadap LKPD berbasis *Brain Based Learning* yang telah diimplementasikan pada peserta didik. Berdasarkan hasil validasi ahli, uji kepraktisan melalui respon guru dan peserta didik, serta pencapaian hasil belajar pada tahap implementasi, diperoleh bahwa LKPD memenuhi aspek kevalidan, kepraktisan, dan efektivitas untuk digunakan dalam pembelajaran matematika khususnya pada materi transformasi geometri kelas XI. Oleh

karena hasil evaluasi menunjukkan kualitas yang baik, maka tidak dilakukan revisi akhir terhadap LKPD yang dikembangkan.

B. Kajian Produk Akhir

1. Kevalidan

Kevalidan LKPD berbasis *Brain Based Learning* diperoleh melalui proses penilaian oleh ahli materi dan ahli media. Hasil validasi menunjukkan bahwa LKPD telah memenuhi kriteria sangat valid, sehingga layak digunakan pada tahap uji coba. Validator ahli materi memberikan persentase sebesar 81,7%, yang menunjukkan bahwa substansi materi, ketepatan konsep, dan kesesuaian aktivitas dengan tujuan pembelajaran telah dinilai sangat baik. Sementara itu, validator ahli media memberikan persentase sebesar 92%, dan rata-rata validasi diperoleh sebesar 86,9% yang berada pada kategori sangat valid. Hal ini mengindikasikan bahwa aspek tampilan, kemenarikan visual, serta kepraktisan penggunaan LKPD telah memenuhi standar kelayakan.

Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian Irma Fitri dkk. yang menunjukkan bahwa LKS berbasis *Brain Based Learning* yang dikembangkan memperoleh kategori sangat valid dengan persentase kevalidan sebesar 87%, sehingga layak digunakan dalam pembelajaran⁶². Kesesuaian tersebut juga diperkuat oleh penelitian Ainun Fitriani dan Ewan Irawan yang mengembangkan perangkat pembelajaran berupa RPP

⁶² Fitri, Chairani, and Nurdin, “Memfasilitasi Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Pada Materi Segiempat Melalui Penggunaan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Brain Based Learning.”

dan LKS dengan nilai kevalidan mencapai 90%, yang juga termasuk kategori sangat valid⁶³. Konsistensi hasil dari berbagai penelitian tersebut menguatkan hasil penelitian ini, yaitu LKPD berbasis *Brain Based Learning* yang dikembangkan memenuhi aspek kevalidan secara menyeluruh baik dari sisi substansi materi maupun rancangan media.

2. Kepraktisan

Kepraktisan LKPD berbasis *Brain Based Learning* dinilai melalui lembar respon peserta didik dan lembar respon guru. Hasil lembar respon peserta didik menunjukkan bahwa LKPD memperoleh persentase kepraktisan sebesar 82,6%, termasuk kategori sangat praktis, dan respon guru memperoleh sebesar 78,7%, serta rata-rata yang diperoleh adalah 80,7 yang berada pada kategori praktis. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik menilai LKPD mudah digunakan dan membantu mereka mengikuti pembelajaran secara runut sesuai tahapan *Brain Based Learning*, sehingga aktivitas belajar menjadi lebih terarah dan menyenangkan.

Hasil lembar respon guru menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan praktis dalam pembelajaran. Guru menilai bahwa struktur LKPD telah sistematis, aktivitasnya mudah diimplementasikan, dan instruksinya jelas, sehingga mendukung kelancaran proses belajar mengajar. Penilaian guru ini memperkuat bahwa LKPD memberikan

⁶³ Ainun Fitriani and Ewan Irawan, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika SMP Dengan Pendekatan Brain Based Learning Berorientasi Pada Kemampuan Koneksi Matematis.”

kemudahan dalam pengelolaan kelas karena langkah-langkah kegiatan sudah disusun runut sesuai prinsip Brain Based Learning.

Hal ini sejalan dengan penelitian Mardianto yang mengembangkan LKPD berbasis *Brain Based Learning* pada materi persamaan linear satu variabel. Penelitian tersebut melaporkan bahwa LKPD yang dikembangkan memiliki tingkat kepraktisan tinggi menurut guru dan peserta didik, dengan skor rata-rata 83,47%, serta dinyatakan valid dan efektif dalam mendukung proses pembelajaran matematika⁶⁴. Hasil ini memperkuat kesimpulan bahwa LKPD berbasis *Brain Based Learning* yang dikembangkan memiliki tingkat kepraktisan yang sangat baik, mudah digunakan oleh peserta didik, dan aplikatif bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran transformasi geometri.

3. Efektivitas

Efektivitas LKPD berbasis *Brain Based Learning* dianalisis melalui hasil tes pemahaman konsep peserta didik setelah mengikuti pembelajaran menggunakan LKPD. Tes diberikan dalam bentuk soal uraian yang mengukur kemampuan peserta didik dalam memahami konsep transformasi geometri sesuai indikator pemahaman konsep matematis. Berdasarkan hasil pengolahan data, nilai tertinggi yang diperoleh peserta didik adalah 100, sedangkan nilai terendah adalah 70. Dari 21 peserta didik, sebanyak 19 peserta didik mencapai nilai di atas Kriteria Ketuntasan Tujuan Pembelajaran (KKTP) MAN 1 Lampung

⁶⁴ Winda Sari Batubara, “Pengaruh Brain Based Learning Berbantuan LKPD Berbasis Mind Maps Terhadap Kemampuan Koneksi Matematis Siswa SMA Negeri 1 Langsa” 5 (2022): 1501–6.

Timur yaitu 75, sehingga persentase ketuntasan belajar mencapai 90,5%.

Persentase tersebut dikategorikan sangat baik, sehingga menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik telah mencapai penguasaan materi setelah menggunakan LKPD.

Efektivitas LKPD juga diperkuat oleh respons positif peserta didik selama uji coba, yang menunjukkan keterlibatan aktif pada setiap tahap kegiatan. Peserta didik mampu menyelesaikan tugas secara mandiri dan kelompok, dan memberikan jawaban yang sesuai indikator. Hal ini sejalan dengan teori bahwa pendekatan *Brain Based Learning* dapat meningkatkan retensi dan pemahaman konsep melalui aktivitas yang selaras dengan cara kerja otak.

Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Suryaningsih dan Supena, yang menunjukkan bahwa penerapan pendekatan *Brain Based Learning* terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep matematis dan keterlibatan aktif peserta didik. Peningkatan pemahaman konsep ditunjukkan dengan nilai N-Gain sebesar 59,94%, yang termasuk kategori sedang, dan perbedaan yang terjadi bersifat signifikan secara statistik dengan nilai signifikansi $<0,05^{65}$. Hal ini mengindikasikan bahwa strategi pembelajaran yang berpusat pada cara kerja otak dapat membantu siswa memahami konsep matematis secara lebih optimal.

⁶⁵ Suryaningsih and Supena, "Pengaruh Brain-Based Learning Berbantuan PhET Interactive Simulations Terhadap Kemampuan Pemahaman Konseptual Matematika Siswa Sekolah Dasar."

C. Keterbatasan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dan pengembangan yang dilakukan peneliti tentu tidak sepenuhnya terlepas dari berbagai keterbatasan. Kondisi ini muncul karena adanya batasan kemampuan peneliti dalam mengembangkan produk maupun keterbatasan pada proses penelitian itu sendiri. Beberapa keterbatasan yang dimaksud dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Bahan ajar berupa LKPD berbasis *Brain Based Learning* yang dikembangkan hanya pada materi transformasi geometri.
2. Uji coba produk masih terbatas hanya pada satu sekolah, dan diujikan kepada 27 peserta didik kelas XI IPA 5 MAN 1 Lampung Timur.
3. Konteks permasalahan dalam LKPD belum terlalu beragam, karena hanya memuat contoh-contoh yang berkaitan langsung dengan situasi pembelajaran di kelas dan aktivitas sederhana di lingkungan sekolah.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Penelitian pengembangan ini menghasilkan produk berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Brain Based Learning* pada materi Transformasi Geometri kelas XI yang dirancang untuk memfasilitasi kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik. Berdasarkan rangkaian proses penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Validitas LKPD

Hasil validasi menunjukkan bahwa LKPD berbasis *Brain Based Learning* yang dikembangkan berada pada kategori “sangat valid” untuk digunakan. Validasi ahli materi dan media memperoleh persentase rata-rata sebesar 86,9%. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD telah dinyatakan valid dan dapat digunakan pada tahap uji coba pembelajaran.

2. Kepraktisan LKPD

Hasil respon peserta didik dan guru memperoleh rata-rata persentase sebesar 80,7% yang berada pada kategori praktis. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD praktis digunakan dalam pembelajaran.

3. Efektivitas LKPD

Efektivitas LKPD ditinjau dari hasil posttest kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik setelah mengikuti pembelajaran menggunakan LKPD. Hasil efektivitas mencapai ketuntasan belajar 90,5% (19 dari 21 siswa mencapai nilai \geq KKTP yaitu 75). Berdasarkan kriteria ketuntasan, persentase tersebut termasuk kategori sangat baik, sehingga LKPD berbasis Brain Based Learning dinyatakan efektif digunakan dalam pembelajaran transformasi geometri.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan LKPD *berbasis Brain Based Learning* pada materi Transformasi Geometri serta hasil selama proses uji coba, peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan desain tampilan LKPD yang lebih kreatif dan variatif. Penyempurnaan pada ilustrasi, tata letak, dan elemen visual dapat semakin meningkatkan kenyamanan serta motivasi belajar peserta didik sesuai prinsip pembelajaran *Brain Based Learning*.
2. Konteks permasalahan dalam LKPD perlu diperluas, tidak hanya terbatas pada konteks yang digunakan dalam penelitian ini. Penggunaan konteks yang lebih dekat dengan kehidupan peserta didik diharapkan mampu semakin mengoptimalkan aktivasi pengetahuan awal dan rasa ingin tahu.

3. Uji coba penggunaan LKPD sebaiknya dilakukan pada sampel yang lebih luas, baik pada kelas berbeda maupun sekolah yang beragam.
4. Materi yang dikembangkan masih terbatas pada transformasi geometri, sehingga penelitian berikutnya dapat menerapkan pendekatan *Brain Based Learning* pada materi matematika lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusna, Rasi. "Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Geometri Transformasi Pada Siswa Mts." Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam –, 2023.
- Ainun Fitriani, and Ewan Irawan. "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika SMP Dengan Pendekatan Brain Based Learning Berorientasi Pada Kemampuan Koneksi Matematis." *Jurnal Pendidikan Mipa* 10, no. 1 (2020): 53–59. <https://doi.org/10.37630/jpm.v10i1.274>.
- Akcay, Behiye, Sibel Adiguzel, Aydin Tiryaki, and Ruveyda Yavuz. "The Effect of Brain-Based Learning on Students' Metacognitive Awareness." *International Journal on Social and Education Sciences* 5, no. 3 (2023): 676–99. <https://doi.org/10.46328/ijoneses.608>.
- Aldiyansyah, Aldan, Lintang Alviandini, Mariska Damayanti, Irvan Rahmatulloh, Pathudin Padlul Pikri, and Aditama Hilmi. "Peningkatan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Melalui Pendekatan Pembelajaran Matematika Realistik." *Jurnal Panel Nasional Pendidikan Matematika*, no. 2024 (2021): 149–56.
- Alfina, Yeni, Masduki Asbari, and Siti Habibah. "Analisis Implementasi Pembelajaran Berbasis Neurosciencie." *Journal of Information Systems and Management (JISMA)* 3, no. 1 (2024): 26–29.
- Altarawneh, Awad Faek, and Sa'ida Tawfiq Marei. "Mathematical Proficiency and Preservice Classroom Teachers' Instructional Performance." *International Journal of Education and Practice* 9, no. 2 (2021): 354–64. <https://doi.org/10.18488/journal.61.2021.92.354.364>.
- Anisah Fitri Melenia. "Konsep Dasar Pengembangan Bahan Ajar." *Al-Ahnaf: Journal of Islamic Education, Learning and Religious Studies* 1, no. 1 (2024): 33–43. <https://doi.org/10.61166/ahnaf.v1i1.2>.
- Azizah Yusra Amaliyah Harahap, Indah Syasmita, Latifah Annisa, Fitra Ramadan Akbar. "Matematika Dalam Perkembangan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi." *Al-Irsyad: Jurnal Pendidikan Dan Konseling* 105, no. 2 (2025): 79. <https://doi.org/10.30829/alirsyad.v15i1.24079>.
- Darto, Zein and. *Evaluasi Pembelajaran*, 2012.
- Derniati, Riza, Nahor Murani Hutapea, Elfis Suanto, Pendidikan Matematika, Riau Kampus, Bina Widya, K M 12, Simpang Baru, Kecamatan Tampan, and Kota Pekanbaru. "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Pada Materi

- Transformasi Berbasis Problem Based Learning.” *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika* 06, no. 02 (2022): 2144–59.
- Diana, Putri, Indiana Marethi, and Aan Subhan Pamungkas. “Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa: Ditinjau Dari Kategori Kecemasan Matematik.” *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)* 4, no. 1 (2020): 24. <https://doi.org/10.35706/sjme.v4i1.2033>.
- Enie Augus Junaety, Sri Hastuti Noer, Caswita. “Pengembangan LKPD Dalam Pembelajaran Kooperatif Group to Group Exchange Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis.” *Jurnal FKIP Unila*, 2020.
- Fadila, Yurina Eka, Fevni Dian Pitaloka, Dwi Sinta Cahyani, and Arif Rahman Hakim. “Analisis Disposisi Matematis Siswa Dalam Pembelajaran Matematika Di Kelas XI SMA Negeri 3 Tambun Selatan,” 2025.
- Fitri, Irma, Nafisa Setyo Chairani, and Dan Erdawati Nurdin. “Memfasilitasi Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Pada Materi Segiempat Melalui Penggunaan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Brain Based Learning.” *Journal for Research in Mathematics Learning* P 7, no. 3 (2024): 205–12. <http://dx.doi.org/10.24014/juring.v7i3.22635>.
- Hidayati, Atika Nur, Alben Ambarita, and Dwi Yulianti. “Pengembangan LKPD Berbasis Model Pembelajaran AIR Berorientasi Pada Peningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematika” 3, no. 2 (2021): 86–101. <https://doi.org/10.35438/inomatika>.
- Holisin, Iis. “Pembelajaran Matematika Realistik.” *OSF Preprints* 5, no. 3 (2021): 1–10. <https://core.ac.uk/download/pdf/229571481.pdf>.
- Jensen, Eric, and Liesl McConchie. *Brain-Based Learning: Teaching the Way Students Really Learn. Third Edition (Revised Edition)*. Corwin, 2020.
- Kosasih. *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta Timur: PT Bumi Aksara, 2021.
- Kosasih, Usep, Nurjanah, Samnur Saputra, and Sofidatul Mutmainnah. “Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Bernuansa Islami Terkait Kemampuan Koneksi Matematis.” *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika* 3, no. 3 (2023): 479–88. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v3i3.1510>.
- Listiani, Ivayuni. “Optimalisasi Pembelajaran Berdiferensiasi Menggunakan Brain Based Learning.” *Geoducation: Journal of Geography Education Universitas Siliwangi* 3, no. 2 (2022): 61–65. <http://jurnal.unsil.ac.id/index.php/geoducation>.

- Lubis, Susi Sulastri. "Model Pembelajaran Berbasis Otak (Brain-Based Learning) Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa." *Jurnal ESTUPRO* 7, no. 1 (2022): 67–75.
- Maulida, Utami. "Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka." *Tarbawi : Jurnal Pemikiran Dan Pendidikan Islam* 5, no. 2 (2022): 130–38. <https://doi.org/10.51476/tarbawi.v5i2.392>.
- Maulita, Relly, Ermis Suryana, and Abdurrahmansyah. "Neurosains Dalam Proses Belajar Dan Memori." *INOVATIF: Jurnal Penelitian Pendidikan, Agama, Dan Kebudayaan* 8, no. 2 (2022): 1–16. <https://doi.org/10.55148/inovatif.v8i2.264>.
- Munthe, Siti Nurjannah, and Beta Rapita Silalahi. "Pengembangan LKPD Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Tema Sumber Daya Alam Di Kelas IV Sekolah Dasar" 4, no. 1 (2025): 562–67.
- Noormandiri, B.K. *Matematika Tingkat Lanjut Untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga Publisher, 2022.
- Nurasiah, Iis, Nugraheni Rachmawati, Asep Supena, and Yufiarti Yufiarti. "Literatur Riview: Model Pembelajaran Brain Based Learning Di Sekolah Dasar." *Jurnal Basicedu* 6, no. 3 (2022): 3991–4003. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2768>.
- Nurhaswinda, Abdul Rahman, Muhammad Mahdi, Jenny Zahara, and Isamadola. "Peran Logika Matematika Dalam Pemecahan Masalah Sehari-Hari." *Cahaya Pelita: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan* 1, no. 2 (2025): 56–60.
- Nurhayati, Mira, and Darmawijoyo Darmawijoyo. "Pengembangan Bahan Ajar Pemodelan Matematika Dan Efek Potensialnya Terhadap Persepsi Matematika Siswa SMA: Studi Kasus." *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika* 7, no. 3 (2023): 2765–81. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i3.2432>.
- Nurhayati, Nurhayati. "Pengembangan Bahan Ajar Berreferensi (Literature Review)." *Jurnal Normalita* 11, no. 3 (2023): 531–38.
- OCDE. "Resultados de PISA 2022 (Volumen I): El Estado Del Aprendizaje y La Equidad En La Educación." Https://Www.Oecd.Org/En/Publications/Pisa-2022-Results-Volume-I_53F23881-En/Full-Report.Html. Vol. 1, 2023.
- Panjaitan, Ruqiah Ganda Putri, Yuliati Indrayani, Kiki Prio Utomo, Ayong Hiendro, and M. Irfani Hendri. "PKM Workshop Pembuatan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)." *Jurnal Pengabdian Dharma Laksana* 6, no. 1 (2023): 97. <https://doi.org/10.32493/j.pdl.v6i1.29407>.

Praswoto, Andi. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: DIVA Press, 2020.

Purwati Yuni Rahayu, Enok Nurhasanah, Kusworo. “Upaya Peningkatan Keprofesian Berkelanjutan Guru Melalui Pembuatan Bahan Ajar.” *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1, no. 1 (2020): 177–80.

Putri Khairani, Bella, Yenita Roza, and Maimunah. “Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Kelas XI SMA/MA Pada Materi Barisan Dan Deret.” *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika* 05, no. 02 (2021): 1578–87.

Robert Maribe, Branch. *Approach, Instructional Design: The ADDIE. Department of Educational Psychology and Instructional Technology University of Georgia*. Vol. 53, 2019.

Sahara, Alfina Indah, and Gde Agus Yudha Prawira Adistana. “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Articulate Storyline 3 Pada Materi Perhitungan Volume Pekerjaan Pondasi Dan Sloof.” *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan (JKPTB)* 9, no. 2 (2023): 1–11.

Sari, Rina Permata, Darnis Arief, Ahmad Sabandi, and F Farida. “Pengembangan Bahan Ajar Membaca Permulaan Menggunakan Media Pop Up Book Di Sekolah Dasar” 6 (2022): 14–27.

Satriawati, Gusni, Muhammad Ridwan, and Dedek Kustiawati. “Pengembangan Bahan Ajar Transformasi Geometri Berbantuan Geogebra Untuk Memfasilitasi Kemampuan Visualisasi.” *ALGORITMA: Journal of Mathematics Education* 4, no. 2 (2023): 127–39. <https://doi.org/10.15408/ajme.v4i2.28853>.

Septiani, Awaliyah, Yuyu Yuhana, and Sukirwan Sukirwan. “Pengembangan LKPD Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika : Systematic Literature Review.” *Jurnal Basicedu* 6, no. 6 (2022): 10110–21. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i6.3782>.

Sihite, Muda Sakti Raja, Lena Rosdiana Pangaribuan, Golda Novatrasio Sauduran, and Sanggam P. Gultom. *BUKU AJAR: Geometri Transformasi. Literasi Langsung Terbit*, 2025. https://www.researchgate.net/publication/389952146_BUKU_AJAR_Geometri_Transformasi.

Sopiana, Epa, Atiaturrahmaniah Atiaturrahmaniah, and Arif Rahman Hakim. “Pengembangan E-LKPD Interaktif Berbasis Liveworksheet Pada Materi Bangun Datar Kelas IV SD.” *Journal on Education* 6, no. 1 (2023): 7971–86. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.4209>.

- Srimuliati, Mazlam, Faisal, Winda Sari Batubara4. “Pengaruh Brain Based Learning Berbantuan LKPD Berbasis Mind Maps Terhadap Kemampuan Koneksi Matematis Siswa SMA Negeri 1 Langsa.” *JIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan* 5 (2022): 1501–6.
- Suryaningsih, Tri, and Asep Supena. “Pengaruh Brain-Based Learning Berbantuan PhET Interactive Simulations Terhadap Kemampuan Pemahaman Konseptual Matematika Siswa Sekolah Dasar.” *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik* 8, no. 2 (2024): 168. <https://doi.org/10.20961/jdc.v8i2.86339>.
- Sutra, Sutra, Dodik Mulyono, and Dona Ningrum Mawardi. “Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Problem Based Learning Pada Pembelajaran Matematika.” *Jurnal Basicedu* 8, no. 4 (2024): 2441–50. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i4.7824>.
- Tasmiyah, Tasmiyah, Retno Danu Rusmawati, and Suhari Suhari. “Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Web Google Sites Materi Stoikiometri Dengan Model ADDIE.” *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan* 6, no. 12 (2023): 9799–9805. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i12.2889>.
- Utami, Anita Dewi, Puput Suriyah, and Novi Mayasari. *Level Pemahaman Konsep Komposisi Fungsi Berdasar Taksonomi Solo*, 2020.
- Wahyu, Rizki, Yunian Putra, Aan Subhan Pamungkas, Pendidikan Matematika, Universitas Islam, Negeri Raden, Intan Lampung, Pendidikan Matematika, Universitas Sultan, and Ageng Tirtayasa. “Pengembangan Bahan Ajar Gamifikasi.” *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika* 12, no. 1 (2019).

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Wawancara

PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK BERBASIS *BRAIN BASED LEARNING* DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Nama : Muqiyono, S.Pd
 NIP : 1970107291997031003
 Sekolah : MAN 1 Lampung Timur
 Hari/Tanggal : Kamis / 17 Juli 2025

Lembar wawancara digunakan untuk memperoleh informasi dalam pembelajaran di sekolah dan pemanfaatan sumber belajar atau bahan ajar dalam pengembangan LKPD. Data yang diperoleh nantinya digunakan sebagai acuan dalam pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning* dalam pembelajaran matematika. Mohon ketersediaan Bapak/Ibu untuk menjawab pertanyaan sesuai dengan fakta yang ada.

1. Kurikulum apa yang sekarang digunakan dalam pembelajaran di sekolah Bapak/Ibu dalam pembelajaran matematika?
Kami menggunakan kurikulum merdeka sebagai kurikulum utama dalam Pembelajaran matematika. Namun di Madrasah juga diterapkan kurikulum berbasis arsitektur (KBA) untuk mengikatkan nilai-nilai karakter.
2. Apakah Bapak/Ibu biasanya menggunakan media pembelajaran yang bervariasi saat mengajar? Jika ya, mohon sebutkan contohnya?
Saya secara menggunakan media yang sederhana tapi efektif, seperti dalam materi probabilitas menggunakan kartu bridge, dadu, dan kelereng, materi transformasi geometri memakai papan petak dan scribble berwarna, buku cerita dari sekolah yang sudah disiapkan.
3. Sumber belajar atau bahan ajar apa saja biasa Bapak/Ibu gunakan dalam menyampaikan materi Transformasi Geometri?
Kami menggunakan buku cerita dari sekolah yang sudah disiapkan.
4. Adakah sumber belajar atau bahan ajar khusus yang Bapak/Ibu gunakan dalam pembelajaran Transformasi Geometri kelas XI?
Untuk referensi, kami menggunakan buku karya B.K. Normandini, Sukino dan lainnya.
5. Apakah selama ini ada kendala dalam penyampaian materi Transformasi Geometri pada pembelajaran yang dilakukan?
Beberapa siswa yang mengalami kesulitan dalam pemahaman materi.

6. Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan atau mengembangkan LKPD berbasis pendekatan tertentu, seperti *Brain Based Learning*?
Kami belum pernah membuat LKPD berbasis Brain Based Learning

.....
.....

7. Menurut Bapak/Ibu, apakah pendekatan *Brain Based Learning* dapat diterapkan dalam pembelajaran Transformasi Geometri? Mengapa?
Bisa, karena materi ini cocok disajikan dengan visualisasi dan aktivitas yang membangun fungsi otak

.....
.....

8. Jika dikembangkan LKPD berbasis *Brain Based Learning* untuk materi Transformasi Geometri kelas XI, apakah Bapak/Ibu bersedia menggunakan atau mencobanya dalam pembelajaran?
Ya, setuju dan harus dicoba dalam pembelajaran.

.....
.....

Lampiran 2 Hasil belajar sebelum menggunakan LKPD

No	Nama	Nilai	Ket
1	APR	79	tuntas
2	AF	52	tidak tuntas
3	AB	78	tuntas
4	D	38	tidak tuntas
5	DF	76	tuntas
6	FZD	78	tuntas
7	FR	55	tidak tuntas
8	IR	49	tidak tuntas
9	IP	63	tidak tuntas
10	IHK	41	tidak tuntas
11	KDV	56	tidak tuntas
12	LAA	60	tidak tuntas
13	LD	62	tidak tuntas
14	MAB	78	tuntas
15	MFHK	83	tuntas
16	MAPA	58	tidak tuntas
17	MPW	68	tidak tuntas
18	MS	48	tidak tuntas
19	NPZ	85	tuntas
20	NDL	41	tidak tuntas
21	NFR	67	tidak tuntas
22	RA	40	tidak tuntas
23	SAA	80	tuntas
24	SA	39	tidak tuntas
25	YR	59	tidak tuntas
26	ASP	62	tidak tuntas
27	ORS	70	tidak tuntas
Rata-Rata		61,7	
Nilai terendah		38	
Nilai tertinggi		85	

Lampiran 3 Hasil belajar sesudah menggunakan LKPD

No	Nama	Skor	Nilai	Keterangan
1	APR	16	80	Tuntas
2	AB	19	95	Tuntas
3	DF	17	85	Tuntas
4	FZD	16	80	Tuntas
5	FR	17	85	Tuntas
6	IR	19	95	Tuntas
7	IP	15	75	Tuntas
8	IHK	13	65	Belum Tuntas
9	LAA	19	95	Tuntas
10	LD	16	80	Tuntas
11	MFHK	20	100	Tuntas
12	MPW	16	80	Tuntas
13	MS	15	75	Tuntas
14	NPZ	20	100	Tuntas
15	NDL	14	70	Belum Tuntas
16	NFR	14	70	Belum Tuntas
17	RA	15	75	Tuntas
18	SAA	19	95	Tuntas
19	YR	18	90	Tuntas
20	ASP	14	70	Belum Tuntas
21	ORS	19	95	Tuntas
Nilai rata-rata				83,6
Nilai terendah				65
Nilai tertinggi				100

Lampiran 4 Hasil analisis kebutuhan peserta didik

LEMBAR ANALISIS KEBUTUHAN PESERTA DIDIK MAN 1 LAMPUNG TIMUR

Nama : Nabilla Putti Zahira
Kelas : XI IPA 5
Sekolah : Man 1 Lampung Timur
Hari/Tanggal : Sabtu / 26 - 9 - 25

Bacalah setiap pernyataan dengan saksama, kemudian beri tanda (✓) pada salah satu kolom yang sesuai dengan pendapatmu.

Gunakan skala berikut:

SS = Sangat Setuju, S = Setuju, KS = Kurang Setuju, TS = Tidak Setuju

No	Pernyataan	SS	S	KS	TS
1	Saya merasa materi Transformasi Geometri cukup sulit dipahami jika hanya dijelaskan secara lisan.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Saya lebih mudah memahami pelajaran jika disertai gambar atau visualisasi.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Saya merasa cepat bosan saat pembelajaran matematika yang hanya berisi ceramah atau latihan soal.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Saya lebih semangat belajar jika materi disampaikan secara menarik dan bervariasi.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Saya ingin belajar dengan kegiatan yang membuat saya aktif dan terlibat langsung.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Saya suka jika kegiatan belajar melibatkan cerita, permainan, atau aktivitas fisik ringan.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Saya merasa butuh lembar kerja (LKPD) yang membantu saya memahami langkah-langkah transformasi.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Saya ingin LKPD yang tidak membosankan, berwarna, dan memuat contoh dari kehidupan sehari-hari.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Saya akan lebih semangat belajar jika LKPD yang digunakan membuat saya berpikir sambil bermain.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Saya merasa LKPD berbasis pendekatan yang memperhatikan cara kerja otak (brain-based) akan membantu saya belajar lebih baik.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**LEMBAR ANALISIS KEBUTUHAN
PESERTA DIDIK MAN 1 LAMPUNG TIMUR**

Nama : Rafa Alam
 Kelas : XI IPS 5
 Sekolah : Mantim
 Hari/Tanggal : 26 Juli 2025

Bacalah setiap pernyataan dengan saksama, kemudian beri tanda (✓) pada salah satu kolom yang sesuai dengan pendapatmu.

Gunakan skala berikut:

SS = Sangat Setuju, S = Setuju, KS = Kurang Setuju, TS = Tidak Setuju

No	Pernyataan	SS	S	KS	TS
1	Saya merasa materi Transformasi Geometri cukup sulit dipahami jika hanya dijelaskan secara lisan.	✓	□	□	□
2	Saya lebih mudah memahami pelajaran jika disertai gambar atau visualisasi.	□	✓	□	□
3	Saya merasa cepat bosan saat pembelajaran matematika yang hanya berisi ceramah atau latihan soal.	□	✓	□	□
4	Saya lebih semangat belajar jika materi disampaikan secara menarik dan bervariasi.	✓	□	□	□
5	Saya ingin belajar dengan kegiatan yang membuat saya aktif dan terlibat langsung.	□	✓	□	□
6	Saya suka jika kegiatan belajar melibatkan cerita, permainan, atau aktivitas fisik ringan.	✓	□	□	□
7	Saya merasa butuh lembar kerja (LKPD) yang membantu saya memahami langkah-langkah transformasi.	□	□	✓	□
8	Saya ingin LKPD yang tidak membosankan, berwarna, dan memuat contoh dari kehidupan sehari-hari.	□	✓	□	□
9	Saya akan lebih semangat belajar jika LKPD yang digunakan membuat saya berpikir sambil bermain.	□	□	✓	□
10	Saya merasa LKPD berbasis pendekatan yang memperhatikan cara kerja otak (brain-based) akan membantu saya belajar lebih baik.	✓	✓	□	□

**LEMBAR ANALISIS KEBUTUHAN
PESERTA DIDIK MAN 1 LAMPUNG TIMUR**

Nama : Idayu Ramadhan
 Kelas : X1 IPA 5
 Sekolah : MAN 1 Lampung Timur
 Hari/Tanggal : Sabtu / 26 Juli 2025

Bacalah setiap pernyataan dengan saksama, kemudian beri tanda (✓) pada salah satu kolom yang sesuai dengan pendapatmu.

Gunakan skala berikut:

SS = Sangat Setuju, S = Setuju, KS = Kurang Setuju, TS = Tidak Setuju

No	Pernyataan	SS	S	KS	TS
1	Saya merasa materi Transformasi Geometri cukup sulit dipahami jika hanya dijelaskan secara lisan.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Saya lebih mudah memahami pelajaran jika disertai gambar atau visualisasi.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Saya merasa cepat bosan saat pembelajaran matematika yang hanya berisi ceramah atau latihan soal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Saya lebih semangat belajar jika materi disampaikan secara menarik dan bervariasi.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Saya ingin belajar dengan kegiatan yang membuat saya aktif dan terlibat langsung.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Saya suka jika kegiatan belajar melibatkan cerita, permainan, atau aktivitas fisik ringan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Saya merasa butuh lembar kerja (LKPD) yang membantu saya memahami langkah-langkah transformasi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Saya ingin LKPD yang tidak membosankan, berwarna, dan memuat contoh dari kehidupan sehari-hari.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Saya akan lebih semangat belajar jika LKPD yang digunakan membuat saya berpikir sambil bermain.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Saya merasa LKPD berbasis pendekatan yang memperhatikan cara kerja otak (brain-based) akan membantu saya belajar lebih baik.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**LEMBAR ANALISIS KEBUTUHAN
PESERTA DIDIK MAN 1 LAMPUNG TIMUR**

Nama : Muhammad Anas Benawa
 Kelas : XI IPA 5
 Sekolah : MANSA Lamtim
 Hari/Tanggal : 26 - 7 - 25

Bacalah setiap pernyataan dengan saksama, kemudian beri tanda (✓) pada salah satu kolom yang sesuai dengan pendapatmu.

Gunakan skala berikut:

SS = Sangat Setuju, S = Setuju, KS = Kurang Setuju, TS = Tidak Setuju

No	Pernyataan	SS	S	KS	TS
1	Saya merasa materi Transformasi Geometri cukup sulit dipahami jika hanya dijelaskan secara lisan.	✓	□	□	□
2	Saya lebih mudah memahami pelajaran jika disertai gambar atau visualisasi.	✓	□	□	□
3	Saya merasa cepat bosan saat pembelajaran matematika yang hanya berisi ceramah atau latihan soal.	✓	□	□	□
4	Saya lebih semangat belajar jika materi disampaikan secara menarik dan bervariasi.	✓	□	□	□
5	Saya ingin belajar dengan kegiatan yang membuat saya aktif dan terlibat langsung.	✓	□	□	□
6	Saya suka jika kegiatan belajar melibatkan cerita, permainan, atau aktivitas fisik ringan.	✓	□	□	□
7	Saya merasa butuh lembar kerja (LKPD) yang membantu saya memahami langkah-langkah transformasi.	□	□	✓	□
8	Saya ingin LKPD yang tidak membosankan, berwarna, dan memuat contoh dari kehidupan sehari-hari.	□	□	✓	□
9	Saya akan lebih semangat belajar jika LKPD yang digunakan membuat saya berpikir sambil bermain.	□	□	✓	□
10	Saya merasa LKPD berbasis pendekatan yang memperhatikan cara kerja otak (brain-based) akan membantu saya belajar lebih baik.	□	□	✓	□

Lampiran 5 Hasil validasi ahli materi

	<p align="center">INSTRUMEN VALIDASI OLEH AHLI MATERI ANGKET PENILAIAN PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS BRAIN BASED LEARNING</p> <hr/> <p>Sasaran : Peserta didik kelas XI MAN 1 Lampung Timur</p> <p>Judul Skripsi : Pengembangan LKPD Berbasis <i>Brain Based Learning</i> untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik</p> <p>Penyusun : Sonia Anggraini</p> <p>Nama Validator : Dwi Laila Sulistiowati, M.Pd.</p> <p>A. PENGANTAR</p> <p>Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian validator terhadap alat ukur kevalidan Pengembangan LKPD Berbasis <i>Brain Based Learning</i> untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik yang dikembangkan. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu yang telah menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.</p> <p>B. PETUNJUK PENGISIAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Validator dimohon untuk membaca pertanyaan dengan teliti 2. Validator dimohon untuk memberikan penilaian pada setiap indikator dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom skala penilaian interval penilaian sebagai berikut: <table border="0"> <tr> <td>Skor 1: Tidak Baik</td> <td>Skor 4: Baik</td> </tr> <tr> <td>Skor 2: Kurang Baik</td> <td>Skor 5: Sangat Baik</td> </tr> <tr> <td>Skor 3: Cukup Baik</td> <td></td> </tr> </table> 3. Setelah mengisi semua item angket, validator diminta untuk memberikan catatan yang nantinya akan dijadikan sebagai pedoman perbaikan pengembangan LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i>. 4. Atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk menilai pengembangan LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> saya ucapkan terimakasih. 	Skor 1: Tidak Baik	Skor 4: Baik	Skor 2: Kurang Baik	Skor 5: Sangat Baik	Skor 3: Cukup Baik	
Skor 1: Tidak Baik	Skor 4: Baik						
Skor 2: Kurang Baik	Skor 5: Sangat Baik						
Skor 3: Cukup Baik							

C. PENILAIAN

No	Aspek yang dinalai	Alternatif jawaban					Saran dan Perbaikan
		1	2	3	4	5	
1. Aspek Pembelajaran							
a.	Kegiatan pembelajaran yang tercantum di LKPD sesuai dengan kurikulum merdeka yang saat ini digunakan di MAN 1 Lampung Timur					✓	
b.	Kegiatan yang dilakukan mampu mendorong peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran			✓			Tambah latihan mandiri di akhir LKPD
c.	Persoalan yang disajikan mendorong peserta didik untuk mengaitkan materi pelajaran dengan kehidupan sehari-hari			✓			Soal-soal yang disajikan contoh/latihan bisa berupa soal 3 benar teleset
d.	Kegiatan dalam LKPD mampu mendorong peserta didik untuk mengembangkan cara penyelesaian masalah secara mandiri			✓			
e.	Desain kegiatan LKPD sesuai dengan tahapan pendekatan <i>Brain Based Learning</i>			✓			
f.	Kegiatan yang disajikan mampu mendorong peserta didik untuk saling bertukar pikiran, mampu menyampaikan hasil kerja dan pemikirannya			✓			Belum tergambar bahwa P.D harus bertukar pikiran.
2. Aspek Materi							
a.	Materi yang disajikan di LKPD lugas dan jelas berkaitan dengan transformasi geometri untuk peserta didik kelas XI SMA/MA			✓			
b.	LKPD yang dikembangkan sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP) mata pelajaran matematika materi transformasi geometri kelas XI				✓		
c.	Materi transformasi geometri yang disajikan di LKPD berkaitan dengan kehidupan sehari-hari			✓			Soalnya belum berkaitan dengan kehidupan sehari-hari
d.	Materi dan kegiatan yang disajikan dapat bermanfaat bagi peserta didik untuk menambah wawasan terkait pengimplementasian materi transformasi geometri dalam kehidupan sehari-hari				✓		

3. Aspek Kebahasaan

a.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan berpikir peserta didik tingkat menengah atas				✓	
b.	Kalimat dan tata bahasa yang digunakan pada LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> jelas dan mudah untuk dipahami peserta didik.			✓		Bebberapa kalimat harus direduksi agar tidak terjadi kesalahan tapn r.

D. PENSKORAN

$$\text{Skor minimal} : 12 \times 1 = 12$$

$$\text{Skor maksimal} : 12 \times 5 = 60$$

$$\text{Presentase skor sebagai berikut: } P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Nilai persentase

f = Jumlah skor yang diperoleh

N = Jumlah skor maksimal

Kriteria Penilaian

Persentase	Kategori
$81\% < P \leq 100\%$	Sangat Valid
$61\% \leq P \leq 81\%$	Valid
$41\% < P \leq 61\%$	Cukup Valid
$21\% < P \leq 41\%$	Kurang Valid
$0\% < P \leq 21\%$	Tidak Valid

E. KOMENTAR UMUM DAN SARAN

- Pada bagian bentuk umum setiap transformasi geometri harus lebih spesifik bayangan yang dihasilkan, karena setiap transformasi menghasilkan bayangan berbeda.
- Soal-soal yang disajikan kaitkan dengan kehidupan sehari-hari
- Perihal kembali jawaban soal yang dicantumkan, beberapa belum tepat.
- Pada tahap perayaan & integrasi, tambahkan refleksi untuk peserta didik.
- Pada bagian Verifikasi dan Pengecelahan, minta siswa untuk membuat kesimpulan.
- Tambahkan gambar di bagian persiapan Lembar kerja 2.
- Rumus-rumus sifatnya lebih menarik, misal diberi dalam kotak berwarna.
- Kalau ada bentuk matriksnya tambahkan.
- Koordinat kartesius pada verifikasi & pengecelahan buat lebih besar agar lebih terlihat
- Tambahkan latihan soal untuk keempat transformasi dibagian akhir.
- Revisi cover agar garis garis yang merupakan Transformasi Geometri

F. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, lembar validasi LKPD berbasis *Brain Based Learning* untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman konsep Matematis Peserta Didik yang dinilai dinyatakan:

1. Layak digunakan untuk uji coba tanpa revisi
2. Layak digunakan untuk uji coba setelah revisi
3. Tidak layak digunakan untuk uji coba

Mohon diberikan tanda (silang/dilingkari) pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan validator.

Metro, 20 Oktober 2025

Validator Ahli Materi


(Dwi Laila Sulistiowati)

INSTRUMEN VALIDASI OLEH AHLI MATERI
ANGKET PENILAIAN PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
(LKPD) BERBASIS *BRAIN BASED LEARNING*

Sasaran : Peserta didik kelas XI MAN 1 Lampung Timur
Judul Skripsi : Pengembangan LKPD Berbasis *Brain Based Learning* untuk
Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta
Didik
Penyusun : Sonia Anggraini
Nama Validator : *Endah Wulantina, M.Pd*

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian validator terhadap alat ukur kevalidan Pengembangan LKPD Berbasis *Brain Based Learning* untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik yang dikembangkan. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu yang telah menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. PETUNJUK PENGISIAN

1. Validator dimohon untuk membaca pertanyaan dengan teliti
2. Validator dimohon untuk memberikan penilaian pada setiap indikator dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom skala penilaian interval penilaian sebagai berikut:

Skor 1: Tidak Baik	Skor 4: Baik
Skor 2: Kurang Baik	Skor 5: Sangat Baik
Skor 3: Cukup Baik	
3. Setelah mengisi semua item angket, validator diminta untuk memberikan catatan yang nantinya akan dijadikan sebagai pedoman perbaikan pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning*.
4. Atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk menilai pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning* saya ucapkan terimakasih.

C. PENILAIAN

No	Aspek yang dinilai	Alternatif jawaban					Saran dan Perbaikan
		1	2	3	4	5	
1. Aspek Pembelajaran							
a.	Kegiatan pembelajaran yang tercantum di LKPD sesuai dengan kurikulum merdeka yang saat ini digunakan di MAN 1 Lampung Timur				✓		
b.	Kegiatan yang dilakukan mampu mendorong peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran			✓			
c.	Persoalan yang disajikan mendorong peserta didik untuk mengaitkan materi pelajaran dengan kehidupan sehari-hari			✓			
d.	Kegiatan dalam LKPD mampu mendorong peserta didik untuk mengembangkan cara penyelesaian masalah secara mandiri			✓			
e.	Desain kegiatan LKPD sesuai dengan tahapan pendekatan <i>Brain Based Learning</i>			✓			
f.	Kegiatan yang disajikan mampu mendorong peserta didik untuk saling bertukar pikiran, mampu menyampaikan hasil kerja dan pemikirannya			✓			
2. Aspek Materi							
a.	Materi yang disajikan di LKPD lugas dan jelas berkaitan dengan transformasi geometri untuk peserta didik kelas XI SMA/MA				✓		
b.	LKPD yang dikembangkan sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP) mata pelajaran matematika materi transformasi geometri kelas XI			✓			
c.	Materi transformasi geometri yang disajikan di LKPD berkaitan dengan kehidupan sehari-hari			✓			
d.	Materi dan kegiatan yang disajikan dapat bermanfaat bagi peserta didik untuk menambah wawasan terkait pengimplementasian materi transformasi geometri dalam kehidupan sehari-hari			✓			

3. Aspek Kebahasaan					
a.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan berpikir peserta didik tingkat menengah atas			✓	
b.	Kalimat dan tata bahasa yang digunakan pada LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> jelas dan mudah untuk dipahami peserta didik.			✓	

D. PENSKORAN

Skor minimal : $12 \times 1 = 12$

Skor maksimal : $12 \times 5 = 60$

Persentase skor sebagai berikut: $P = \frac{f}{N} \times 100\%$

Keterangan:

P = Nilai persentase

f = Jumlah skor yang diperoleh

N = Jumlah skor maksimal

Kriteria Penilaian

Percentase	Kategori
$81\% \leq P \leq 100\%$	Sangat Valid
$61\% \leq P < 81\%$	Valid
$41\% \leq P < 61\%$	Cukup Valid
$21\% \leq P < 41\%$	Kurang Valid
$0\% \leq P < 21\%$	Tidak Valid

E. KOMENTAR UMUM DAN SARAN

- 1. Tambahkan keterangan pada setiap gambar
- 2. Pada Langkah Verifikasi tambahkan kolom untuk menjawab pertanyaan yang disajikan pada tahap persiapan berdasarkan Materi yg sudah dipelajari

F. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, lembar validasi LKPD berbasis *Brain Based Learning* untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman konsep Matematis Peserta Didik yang dinilai dinyatakan:

1. Layak digunakan untuk uji coba tanpa revisi

2. Layak digunakan untuk uji coba setelah revisi
3. Tidak layak digunakan untuk uji coba

Mohon diberikan tanda (silang/dilingkari) pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan validator.

Metro.....December...2025

Validator Ahli Materi



(Endah Wulantina)

Lampiran 6 Hasil validasi ahli media

	<p align="center">INSTRUMEN VALIDASI OLEH AHLI MEDIA</p> <p align="center">ANGKET PENILAIAN PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK</p> <p align="center">(LKPD) BERBASIS BRAIN BASED LEARNING</p> <hr/> <table border="0"> <tr> <td>Sasaran</td> <td>:</td> <td>Peserta didik kelas XI MAN 1 Lampung Timur</td> </tr> <tr> <td>Judul Skripsi</td> <td>:</td> <td>Pengembangan LKPD Berbasis <i>Brain Based Learning</i> untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik</td> </tr> <tr> <td>Penyusun</td> <td>:</td> <td>Sonia Anggraini</td> </tr> <tr> <td>Nama Validator</td> <td>:</td> <td>M. Briant, M.T.I</td> </tr> </table> <p>A. PENGANTAR</p> <p>Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian validator terhadap alat ukur kevalidan Pengembangan LKPD Berbasis <i>Brain Based Learning</i> untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik yang dikembangkan. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu yang telah menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.</p> <p>B. PETUNJUK PENGISIAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Validator dimohon untuk membaca pertanyaan dengan teliti 2. Validator dimohon untuk memberikan penilaian pada setiap indikator dengan memberikan tanda ceklis (<input type="checkbox"/>) pada kolom skala penilaian interval penilaian sebagai berikut: <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>a. Skor 1: Tidak Baik</td> <td>Skor 4: Baik</td> </tr> <tr> <td>b. Skor 2: Kurang Baik</td> <td>Skor 5: Sangat Baik</td> </tr> <tr> <td>c. Skor 3: Cukup Baik</td> <td></td> </tr> </table> 3. Setelah mengisi semua item angket, validator diminta untuk memberikan catatan yang nantinya akan dijadikan sebagai pedoman perbaikan pengembangan LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i>. 4. Atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk menilai pengembangan LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> saya ucapkan terimakasih. 	Sasaran	:	Peserta didik kelas XI MAN 1 Lampung Timur	Judul Skripsi	:	Pengembangan LKPD Berbasis <i>Brain Based Learning</i> untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik	Penyusun	:	Sonia Anggraini	Nama Validator	:	M. Briant, M.T.I	a. Skor 1: Tidak Baik	Skor 4: Baik	b. Skor 2: Kurang Baik	Skor 5: Sangat Baik	c. Skor 3: Cukup Baik	
Sasaran	:	Peserta didik kelas XI MAN 1 Lampung Timur																	
Judul Skripsi	:	Pengembangan LKPD Berbasis <i>Brain Based Learning</i> untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik																	
Penyusun	:	Sonia Anggraini																	
Nama Validator	:	M. Briant, M.T.I																	
a. Skor 1: Tidak Baik	Skor 4: Baik																		
b. Skor 2: Kurang Baik	Skor 5: Sangat Baik																		
c. Skor 3: Cukup Baik																			

C. PENILAIAN

No	Aspek yang dinilai	Alternatif jawaban					Saran dan Perbaikan
		1	2	3	4	5	
1. Aspek Desain/Tampilan							
a.	Kejelasan sampul atau cover LKPD			✓			Sesuaikan ukuran font
b.	Kualitas tampilan gambar jelas			✓			Lebih ditungkar ke kanan
c.	Ketepatan pemilihan warna pada gambar agar terlihat jelas			✓			Sukuh tepat, tambah teori ukuran
d.	Ketepatan ukuran gambar			✓			Tepat, sesuai
e.	Kesesuaian gambar animasi yang disajikan dengan materi transformasi geometri				✓		Gambar perlu pengembangan
f.	Ketepatan pemilihan ukuran dan jenis huruf agar tulisan terlihat jelas			✓			Ruangs Matematika diperbesar
g.	Ketepatan pemilihan warna pada huruf agar mudah dibaca			✓			Cobang ukuran Colorlight
h.	Tata letak teks dan gambar				✓		Sukuh basic
i.	Kesesuaian pemilihan background			✓			Colorlight
2. Aspek Kemenarikan							
a.	Tampilan umum media menarik			✓			Lebih dinamisasi
b.	Kemenarikan penyajian materi dan soal latihan			✓			Sukuh Menarik
c.	Kemenarikan gambar animasi yang digunakan			✓			Lebih tepat Gambar ilustrasi
3. Aspek Kepraktisan							
a.	Kemudahan pemakaian media bagi guru dan peserta didik secara individu maupun kelompok			✓			Mudah, dibuat PDF. Bisa di download
b.	Kemudahan memahami petunjuk penggunaan media			✓			Mudah
c.	Kemudahan pemakaian media dalam berbagai kondisi			✓			Disediakan dalam bentuk Digital

D. PENSKORAN

Skor minimal : $15 \times 1 = 15$

Skor maksimal : $15 \times 5 = 75$

Presentase skor sebagai berikut: $P = \frac{f}{N} \times 100\%$

Keterangan:

P = Nilai persentase

f = Jumlah skor yang diperoleh

N = Jumlah skor maksimal

Kriteria Penilaian

Percentase	Kategori
$81\% < P \leq 100\%$	Sangat Valid
$61\% < P \leq 81\%$	Valid
$41\% < P \leq 61\%$	Cukup Valid
$21\% < P \leq 41\%$	Kurang Valid
$0\% < P \leq 21\%$	Tidak Valid

E. KOMENTAR UMUM DAN SARAN

KOMENTAR UMUM DAN SARAN
n Sediakan Bentuk Digital, Bisa Pdf, Upload Drive
, Link Buat Barcode.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, lembar validasi LKPD berbasis *Brain Based Learning* untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman konsep Matematis Peserta Didik yang dinilai dinyatakan:

1. Layak digunakan untuk uji coba tanpa revisi
② Layak digunakan untuk uji coba setelah revisi
3. Tidak layak digunakan untuk uji coba

Mohon diberikan tanda (silang/dilingkari) pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan validator.

Materie 14 oktober 2025

Validator Ahli Media

Bry

(M. Brilliant, M.T.I.)

INSTRUMEN VALIDASI OLEH AHLI MEDIA
ANGKET PENILAIAN PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)
BERBASIS BRAIN BASED LEARNING

Sasaran	: Peserta didik kelas XI MAN 1 Lampung Timur
Judul Skripsi	: Pengembangan LKPD Berbasis <i>Brain Based Learning</i> untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik
Penyusun	: Sonia Anggraini
Nama Validator	: Nurwahid Amrulloh, S.Pd., Gr.

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian validator terhadap alat ukur kevalidan Pengembangan LKPD Berbasis *Brain Based Learning* untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik yang dikembangkan. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu yang telah menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. PETUNJUK PENGISIAN

1. Validator dimohon untuk membaca pertanyaan dengan teliti
2. Validator dimohon untuk memberikan penilaian pada setiap indikator dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom skala penilaian interval penilaian sebagai berikut:

a. Skor 1: Tidak Baik	Skor 4: Baik
b. Skor 2: Kurang Baik	Skor 5: Sangat Baik
c. Skor 3: Cukup Baik	
3. Setelah mengisi semua item angket, validator diminta untuk memberikan catatan yang nantinya akan dijadikan sebagai pedoman perbaikan pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning*.
4. Atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk menilai pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning* saya ucapkan terimakasih.

C. PENILAIAN

No	Aspek yang dinilai	Alternatif jawaban					Saran dan Perbaikan
		1	2	3	4	5	
1. Aspek Desain/Tampilan							
a.	Kejelasan sampul atau cover LKPD				✓		
b.	Kualitas tampilan gambar jelas				✓		
c.	Ketepatan pemilihan warna pada gambar agar terlihat jelas				✓		
d.	Ketepatan ukuran gambar			✓			
e.	Kesesuaian gambar ilustrasi yang disajikan dengan materi transformasi geometri				✓		
f.	Ketepatan pemilihan ukuran dan jenis huruf agar tulisan terlihat jelas		✓				
g.	Ketepatan pemilihan warna pada huruf agar mudah dibaca			✓			
h.	Tata letak teks dan gambar			✓			
i.	Kesesuaian pemilihan <i>background</i>				✓		
2. Aspek Kemenarikan							
a.	Tampilan umum media menarik				✓		
b.	Kemenarikan penyajian materi dan soal latihan				✓		
c.	Kemenarikan gambar ilustrasi yang digunakan				✓		
3. Aspek Kepraktisan							
a.	Kemudahan pemakaian media bagi guru dan peserta didik secara individu maupun kelompok				✓		
b.	Kemudahan memahami petunjuk penggunaan media				✓		
c.	Kemudahan pemakaian media dalam berbagai kondisi			✓			

D. PENSKORAN

Skor minimal : $15 \times 1 = 15$

Skor maksimal : $15 \times 5 = 75$

Presentase skor sebagai berikut: $P = \frac{f}{N} \times 100\%$

Keterangan:

P = Nilai persentase
 f = Jumlah skor yang diperoleh
 N = Jumlah skor maksimal

Kriteria Penilaian

Percentase	Kategori
$81\% \leq P \leq 100\%$	Sangat Valid
$61\% \leq P < 81\%$	Valid
$41\% \leq P < 61\%$	Cukup Valid
$21\% \leq P < 41\%$	Kurang Valid
$0\% \leq P < 21\%$	Tidak Valid

E. KOMENTAR UMUM DAN SARAN

1. Untuk font bagian identitas siswa disesuaikan dengan teks yang ada (dibold misal) agar tidak terlihat lebih menarik.
2. Bagian cover ada bagian bawah yang kosong. Bagian tersebut bisa ditambahkan identitas Prodi,Fakultas,Instansi, dan tahun.
3. Size font pada halaman sampul (setelah cover utama) diperkecil lagi, agar terlihat elegant dan lebih menarik.

F. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, lembar validasi LKPD berbasis *Brain Based Learning* untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman konsep Matematis Peserta Didik yang dinilai dinyatakan:

1. Layak digunakan untuk uji coba tanpa revisi
2. Layak digunakan untuk uji coba setelah revisi
3. Tidak layak digunakan untuk uji coba

Mohon diberikan tanda (silang/dilingkari) pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan validator.

Metro,.....2025

Validator Ahli Media



(Nurwahid Amrulloh, S.Pd., Gr.)

Lampiran 7 Hasil angket respon guru

INSTRUMEN ANGKET RESPON GURU
ANGKET PENILAIAN PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
(LKPD) BERBASIS BRAIN BASED LEARNING

Nama : Mulyono, S.Pd.
 Sekolah : MAN Lampung Timur
 Hari/Tanggal : Kamis, 20 November 2020.

A. PENGANTAR

Angket Penilaian ini digunakan untuk memperoleh penilaian respon guru terhadap alat ukur kepraktisan Pengembangan LKPD Berbasis *Brain Based Learning* untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik yang dikembangkan. Saya ucapkan terimakasih kepada Bapak/Ibu yang telah bersedia merespon dan mengisi lembar angket ini.

B. PETUNJUK PENGISIAN

1. Bapak/Ibu dimohon membaca pertanyaan dengan teliti.
2. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian pada setiap indikator dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom skala penilaian interval penilaian sebagai berikut:

Skor 1: Tidak Baik	Skor 4: Baik
Skor 2: Kurang Baik	Skor 5: Sangat Baik
Skor 3: Cukup Baik	
3. Setelah mengisi semua item angket, Bapak/Ibu diminta untuk memberikan catatan yang namanya akan dijadikan sebagai pedoman perbaikan pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning*.
4. Atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk menilai pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning* saya ucapkan terimakasih.

C. PENILAIAN

No	Aspek yang dinilai	Alternatif Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Bentuk atau tampilan LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> terlihat menarik				✓	
2	Teks pada LKPD dapat terbaca dengan jelas				✓	
3	Tampilan warna pada LKPD menarik				✓	
4	Bahasa yang digunakan mudah dipahami				✓	
5	Gambar pada LKPD terlihat dengan jelas				✓	
6	Materi yang ada pada LKPD disajikan dengan jelas				✓	
7	materi yang disajikan di LKPD sesuai dengan materi transformasi geometri peserta didik kelas XI					✓
8	Materi yang disajikan di LKPD mudah dipahami oleh peserta didik				✓	
9	Materi transformasi geometri yang disajikan di LKPD berkaitan dengan kehidupan sehari-hari secara mendalam namun mudah untuk dipahami				✓	
10	LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> yang dikembangkan dapat menarik perhatian peserta didik dalam pembelajaran				✓	
11	LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> yang dikembangkan dapat meningkatkan motivasi peserta didik dalam pembelajaran				✓	
12	LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> yang dikembangkan dapat meningkatkan minat dan keaktifan peserta didik dalam pembelajaran				✓	
13	Adanya LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> dapat membantu peserta didik lebih aktif dan terlibat langsung dalam pembelajaran				✓	
14	LKPD dapat membantu peserta didik dengan mudah dan cepat dalam memahami materi				✓	
15	LKPD membantu guru dalam menyampaikan materi kepada peserta didik				✓	

D. KOMENTAR UMUM DAN SARAN

Lengkuk contoh soal dalam garis,
singgukan dan karabola untuk
dijugikan.

Metro, 20 Nov. 2025

Guru Kelas

Lampiran 8 Hasil angket respon peserta didik

INSTRUMEN ANGKET RESPON PESERTA DIDIK
ANGKET PENILAIAN PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
(LKPD) BERBASIS BRAIN BASED LEARNING

Nama : *Yudha Rahmat*.....

Kelas : *XI IPS*.....

Sekolah : *MAN I Lamtim*.....

Hari/Tanggal : *26.10.2025*.....

A. PENGANTAR

Angket Penilaian ini digunakan untuk memperoleh penilaian respon peserta didik terhadap alat ukur kepraktisan Pengembangan LKPD Berbasis *Brain Based Learning* untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik yang dikembangkan. Saya ucapkan terimakasih kepada peserta didik yang telah bersedia merespon dan mengisi lembar angket ini.

B. PETUNJUK PENGISIAN

1. Isilah identitas pada kolom yang telah disediakan.
2. Bacalah beberapa aspek pertanyaan pada kolom di bawah ini, kemudian beri tanda tanda ceklis (✓) pada kolom skala penilaian interval penilaian sebagai berikut:

Skor 1: Tidak Baik	Skor 4: Baik
Skor 2: Kurang Baik	Skor 5: Sangat Baik
Skor 3: Cukup Baik	

3. Setelah mengisi semua item angket, peserta didik diminta untuk memberikan catatan yang nantinya akan dijadikan sebagai pedoman perbaikan pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning*.
4. Atas ketersediaan peserta didik untuk menilai pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning* saya ucapkan terimakasih.

C. PENILAIAN

No	Aspek yang dinilai	Alternatif Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Bentuk atau tampilan LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> terlihat menarik				✓	
2	Teks pada LKPD dapat terbaca dengan jelas				✓	
3	Tampilan warna pada LKPD menarik			✓		
4	Bahasa yang digunakan mudah dipahami				✓	
5	Gambar pada LKPD terlihat dengan jelas				✓	
6	Materi yang ada pada LKPD disajikan dengan jelas			✓		
7	Materi yang disajikan di LKPD sesuai dengan materi transformasi geometri peserta didik kelas XI				✓	
8	Materi yang disajikan di LKPD mudah dipahami oleh peserta didik				✓	
9	Materi transformasi geometri yang disajikan di LKPD berkaitan dengan kehidupan sehari-hari secara mendalam namun mudah untuk dipahami				✓	
10	LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> yang dikembangkan dapat menarik perhatian peserta didik dalam pembelajaran				✓	
11	LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> yang dikembangkan dapat meningkatkan motivasi peserta didik dalam pembelajaran				✓	
12	LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> yang dikembangkan dapat meningkatkan minat dan keaktifan peserta didik dalam pembelajaran				✓	
13	Adanya LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> dapat membantu peserta didik lebih aktif dan terlibat langsung dalam pembelajaran				✓	
14	LKPD dapat membantu peserta didik dengan mudah dan cepat dalam memahami materi				✓	
15	LKPD membantu guru dalam menyampaikan materi kepada peserta didik				✓	

D. KOMENTAR UMUM DAN SARAN

Akan kurang dalam cara pengampalan materinya.

Metro, 20.10.2025

Peserta Didik

()

**INSTRUMEN ANGKET RESPON PESERTA DIDIK
ANGKET PENILAIAN PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
(LKPD) BERBASIS BRAIN BASED LEARNING**

Nama : MUHAMMAD SYAIFUSIA

Kelas : XI. IPA. 5

Sekolah : Man 1 Lamtim

Hari/Tanggal : Kamis, 20-11-2025

A. PENGANTAR

Angket Penilaian ini digunakan untuk memperoleh penilaian respon peserta didik terhadap alat ukur kepraktisan Pengembangan LKPD Berbasis *Brain Based Learning* untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik yang dikembangkan. Saya ucapkan terimakasih kepada peserta didik yang telah bersedia merespon dan mengisi lembar angket ini.

B. PETUNJUK PENGISIAN

1. Isilah identitas pada kolom yang telah disediakan.
2. Bacalah beberapa aspek pertanyaan pada kolom di bawah ini, kemudian beri tanda tanda ceklis (✓) pada kolom skala penilaian interval penilaian sebagai berikut:

Skor 1: Tidak Baik	Skor 4: Baik
Skor 2: Kurang Baik	Skor 5: Sangat Baik
Skor 3: Cukup Baik	
3. Setelah mengisi semua item angket, peserta didik diminta untuk memberikan catatan yang nantinya akan dijadikan sebagai pedoman perbaikan pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning*.
4. Atas ketersediaan peserta didik untuk menilai pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning* saya ucapkan terimakasih.

C. PENILAIAN

No	Aspek yang dinilai	Alternatif Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Bentuk atau tampilan LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> terlihat menarik		✓			
2	Teks pada LKPD dapat terbaca dengan jelas		✓			
3	Tampilan warna pada LKPD menarik		✓			
4	Bahasa yang digunakan mudah dipahami		✓			
5	Gambar pada LKPD terlihat dengan jelas		✓			
6	Materi yang ada pada LKPD disajikan dengan jelas		✓			
7	materi yang disajikan di LKPD sesuai dengan materi transformasi geometri peserta didik kelas XI		✓			
8	Materi yang disajikan di LKPD mudah dipahami oleh peserta didik		✓			
9	Materi transformasi geometri yang disajikan di LKPD berkaitan dengan kehidupan sehari-hari secara mendalam namun mudah untuk dipahami		✓			
10	LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> yang dikembangkan dapat menarik perhatian peserta didik dalam pembelajaran		✓			
11	LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> yang dikembangkan dapat meningkatkan motivasi peserta didik dalam pembelajaran		✓			
12	LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> yang dikembangkan dapat meningkatkan minat dan keaktifan peserta didik dalam pembelajaran		✓			
13	Adanya LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> dapat membantu peserta didik lebih aktif dan terlibat langsung dalam pembelajaran		✓			
14	LKPD dapat membantu peserta didik dengan mudah dan cepat dalam memahami materi		✓			
15	LKPD membantu guru dalam menyampaikan materi kepada peserta didik		✓			

D. KOMENTAR UMUM DAN SARAN

.....
.....

Metro,.....2025

Peserta Didik

()

INSTRUMEN ANGKET RESPON PESERTA DIDIK
ANGKET PENILAIAN PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
(LKPD) BERBASIS BRAIN BASED LEARNING

Nama : Iqtafeh Dinar

Kelas : XI IPA 5

Sekolah : Mai Lampung Timur

Hari/Tanggal : Kamis, 20.11.2015

A. PENGANTAR

Angket Penilaian ini digunakan untuk memperoleh penilaian respon peserta didik terhadap alat ukur kepraktisan Pengembangan LKPD Berbasis *Brain Based Learning* untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik yang dikembangkan. Saya ucapkan terimakasih kepada peserta didik yang telah bersedia merespon dan mengisi lembar angket ini.

B. PETUNJUK PENGISIAN

1. Isilah identitas pada kolom yang telah disediakan.
2. Bacalah beberapa aspek pertanyaan pada kolom di bawah ini, kemudian beri tanda tanda ceklis (✓) pada kolom skala penilaian interval penilaian sebagai berikut:

Skor 1: Tidak Baik	Skor 4: Baik
Skor 2: Kurang Baik	Skor 5: Sangat Baik
Skor 3: Cukup Baik	
3. Setelah mengisi semua item angket, peserta didik diminta untuk memberikan catatan yang nantinya akan dijadikan sebagai pedoman perbaikan pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning*.
4. Atas ketersediaan peserta didik untuk menilai pengembangan LKPD berbasis *Brain Based Learning* saya ucapkan terimakasih.

C. PENILAIAN

No	Aspek yang dinilai	Alternatif Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Bentuk atau tampilan LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> terlihat menarik				✓	
2	Teks pada LKPD dapat terbaca dengan jelas					✓
3	Tampilan warna pada LKPD menarik					✓
4	Bahasa yang digunakan mudah dipahami				✓	
5	Gambar pada LKPD terlihat dengan jelas				✓	
6	Materi yang ada pada LKPD disajikan dengan jelas				✓	
7	materi yang disajikan di LKPD sesuai dengan materi transformasi geometri peserta didik kelas XI					✓
8	Materi yang disajikan di LKPD mudah dipahami oleh peserta didik				✓	
9	Materi transformasi geometri yang disajikan di LKPD berkaitan dengan kehidupan sehari-hari secara mendalam namun mudah untuk dipahami					✓
10	LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> yang dikembangkan dapat menarik perhatian peserta didik dalam pembelajaran				✓	
11	LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> yang dikembangkan dapat meningkatkan motivasi peserta didik dalam pembelajaran					✓
12	LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> yang dikembangkan dapat meningkatkan minat dan keaktifan peserta didik dalam pembelajaran				✓	
13	Adanya LKPD berbasis <i>Brain Based Learning</i> dapat membantu peserta didik lebih aktif dan terlibat langsung dalam pembelajaran				✓	
14	LKPD dapat membantu peserta didik dengan mudah dan cepat dalam memahami materi				✓	
15	LKPD membantu guru dalam menyampaikan materi kepada peserta didik					✓

D. KOMENTAR UMUM DAN SARAN

Cukup baik dan mudah dipahami.....
.....

Metro, 20 11 2025

Peserta Didik

()

Lampiran 9 Hasil kerja peserta didik



DISKUSI DAN INSTRUKSI

Diskusikan bersama anggota kelompok, lalu tulish titik-titik berikut dengan jawaban yang tepat berdasarkan hasil kesepakatan kelompok!

1. Titik $A(6,-1)$ ditranslasikan oleh $T\left(\begin{pmatrix} -2 \\ 5 \end{pmatrix}\right)$. Bayangan titik A adalah...

Jawaban:
Bayangan titik A oleh $T\left(\begin{pmatrix} -2 \\ 5 \end{pmatrix}\right)$:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -2 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -2 \\ 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x-2 \\ y+5 \end{pmatrix}$$

Jadi bayangan titik A' adalah $\begin{pmatrix} x-2 \\ y+5 \end{pmatrix}$

2. Diketahui titik $S'(4,-12)$ adalah bayangan titik S oleh translasi $T\left(\begin{pmatrix} -9 \\ 0 \end{pmatrix}\right)$. Koordinat titik S adalah...

Jawaban:
Bayangan titik (x,y) oleh translasi $T\left(\begin{pmatrix} -9 \\ 0 \end{pmatrix}\right)$:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -9 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x-9 \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -9 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x-9 \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 4 \\ -12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x-9 \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 4 \\ -12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x-9 \\ y \end{pmatrix}$$

Dari kesamaan matriks diperoleh:

$$4 = x - 9 \rightarrow 4 + 9 = 13$$

$$-12 = y \rightarrow -12 - 0 = -20$$

Jadi koordinat titik P adalah $(13, -20)$.

DISKUSI DAN INSTRUKSI

1. Jelaskan dengan menggunakan bahasa sendiri apa yang dimaksud dengan translasi dalam transformasi geometri.

Quotations: Jadi, translasi ini hanya memindahkan posisi & itu merupakan sifat

2. Lingkariilah diantara gambar berikut yang merupakan contoh translasi dalam kehidupan sehari-hari? Jelaskan alasannya!

A (Anak kecil yang mendorong mobil-mobilan) **B** (Biangla yang berputar)

C (Seorang yang bercermin) **D** (Pergeseran catur ketika dimainkan)

DISKUSI DAN INSTRUKSI

1. Diskusikan dan ikuti instruksi berikut bersama kelompokmu!

- Gambarlah segitiga ABC pada bidang kartesius yang telah disediakan, dengan koordinat $A(-4,2)$, $B(2,4)$, dan $C(0,3)$.
- Geser titik A sejauh 4 satuan ke kanan dan 5 satuan ke bawah. Beri nama titik A' . Koordinat titik A' adalah $(\underline{\hspace{2cm}}, \underline{\hspace{2cm}})$.
- Lakukan seperti pada langkah nomor 2 untuk titik B dan titik C sehingga diperoleh B' ($\underline{\hspace{2cm}}, \underline{\hspace{2cm}}$) dan C' ($\underline{\hspace{2cm}}, \underline{\hspace{2cm}}$).
- Hubungkan titik A' , B' , dan C' hingga terbentuk sebuah segitiga.
- Proses translasi titik A , B , dan C tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$A(\underline{\hspace{2cm}}, \underline{\hspace{2cm}})$	—————	$A'(\underline{\hspace{2cm}}, \underline{\hspace{2cm}})$
$B(\underline{\hspace{2cm}}, \underline{\hspace{2cm}})$	—————	$B'(\underline{\hspace{2cm}}, \underline{\hspace{2cm}})$
$C(\underline{\hspace{2cm}}, \underline{\hspace{2cm}})$	—————	$C'(\underline{\hspace{2cm}}, \underline{\hspace{2cm}})$

2. Apakah bangun yang digeser mengalami perubahan bentuk dan ukuran?

Benar. Pergeseran tidak mengalami perubahan bentuk

3. Apakah bangun yang digeser mengalami perubahan posisi?

Ya. Kedudukan posisinya telah berubah

4. Apa yang bisa kalian simpulkan terkait perubahan yang terjadi pada translasi?

Sebuah bangun akan berubah posisinya tetapi tidak berubah bentuknya

LKPD Lembar Kerja Peserta Didik Matematika Berbasis Brain Based Learning Transformasi Geometri Disusun Oleh: Sonia Anggraini

PERAYAAN DI KELUARGA

Refleksi Pembelajaran

Kami baru belajar mengenai **Transformasi (Penggambaran)**

Kegiatan yang paling disukai: Menggambar dan mengamati bentuk-bentuk dari hasil transformasi.

Kegiatan yang paling sulit: Menggambar bentuk-bentuk yang belum mengamati.

Perasaan setelah melakukan kegiatan pembelajaran: Sangat senang karena dapat mengamati dan menggambar bentuk-bentuk hasil transformasi.

Penilaian

Nilai	Paraf Guru
90	

ELABORASI

Diskusikan bersama anggota kelompokmu, lalu isilah titik-titik berikut dengan jawaban yang tepat berdasarkan hasil kesepakatan kelompok!

1. Koordinat bayangan titik A oleh pencerminan terhadap P (3,2) adalah A' (-2,4). Koordinat titik A adalah... Jawaban: Bayangan titik A(x,y) oleh pencerminan terhadap P (a,b) adalah (x',y') dengan:

Alternatif 1 (bentuk matriks):

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

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

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

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

$$\therefore \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$\therefore \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 \\ 4 \end{pmatrix}$$

Alternatif 2 (bentuk pemetaan): $P(a,b)$
Pemetaan pencerminan terhadap titik (a,b) dimaksudkan dengan:
 $P(a,b) : (x,y) \rightarrow (x',y') = (2a-x, 2b-y)$.
 $\Rightarrow P_{(3,2)} : (x,y) \rightarrow (x',y') = (2 \times 3 - x, 2 \times 2 - y)$
 $\Rightarrow P_{(3,2)} : (x,y) \rightarrow (x',y') = (6-x, 4-y)$
diketahui $A' = (-2,4)$, maka dari pemetaan:

$$\begin{cases} x' = 6 - x \\ y' = 4 - y \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} x = 6 - x' \\ y = 4 - y' \end{cases}$$

substitusi $x' = -2$, $y' = 4$:
 $x = 6 - (-2) = 6 + 2 = 8$
 $y = 4 - 4 = 0$
jadi, koordinat titik A adalah $(8,0)$.

INKUBASI & MEMARUTKAN MEMORI

- Perhatikan kotak huruf yang tersedia!
- Cari dan lingkari kata-kata yang berkaitan dengan refleksi dalam kehidupan sehari-hari.
- Kata dapat ditemukan mendatar (horizontal), menurun (vertikal), atau diagonal.
- Tandai setiap kata yang berhasil ditemukan.
(CERMIN, SPION, LAYAR, LANTAI, KACA, LOGAM, AIR, BAYANGAN)

H	T	F	Y	M	L	E	X	C	V	Z	X	R	S
S	B	B	H	H	R	M	C	W	I	I	X	V	R
P	J	O	Z	E	K	J	G	I	L	M	N	E	H
I	S	D	R	X	C	E	R	M	H	M	L	V	
O	2	S	T	P	B	O	F	G	D	A	D	A	R
N	F	C	V	Y	R	E	J	Q	O	V	C	N	Y
U	R	G	Y	P	L	B	Q	A	B	M	N	T	W
E	Z	P	Y	V	X	P	S	R	H	A	F	Y	A
A	J	T	S	Z	K	Z	T	Q	U	Y	P	E	T
S	Z	V	Y	G	T	O	E	L	A	A	K	Z	E
T	E	E	C	A	L	D	A	Z	N	M	Z	H	
H	N	L	E	I	O	P	X	W	F	G	R	C	A
E	B	O	X	R	E	N	H	X	A	C	O	Z	A
A	T	K	I	J	H	M	L	N	Z	F	Y		
Y	E	C	G	J	R	W	H	L	O	G	A		

VERIFIKASI & PENGEGAKAN

Refleksi terhadap titik O(0,0)

- Diskusikan dan ikuti instruksi berikut bersama kelompokmu!
- a. Gambarlah segitiga ABC pada bidang kartesius yang telah disediakan, dengan koordinat A (-4,2), B (-2,4), dan C (1,3).
- b. Cerminkan segitiga ABC terhadap titik O (0,0), maka diperoleh A' (-1,-2), B' (1,-2), dan C' (-1,-3).
- c. Hubungkan titik A', B', dan C' hingga membentuk sebuah segitiga.
- d. Proses refleksi titik A, B, dan C tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A(x,y) &\xrightarrow{\text{cermin}} A'(x',y') \\ (-2,4) &\xrightarrow{\left(\begin{array}{cc} a & b \\ c & d \end{array}\right)} (1,-2) \\ (1,3) &\xrightarrow{\left(\begin{array}{cc} a & b \\ c & d \end{array}\right)} (-1,-3) \end{aligned}$$
- e. Maka dapat disimpulkan jika titik D (x,y), dicerminkan terhadap titik O (0,0) diperoleh D' (-x,-y).
2. Mari kita tentukan matriks pencerminan terhadap titik O (0,0). misalkan matriks transformasinya adalah $C = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ sehingga:

$$\begin{aligned} D(x,y) &\xrightarrow{\text{cermin}} D'(-x,-y) \\ (-x,-y) &= \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \\ (-x) &= (ax+by) \\ (-y) &= (cx+dy) \end{aligned}$$

dengan kesamaan matriks, diperoleh:

$$\begin{aligned} -x &= ax+by \leftrightarrow a = -1 \text{ dan } b = 0 \\ -y &= cx+dy \leftrightarrow c = 0 \text{ dan } d = -1 \end{aligned}$$

sehingga dapat disimpulkan matriks pencerminan terhadap titik O (0,0) adalah:

$$C = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

16

Refleksi terhadap sumbu X

- Diskusikan dan ikuti instruksi berikut bersama kelompokmu!
- a. Gambarlah segitiga ABC pada bidang kartesius yang telah disediakan, dengan koordinat A (-4,2), B (-2,4), dan C (1,3).
- b. Cerminkan segitiga ABC terhadap sumbu x, maka diperoleh A' (4,2), B' (2,4), dan C' (1,-3).
- c. Hubungkan titik A', B', dan C' hingga membentuk sebuah segitiga.
- d. Proses refleksi titik A, B, dan C tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A(x,y) &\xrightarrow{\text{cermin}} A'(x,y) \\ B(x,y) &\xrightarrow{\text{cermin}} B'(x,y) \\ C(x,y) &\xrightarrow{\text{cermin}} C'(x,-y) \end{aligned}$$
- e. Maka dapat disimpulkan jika titik D (x,y), dicerminkan terhadap sumbu x diperoleh D' (x,-y).
2. Mari kita tentukan matriks pencerminan terhadap sumbu x. misalkan matriks transformasinya adalah $C = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ sehingga:

$$D(x,y) \xrightarrow{\text{cermin}} D'(x,-y)$$

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ -y \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} ax+by \\ cx+dy \end{pmatrix} \end{aligned}$$

dengan kesamaan matriks, diperoleh:

$$\begin{aligned} x &= ax+by \leftrightarrow a = 1 \text{ dan } b = 0 \\ x &= cx+dy \leftrightarrow c = 0 \text{ dan } d = -1 \end{aligned}$$

sehingga dapat disimpulkan matriks pencerminan terhadap sumbu x adalah:

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

17

Refleksi terhadap sumbu y

- Diskusikan dan ikuti instruksi berikut bersama kelompokmu!
- a. Gambarlah segitiga ABC pada bidang kartesius yang telah disediakan, dengan koordinat A (-4,2), B (-2,4), dan C (1,3).
- b. Cerminkan segitiga ABC terhadap sumbu y, maka diperoleh A' (-4,-2), B' (-2,-4), dan C' (1,-3).
- c. Hubungkan titik A', B', dan C' hingga membentuk sebuah segitiga.
- d. Proses refleksi titik A, B, dan C tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A(x,y) &\xrightarrow{\text{cermin}} A'(-x,y) \\ B(x,y) &\xrightarrow{\text{cermin}} B'(-x,y) \\ C(x,y) &\xrightarrow{\text{cermin}} C'(x,-y) \end{aligned}$$
- e. Maka dapat disimpulkan jika titik D (x,y), dicerminkan terhadap sumbu y diperoleh D' (-x,y).
2. Mari kita tentukan matriks pencerminan terhadap sumbu y. misalkan matriks transformasinya adalah $C = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ sehingga:

$$D(x,y) \xrightarrow{\text{cermin}} D'(-x,y)$$

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -x \\ y \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} ax+by \\ cx+dy \end{pmatrix} \end{aligned}$$

dengan kesamaan matriks, diperoleh:

$$\begin{aligned} x &= ax+by \leftrightarrow a = 1, \text{ dan } b = 0 \\ x &= cx+dy \leftrightarrow c = 0, \text{ dan } d = -1 \end{aligned}$$

sehingga dapat disimpulkan matriks pencerminan terhadap sumbu y adalah:

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

18

Refleksi terhadap garis y=x

- Diskusikan dan ikuti instruksi berikut bersama kelompokmu!
- a. Gambarlah segitiga ABC pada bidang kartesius yang telah disediakan, dengan koordinat A (-4,2), B (-2,4), dan C (1,3).
- b. Cerminkan segitiga ABC terhadap garis y=x, maka diperoleh A' (2,-4), B' (4,-2), dan C' (-1,-3).
- c. Hubungkan titik A', B', dan C' hingga membentuk sebuah segitiga.
- d. Proses refleksi titik A, B, dan C tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A(x,y) &\xrightarrow{\text{cermin}} A'(y,x) \\ B(x,y) &\xrightarrow{\text{cermin}} B'(y,x) \\ C(x,y) &\xrightarrow{\text{cermin}} C'(-x,-y) \end{aligned}$$
- e. Maka dapat disimpulkan jika titik D (x,y), dicerminkan terhadap garis y=x diperoleh D' (y,x).
2. Mari kita tentukan matriks pencerminan terhadap garis y=x. misalkan matriks transformasinya adalah $C = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ sehingga:

$$D(x,y) \xrightarrow{\text{cermin}} D'(y,x)$$

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y \\ x \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} ay+bx \\ cy+dx \end{pmatrix} \end{aligned}$$

dengan kesamaan matriks, diperoleh:

$$\begin{aligned} x &= ay+bx \leftrightarrow a = 1, \text{ dan } b = 0 \\ x &= cy+dx \leftrightarrow c = 0, \text{ dan } d = 1 \end{aligned}$$

sehingga dapat disimpulkan matriks pencerminan terhadap garis y=x adalah:

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

19

Refleksi terhadap garis $y = -x$

1. Diskusikan dan ikuti instruksi berikut bersama kelompokmu!

- Gambarlah segitiga ABC pada bidang kartesius yang telah disediakan, dengan koordinat A (-4,2), B (-2,4), dan C (1,3).
- Cerminkan segitiga ABC terhadap garis $y = -x$, maka diperoleh $A'(-2,-1)$, $B'(-4,-2)$, dan $C'(3,-1)$.
- Hubungkan titik A' , B' , dan C' lingka membentuk sebuah segitiga.
- Proses refleksi titik A, B, dan C tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$A(2, 1) \rightarrow A'(-2, -1)$
$B(2, 4) \rightarrow B'(-4, -2)$
$C(1, 3) \rightarrow C'(3, -1)$

c. Maka dapat disimpulkan bahwa titik D (x,y), cerminkan terhadap garis $y = -x$ diperoleh $D'(-x,-y)$.

2. Mari kita tentukan matriks pencerminan terhadap garis $y = -x$. misalkan matriks transformasinya adalah $C = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ sehingga:

$$D(x,y) \xrightarrow{\text{cermin}} D'(-x,-y)$$

$$\begin{pmatrix} \vec{x} \\ \vec{y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a\vec{x} + b\vec{y} \\ c\vec{x} + d\vec{y} \end{pmatrix}$$

dengan kesamaan matriks, diperoleh:

$$\vec{x} = b\vec{y} + d\vec{z} \leftrightarrow a = -b, \text{ dan } b = 0,$$

$$\vec{y} = a\vec{y} + d\vec{z} \leftrightarrow c = -d, \text{ dan } d = 0,$$

sehingga dapat disimpulkan matriks pencerminan terhadap garis $y = -x$ adalah:

$$C = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

20

Membuat kesimpulan

1. Apakah bangun yang dicerminkan mengalami perubahan bentuk dan ukuran? (gunakan segitiga yang sudah disediakan untuk menentukan besar segitiga ABC dan $A'B'C'$).

Jawab: tidak ada perubahan

2. Apakah bangun yang dicerminkan mengalami perubahan posisi?

Jawab: tetapi berubah posisi

3. Apa yang dapat kalian simpulkan?

Jawab: Segitiga yang dicerminkan mengalami perubahan bentuk dan ukuran

21

PERAYAAN DI INTEGRASI

Refleksi Pembelajaran

Kami baru belajar mengenal	Kegiatan yang paling disukai
Vokab	latihan

Kegiatan yang paling sulit	Perasaan setelah melakukan kegiatan pembelajaran
tidak ada	baik saja

Penilaian

Nilai	Pesan Guru
95	<i>Raden</i>

22

LKPD
Lembar Kerja Peserta Didik
Matematika
Berbasis Brain Based Learning
Transformasi Geometri
Disusun Oleh: Sonia Anggraini

Kelas: XI IPA 5
Kelompok: 3
Anggota: Fizza Zahra, Nabilah Putri, Mustika
Purwan, Dianita Fitri

Yellow XI
SMA/MA/Sederajat
semester 1

ELABORASI

Diskusikan bersama anggota kelompokmu, lalu tulah titik-titik berikut dengan jawaban yang tepat berdasarkan hasil kesepakatan kelompok!

- Tentukan bayangan titik $P(5,-7)$ yang dirotasikan oleh $R[O, 90^\circ]$.
Jawaban:
Misalkan bayangan titik $P(5,-7)$ oleh rotasi $R[O, 90^\circ]$ adalah $P'(x',y')$, diperoleh:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos 90^\circ & -\sin 90^\circ \\ \sin 90^\circ & \cos 90^\circ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ -7 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ -7 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 \\ 5 \\ -7 \end{pmatrix}$$

jadi, bayangannya adalah $P'(0, 5)$.
- Diketahui segitiga ABC dengan koordinat titik sudut $A(-3,2)$, $B(2,4)$, dan $C(-1,-1)$. Segitiga ABC diputar sebesar -90° terhadap titik pusat $(1,5)$ diperoleh bayangan segitiga $A'B'C'$. Koordinat titik A' , B' , dan C' berturut-turut adalah..
Jawaban:
Bayangan titik $A(x,y)$ oleh rotasi $R[P(1,5), -90^\circ]$:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos (-90^\circ) & -\sin (-90^\circ) \\ \sin (-90^\circ) & \cos (-90^\circ) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-1 \\ y-5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-1 \\ y-5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

Untuk $A(-3,2)$ diperoleh A' :
$$\begin{pmatrix} x_A' \\ y_A' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -3-1 \\ 2-5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ -3 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \end{pmatrix}$$

26

Untuk $B(2,4)$ diperoleh B' :

$$\begin{pmatrix} x_B' \\ y_B' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2-1 \\ 4-5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Untuk $C(-1,-1)$ diperoleh C' :

$$\begin{pmatrix} x_C' \\ y_C' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1-1 \\ -1-5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ -6 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 2 \\ -5 \end{pmatrix}$$

Jadi, koordinat titik $A'B'C'$ yang diperoleh secara berturut-turut adalah $A'(-2,1)$, $B'(1,-1)$, dan $C'(-1,-5)$.

27

INKUBASI & MEMASUKKAN MEMORI

Setelah kalian mempelajari cara rotasi pada jauh dan bentuk umum rotasi titik, yuk simpulkan bersama kelompokmu!

- Menurut kalian, apa yang membudakan rotasi dengan reaksi?
Rota... adalah perputaran objek pada posisi...
titik posisi... sedangkan rotasi... adalah...
perputaran... objek... berlawanan arah putaran...
titik posisi...
- Coba tuliskan contoh peristiwa sehari-hari lain yang menunjukkan rotasi selain jarum jam!
• perputaran...
• perputaran...
• perputaran...

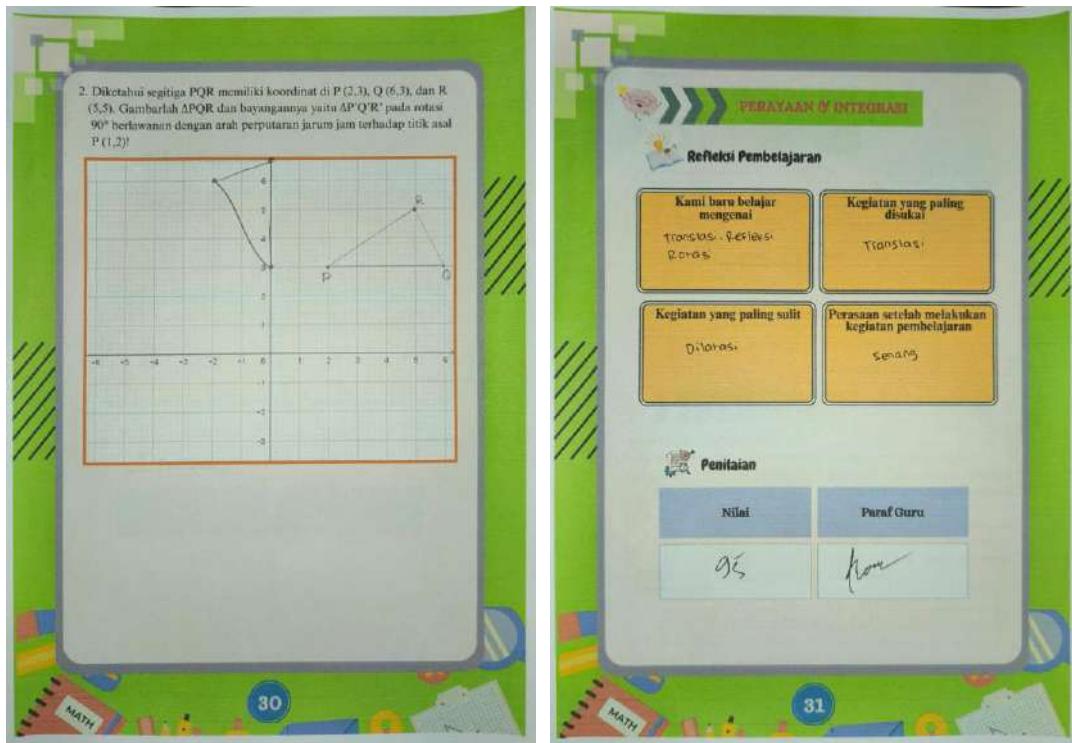
28

VERIFIKASI & PENGECERAN

Petunjuk:
Jawab setiap pertanyaan berikut dengan cara diskusi dengan teman kelompokmu!

- Diketahui segitiga PQR memiliki koordinat di $P(2,3)$, $Q(6,3)$, dan $R(5,5)$. Gambarlah $\triangle PQR$ dan bayangannya yaitu $\triangle P'Q'R'$ pada rotasi 90° berlawanan dengan arah putaran jarum jam terhadap titik asal $O(0,0)$.

29



Lampiran 10 Dokumentasi pra-survey



Lampiran 11 Dokumentasi uji coba LKPD pada guru dan peserta didik



Lampiran 12 Kisi-kisi Tes Pemahaman Konsep Matematis

No	Tujuan Pembelajaran	Soal	Jawaban	Indikator Kemampuan Pemahaman Konsep	Skor
1	Peserta didik mampu menjelaskan konsep transformasi geometri berupa rotasi beserta sifat-sifatnya berdasarkan permasalahan kontekstual.	<p>Perhatikan gambar berikut!</p>  <p>Salah satu contoh transformasi dalam kehidupan sehari-hari adalah perputaran jam dinding. Jarum jam dinding selalu berputar ke kanan dengan titik pusat berada pada tengah jam dinding. Berdasarkan informasi tersebut, tentukan transformasi yang dimaksud serta sebutkan sifat-sifatnya!</p>	<p>Diketahui: Jarum jam dinding selalu berputar ke kanan dengan titik pusat berada pada tengah jam dinding.</p> <p>Ditanya: Transformasi yang dimaksud dan sifat-sifatnya.</p> <p>Jawab: Transformasi yang dimaksud adalah rotasi.</p> <p>Sifat-sifat rotasi:</p> <ol style="list-style-type: none"> Bentuk dan ukuran yang dirotasi tidak berubah Titik pusat merupakan titik tetap untuk acuan menentukan arah rotasi Jika arah rotasi berlawanan arah jarum jam maka bernilai positif dan jika searah dengan jarum jam maka bernilai negatif 	Menyatakan ulang konsep yang telah dipelajari	4

2	<p>Peserta didik mampu mengidentifikasi dan membedakan transformasi geometri berupa rotasi dan dilatasi melalui representasi visual.</p>	<p>Diketahui gambar berwarna merah merupakan bayangan hasil transformasi dari gambar berwarna putih.</p>	<p>Diketahui: Gambar berwarna merah merupakan bayangan hasil transformasi dari gambar berwarna putih. Ditanya: Ilustrasi yang merupakan rotasi dan dilatasi. Jawab: Gambar a merupakan dilatasi dan gambar b merupakan rotasi. Sedangkan gambar c bukan keduanya dikarenakan gambar c berbentuk saling berhadapan dan mengalami perubahan bentuk pada hasil bayangan.</p>	<p>Menentukan contoh dan bukan contoh dari konsep yang telah dipelajari</p>	4
---	--	--	---	---	---

		merupakan ilustrasi dari rotasi dan dilatasi?			
3	Peserta didik mampu menyajikan konsep translasi ke dalam model matematika berdasarkan pergerakan suatu objek dari titik awal tertentu.	Nina diminta oleh guru matematika untuk menjelaskan apa yang dia pahami tentang pembelajaran transformasi di hadapan semua siswa kelas XI-2. Untuk sampai ke depan kelas Nina perlu berjalan sejauh 5 langkah ke depan dan berbelok ke kanan 4 langkah. Jika posisi duduk Nina merupakan titik awal maka buatlah model matematika yang sesuai dengan pernyataan tersebut!	Diketahui: Nina berjalan 5 langkah ke depan dan 4 langkah ke kanan dari posisi duduknya sebagai titik awal. Ditanya: Model matematika dari pergerakan Nina. Jawab: Jenis transformasi yang dimaksud adalah translasi. Translasi memiliki titik pusat dan hasil nilai translasi Titik pusat merupakan posisi duduk Nina, maka: Titik pusat $A(0,0)$. Pergerakan Nina disebut nilai translasi, maka $A' \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \end{pmatrix}$.	Menyajikan konsep dalam berbagai macam bentuk representasi matematis	4
4	Peserta didik mampu menentukan	Titik $A'(-16,24)$ merupakan bayangan dari titik $A(x,y)$ yang	Diketahui: Titik $A'(-16,24)$ Skala = -4	Menentukan konsep secara algoritma	4

	<p>koordinat titik asal sebelum dilatasi dengan pusat dan faktor skala tertentu menggunakan prosedur atau algoritma yang tepat.</p>	<p>didilatasikan terhadap pusat $O(0,0)$ dan faktor skala -4. Tentukan koordinat titik A!</p>	<p>Ditanya: Titik koordinat sebelum translasi Jawab: $A(x, y) \xrightarrow{(0,k)} A'(kx, ky)$ $A(x, y) \xrightarrow{(0,-4)} A'(-16, 24)$ Nilai x: $(-4)x = (-16)$ $x = -16 \div (-4)$ $x = 4$ Untuk nilai y: $(-4)y = (24)$ $y = 24 \div (-4)$ $y = -6$ Jadi, titik koordinat A sebelum dilakukan dilatasi adalah 4 dan -6 atau $A(4, -6)$.</p>		
5	<p>Peserta didik mampu menentukan hasil bayangan suatu titik melalui komposisi transformasi refleksi dan dilatasi secara sistematis.</p>	<p>Tentukan titik $A(4,8)$ yang direfleksikan terhadap sumbu x, kemudian dilanjutkan dengan dilatasi $[0,2]$!</p>	<p>Diketahui: $A(4,8)$ $k = 2$ Penyelesaian: Langkah 1: Refleksi titik $A(4,8)$ terhadap sumbu x $A(x, y) \xrightarrow{\text{sumbu } x} A'(x, -y)$ $A(4,8) \xrightarrow{\text{sumbu } x} A'(4, -8)$ </p>	<p>Mengklasifikasikan objek-objek berdasarkan dipenuhi atau tidaknya persyaratan yang membentuk suatu konsep</p>	4

		<p>$A(4,8) \xrightarrow{\text{sumbu } x} A'(4, -8)$ Diperoleh $A'(4, -8)$ Langkah 2: Dilatasi titik $A'(4, -8)$ $A'(x, y) \xrightarrow{(0,k)} A''(kx, ky)$ $A'(4, -8) \xrightarrow{(0,2)} A''(2(4), 2(-8))$ $A'(4, -8) \xrightarrow{(0,2)} A''(8, -16)$ Diperoleh $A''(8, -16)$. Dengan demikian bayangan titik $A(4,8)$ yang direfleksikan terhadap sumbu x kemudian dilanjutkan dengan dilatasi [0,2] adalah $''(8, -16)$.</p>	
--	--	--	--

Lampiran 13 Pedoman Penskoran Tes Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis

Indikator	Skor	Kriteria
Menyatakan ulang konsep yang telah dipelajari	0	Tidak terdapat usaha untuk menjawab
	1	Perencanaan penyelesaian yang tidak sesuai
	2	Sebagian prosedur benar tetapi masih terdapat kesalahan
	3	Prosedur substansi benar tetapi masih terdapat kesalahan
	4	Prosedur penyelesaian tepat, tanpa kesalahan
Mengklasifikasikan objek-objek berdasarkan dipenuhi atau tidaknya persyaratan yang membentuk konsep tersebut	0	Tidak terdapat usaha untuk menjawab
	1	Perencanaan penyelesaian yang tidak sesuai
	2	Sebagian prosedur benar tetapi masih terdapat kesalahan
	3	Prosedur substansi benar tetapi masih terdapat kesalahan
	4	Prosedur penyelesaian tepat, tanpa kesalahan
Menerapkan konsep secara algoritma	0	Tidak terdapat usaha untuk menjawab
	1	Perencanaan penyelesaian yang tidak sesuai
	2	Sebagian prosedur benar tetapi masih terdapat kesalahan
	3	Prosedur substansi benar tetapi masih terdapat kesalahan
	4	Prosedur penyelesaian tepat, tanpa kesalahan
Menetukan contoh dan bukan contoh dari konsep yang telah dielajari	0	Tidak terdapat usaha untuk menjawab
	1	Perencanaan penyelesaian yang tidak sesuai
	2	Sebagian prosedur benar tetapi masih terdapat kesalahan
	3	Prosedur substansi benar tetapi masih terdapat kesalahan
	4	Prosedur penyelesaian tepat, tanpa kesalahan
Menyajikan konsep dalam berbagai macam bentuk representasi matematis	0	Tidak terdapat usaha untuk menjawab
	1	Perencanaan penyelesaian yang tidak sesuai
	2	Sebagian prosedur benar tetapi masih

		terdapat kesalahan
3		Prosedur substansi benar tetapi masih terdapat kesalahan
4		Prosedur penyelesaian tepat, tanpa kesalahan

Lampiran 14 Desain LKPD Berbasis *Brain Based Learning*

LKPD
Lembar Kerja Peserta Didik
Matematika
Berbasis Brain Based Learning
Transformasi Geometri
Disusun Oleh: Sonia Anggraini

Kelas : Kelompok : Anggota :

Prodi Tadris Matematika
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
UIN Jurai Siwo Lampung

SMA/MA/Sederajat semester I

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,
Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya
sehingga penulis dapat menyelesaikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
SMA/MA Berbasis *Brain Based Learning* (BBL). Sholawat dan salam
senantiasa tercurah limpah kepada para tauilidan kita Nabi Muhammad SAW.
bersama keluarga dan sahabat beliau.

LKPD ini disusun sebagai salah satu bahan ajar untuk mendukung proses
pembelajaran matematika pada materi Transformasi Geometri dengan
mengintegrasikan pendekatan *Brain Based Learning*. Penyusunan LKPD ini
bertujuan untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep secara
lebih mandiri melalui kegiatan belajar yang aktif, kreatif, dan kontekstual.
Selain itu, LKPD ini diharapkan dapat menjadi sarana bagi guru dalam
memfasilitasi pembelajaran yang lebih terarah, sistematis, serta sejalan
dengan tuntutan Kurikulum Merdeka.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah
memberikan bimbingan, masukan, serta dukungan dalam penyusunan
LKPD ini. Penulis menyadari bahwa LKPD ini masih jauh dari sempurna,
sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk
penyempurnaan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga LKPD ini dapat memberikan manfaat bagi peserta didik
dalam meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir
matematis, serta mendukung terciptanya proses pembelajaran yang
bermakna dan menyenangkan.

Metro.....2025
Sonia Anggraini

LKPD
Berbasis Brain Based Learning
(BBL)

Transformasi Geometri

Kelas XI
Semester I

Penulis
Sonia Anggraini
Design Layout dan Cover
Sonia Anggraini
Dikembangkan Atas Bimbingan
Nur Indah Rahmawati, M.Pd.
Validator Ahli Materi
Dwi Laila Sulistyowati, M.Pd.
Endah Wulantina, M.Pd.
Validator Ahli Media
M. Briliant, M.T.I
Nurwahid Amrulloh, S.Pd., Gr

DAPATR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	I
IDENTITAS LKPD.....	II
KATA PENGANTAR.....	III
DAFTAR ISI.....	IV
PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD.....	V
TAHAP-TAHAP BBL.....	VI
CAPAIAN PEMBELAJARAN & TUJUAN PEMBELAJARAN.....	VII
LEMBAR KERJA 1.....	1
LEMBAR KERJA 2.....	10
LEMBAR KERJA 3.....	25
LEMBAR KERJA 4.....	35
DLATIHAN SOAL.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
PROFIL PENULIS.....	46

PITUNJUK PENGGUNAAN LKPD

- Berdiskusi terlebih dahulu.
- Bacalah petunjuk penggunaan LKPD yang telah diberikan dengan cermat bersama anggota kelompokmu.
- Bacalah sumber lain untuk memperkuat pemahaman.
- Diskusikan bersama kelompok untuk memahami isi dan tujuan dari setiap kegiatan pada LKPD ini.
- Bacalah sumber belajar lain yang relevan untuk memperkuat pemahaman kelompok terhadap materi.
- Baca dan pahami materi tentang Transformasi Geometri serta permasalahan yang diajukan secara bersama-sama.
- Kerjakan setiap kegiatan dan latihan dalam LKPD melalui diskusi kelompok, dengan memperhatikan langkah-langkah yang tertera pada lembar aktivitas.
- Jika kelompok mengalami kesulitan yang tidak dapat dipecahkan, diskusikan terlebih dahulu, kemudian mintalah bimbingan dari guru atau bacalah referensi lain yang berkaitan dengan materi pada LKPD ini.
- Kumpulkan hasil kerja sesuai dengan waktu yang telah disepakati.
- Jika sudah selesai silahkan dikumpulkan.

TAHAP-TAHAP BBL

Pre-persiapan	→	Menyediakan peralatan pada LKPD untuk membentuk suatu diskusi mengelajui materi basic.
Persiapan	→	Mengelajui pengetahuan dasar dasar sistem mengelajui materi basic.
Inisiasi dan Aktivisasi	→	Menciptakan lingkup diskusi di dalam kelas melalui angkutan matematika dan contoh soal-soalnya.
Elaborasi	→	Menyelesaikan soal dasar dalam menuntun kemandirian logmatika ringkas dan untuk menguasai.
Inovasi dan mensusulkan memori	→	Morfologikas osak dengan memberikan leggenda seperti tanda-tanda pertanyaan sedangkan
Verifikasi dan Pengorekan	→	Memberikan permasalahan agar memungkinkan respon oral secara dalam menuntun kemandirian logmatika ringkas dan untuk menguasai.
Perasayaan dan Integrasi	→	Menutelaikan sejauh penilaian yang akan diketahui guru dan orang tua, sehingga semangat mereka dalam belajar akan terpanas.

CAPAIAN PEMBELAJARAN & TUJUAN PEMBELAJARAN

Capaian Pembelajaran

Di akhir fase F, peserta didik dapat melakukan operasi aljabar pada matriks dan menerapkannya dalam transformasi geometri.

Tujuan Pembelajaran

- Menjelaskan konsep transformasi geometri.
- Menjelaskan konsep translasi beserta matriks transformasinya.
- Menjelaskan konsep refleksi beserta matriks transformasinya.
- Menjelaskan konsep rotasi beserta matriks transformasinya.
- Menjelaskan konsep dilatasi beserta matriks transformasinya.
- Menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan transformasi geometri.

LEMBAR KERJA 1

PRA PEMERINTAHAN

PERSIAPAN

Diskusikan bersama kelompokmu apa yang sebenarnya terjadi pada penghapus ketika digesek dari bawah ke atas papan tulis?

INISIASI & AKUBESI

Apa itu translasi?

Translasi adalah pergeseran titik atau bangun sejauh vektor tertentu tanpa mengubah bentuk dan ukurannya. Pada sistem koordinat Kartesius, pergeseran ke arah sumbu X positif menunjukkan gerakan ke kanan, sedangkan ke arah sumbu X negatif menunjukkan gerakan ke kiri. Sementara itu, pergeseran ke arah sumbu Y positif menunjukkan gerakan ke atas, dan ke arah sumbu Y negatif menunjukkan gerakan ke bawah atas, negatif ke bawah.

Bentuk umum dari translasi adalah:

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

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

Keterangan:

- $A(x, y)$ = Titik asal (titik sebelum ditranslasi)
- $T=\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$ = Vektor translasi.
- Menunjukkan arah dan jarak pergeseran:
 - a menunjukkan pergeseran sejauh a satuan ke arah sumbu X (kanan jika positif, kiri jika negatif).
 - b menunjukkan pergeseran sejauh b satuan ke arah sumbu Y (atas jika positif, bawah jika negatif).
- $A'(x', y')$ = Titik hasil translasi (titik setelah digeser oleh vektor T).

Agar lebih paham, perhatikan contoh berikut ya!

Andi sedang membuat dehak taman sekolah di kertas koordinat. Ia menandai posisi pohon mangga di titik $A(2, 3)$. Kemudian, Andi ingin memindahkan posisi pohon tersebut agar berada 4 langkah ke kanan dan 2 langkah ke bawah dari posisi semula untuk memberi ruang bagi taman bunga.

Tentukan koordinat baru pohon mangga setelah dipindahkan!

Jawab:

Langkah 1: Tuliskan titik awal pohon mangga dengan $A(2, 3)$

Langkah 2: Gambarlah vektor translasi yang menunjukkan pergeseran 4 langkah ke kanan dan 2 langkah ke bawah.

Vektor translasi ditulis sebagai: $T = \begin{pmatrix} 4 \\ -2 \end{pmatrix}$

Langkah 3: Tentukan titik bayangan hasil translasi dengan rumus: $A'(x', y') = (x + a, y + b)$

Substitusikan nilai $x = 2, y = 3, a = 4, b = -2$:
 Schingata: $A'(x', y') = (2 + 4, 3 + (-2)) = (6, 1)$

Langkah 4: Tuliskan hasil akhir translasi:
 $A(2, 3) \xrightarrow{T=\begin{pmatrix} 4 \\ -2 \end{pmatrix}} A'(6, 1)$

Jadi, koordinat baru pohon mangga setelah dipindahkan adalah $A'(6, 1)$. Artinya, pohon bergerak 4 langkah ke kanan dan 2 langkah ke bawah dari posisi semula.

contoh lain

Sebuah pabrik roti "Manis Jaya" memproduksi dua jenis roti setiap harinya, yaitu roti cokelat dan roti keju. Hubungan antara jumlah paket roti cokelat (x) dan paket roti keju (y) yang diproduksi dinyatakan oleh persamaan: $2x + 4y = 8$

Karena perlunya usaha, pabrik memindahkan sebagian produksinya ke gudang baru yang berjarak 2 km ke timur dan 3 km ke selatan dari lokasi semula.

Perpindahan ini dapat diilustrasikan sebagai translasi dengan vektor: $T=\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$

Tentukan persamaan baru yang menunjukkan hubungan antara jumlah paket roti cokelat dan paket roti keju di gudang baru.

Jawab:

Langkah 1: Menentukan bayangan titik hasil translasi

Misalkan (x, y) adalah titik pada garis semula. Setelah ditranslasikan oleh $T=\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$, maka koordinat bayangan titik menjadi: $x' = x + 2$ dan $y' = y + 3$

Langkah 2: Menyatakan x dan y dalam bentuk x' dan y'

$$x = x' - 2 \quad \text{dari} \quad y = y' - 3$$

Langkah 3: Substitusi ke persamaan awal: $2x + 4y = 8$

$$2(x' - 2) + 4(y' - 3) = 8$$

Langkah 4: Sederhanakan persamaan

$$\begin{aligned} 2x' - 4 + 4y' + 12 &= 8 \\ 2x' + 4y' + 8 &= 8 \\ 2x' + 4y' &= 0 \end{aligned}$$

Jadi, bayangan garis g setelah ditranslasi oleh $T=\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$ adalah: $2x' + 4y' = 0$

ELABORASI

Diskusikan bersama anggota kelompokmu, lalu isilah titik-titik berikut dengan jawaban yang tepat berdasarkan hasil kesepakatan kelompok!

1. Titik $A(6,-1)$ ditranslasikan oleh $T=\begin{pmatrix} -2 \\ 5 \end{pmatrix}$. Bayangan titik A adalah...

Jawaban:

Bayangan titik A oleh $T=\begin{pmatrix} -2 \\ 5 \end{pmatrix}$:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -2 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -2 \\ 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x-2 \\ y+5 \end{pmatrix}$$

Jadi bayangan titik A' adalah $\begin{pmatrix} x-2 \\ y+5 \end{pmatrix}$

2. Diketahui titik $S'(4,-12)$ adalah bayangan titik S oleh translasi $T=\begin{pmatrix} -9 \\ 0 \end{pmatrix}$. Koordinat titik S adalah...

Jawaban:

Bayangan titik (x,y) oleh translasi $T=\begin{pmatrix} -9 \\ 0 \end{pmatrix}$:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -9 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x-9 \\ y+0 \end{pmatrix}$$

$$\Leftrightarrow \begin{pmatrix} x_S' \\ y_S' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_S-9 \\ y_S+0 \end{pmatrix}$$

$$\Leftrightarrow \begin{pmatrix} 4 \\ -12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_S-9 \\ y_S+0 \end{pmatrix}$$

Dari kesamaan matriks diperoleh:

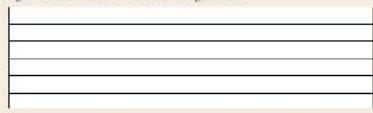
$$(1) 4 = x_S - 9 \Leftrightarrow 4 + 9 = ...$$

$$(2) -12 = y_S + 0 \Leftrightarrow ... - 0 = -12$$

Jadi koordinat titik P adalah (...,-12)

INKUBASI & MEMASUKKAN MEMORI

1. Jelaskan dengan menggunakan bahasa sendiri apa yang dimaksud dengan translasi dalam transformasi geometri.



2. Lingkarilah diantara gambar berikut yang merupakan contoh translasi dalam kehidupan sehari-hari? Jelaskan alasannya!

A  (Anak kecil yang mendorong mobil-mobilan)

B  (Bianglala yang berputar)

C  (Seseorang yang bercermin)

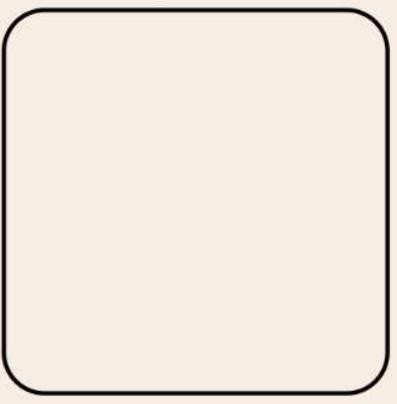
D  (pergeseran catur ketika dimainkan)

6

VERIFIKASI & PENCEKIAN

Kolom Verifikasi
Perhatikan kembali permasalahan pada tahap Persiapan! Berdasarkan kegiatan yang telah kamu lakukan, perubahan apa yang terjadi pada bangun terkait bentuk, ukuran, dan posisinya?

Tulis jawabanmu disini



7

Ayo kerjakan latihan berikut!

1. Diskusikan dan ikuti instruksi berikut bersama kelompokmu!

- Gambarlah segitiga ABC pada bidang kartesius yang telah disediakan, dengan koordinat A (-4,2), B (-2,4), dan C (0,3).
- Gejot titik A sejauh 4 satuan ke kanan dan 5 satuan ke bawah. Beri nama titik A'. Koordinat titik A' adalah (.....).
- Lakukan seperti pada langkah nomor 2 untuk titik B dan titik C sehingga diperoleh B' (.....) dan C' (.....).
- Hubungkan titik A', B', dan C' hingga terbentuk sebuah segitiga.
- Proses translasi titik A, B, dan C tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$A (..., ...)$	\longrightarrow	$A' (..., ...)$
$B (..., ...)$	\longrightarrow	$B' (..., ...)$
$C (..., ...)$	\longrightarrow	$C' (..., ...)$

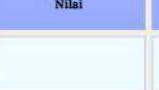
8

PERAYAAN & INTEGRASI

Refleksi Pembelajaran

Kami baru belajar mengenai	Kegiatan yang paling disukai
Kegiatan yang paling sulit	Perasaan setelah melakukan kegiatan pembelajaran

Penilaian

Nilai	Paraf Guru
	

9

LEMBAR KERJA 2

PRA PIMAPARAN

Pernahkah kalian melihat bayangan benda yang ada di cermin atau permukaan air yang tenang? Misalkan, saat kalian bergerak di rumah atau melihat bayangan gedung di kolam, kalian sedang melihat contoh nyata dari refleksi. Refleksi merupakan pencerminan suatu titik atau bangun terhadap garis tertentu sehingga menghasilkan bayangan yang simetris.

Coba perhatikan ilustrasi gambar berikut.

1.  Gambar 1
2.  Gambar 2

Gambar pertama menunjukkan refleksi terhadap garis vertikal (sumbu-Y) saat siswa bercermin, sedangkan gambar kedua menunjukkan refleksi terhadap garis horizontal (sumbu-X) saat pohon terpancang di air.

Sama halnya dalam koordinat kartesius, refleksi menghasilkan bayangan dengan bentuk dan ukuran tetap, hanya orientasinya yang berubah.

Definisi

Refleksi

Bentuk & ukuran tetap

Jarak titik ke garis cermin tetap

Orientasi berubah

Rumus Umum

$A(x,y) \xrightarrow{M_x} A'(-x,-y)$

$A(x,y) \xrightarrow{M_y} A'(x,-y)$

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

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

$A(x,y) \xrightarrow{M_{O(0,0)}} A'(-x,-y)$

$A(x,y) \xrightarrow{M_{x+h}} A'(2h-x,y)$

$A(x,y) \xrightarrow{M_{y+h}} A'(x,2h-y)$

Refleksi terhadap sumbu x

Refleksi terhadap sumbu y

Refleksi terhadap garis $y = x$

Refleksi terhadap garis $y = -x$

Refleksi terhadap titik O(0,0)

Refleksi terhadap garis $x = h$

Refleksi terhadap garis $y = h$

PERSIAPAN

Perhatikan gambar di bawah ini!



1. Apa yang kalian lihat ketika berdiri di depan cermin?
2. Apakah jarak bayangan dengan cermin selalu sama dengan jarak benda ke cermin? Jelaskan hasil pengamatan kelompokmu!

Tulis jawaban di sini

1. _____
2. _____

Catatan

Kita dapat menentukan bayangan titik atau bangun hasil refleksi menggunakan aturan umum berikut. Tabel di bawah ini memuat rumus refleksi beserta bentuk persamaan matricinya yang mempermudah kita dalam menghitung koordinat bayangan tanpa perlu menggambar.

Rumus bayangan refleksi	Persamaan matriks
$A(x,y) \xrightarrow{M_x} A'(-x,-y)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
$A(x,y) \xrightarrow{M_y} A'(x,-y)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
$A(x,y) \xrightarrow{M_{y=x}} A'(y,x)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
$A(x,y) \xrightarrow{M_{x=-y}} A'(-y,-x)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
$A(x,y) \xrightarrow{M_{O(0,0)}} A'(-x,-y)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
$A(x,y) \xrightarrow{M_{x+h}} A'(2h-x,y)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2h \\ 0 \end{pmatrix}$
$A(x,y) \xrightarrow{M_{y+h}} A'(x,2h-y)$	$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 2h \end{pmatrix}$

Contoh

1. Bayangan titik P (-m,n) oleh pencerminan terhadap garis $y = -x$ adalah...
Jawaban:
Bayangan titik (x,y) oleh pencerminan terhadap garis $y = -x$ adalah (x',y') dengan:

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

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

$$= \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -m \\ n \end{pmatrix}$$

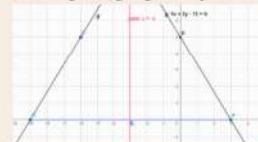
$$= \begin{pmatrix} n \\ m \end{pmatrix}$$

Jadi, bayangannya adalah P' (-n,m)

2. Diketahui persamaan garis $g = 5x + 3y = 15$. Tentukan persamaan bayangan garis g jika dicerminkan terhadap garis $x = -3$.

Jawaban:

Perhatikan gambar, garis $g = 5x + 3y = 15$ melalui titik A(3,0) dan B(0,5)



• Alternatif 1 (bentuk pemetaan)

$$A(3,0) \xrightarrow{M_{x=-3}} A'(2(-3)-3, 0) = A'(-9,0)$$

$$B(0,5) \xrightarrow{M_{x=-3}} B'(2(-3)-0, 5) = B'(-6,5)$$

Maka garis g' melalui A'B':

• Alternatif 2 (bentuk matriks)

$$g \xrightarrow{M_{x=-3}} g'$$

$$(x,y) \xrightarrow{M_{x=-3}} (x',y')$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + 2 \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Sehingga:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -3 \\ 0 \end{pmatrix}$$

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

$$x' = -x - 3 \rightarrow x = -x' - 6$$

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

Substitusi $x = -x' - 6$ dan $y = y'$ ke persamaan garis g

$$5x + 3y = 15$$

$$5(-x' - 6) + 3y' = 15$$

$$-5x' - 30 + 3y' = 15$$

$$5x' - 3y' + 45 = 0$$

Jadi, persamaan garis g' adalah $5x - 3y + 45 = 0$.

14

ELABORASI

Diskusikan bersama anggota kelompokmu, lalu izilah titik-titik berikut dengan jawab yang tepat berdasarkan hasil kesepakatan kelompok!

1. Koordinat bayangan titik A oleh pencerminan terhadap P(3,2) adalah A'(-2,4). Koordinat titik A adalah...

Jawaban:

Bayangan titik A(x,y) oleh pencerminan terhadap P(a,b) adalah (x',y')

dengan:

Alternatif 1 (bentuk matriks):

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

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

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

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

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

Alternatif 2 (bentuk penetapan): $P(a,b)$

Pemetaan pencerminan terhadap titik $P(a,b)$ dinyatakan dengan: $P(a,b) : (x,y) \mapsto (x',y') = (2a-x, 2b-y)$

$$\Rightarrow P_{(3,2)} : (x,y) \mapsto (x',y') = (2 \times 3 - x, 2 \times 2 - y)$$

$$\Rightarrow P_{(3,2)} : (x,y) \mapsto (x',y') = (6-x, 4-y)$$

diketahui $A' = (-2,4)$, maka dari pemetaan

$$\begin{cases} x' = 6 - x \\ y' = 4 - y \end{cases} \quad \begin{cases} x = 6 - x' \\ y = 4 - y' \end{cases}$$

Substitusi $x' = -2$, $y' = 4$:

$$x = \dots - \dots = 6 + \dots = \dots$$

$$y = \dots - \dots = \dots$$

Jadi, koordinat titik A adalah (... , ...)

15

INKUBASI & MEMARUKKAN MEMORI

- Perhatikan kotak huruf yang tersedia!
- Cari dan lengkapi kata-kata yang berkaitan dengan refleksi dalam kehidupan sehari-hari.
- Kata dapat ditemukan mendatar (horizontal), memuron (vertikal), atau diagonal.
- Tandai setiap kata yang berhasil ditemukan.

(CERMIN, SPION, LAYAR, LANTAI, KACA, LOGAM, AIR, BAYANGAN)

H	T	P	Y	H	L	E	X	C	V	Z	X	R	N		
S	R	B	H	H	M	W	C	W	I	I	X	X	V	R	
P	J	Q	I	Z	L	K	F	J	G	I	L	M	Y	F	H
I	S	D	R	K	C	E	R	M	I	N	M	L	L	V	
O	Z	S	T	P	B	O	F	G	O	D	A	O	A	R	
M	F	C	V	N	R	E	J	Q	Q	Y	C	K	N	Y	
U	R	H	Q	Y	P	L	B	D	A	B	R	F	T	W	
E	Z	P	Y	U	X	P	S	R	H	A	F	Y	A	H	
A	J	T	S	J	K	Z	Y	B	U	Y	P	P	I	T	
S	Z	V	Y	G	T	O	E	L	A	A	K	Z	X	T	
S	T	D	Q	C	R	L	I	D	A	Z	N	M	A	J	W
H	M	L	E	I	U	O	X	W	F	G	N	G	C	A	
E	B	U	X	B	X	M	N	X	H	A	C	O	J	A	
A	I	R	I	J	U	M	B	L	B	W	I	Y	A	Y	
F	E	C	G	J	D	W	H	L	L	O	G	A	N	E	

16

VERIFIKASI & PENGECEKAN

Kotak Verifikasi

Ingat kembali permasalahan pada tahap Persiapan!

Setelah melakukan kegiatan pembelajaran, bagaimana karakteristik bayangan benda di cermin jika dilihat dari bentuk, ukuran, posisi, dan jaraknya terhadap cermin?

Tulis jawabanmu disini

17

Ayo kerjakan latihan berikut!

Refleksi terhadap titik O(0,0)

- Diskusikan dan ikuti instruksi berikut bersama kelompokmu!
 - Gambarlah segitiga ABC pada bidang kartesisus yang telah disediakan, dengan koordinat A (-4,2), B (-2,4), dan C (1,3).
 - Cerminkan segitiga ABC terhadap titik O (0,0), maka diperoleh A' (... , ...), B (... , ...), dan C' (... , ...).
 - Hubungkan titik A', B', dan C' hingga membentuk sebuah segitiga.
 - Proses refleksi titik A, B, dan C tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A (\dots, \dots) &\longrightarrow A' (\dots, \dots) \\ B (\dots, \dots) &\longrightarrow B' (\dots, \dots) \\ C (\dots, \dots) &\longrightarrow C' (\dots, \dots) \end{aligned}$$
 - Maka dapat disimpulkan jika titik D (x,y), dicerminkan terhadap titik O (0,0) diperoleh D' (... , ...).
- Mari kita tentukan matriks pencerminan terhadap titik O (0,0). misalkan matriks transformasinya adalah $C = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ sehingga:

$$D(x, y) \xrightarrow{\text{C}_{(0,0)}} D'(\dots, \dots)$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ax + \dots \\ cx + \dots \end{pmatrix}$$
 dengan kesamaan matriks, diperoleh

$$\begin{aligned} -x &= ax + \dots \leftrightarrow a = -1 \text{ dan } b = \dots \\ -y &= cx + \dots \leftrightarrow c = \dots \text{ dan } d = \dots \end{aligned}$$

18

Refleksi terhadap sumbu X

- Diskusikan dan ikuti instruksi berikut bersama kelompokmu!
 - Gambarlah segitiga ABC pada bidang kartesisus yang telah disediakan, dengan koordinat A (-4,2), B (-2,4), dan C (1,3).
 - Cerminkan segitiga ABC terhadap sumbu x, maka diperoleh A' (... , ...), B (... , ...), dan C' (... , ...).
 - Hubungkan titik A', B', dan C' hingga membentuk sebuah segitiga.
 - Proses refleksi titik A, B, dan C tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A (\dots, \dots) &\longrightarrow A' (\dots, \dots) \\ B (\dots, \dots) &\longrightarrow B' (\dots, \dots) \\ C (\dots, \dots) &\longrightarrow C' (\dots, \dots) \end{aligned}$$
 - Maka dapat disimpulkan jika titik D (x,y), dicerminkan terhadap sumbu x diperoleh D' (... , ...).
- Mari kita tentukan matriks pencerminan terhadap sumbu x. misalkan matriks transformasinya adalah $C = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ sehingga:

$$D(x, y) \xrightarrow{\text{C}_{\text{sumbu } x}} D'(\dots, \dots)$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a + \dots \\ c + \dots \end{pmatrix}$$
 dengan kesamaan matriks, diperoleh:

$$\begin{aligned} \dots &= \dots + \dots \leftrightarrow a = \dots \text{ dan } b = \dots \\ \dots &= \dots + \dots \leftrightarrow c = \dots \text{ dan } d = \dots \end{aligned}$$

19

Refleksi terhadap sumbu y

- Diskusikan dan ikuti instruksi berikut bersama kelompokmu!
 - Gambarlah segitiga ABC pada bidang kartesisus yang telah disediakan, dengan koordinat A (-4,2), B (-2,4), dan C (1,3).
 - Cerminkan segitiga ABC terhadap sumbu y, maka diperoleh A' (... , ...), B (... , ...), dan C' (... , ...).
 - Hubungkan titik A', B', dan C' hingga membentuk sebuah segitiga.
 - Proses refleksi titik A, B, dan C tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A (\dots, \dots) &\longrightarrow A' (\dots, \dots) \\ B (\dots, \dots) &\longrightarrow B' (\dots, \dots) \\ C (\dots, \dots) &\longrightarrow C' (\dots, \dots) \end{aligned}$$
 - Maka dapat disimpulkan jika titik D (x,y), dicerminkan terhadap sumbu y diperoleh D' (... , ...).
- Mari kita tentukan matriks pencerminan terhadap sumbu y. misalkan matriks transformasinya adalah $C = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ sehingga:

$$D(x, y) \xrightarrow{\text{C}_{\text{sumbu } y}} D'(\dots, \dots)$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a + \dots \\ c + \dots \end{pmatrix}$$
 dengan kesamaan matriks, diperoleh:

$$\begin{aligned} \dots &= \dots + \dots \leftrightarrow a = \dots \text{ dan } b = \dots \\ \dots &= \dots + \dots \leftrightarrow c = \dots \text{ dan } d = \dots \end{aligned}$$

20

Refleksi terhadap garis y=x

- Diskusikan dan ikuti instruksi berikut bersama kelompokmu!
 - Gambarlah segitiga ABC pada bidang kartesisus yang telah disediakan, dengan koordinat A (-4,2), B (-2,4), dan C (1,3).
 - Cerminkan segitiga ABC terhadap garis y=x, maka diperoleh A' (... , ...), B (... , ...), dan C' (... , ...).
 - Hubungkan titik A', B', dan C' hingga membentuk sebuah segitiga.
 - Proses refleksi titik A, B, dan C tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A (\dots, \dots) &\longrightarrow A' (\dots, \dots) \\ B (\dots, \dots) &\longrightarrow B' (\dots, \dots) \\ C (\dots, \dots) &\longrightarrow C' (\dots, \dots) \end{aligned}$$
 - Maka dapat disimpulkan jika titik D (x,y), dicerminkan terhadap garis y=x diperoleh D' (... , ...).
- Mari kita tentukan matriks pencerminan terhadap garis y=x. misalkan matriks transformasinya adalah $C = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ sehingga:

$$D(x, y) \xrightarrow{\text{C}_{y=x}} D'(\dots, \dots)$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a + \dots \\ c + \dots \end{pmatrix}$$
 dengan kesamaan matriks, diperoleh:

$$\begin{aligned} \dots &= \dots + \dots \leftrightarrow a = \dots \text{ dan } b = \dots \\ \dots &= \dots + \dots \leftrightarrow c = \dots \text{ dan } d = \dots \end{aligned}$$

21

Refleksi terhadap garis $y = -x$

1. Diskusikan dan ikuti instruksi berikut bersama kelompokmu:

- Gambarlah segitiga ABC pada bidang kartesius yang telah disediakan, dengan koordinat A (-4,2), B (-2,4), dan C (1,3).
- Cerminkan segitiga ABC terhadap garis $y = -x$, maka diperoleh A' (... , ...), B' (... , ...), dan C' (... , ...).
- Hubungkan titik A', B', dan C' hingga membentuk sebuah segitiga.
- Proses refleksi titik A, B, dan C tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:
 $A (\dots, \dots) \rightarrow A' (\dots, \dots)$
 $B (\dots, \dots) \rightarrow B' (\dots, \dots)$
 $C (\dots, \dots) \rightarrow C' (\dots, \dots)$
- Maka dapat disimpulkan jika titik D (x,y) dicerminkan terhadap garis $y = -x$ diperoleh D' (... , ...).

2. Mari kita tentukan matriks pencerminan terhadap garis $y = -x$. misalkan matriks transformasinya adalah $C = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ sehingga:
 $D(x,y) \xrightarrow{\text{C}^{-1}} D'(x',y')$

$\square = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \square$
sehingga dapat disimpulkan matriks pencerminan terhadap garis $y = -x$ adalah:

$\square = \begin{pmatrix} a + \dots & \dots \\ \dots & \dots \end{pmatrix}$
 $C = \begin{pmatrix} \dots & \dots \\ \dots & \dots \end{pmatrix}$

dengan kesamaan matriks, diperoleh
 $\dots = \dots + \dots \Rightarrow a = \dots \text{ dan } b = \dots$
 $\dots = \dots + \dots \Rightarrow c = \dots \text{ dan } d = \dots$

22

Membuat kesimpulan

1. Apakah bangun yang dicerminkan mengalami perubahan bentuk dan ukuran? (gunakan segitiga yang sudah disediakan untuk menentukan besar segitiga ABC dan A'B'C').

Jawab:

2. Apakah bangun yang dicerminkan mengalami perubahan posisi?

Jawab:

3. Apa yang dapat kalian simpulkan?

Jawab:

23

PERAYAAN & INTEGRASI

Refleksi Pembelajaran

Kami baru belajar mengenai	Kegiatan yang paling disukai
Kegiatan yang paling sulit	Perasaan setelah melakukan kegiatan pembelajaran

Penilaian

Nilai	Paraf Guru

24

LEMBAR KERJA 3

PRA PEMAPARAN

Perubahan posisi bangun melalui proses perputaran terhadap titik pusat tertentu dengan besar sudut tertentu.

Bentuk & ukuran tetap
Banyak titik ke posisi rotasi tetap
Orientasi dapat berubah

Definisi Rotasi Sifat

Bentuk Umum

$$A(x,y) \xrightarrow{R(O(0,0),\theta)} A'(x',y')$$

$$A(x,y) \xrightarrow{R(p(a,b),\theta)} A'(x',y')$$

PERSIAPAN

1. Perhatikan gambar di samping! sebuah jam dinding umumnya memiliki dua atau tiga buah jarum. Jarum jam bergerak berputar pada posisinya menunjukkan angka senpai waktu. Seringkali jam dinding mengalami kerusakan sehingga jarum jam harus disetel ulang dengan cara memutar searah atau berlawanan arah menggunakan tangan.

2. Menurutmu apakah jarum jam berubah bentuk atau ukurannya saat bergerak?

25

INISIASI & AKUISISI

Mari menentukan definisi rotasi

Coba perhatikan kembali jarum jam pada gambar sebelumnya. Jarum jam bergerak berputar pada pusat jam tanpa berubah bentuk atau ukuran. Gerakan inilah yang disebut rotasi dalam matematika.

Rotasi bisa dilakukan di titik asal $(0,0)$ atau titik pusat $P(a,b)$.

perhatikan gambar berikut:

Gambar 1 merupakan rotasi terhadap titik pusat $O(0,0)$. Rotasi titik A dapat dituliskan:

$$A(x,y) \xrightarrow{R(O,0),\theta} A'(x',y')$$

Keterangan:

- diputar berlawanan arah jarum jam:
 $\begin{cases} x' = x \cos \theta + y \sin \theta \\ y' = -x \sin \theta + y \cos \theta \end{cases}$
- diputar searah arah jarum jam:
 $\begin{cases} x' = x \cos \theta - y \sin \theta \\ y' = x \sin \theta + y \cos \theta \end{cases}$

Persamaan matriks:

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

Gambar 2 merupakan rotasi terhadap titik pusat $P(a,b)$. Rotasi titik A dapat dituliskan:

$$A(x,y) \xrightarrow{R(P(a,b),\theta)} A'(x',y')$$

Keterangan:

- diputar berlawanan arah jarum jam:
 $\begin{cases} x' = a + (x-a) \cos \theta - (y-b) \sin \theta \\ y' = b + (x-a) \sin \theta + (y-b) \cos \theta \end{cases}$

Persamaan matriks:

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

26

contoh:

1. Tentukan bayangan titik $A(-3,2)$, $B(4,5)$ dan $C(1,-2)$ oleh rotasi yang berpusat di $O(0,0)$ sebesar 270° .

Jawaban:

Bayangan titik (x,y) oleh rotasi $R(O(0,0), 270^\circ)$ adalah (x',y') dengan:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos 270^\circ & -\sin 270^\circ \\ \sin 270^\circ & \cos 270^\circ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos 270^\circ & -\sin 270^\circ \\ \sin 270^\circ & \cos 270^\circ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_A & x_B & x_C \\ y_A & y_B & y_C \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -3 & 4 & 1 \\ 2 & 5 & -2 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 2 & 5 & -1 \\ 3 & -4 & -1 \end{pmatrix}$$

Jadi, bayangan titik A, B, dan C oleh rotasi $R(O(0,0), 270^\circ)$ berturut-turut adalah $A'(2,3)$, $B'(5,-4)$, dan $C'(-2,-1)$.

2. Diketahui titik $A(-6,4)$ dan titik $P(3,-1)$. Tentukan bayangan titik A oleh rotasi $R(P,-90^\circ)$!

Jawaban:

Bayangan titik (x,y) oleh rotasi $R(P(3,-1), -90^\circ)$:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(-90^\circ) & -\sin(-90^\circ) \\ \sin(-90^\circ) & \cos(-90^\circ) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-3 \\ y+1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-3 \\ y+1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Bayangan titik $A(-6,4)$:

$$\begin{pmatrix} x'_A \\ y'_A \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_A - 3 \\ y_A + 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -6 - 3 \\ 4 + 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -9 \\ 5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ -1 \end{pmatrix}$$

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

Jadi, bayangan titik A oleh rotasi $R(P,-90^\circ)$ adalah $A'(8,-2)$.

27

ELABORASI

Diskusikan bersama anggota kelompokmu, lalu isilah titik-titik berikut dengan jawaban yang tepat berdasarkan hasil kecepatan kelompok!

1. Tentukan bayangan titik $P(5,-7)$ yang dirotasikan oleh $R(O, 90^\circ)$

Jawaban:

Misalkan bayangan titik $P(5,-7)$ oleh rotasi $R(O, 90^\circ)$ adalah $P'(x',y')$, diperoleh:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos 90^\circ & -\sin 90^\circ \\ \sin 90^\circ & \cos 90^\circ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ -7 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ -7 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 7 \\ 5 \end{pmatrix}$$

jadi, bayangannya adalah $P'(7, 5)$

2. Diketahui segitiga ABC dengan koordinat titik sudut $A(-3,2)$, $B(2,4)$, dan $C(-1,-1)$. Segitiga ABC diputar sebesar $(-)$ terhadap titik pusat $(1,5)$ diperoleh bayangan segitiga $A'B'C'$. Koordinat titik A' , B' , dan C' berturut-turut adalah...

Jawaban:

Bayangan titik $A(x,y)$ oleh rotasi $R(P(1,5), -)$:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(-\pi) & -\sin(-\pi) \\ \sin(-\pi) & \cos(-\pi) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-1 \\ y-5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-1 \\ y-5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

Untuk $A(-3,2)$ diperoleh A' :

$$\begin{pmatrix} x'_A \\ y'_A \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -3-1 \\ 2-5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -4 \\ -3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -3 \\ 2 \end{pmatrix}$$

28

Untuk $B(2,4)$ diperoleh B' :

$$\begin{pmatrix} x'_B \\ y'_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2-1 \\ 4-5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

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

$$= \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \end{pmatrix}$$

Untuk $C(-1,-1)$ diperoleh C' :

$$\begin{pmatrix} x'_C \\ y'_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1-1 \\ -1-5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -2 \\ -6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Jadi, koordinat titik $A'B'C'$ yang diperoleh secara berturut-turut adalah $A'(-3,2)$, $B'(0,4)$, dan $C'(-1,-1)$.

29

INIKASI & MEMASUKKAN MEMORI

Setelah kalian mempelajari cara rotasi pada jam dan bentuk umum rotasi titik, yuk simpulkan bersama kelompokmu!

1. Menurut kalian, apa yang membedakan rotasi dengan relasi?

VERIFIKASI & PENGECEKAN

Kolom Verifikasi

Coba hubungkan kembali peristiwa pada tahap Persiapan! Berdasarkan kegiatan yang telah kamu lakukan, perubahan apa yang terjadi pada jarum jam ditinjau dari bentuk, ukuran, posisi, dan arah pergerakannya terhadap titik pusat rotasi?

"Tulis jawabannya di sini"

Ayo kerjakan latihan berikut!

Petunjuk:

Jawab setiap pertanyaan berikut dengan cara diskusi dengan teman kelompokmu!

1. Diketahui segitiga PQR memiliki koordinat di P (2,3), Q (6,3), dan R (5,5). Gambarlah $\triangle PQR$ dan bayangannya yaitu $\triangle P'Q'R'$ pada rotasi 90° berlawanan dengan arah perputaran jarum jam terhadap titik asal O(0,0).

2. Diketahui segitiga PQR memiliki koordinat di P (2,3), Q (6,3), dan R (5,5). Gambarlah $\triangle PQR$ dan bayangannya yaitu $\triangle P'Q'R'$ pada rotasi 90° berlawanan dengan arah perputaran jarum jam terhadap titik asal O(0,0).

REFLEKSI PEMBELAJARAN	
 Refleksi Pembelajaran	
Kami baru belajar mengenai	Kegiatan yang paling disukai
Kegiatan yang paling sulit	Perasaan setelah melakukan kegiatan pembelajaran
 Penilaian	
Nilai	Paraf Guru

LEMBAR KERJA 4

PRA PEMAPARAN

Dilatasi

Bentuk tetap sebagaimana Jarak titik ke pusat berubah proporsional

Orientasi tetap

Bentuk Umum

$$A(x, y) \rightarrow A'(kx, ky)$$
$$A(x, y) \rightarrow A'(k(x - a) + a, k(y - b) + b)$$

PERSIAPAN

Perhatikan gambar di bawah!
Raka sedang bermain dengan bayangan-botol dengan senter.

Tulis jawabanmu disini!

1.

2.

35

INISIASI & AKUISISI

coba perhatikan kembali contoh pada tahap sebelumnya

Konsep dilatasi atau perubahan ukuran sering kita temukan di sekitar, salah satu contohnya seperti yang dilakukan raka yang sedang bermain dengan bayangan-bayangan benda dengan senter. Bayangan benda yang terbentuk dari sorotan cahaya senter berukuran lebih besar dari objek asli, sehingga terdapat perbesaran ukuran yang terjadi.

Dilatasi (perkalian) adalah proses mengubah ukuran suatu bangun dengan faktor skala tertentu.

Faktor Skala (k)

Ukuran perbesaran atau pengecilan dari bangun asli

Pusat dilatasi

(0,0)

Dilatasi titik A dapat dituliskan:

$$A(x, y) \xrightarrow{[0(0,0), k]} A'(x', y')$$

Keterangan:

 $x' = kx$
 $y' = ky$

Sedangkan dengan konsep matriks disusun sbb:

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

(P,a,b)

Dilatasi titik A dapat dituliskan:

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

Keterangan:

 $x' = k(x - a) + a$
 $y' = k(y - b) + b$

Sedangkan dengan konsep matriks disusun sbb:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-a \\ y-b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$$

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

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

Contoh

- Diketahui persegi PQRS dengan koordinat titik P(0,0), Q(3,0), R(3,3), S(0,3).
 - Tentukan luas persegi PQRS
 - Jika P'Q'R'S' adalah bayangan dari persegi PQRS oleh dilatasi [0,2], tentukan koordinat titik P', Q', R', S'.
 - Tentukan luas P'Q'R'S'

Jawaban

a. Luas PQRS
 $= 3 \times 3 = 9$ satuan

b. Bayangan titik (x, y) oleh dilatasi $[0(0,0), 2]$ adalah (x', y') dengan:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$
 Bayangan titik P, Q, R, S oleh dilatasi $[0,2]$:

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x_P' \\ y_P' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_P \\ y_P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \cdot 0 \\ 2 \cdot 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} x_Q' \\ y_Q' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_Q \\ y_Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \cdot 3 \\ 2 \cdot 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 \\ 0 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} x_R' \\ y_R' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_R \\ y_R \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \cdot 3 \\ 2 \cdot 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 \\ 6 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} x_S' \\ y_S' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_S \\ y_S \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \cdot 0 \\ 2 \cdot 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \end{pmatrix} \end{aligned}$$
 Jadi, koordinat titik P'(0,0), Q'(6,0), R'(6,6), dan S'(0,6).

c. Luas P'Q'R'S' = $6 \times 6 = 36$ satuan luas
 Perhatikan:
 Luas P'Q'R'S' = $6^2 \times 9$
 $= k^2 \times L_{PQRS}$
 jadi, Luas P'Q'R'S' adalah 36 satuan luas.

ELABORASI

Diskusikan bersama anggota kelompokmu, lalu isilah titik-titik berikut!

1. Diketahui koordinat titik P(4,2), Q(9,4), dan R(6,8). Koordinat bayangan ketiga titik tersebut oleh dilatasi [0,4] berturut-turut adalah...

Jawaban:

Bayangan titik (x,y) oleh dilatasi [O(0,0), 4]:

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

Bayangan titik P(4,2), Q(9,4), dan R(6,8):

$$\begin{pmatrix} x'_P & x'_Q & x'_R \\ y'_P & y'_Q & y'_R \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dots & 0 \\ 0 & \dots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_P & x_Q & x_R \\ y_P & y_Q & y_R \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} \dots & 0 \\ 0 & \dots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dots & \dots & 6 \\ \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} \dots & \dots & 24 \\ \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}$$

Jadi, bayangananya adalah P'(..., ...), Q'(..., ...), dan R'(..., ...)

2. Dilakukan koordinat titik P(4,12). Dilatasi [P,1/4] memetakan titik (-4,8) ke titik...

Jawaban:

Bayangan titik (x,y) oleh dilatasi [P(a,b),k]:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = k \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + (1-k) \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$$

Bayangan titik (-4,8) oleh dilatasi [P(4,12),1/4]:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \frac{1}{4} \begin{pmatrix} -4 \\ 8 \end{pmatrix} + (1 - \frac{1}{4}) \begin{pmatrix} 4 \\ 12 \end{pmatrix}$$

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

$$= \begin{pmatrix} 2 \\ 11 \end{pmatrix}$$

Jadi, koordinat bayangananya (..., ...)

38

INKURASI & MEMASUKKAN MEMORI

Isilah teka-teki silang berikut bersama kelompokmu!

Gunakan pengetahuan ilmiah tentang faktor skala, titik pusat, dan kesebangunan untuk menjawabnya.

CROSS

1. Angka pengali yang membuat ukuran berubah
2. Peristiwa ketika bentuk dibuat lebih besar
3. Peristiwa ketika bentuk dibuat lebih kecil
4. Gunakan perbandingan antara gambar dan benda asli
5. Sifat bahwa bentuk tetap sama tetapi ukuran berubah
6. Gambar gelap yang muncul di dinding saat disorot cahaya
7. Titik tempat perbesaran/pengecilan berpusat

DOWN

1. Faktor yang menentukan seberapa besar atau kecil hasil dilatasi
2. Dilatasi tidak mengubah bentuk tetapi mengubah?
3. Peristiwa ketika bentuk dibuat lebih besar
4. Perbandingan ukuran

39

VERIFIKASI & PENCEKECAN

Kolom Verifikasi

Hubungkan kembali peristiwa pada tahap Persiapan.

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan, jelaskan perubahan bentuk, ukuran, dan posisi bayangan terhadap objek aslinya serta kaitannya dengan faktor skala (k) yang terjadi pada proses dilatasi.

Tulis jawabanmu disini

40

Ayo kerjakan latihan berikut!

Dilatasi terhadap titik pusat O(0,0)

1. Diskusikan dan ikuti instruksi berikut bersama kelompokmu!
- Gambarlah segitiga ABC pada bidang kartesian yang telah disediakan, dengan koordinat A (2,4), B (4,2), dan C (3,4).
- Lakukan dilatasi pada segitiga ABC dengan pusat dilatasi O(0,0) dan faktor skala $k = 2$. Beri nama titik A'. Koordinat titik A' adalah (.....).
- Lakukan seperti pada langkah nomor 2 untuk titik B dan titik C sehingga diperoleh B' (.....) dan C' (.....).
- Hubungkan titik A', B', dan C' hingga membentuk sebuah segitiga.
- Proses dilatasi titik A, B, dan C tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:
A (....., ...) → A' (....., ...)
B (....., ...) → B' (....., ...)
C (....., ...) → C' (....., ...)
2. Berapa kali lipat ukuran segitiga A'B'C' dibandingkan segitiga ABC?
3. Apa pengaruh utama tanda negatif pada faktor skala ($k = 2$) terhadap posisi dan orientasi segitiga A'B'C'? (kaitkan dengan kuaralan dan rotasi)

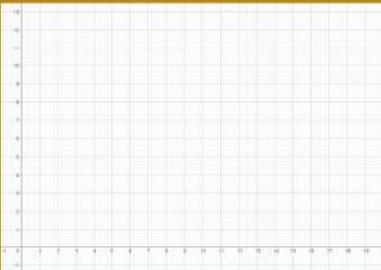
41

Dilatasi terhadap titik pusat P(a,b)

1. Diskusikan dan ikuti instruksi berikut bersama kelompokmu!

- Gambarlah segitiga ABC pada bidang kartesius yang telah disediakan dengan koordinat A (4,3), B (6,3), dan C (5,5).
- Lakukan dilatasi pada segitiga ABC dengan pusat dilatasi P(1,1) dan faktor skala $k = 3$. Beri nama titik A'. Koordinat titik A' adalah (.....).
- Lakukan seperti pada langkah nomor 2 untuk titik B dan titik C sehingga diperoleh B' (.....) dan C' (.....).
- Hubungkan titik A', B', dan C' hingga terbentuk sebuah segitiga.
- Proses dilatasi titik A, B, dan C tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

A (..., ...) \rightarrow A' (..., ...)
B (..., ...) \rightarrow B' (..., ...)
C (..., ...) \rightarrow C' (..., ...)



42

PERAYAAN & INTEGRASI

Refleksi Pembelajaran

Kamu baru belajar mengenai	Kegiatan yang paling disukai
Kegiatan yang paling sulit	Perasaan setelah melakukan kegiatan pembelajaran

Penilaian

Nilai	Paraf Guru

43

LATIHAN SOAL

Lingkari jawaban yang menurut kalian benar!

- Sebuah denah sekolah dibuat pada bidang koordinat. Posisi taman berada di titik A(2, -3). Taman akan dipindahkan agar sejajar dengan lapangan yang terletak 4 satuan ke kanan dan 5 satuan ke atas dari posisi taman semula. Koordinat taman setelah dipindahkan adalah...

a. (6,2)	c. (-6,-8)
b. (-2,8)	d. (-6,2)
- Papan nama sekolah "MAN 1 Lampung Timur" dipasang di dinding kaca besar. Jika huruf "M" pada papan tersebut berada di titik B(3, -2), maka bayangan huruf "M" di kaca (refleksi terhadap sumbu-X) berada di ...

a. (5,2)	c. (-5,2)
b. (-5,-2)	d. (2,5)
- Dinda membuat logo acara sekolah di aplikasi grafis. Logo awal memiliki titik pusat C(-3, 4). Agar simetris, ia memerlukannya terhadap sumbu-Y. Koordinat pusat logo hasil cerminan adalah ...

a. (-3,-4)	c. (4,-3)
b. (3,4)	d. (-4,3)
- Pada jam dinding di kelas, jarum menit menunjuk ke titik D(4, 1) dengan pusat jam di (0,0). Jika jarum diputar 90° berlawanan arah jarum jam, maka ujung jarum berada di titik ...

a. (-1,4)	c. (-4,-1)
b. (1,-4)	d. (4,-1)
- Rafi mendesain pola batik dengan titik dasar F(2, 3). Untuk memperbesar pola agar cocok pada kain, ia memperbesar desainnya dengan faktor skala 2 terhadap titik pusat (0,0). Koordinat bayangan titik F setelah dilatasi adalah ...

a. (4,6)	c. (-4,-6)
b. (-4,-6)	d. (6,4)

44

DAFTAR PUSTAKA

Al Azhary Masta, Y., dkk. *Matematika Tingkat Lanjut untuk SMA Kelas XI*. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan – Kemendikbud, 2021.

Estikarini, Putri. *Matematika Tingkat Lanjut untuk SMA/MA Kelas XI*. Yogyakarta: CV Warna Multigrafika, 2022.

Fatqurhohman, D. *Buku Ajar Geometri Transformasi – Konsep, Teori, dan Aplikasi Matematika*. Bandung: Refika Aditama, 2022.

Noormandiri, B. K. *Matematika Tingkat Lanjut untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga Publisher, 2022.

Supratman, H., & Amarulloh, S. I. *Geometri Transformasi*. Jawa Barat: RCI Press, 2025.

45

PROFIL PENULIS



Sonia Anggraini lahir di Sungkai Tengah, Lampung Utara pada tanggal 26 Juli 2004. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Galih Rejo, kemudian melanjutkan ke SMPN 1 Sungkai Tengah, dan menyelesaikan pendidikan menengah di MAN 2 Lampung Utara. Saat ini, penulis merupakan mahasiswa Program Studi S1 Tadris Matematika Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan di Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung.

DOWNLOAD LKPD

Ayo scan untuk mengunduh!



46

Lampiran 15 Surat Izin Pra-Survey



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI METRO**

FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN

Jalan K. Hajar Dewantara Kampus 15 A Iringmujo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111

Telepon (0725) 41507; Faksimili (0725) 47296; Website: www.tarbiyah.metrouniv.ac.id; e-mail: tarbiyah.iain@metrouniv.ac.id

Nomor : B-2420/In.28/J/TL.01/07/2025
Lampiran : -
Perihal : **IZIN PRASURVEY**

Kepada Yth.,
Kepala Sekolah MAN 1 LAMPUNG
TIMUR
di-
Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dalam rangka penyelidikan Tugas Akhir/Skripsi, mohon kiranya Bapak/Ibu Kepala Sekolah MAN 1 LAMPUNG TIMUR berkenan memberikan izin kepada mahasiswa kami, atas nama :

Nama	:	SONIA ANGGRAINI
NPM	:	2201060023
Semester	:	6 (Enam)
Jurusan	:	Tadris Matematika
Judul	:	PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK BERBASIS BRAIN BASED LEARNING DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

untuk melakukan prasurvei di MAN 1 LAMPUNG TIMUR, dalam rangka meyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi.

Kami mengharapkan fasilitas dan bantuan Bapak/Ibu Kepala Sekolah MAN 1 LAMPUNG TIMUR untuk terselenggaranya prasurvei tersebut, atas fasilitas dan bantuannya kami ucapan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Metro, 02 Juli 2025

Ketua Jurusan,



Julaning Mustika M.Pd
NIP 19910720 201903 2 017

Lampiran 16 Surat Balasan Pra-Survey



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN LAMPUNG TIMUR
MADRASAH ALIYAH NEGERI 1**

ln. Kampus 38 B Banjarrejo Kecamatan Batanghari Lampung Timur Telp. (0725) 44756
Website : www.man1lampungtimur.sch.id E-mail : man1lampungtimur@gmail.com

17 Juli 2025

Nomor : B- 445 /Ma.08.01/PP.07.1/07/2025
Lamp : -
Hal : Tanggapan Izin Pra Survey

Yth.

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

Institut Agama Islam Negeri Metro

di-

Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Berdasarkan Surat dari Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri Metro Nomor: B-2420/In 28/J/TL.01/07/2025 tanggal 02 Juli 2025 tentang Izin Prasurvey, Maka diberikan izin kepada:

Nama	:	Sonia Anggraini
NPM	:	2201060023
Semester	:	VI (Enam)
Jurusan	:	Tadris Matematika

Kepada nama tersebut telah melaksanakan Prasurvey di MAN 1 Lampung Timur dalam rangka menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi dengan judul "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Brain Based Learning Dalam Pembelajaran Matematika"

Demikian Surat Tanggapan Izin Prasurvey ini diberikan untuk dapat dipergunakan semestinya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Lampiran 17 Surat Izin *Research*



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jalan Ki. Hajar Dewantara No.118, Iringmulyo 15 A, Metro Timur Kota Metro Lampung 34112
Telepon (0725) 47297; Faksimili (0725) 47296; www.uinjusila.ac.id; humas@uinjusila.ac.id

Nomor : B-0736/ln.28/D.1/TL.00/10/2025

Lampiran :-

Perihal : **IIZIN RESEARCH**

Kepada Yth.,

KEPALA MAN 1 LAMPUNG TIMUR

di-

Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan Surat Tugas Nomor: B-0735/ln.28/D.1/TL.01/10/2025,
tanggal 16 Oktober 2025 atas nama saudara:

Nama	:	SONIA ANGGRAINI
NPM	:	2201060023
Semester	:	7 (Tujuh)
Jurusan	:	Tadris Matematika

Maka dengan ini kami sampaikan kepada KEPALA MAN 1 LAMPUNG TIMUR bahwa Mahasiswa tersebut di atas akan mengadakan research/survey di MAN 1 LAMPUNG TIMUR, dalam rangka meyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi mahasiswa yang bersangkutan dengan judul "Pengembangan LKPD Berbasis Brain Based Learning Untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik".

Kami mengharapkan fasilitas dan bantuan Bapak/Ibu untuk terselenggaranya tugas tersebut, atas fasilitas dan bantuannya kami ucapan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Metro, 16 Oktober 2025
Wakil Dekan Akademik dan
Kelembagaan,



Dr. Tubagus Ali Rachman Puja
Kesuma M.Pd
NIP 19880823 201503 1 007

Lampiran 18 Surat Balasan Research



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN LAMPUNG TIMUR
MADRASAH ALIYAH NEGERI 1
Jalan Lembayung Banjarrejo 38 B Kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur
Telepon 0725 44756 Website : www.man1.lampungtimur.sch.id
E-mail : man1lampungtimur@gmail.com

20 November 2025

Nomor : B- 611 /Ma.08.01/PP.07.1/11/2025
Lampiran : -
Hal : Tanggapan Izin Research

Yth:

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung
di Tempat

Berdasarkan surat dari Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung Nomor: B-0736/ln.28/D.1/TL.00/10/2025 tanggal 16 Oktober 2025 tentang Izin Research maka Kepala MAN 1 Lampung Timur memberikan izin kepada:

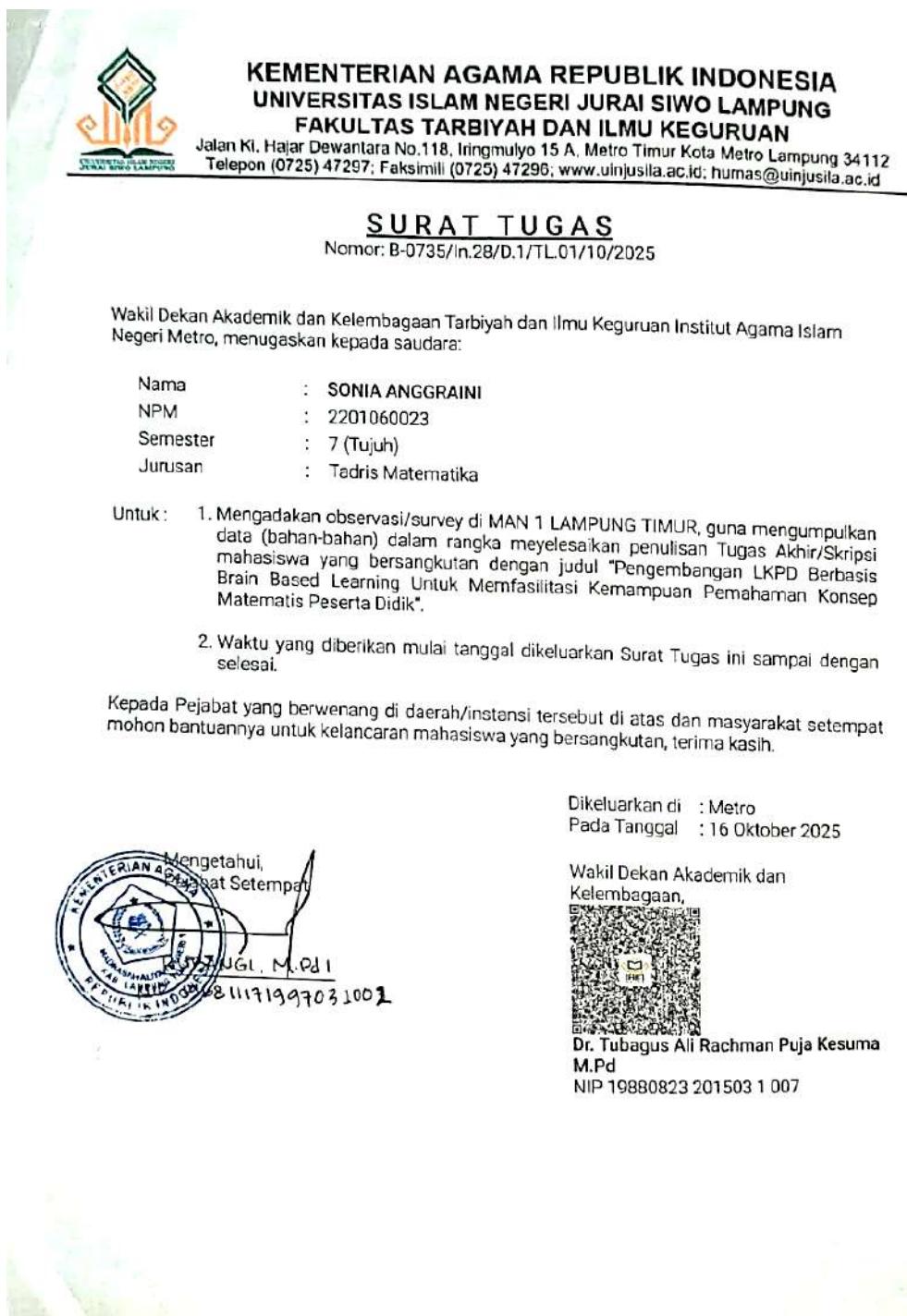
Nama	:	Sonia Anggraini
NPM	:	2201060023
Semester	:	7 (Tujuh)
Program Studi	:	Tadris Matematika

Kepada nama tersebut telah melaksanakan Research di MAN 1 Lampung Timur dalam rangka menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi dengan judul "**Pengembangan LKPD Berbasis Brain Based Learning Untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik**".

Demikian Surat izin Research ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Lampiran 19 Surat Tugas



Lampiran 20 Surat Bimbingan Skripsi

**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA****INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI METRO****FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jalan Ki. Hajar Dewantara Kampus 15A Iringmulyo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111

Telepon (0725) 41507; Faksimili (0725) 47296; Website: www.tarbiyah.metrouniv.ac.id; e-mail: tarbiyah.iain@metrouniv.ac.id

Nomor : B-0261/ln.28.1/J/TL.00/09/2025

Lampiran :-

Perihal : **SURAT BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada Yth.,
 Nur Indah Rahmawati (Pembimbing 1)
 (Pembimbing 2)

di-

Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dalam rangka penyelesaian Studi, mohon kiranya Bapak/Ibu bersedia untuk membimbing mahasiswa :

Nama	:	SONIA ANGGRAINI
NPM	:	2201060023
Semester	:	7 (Tujuh)
Fakultas	:	Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Jurusan	:	Tadris Matematika
Judul	:	PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS BRAIN BASED LEARNING UNTUK MEMFASILITASI KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS PESERTA DIDIK

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Dosen Pembimbing membimbing mahasiswa sejak penyusunan proposal s/d penulisan skripsi dengan ketentuan sebagai berikut :
 - a. Dosen Pembimbing 1 bertugas mengarahkan judul, outline, alat pengumpul data (APD) dan memeriksa BAB I s/d IV setelah diperiksa oleh pembimbing 2;
 - b. Dosen Pembimbing 2 bertugas mengarahkan judul, outline, alat pengumpul data (APD) dan memeriksa BAB I s/d IV sebelum diperiksa oleh pembimbing 1;
2. Waktu menyelesaikan skripsi maksimal 2 (semester) semester sejak ditetapkan pembimbing skripsi dengan Keputusan Dekan Fakultas;
3. Mahasiswa wajib menggunakan pedoman penulisan karya ilmiah edisi revisi yang telah ditetapkan dengan Keputusan Dekan Fakultas;

Demikian surat ini disampaikan, atas kesediaan Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Metro, 11 September 2025

Ketua Jurusan,



Juitaning Mustika M.Pd

Lampiran 21 Surat Keterangan Bebas Pustaka



SURAT KETERANGAN BEBAS PUSTAKA
Nomor : P-813/Un.36/S.U.1/OT.01/11/2025

Yang bertandatangan di bawah ini, Kepala Perpustakaan Universitas Islam Negeri
 Jurai Siwo Lampung menerangkan bahwa :

Nama	:	SONIA ANGGRAINI
NPM	:	2201060023
Fakultas / Jurusan	:	Tarbiyah dan Ilmu Keguruan / Tadris Matematika

Adalah anggota Perpustakaan Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung
 Tahun Akademik 2025/2026 dengan nomor anggota 2201060023.

Menurut data yang ada pada kami, nama tersebut di atas dinyatakan bebas
 administrasi Perpustakaan Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat, agar dapat dipergunakan seperlunya.

Metro, 26 November 2025
 Kepala Perpustakaan,

Aan Gunhani, S.I.Pust
 NIP.19920428.201903.1.009

Lampiran 22 Surat Keterangan Bebas Prodi



Yang bertanda tangan di bawah ini, Ketua Program Studi Tadris Matematika Fakultas Tarbiyah dan ilmu Keguruan Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung, menerangkan bahwa:

Nama : Sonia Anggraini
 NPM : 2201060017
 Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
 Program Studi : Tadris matematika

Bahwa nama tersebut di atas, dinyatakan telah menyatakan telah bebas pustaka Program Studi Tadris Matematika, dengan memberi sumbangan buku dalam rangka penambahan koleksi buku-buku perpustakaan Program Studi Tadris Matematika Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung.

Demikian keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

Metro, 24 December 2025
 Ketua Program Studi,

Juitaning Mustika, M.Pd
 NIP. 199107202019032017

Lampiran 23 Kartu Konsultasi Bimbingan Skripsi



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI METRO
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
Jalan Kl. Hajar Dewantara Kampus 15 A Iringmujo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111
Telepon (0725) 41507, Faksimili (0725) 47298, Website: www.tarbiyah.metrouniv.ac.id, e-mail: tarbiyah.iain@metrouniv.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PROPOSAL MAHASISWA
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
IAIN METRO

Nama : Sonia Anggraini
NPM : 2201060023

Program Studi : Tadris Matematika
Semester : VII

No	Hari/Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Tanda Tangan Mahasiswa
1.	Selasa / 22-07-25	<ul style="list-style-type: none"> - Latar belakang - angket divalidasi - Pedoman wawancara - Revisi Bab 1 	
2.	Rabu / 23-07-25	<ul style="list-style-type: none"> - Analisis Prasurvei - Persiapkan ahli materi & ahli media 	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Tadris Matematika

Julianing Mustika, M.Pd.
NIP. 19910720 201903 2 017

Dosen Pembimbing

Nur Indah Rahmawati, M.Pd.
NIP. 19880727 201903 2 013



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA

INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI METRO

FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN

Jalan Ki. Hajar Dewantara Kampus 15 A Iringmulyo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111

Telpon (0725) 41507; Faksimili (0725) 47298; Website: www.tarbiyah.metrouniv.ac.id; e-mail: tarbiyah.iain@metrouniv.ac.id

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PROPOSAL MAHASISWA
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
IAIN METRO**

Nama : Sonia Anggraini
NPM : 2201060023

Program Studi : Tadris Matematika
Semester : VII

No	Hari/ Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Tanda Tangan Mahasiswa
3.	Senin / 11-08-2025	<ul style="list-style-type: none"> - ACC Bab 1 - kajian relevan disesuaikan - kerangka berpikir diperbaiki 	
4.	Selasa / 12-08-2025	<ul style="list-style-type: none"> - sumber harus relevan - Perbaiki penulisan di kerangka berpikir 	
5.	Rabu / 13-08-2025	<ul style="list-style-type: none"> - revisi bab 2 : 1. Tambahkan sumber dan artikel 2. spasi pada tabel disematkan 3. Rumus dikotakkan 	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Tadris Matematika

Junitning Mustika, M.Pd.
NIP. 19910720 201903 2 017

Dosen Pembimbing

Nur Indah Rahmawati, M.Pd.
NIP. 19880727 201903 2 013



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI METRO
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
Jalan Kl. Hajar Dewantara Kampus 15A Iringmulyo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111
Telepon (0725) 41507; Faksimili (0725) 47296; Website: www.tarbiyah.metrcuniv.ac.id; e-mail: tarbiyah.iain@metrouniv.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PROPOSAL MAHASISWA
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
IAIN METRO

Nama : Sonia Anggraini
NPM : 2201060023

Program Studi : Tadris Matematika
Semester : VII

No	Hari/Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Tanda Tangan Mahasiswa
b.	selasa / 19-08-2025	- Angket digelaskan secara jelas - Siapkan prototype LKPD - Revisi Bab 3	
f.	Rabu / 20-08-2025	- Teknik analisis data disesuaikan. - Perbaiki kata-kata typo	
g.	Jumat 21-08-2025	all sempro.	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Tadris Matematika

Juitaning Mustika, M.Pd.
NIP. 19910720 201903 2 017

Dosen Pembimbing

Nur Indah Rahimawati, M.Pd.
NIP. 19880727 201903 2 013

**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

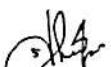


Jalan Ki. Hajar Dewantara Kampus 15 A Iringmulyo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111
Telepon (0725) 41507; Faksimili (0725) 47296; Website: www.tarbiyah.metrouniv.ac.id; e-mail: tarbiyah.uin@metrouniv.ac.id

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI MAHASISWA
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
UIN JURAI SIWO LAMPUNG**

Nama : Sonia Anggraini
NPM : 2201060023

Program Studi : Tadris Matematika
Semester : VII

No	Hari/ Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Tanda Tangan Mahasiswa
9.	16/2025 09	- Bimbingan bab I, II, III - ACC APP	
10	15/2025 10	- Bimbingan Validasi - Tambahkan referensi di LkPD - Produk ukipd diresualkan	
11	22/2025 16	- Pelaksanaan uji coba - tes	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Tadris Matematika


Juitaning Mustika, M.Pd.
NIP. 19910720 201903 2 017

Dosen Pembimbing


Nur Indah Rahmawati, M.Pd.
NIP. 19880727 201903 2 013



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jalan Ki. Hajar Dewantara Kampus 15 A Iringmulyo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111
Telepon (0725) 41507, Faksimili (0725) 47298; Website: www.tarbiyah.metrouniv.ac.id; e-mail: tarbiyah.uin@metrouniv.ac.id

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI MAHASISWA
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
UIN JURAI SIWO LAMPUNG**

Nama : Sonia Anggraini
NPM : 2201060023

Program Studi : Tadris Matematika
Semester : VII

No	Hari/Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Tanda Tangan Mahasiswa
12.	Kamis, 27 Nov 2025	<ul style="list-style-type: none"> - Bimbingan bab 4-5 - Perbaiki tabel pada hasil validasi Jangan keluar batas kertas - 	
13.	Sabtu, 02/12/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Pembuatan artikel - jurnal minimal Sinta 4 - buat artikel lebih ringkas dari skripsi 	
14.	Rabu, 03/12/2025	<ul style="list-style-type: none"> - submit artikel - Revisi artikel. - 	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Tadris Matematika

Junita Ning Mustika, M.Pd.
NIP. 19910712 201903 2 017

Dosen Pembimbing

Nur Indah Rahmawati, M.Pd.
NIP. 19880727 201903 2 013



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jalan Kl. Hajar Dewantara Kampus 15 A Iringmulyo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111
Telepon (0725) 41507; Faksimili (0725) 47296; Website: www.tarbiyah.metrouniv.ac.id; e-mail: tarbiyah.uin@metrouniv.ac.id

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI MAHASISWA
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
UIN JURAI SIWO LAMPUNG**

Nama : Sonia Anggraini
NPM : 2201060023

Program Studi : Tadris Matematika
Semester : VII

No	Hari/ Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Tanda Tangan Mahasiswa
WS	4/2024 12	- Submit artikel. - ACC Skripsi	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Tadris Matematika


Juittaming Mistika, M.Pd.
NIP. 19910720 201903 2 017

Dosen Pembimbing


Nur Indah Rahmawati, M.Pd.
NIP. 19880727 201903 2 013

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Sonia Anggraini, biasa dipanggil Sonia. Lahir di Negeri Galih Rejo, 26 Juli 2004. Penulis merupakan anak terakhir dari pasangan Bapak Suroso dan Ibu Suharni. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari Taman Kanak-Kanak Melati dan lulus pada tahun 2010, kemudian melanjutkan ke jenjang Sekolah Dasar Negeri Galih Rejo dan lulus pada tahun 2016, kemudian meneruskan ke SMP Negeri 1 Sungkai Tengah dan lulus pada tahun 2019. Pendidikan menengah atas ditempuh di MAN 2 Lampung Utara dan lulus pada tahun 2022. Penulis melanjutkan studi Strata Satu (S1) di Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung, pada Program Studi Tadris Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, melalui seleksi penerimaan mahasiswa baru jalur SPANPTKIN.