

**PENGEMBANGAN MODUL MATEMATIKA BERBASIS
REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION DENGAN
AUGMENTED REALITY UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP
BANGUN RUANG SISI LENGKUNG**

Tesis

Oleh:

**TRI SURANTI
2323021025**



**MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

**PENGEMBANGAN MODUL MATEMATIKA BERBASIS
REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION DENGAN
AUGMENTED REALITY UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP
BANGUN RUANG SISI LENGKUNG**

Oleh:

TRI SURANTI

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Magister Pendidikan Matematika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pendidikan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



**MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN MODUL MATEMATIKA BERBASIS *REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION* DENGAN *AUGMENTED REALITY* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP BANGUN RUANG SISI LENGKUNG

Oleh:

TRI SURANTI

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran matematika berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME) yang dipadukan dengan teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung. Metode penelitian menggunakan model pengembangan ADDIE yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Hasil validasi oleh ahli materi dan ahli media menunjukkan bahwa modul berada pada kategori valid hingga sangat valid. Uji kepraktisan melalui respon siswa dan guru juga menunjukkan bahwa modul tergolong praktis dan sangat praktis. Uji coba kelompok besar dengan desain eksperimen menunjukkan terdapat perbedaan signifikan hasil posttest antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, di mana kelas eksperimen memperoleh rata-rata 84,60 dan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang memperoleh 76,20. Dengan demikian, modul berbasis RME berteknologi AR terbukti efektif meningkatkan pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung.

Kata kunci: *Realistic Mathematics Education*, *Augmented Reality*, pemahaman konsep

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF MATHEMATICS-BASED MODULES *REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION WITH* AUGMENTED REALITY TO INCREASE CONCEPT UNDERSTANDING ABILITY BUILD A CURVED SIDE SPACE

By

TRI SURANTI

This research aims to develop a mathematics learning module based on Realistic Mathematics Education(RME) combined with technology Augmented Reality (AR) to improve the ability to understand the concept of curved-sided geometric shapes. The research method uses the ADDIE development model which includes the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The validation results by material experts and media experts show that the module is in the valid to very valid category. The practicality test through student and teacher responses also shows that the module is classified as practical and very practical. Large group trials with an experimental design showed a significant difference in posttest results between the experimental class and the control class, where the experimental class obtained an average of 84.60 and was higher than the control class which obtained 76.20. Thus, the RME-based module with AR technology is proven to be effective in improving the understanding of the concept of curved-sided geometric shapes.

Keywords: **Realistic Mathematics Education, Augmented Reality, understanding of concepts.**

Judul Tesis

**PENGEMBANGAN MODUL MATEMATIKA
BERBASIS REALISTIC MATHEMATICS
EDUCATION DENGAN AUGMENTED
REALITY UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP
BANGUN RUANG SISI LENGKUNG**

Nama Mahasiswa

: **Tri Suranti**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2323021025

Program Studi

: Magister Pendidikan Matematika

Jurusan

: Pendidikan MIPA

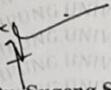
Fakultas

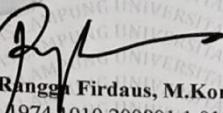
: Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

Komisi Pembimbing

Pembimbing I,


Prof. Dr. Sugeng Sutiarso, M.Pd
NIP 19690914 199403 1 002

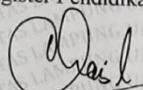

Dr. Rangga Firdaus, M.Kom.
NIP 19741010 200801 1 015

Mengetahui

Ketua Jurusan
Pendidikan MIPA

Ketua Program Studi
Magister Pendidikan Matematika


Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP 1967008 199103 2 001


Dr. Caswita, M.Si.
NIP 19671004 199303 1 004

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Prof. Dr. Sugeng Sutiarto, M.Pd**

Sekretaris : **Dr. Rangga Firdaus, M.Kom.**

Anggota : **1. Dr. Nurhanurawati, M.Pd.**

: **2. Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.**

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Albert Maydiantoro, S.Pd., M.Pd.

NIP 19870504 201404 1 001

Direktur Program pascasarjana

Prof. Dr. Jr. Murhadi, M.Si.

NIP 19640326 198902 1 001

4. Tanggal Lulus Ujian Tesis : 20 Januari 2026

PERNYATAAN TESIS MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Tri Suranti
Nomor Pokok Mahasiswa : 2323021025
Program Studi : Magister Pendidikan Matematika
Jurusan : Pendidikan MIPA
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tesis ini adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai yang berlaku dalam masyarakat atau yang disebut plagiarisme. Hak intelektual atas karya saya diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung. Atas pernyataan ini apabila di kemudian hari adanya ketidakbenaran, saya bertanggung jawab atas akibat dan sanksi yang diberikan oleh saya.

Bandar lampung, 20 Januari 2026
Yang menyatakan



Tri Suranti
NPM. 2323021025

MOTTO

Lelah bukan berarti aku menyerah, pelan bukan berarti ku tak bergerak. Percaya proses bahwa Allah tidak pernah salah menempatkan seseorang dalam suatu perjalanan.

(Tri Suranti)

Saat aku kehilangan harapan dan rencana, tolong ingatkan aku bahwa cinta-MU jauh lebih besar daripada kekecewaanku, dan rencana yang kau siapkan untuk hidupku jauh lebih baik daripada impianku

(Ali bin Abi Thalib)

PERSEMBAHAN

Alhamdulilahirobbil'aalamiin

Dengan penuh rasa syukur dan cinta, karya ini penulis persembahkan kepada orang tua tercinta, Ibu Kamtini dan almarhum Bapak Sujiran, yang namanya tak pernah luput disebut dalam setiap doa. Keduanya merupakan sosok yang senantiasa menjadi sumber kekuatan, penguat langkah, dan penyemangat penulis dalam menyelesaikan seluruh rangkaian perkuliahan. Dukungan yang diberikan, baik secara moril maupun materiil, menjadi Cahaya yang menerangi setiap proses perjuangan penulis.

Mereka adalah figur yang selalu berdiri di sisi penulis, baik dalam suka maupun duka, tanpa lelah memberikan kasih sayang, pengorbanan, dan ketulusan. Dari mereka lah penulis belajar arti keteguhan hati, keikhlasan, serta nilai-nilai kehidupan yang membentuk penulis menjadi pribadi yang lebih baik dan tangguh dalam menghadapi berbagai tantangan. Terima kasih atas cinta yang tak terukur dan doa yang tak pernah terputus.

Tak lupa, persembahan ini juga penulis tujukan untuk Mbak Ning, Mas Sis, dan Angga, yang selalu memberikan dukungan, doa, serta kehangatan keluarga. Semoga senantiasa diberikan kesehatan, kebahagiaan dan keberkahan dalam setiap langkah kehidupan.

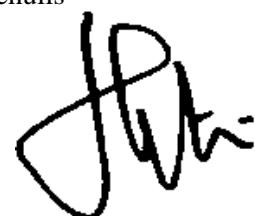
SANWACANA

Alhamdulillahirobbil'aalamiin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan Modul Matematika Berbasis *Realistic Mathematic Education* dengan *Augmented Reality* untuk meningkatkan pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung”. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam menyelesaikan tesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Sehingga, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Sugeng Sutiarno, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing, memotivasi, memberikan perhatian, saran dan kritik yang membangun kepada penulis sehingga tesis ini selesai pada waktunya dan menjadi lebih baik.
2. Bapak Dr. Rangga Firdaus, M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing, memotivasi, memberikan perhatian, saran dan kritik yang membangun kepada penulis sehingga tesis ini selesai tepat pada waktunya dan menjadi lebih baik.
3. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Dosen Pengaji I yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan kritik dan saran yang membangun kepada penulis sehingga tesis ini menjadi baik.
4. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Dosen Pengaji II yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan kritik dan saran yang membangun kepada penulis sehingga tesis ini menjadi baik.
5. Ibu Juitaning Mustika, M.Pd., selaku validator 1 ahli materi dan ahli media yang telah memvalidasi materi dan media pembelajaran augmented reality yang telah dikembangkan sehingga dengan saran yang diberikan dapat menghasilkan produk dari tesis ini menjadi layak untuk digunakan dalam penelitian.

6. Ibu Nur Indah Rahmawati, M.Pd., selaku validator 2 ahli materi dan ahli media yang telah memvalidasi materi dan media pembelajaran augmented reality yang telah dikembangkan sehingga dengan saran yang diberikan dapat menghasilkan produk dari tesis ini menjadi layak untuk digunakan dalam penelitian.
7. Ibu Dwi Laila sulistiowati, M.Pd., selaku validator 3 ahli materi dan ahli media yang telah memvalidasi materi dan media pembelajaran augmented reality yang telah dikembangkan sehingga dengan saran yang diberikan dapat menghasilkan produk dari tesis ini menjadi layak untuk digunakan dalam penelitian.
8. Rekan-rekan seperjuangan Magister Pendidikan Matematika Angkatan 2023 dan semua pihak yang telah memotivasi, memberikan bantuan serta mendoakan dengan ikhlas kepada penulis untuk menyelesaikan tesis ini.
9. semua pihak yang terlibat dalam penyusunan tesis ini, semogga mendapatkan balasan dari Allah SWT.

Bandar Lampung,20 Januari 2026
Penulis



Tri Suranti

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Bahan Ajar Matematika	9
2.2 Modul Matematika	10
2.3 <i>Realistic Mathematics Education (RME)</i>	11
2.4 <i>Augmented Reality (AR)</i>	13
2.5 Bangun Ruang Sisi Lengkung.....	15
2.6 Assembler Edu	18
2.7 Canva.....	19
2.8 Pemahaman Konsep Matematika	20
2.9 Penelitian yang relawan	23
2.10 Kerangka Berpikir	25
2.11 Hipotesis Penelitian.....	27
III. METODE PENELITIAN	28
3.1 Jenis Penelitian.....	28
3.2 Prosedur Pengembangan	28
3.2.1 Analisis (<i>Analysis</i>)	28
3.2.2 Tahap Desain (<i>Design</i>).....	29
3.2.3 Tahap Pengembangan (<i>Development</i>).....	29
3.2.4 Tahap Uji Coba (<i>implementation</i>).....	30
3.2.5 Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>).....	30
3.3 Tempat, Waktu, dan Subjek Penelitian	31
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.5 Instrumen Penelitian.....	32
3.5.1 Lembar wawancara	32

3.5.2 Angket.....	33
3.5.3 Instrumen Tes.....	35
3.6 Teknik Analisis Data.....	40
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Hasil Penelitian	46
4.1.1 Tahap Analisis (<i>Analyzed</i>)	46
4.1.2 Tahap Desain (<i>Design</i>).....	47
4.1.3 Tahap Pengembangan (<i>Development</i>).....	47
4.1.4 Tahap implementasi (Implementation)	62
4.1.5 Tahap Evaluasi	63
4.2 Pembahasan.....	69
V. KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1. Data Hasil Dari Pengerjaan Soal Pemahaman Konsep	2
3.1. Kisi-Kisi Instrumen Wawancara	32
3.2. Kisi-Kisi Validasi Materi	33
3.3. Kisi-Kisi Ahli Media.....	34
3.4. Kisi-Kisi Responden Guru	34
3.5. Kisi-Kisi Responden Siswa.....	34
3.6. Kisi-Kisi Tes	35
3.7. Interpretasi Koefesien Validasi	36
3.8. Validitas Butir Soal	36
3.9. Interpretasi Nilai Realibilitas	37
3.10. Interpretasikan Indeks Daya Pembeda	38
3.11. Hasil Daya Pembeda	38
3.12. Interpretasi Koefisien Tingkat Kesukaran	39
3.13. Tingkat Kesungkaran	39
3.14. Uji Butir Soal Tes Pemahaman Konsep.....	40
3.15. Interpretasi Interval Skor Kevalidan	40
3.16. Interpretasi Interval Skor Kepraktisan	41
3.17. Hasil Uji Normalitas <i>posttest</i>	42
3.18. Hasil Uji Homogenitas	43
3.19. Hasil Uji t	44
4.1. Data Hasil Dari Pengerjaan Soal Pemahaman Konsep	47

4.2. Data Hasil Penggerjaan Soal Pemahaman Konsep	54
4.3. Rekomendasi Perbaikan Modul Ahli Media	58
4.4. Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media	61
4.5. Analisis Hasil Penilaian Respon Siswa dan Respon Guru.....	62
4.6. Validitas Butir Soal	63
4.7. Hasil Uji Reliabilitas Soal	64
4.8. Tingkat Kesungkaran	64
4.9. Hasil Daya Pembeda	64
4.10. Hasil Uji Normalitas <i>Pretest</i>	65
4.11. Hasil Uji Homogenitas <i>Pretest</i>	65
4.12. Hasil Uji t <i>Pretest</i>	66
4.13. Hasil Uji Normalitas <i>posttest</i>	67
4.14. Hasil Uji Homogenitas <i>posttest</i>	68
4.15. Hasil Uji t <i>Posttest</i>	69
4.16. Hasil <i>Posttest</i> pemahaman konsep	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Soal Tes	3
1.2. Jawaban Penyelesaian Siswa.....	3
2.1. Tampilan Assemblr Edu.....	19
2.2. Tampilan Canva	20
4.1. Tampilan bagian 1 Halaman Judul (<i>Cover</i>)	48
4.2. Tampilan bagian 2 Kata Pengantar	49
4.3. Tampilan bagian 3 Penjelasan tentang RME	50
4.4. Tampilan bagian 4 Daftar Isi.....	51
4.5. Tampilan bagian 5 Pedoman Penggunaan Modul.....	52
4.6. Tampilan Bagian 6 Bagian Materi Modul	53
4.7. Hasil perbaikan Materi Validator 1 dan 2	55
4.8. Hasil Perbaikan Materi Validator 3.....	56
4.9. Hasil Perbaikan Materi Validator 3.....	57
4.10. Hasil Perbaikan Materi Validator 3.....	57
4.11. Hasil Pebaikan Modul Ahli Media 1.....	60
4.12. Hasil Perbaikan Ahli Validator 2 dan Validator 3	60
4.13. Hasil Perbaikan Ahli Media 3	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. 1 Lembar Wawancara Guru Matematika	81
A. 2 Kisi-Kisi Instrumen Tes Studi Pendahuluan	82
A. 3 Pedoman penskoran Tes Soal.....	83
A. 4 Instrumen Tes Studi Pendahuluan.....	86
B. 1 Modul 1	89
B. 2 Modul 2	95
B. 3 Modul 3	97
B. 4 Kisi-Kisi Instrumen Tes Penelitian	106
B. 5 Kunci Jawaban Instrumen Tes Penelitian	107
B. 6 Lembar Validasi Ahli Materi.....	109
B. 7 Lembar Validasi Ahli Media	111
B. 8 Lembar Validasi Instrumen Tes	113
B. 9 Lembar Respon Siswa	115
B. 10 Lembar Respon Guru	117
C. 1 Modul Matematika Bangun Ruang Sisi Lengkung	120
D. 1 Hasil Penilaian Validasi Ahli Materi (Validator 1).....	178
D. 2 Hasil Penilaian Validasi Ahli Materi (Validator 2).....	180
D. 3 Hasil Penilaian Validasi Ahli Materi (Validator 3).....	182
D. 4 Hasil Penilaian Validasi Ahli Media (Validator 1)	184
D. 5 Hasil Penilaian Validasi Ahli Media (Validator 2)	186
D. 6 Hasil Penilaian Validasi Ahli Media (Validator 3)	188
D. 7 Hasil Penilaian Respon Siswa 1	190
D. 8 Hasil Penilaian Respon Siswa 2	192
D. 9 Hasil Penilaian Respon Siswa 3	194

D. 10 Hasil Penilaian Respon Siswa 4	196
D. 11 Hasil Penilaian Respon Siswa 5	198
D. 12 Hasil Penilaian Respon Siswa 6	200
D. 12 Hasil Penilaian Respon Guru	203
E. 1 Analisis Hasil Penilaian Validasi Ahli Materi	203
E. 2 Analisis Hasil Penilaian Validasi Ahli Media	204
E. 3 Data Hasil Uji Butir Soal	205
E. 4 Analisis Uji Validitas Tes	206
E. 5 Analisis Uji Reliabilitas Tes	207
E. 6 Analisis Uji Daya Beda Tes	208
E. 7 Analisis Uji Tingkat Kesungkaran Tes	209
E. 8 Analisis Hasil Penilaian Respon Siswa	210
E. 9 Analisis Hasil Penilaian Respon Guru	211
E. 10 Data Nilai Kelas eksperimen	212
E. 11 Data Nilai Kelas kontrol	213
E. 12 Analisis Uji Normalitas Pretest	214
E. 13 Analisis Uji Homogenitas Pretest	217
E. 14 Analisis Uji T Pretest	218
E. 15 Anlisis Uji Normalitas Posttest	219
E. 16 Analisis Uji Homogenitas Posttest	222
E. 17 Analisis Uji T Pretest	223
E. 18 Analisis Uji Proporsi Posttest	224
F. 1 Surat Permohonan Menjadi Validator 1	226
F. 2 Surat Permohonan Menjadi Validator 2	227
F. 3 Surat Permohonan Menjadi Validator 3	227
F. 4 Surat Izin Penelitian	228
F. 5 Surat Balasan Penelitian	229

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Matematika merupakan ilmu pengetahuan yang memiliki peran dalam kehidupan sehari-hari. Tujuan belajar matematika adalah siswa dapat menyelesaikan permasalahan matematika. Untuk dapat menyelesaikan permasalahan matematika siswa perlu memahami konsep dari materi matematika (Nurani dkk., 2021). Pemahaman konsep matematika pada pembelajaran matematika ini sangat penting. Melalui pemahaman konsep siswa dapat dengan mudah memahami materi. Selain itu pemahaman konsep merupakan kemampuan dasar yang harus dimiliki oleh siswa untuk mencapai kemampuan lainnya (Setiani & Roza, 2022). Khususnya pada materi bangun ruang sisi lengkung materi yang merupakan bagian dari geometri. Materi bangun ruang sisi lengkung ini masih dianggap abstrak dan menimbulkan kesalahan umum pada pemahaman konsep (Anugrah & Pujiastuti, 2020).

Pemahaman konsep yang dimaksud disini yaitu konsep dasar. Pemahaman mendalam mengenai ciri-ciri fisik dan sifat-sifat geometris dari bangun ruang sisi lengkung, yang meliputi berbagai bentuk tiga dimensi seperti bola, tabung, dan kerucut. Untuk memahami bangun ruang ini, siswa perlu mengenali bentuknya yang unik, di mana setiap bangun ruang memiliki karakteristik tertentu yang membedakannya dari lainnya. Misalnya, bola memiliki permukaan yang halus dan sempurna melengkung tanpa sudut atau sisi datar, sementara tabung memiliki dua sisi datar yang berbentuk lingkaran (atas dan bawah) yang dihubungkan oleh permukaan lengkung. Kemudian kerucut, memiliki alas berbentuk lingkaran dan satu sisi lengkung yang meruncing ke titik puncak (Marasabessy dkk., 2021).

Selain pemahaman konsep siswa juga mengalami kesulitan dalam memahami bagaimana struktur fisik bangun ruang sisi lengkung ini dibangun dalam ruang tiga dimensi. Mereka tidak hanya perlu memahami bahwa setiap bangun ruang ini memiliki bentuk yang berbeda, tetapi juga bagaimana karakteristik spesifik masing-masing bangun ruang mempengaruhi sifat-sifatnya, seperti bagaimana menghitung volume atau luas permukaan. Kesulitan ini tercermin dalam ketidakmampuan mereka untuk membedakan antara bangun ruang yang satu dengan yang lain, seperti membedakan antara tabung dengan silinder atau kerucut dengan piramida, meskipun keduanya memiliki permukaan lengkung. Tanpa pemahaman yang kuat tentang struktur dan karakteristik bangun ruang ini, siswa akan kesulitan dalam menerapkan rumus-rumus yang terkait untuk menghitung volume, luas permukaan, atau sifat-sifat lainnya dari bangun ruang tersebut (Agustini & Fitriani, 2021).

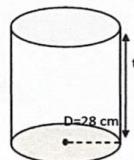
Pernyataan tersebut juga sejalan dengan hasil rata-rata dari pengerjaan soal pada materi bangun ruang sisi lengkung siswa kelas IX SMP Muhammadiyah At-Tanwir Metro terlihat belum mencapai rata-rata, yakni hanya sebesar 65,5 di bawah KKTP sekolah yang ditetapkan sebesar 70. Diketahui jika dari keseluruhan 30 siswa, hanya 15 siswa yang tuntas dalam mengerjakan soal dari seluruh responden. Data hasil pengerjaan soal pada materi bangun ruang sisi lengkung siswa disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Data Hasil Dari Pengerjaan Soal Pemahaman Konsep

No	Nilai Siswa	Kriteria	Jumlah siswa	Nilai rata-rata
1	≥ 75	Tuntas	15	
2	< 75	Tidak Tuntas	15	65,5

Studi pendahuluan yang dilakukan oleh 30 siswa yang mengikuti dengan diberikan 4 soal materi bangun ruang sisi lengkung yang meliputi menghitung volume, luas permukaan, atau sifat-sifat tabung, kerucut dan bola. Soal tersebut disajikan pada Gambar 1.1

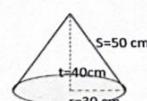
1. Diberikan sebuah tabung tertutup yang memiliki jari-jari sebesar 28 cm dan tinggi 40 cm seperti gambar berikut.



Tentukan:

- a) luas alas tabung
b) volume tabung

2. Diberikan sebuah kerucut yang memiliki jari-jari sebesar $r = 30$ cm, tinggi $t = 40$ cm dan garis pelukis $s = 50$ cm seperti gambar berikut.



Tentukan Volume kerucut :

3. Sebuah topi ulang tahun terbuat dari kertas karton berbentuk kerucut tanpa alas dengan diameter 20 cm dan garis pelukisnya 26 cm. Hitunglah luas minimal kertas karton yang diperlukan untuk membuat topi tersebut dan gambarlah jaring-jaring kerucut/topi tersebut.

4. Diberikan sebuah bola yang memiliki jari-jari sebesar 30 cm seperti gambar berikut.



Hitunglah luas permukaan bola di atas.

Gambar 1.1. Soal Tes

D) luas alas tabung :

$$\begin{aligned} 1: \pi \times r^2 \\ = \frac{22}{7} \times 14 \times 14 \\ = 22 \times 2 \times 14 \\ = 44 \times 14 \\ = 616 \end{aligned}$$

e) luas volume tabung

$$\begin{aligned} V: \pi r^2 \times t \\ = \frac{22}{7} \times 14 \times 14 \times 40 \\ = 22 \times 2 \times 14 \times 40 \\ = 44 \times 14 \times 40 \\ = 616 \times 40 \\ = 24.640 \end{aligned}$$

(2) volume kerucut

$$\begin{aligned} V: \frac{1}{3} \cdot \pi r^2 \cdot t \\ = \frac{1}{3} \times 3,14 \times 30 \times 30 \times 40 \\ = 10 \times 30 \times 3,14 \times 40 \\ = 300 \times 3,14 \times 40 \\ = 942 \times 40 \\ = 3.768 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (3) l: \pi r^2 \\ = 3,14 \times 10 \times 10 \\ = 314 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} lP: \text{Latus} \\ = 314 + 3,14 \times 10 \times 26 \\ = 314 + 3,14 \times 260 \\ = 314 + 816,40 \\ = 10.36,40 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) lP: 4 \cdot \pi r_2 \\ = 4 \times 3,14 \times 30 \times 30 \\ = 4 \times 3,14 \times 900 \\ = 4 \times 2.826 \\ = 11.364 \end{aligned}$$

Gambar 1.2. Jawaban Penyelesaian Siswa

Pada soal yang diberikan oleh peneliti pada siswa, siswa kurang memahami konsep tentang mencari luas permukaan kerucut tanpa alas. Pada masalah tersebut siswa diminta untuk menghitung luas minimal kertas karton yang diperlukan untuk membuat topi tersebut. Pada soal sudah dijelaskan bahwa topi ulang tahun yang akan dibuat siswa berbentuk kerucut tidak memiliki alas. Berdasarkan jawaban siswa siswa menjawab pertanyaan tersebut dengan rumus luas permukaan kerucut lengkap. Indikator yang kurang terpenuhi yaitu pertama, mengklasifikasikan konsep Siswa tidak membedakan luas selimut kerucut dengan luas total kerucut. Indikator yang kedua yaitu menyelesaikan masalah dengan konsep masih kurang benar karena seharusnya hanya menghitung luas selimut tanpa menambahkan luas alas.

Selain itu dibutuhkan bahan ajar yang inovatif untuk memudahkan siswa dalam memahami materi bangun ruang sisi lengkung. Bahan ajar yang inovatif ini bertujuan untuk meningkatkan keterlibatan siswa dan memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep-konsep geometri yang terkadang sulit dipahami secara abstrak. Dengan menggunakan metode yang lebih interaktif, visual, dan kontekstual, pembelajaran materi bangun ruang sisi lengkung dapat menjadi lebih menarik dan efektif (Irmawati dkk., 2023). Namun, bahan ajar matematika yang tersedia saat ini cenderung abstrak, dengan fokus pada penyajian rumus dan soal-soal tanpa menghubungkannya dengan situasi nyata. Akibatnya, siswa sering mengalami kesulitan dalam memahami konsep (Siregar dkk., 2023).

Pernyataan tersebut sejalan dengan hasil wawancara yang dilakukan peneliti, yang menunjukkan bahwa bahan ajar yang digunakan di kelas masih berupa buku LKS. Dari sisi materi, konten yang disajikan dalam LKS tersebut belum sepenuhnya lengkap. Selain itu, tampilan visualnya masih cenderung monoton karena hanya menggunakan warna hitam dan putih. Soal-soal yang tersedia juga kurang mengarah pada penguatan pemahaman konsep siswa. Akibatnya, saat mengerjakan soal, siswa cenderung hanya menghafal rumus tanpa memahami cara penerapannya dalam konteks nyata.

Untuk menjemati masalah tersebut maka dibutuhkan bahan ajar yang berbasis *realistic*, yaitu *Realistic Mathematics Education* (RME). Bahan ajar berbasis RME adalah materi pembelajaran yang menggunakan pendekatan matematika realistik untuk membantu siswa belajar dengan cara yang lebih relevan dan bermakna. Materi ini dirancang untuk mengaitkan konsep matematika dengan situasi atau pengalaman nyata yang sering mereka temui, sehingga siswa lebih mudah memahami pelajaran dan dapat mengaplikasikan pengetahuan matematika tersebut dalam kehidupan sehari-hari (Gea dkk., 2022).

Pernyataan tersebut juga sejalan dengan penelitian Lilis Oktavia dkk (2024) bahan ajar berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME) adalah media pembelajaran yang mengintegrasikan pendekatan matematika realistik untuk membantu peserta didik memahami konsep matematika dengan lebih baik. Pendekatan ini berbeda dari metode tradisional karena dimulai dengan mengaitkan pembelajaran matematika dengan pengalaman sehari-hari peserta didik dan situasi kontekstual yang relevan dengan kehidupan mereka. Dengan demikian, bahan ajar berbasis RME tidak hanya membantu siswa menguasai konsep-konsep matematika tetapi juga mempersiapkan mereka untuk mengaplikasikan matematika dalam berbagai situasi praktis (Oktavia dkk., 2024).

Oleh karena itu, diperlukan inovasi baru yang mendukung pemahaman siswa, yaitu dengan memungkinkan mereka untuk melihat visualisasi bentuk bangun sisi lengkung dalam format 3D melalui *smartphone*, komputer atau laptop. Peneliti memanfaatkan teknologi AR untuk menghadirkan visualisasi bentuk bangun 3D dengan cara yang lebih menarik dan interaktif. Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang digunakan untuk memberikan pengalaman visualisasi interaktif yang lebih konkret dalam pembelajaran. Dengan AR, konsep-konsep matematika, seperti bangun ruang atau objek geometri, dapat ditampilkan secara tiga dimensi (3D), sehingga siswa dapat memahami bentuk dan sifat-sifatnya dengan lebih jelas. Teknologi ini mendukung pembelajaran berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME) dengan menghubungkan matematika ke dunia nyata melalui visualisasi digital (Junaedi dkk., 2024).

Mengintegrasikan pendekatan RME dengan teknologi AR dalam pengembangan bahan ajar matematika membuka peluang besar untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan bermakna bagi siswa. Pendekatan RME berfokus pada pembelajaran yang dimulai dari konteks nyata dan relevan bagi siswa, sehingga mereka dapat memahami konsep matematika melalui pengalaman langsung yang dekat dengan kehidupan sehari-hari. Ketika pendekatan ini dikombinasikan dengan teknologi AR, siswa mendapatkan kesempatan untuk tidak hanya belajar secara teoritis tetapi juga memvisualisasikan dan berinteraksi dengan objek matematika dalam bentuk tiga dimensi. Sebagai contoh, dalam pembelajaran geometri tentang bangun ruang sisi lengkung seperti bola, tabung, dan kerucut, teknologi AR memungkinkan siswa untuk melihat representasi nyata dari bentuk-bentuk tersebut. Melalui perangkat AR, siswa dapat memutar, memperbesar, atau bahkan melihat bagian dalam dari bangun ruang tersebut, yang sebelumnya hanya dapat mereka bayangkan dari ilustrasi dua dimensi di buku teks. Pengalaman interaktif ini dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa karena mereka tidak hanya mengandalkan imajinasi, tetapi juga mendapatkan gambaran visual yang konkret (Triswidrananta dkk., 2024).

Dengan demikian, pengembangan Modul berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME) yang didukung oleh teknologi *Augmented Reality* (AR) menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep bangun ruang sisi lengkung. Kombinasi ini tidak hanya membuat pembelajaran lebih interaktif dan relevan, tetapi juga memberikan pengalaman konkret yang dapat membantu siswa mengatasi kesulitan dalam memahami konsep geometri abstrak. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan bahan ajar berbasis RME dengan dukungan teknologi AR guna meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika, khususnya pada materi bangun ruang sisi lengkung, serta mempersiapkan siswa untuk mengaplikasikan konsep-konsep matematika dalam kehidupan nyata. Berdasarkan permasalahan di atas, peneliti akan melaksanakan sebuah penelitian yang berjudul “*Pengembangan Modul Matematika Berbasis Realistic Mathematics Education (RME)* dengan *Augmented Reality* untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep

Bangun Ruang Sisi Lengkung”. Penelitian ini bertujuan untuk menghadirkan bahan ajar yang lebih interaktif, kontekstual, dan mendukung pemahaman konsep secara mendalam, khususnya pada materi bangun ruang sisi lengkung.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengembangan modul matematika berbasis RME dengan AR untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung yang memenuhi kriteria valid dan praktis?
2. Apakah pengembangan modul matematika berbasis RME dengan AR efektif meningkatkan pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengembangan modul matematika berbasis RME dengan AR untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung yang memenuhi kriteria valid dan praktis.
2. Untuk mengetahui pengembangan modul matematika berbasis RME dengan AR efektif meningkatkan pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat, di antaranya:

1. **Manfaat Teoritis**
Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi bagi pendidik dan dunia pendidikan, sehingga memperkaya literatur serta memberikan inovasi dalam pengembangan modul matematika. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut.
2. **Manfaat Praktis**
 - a. Bagi siswa, modul matematika yang dikembangkan diharapkan dapat membantu meningkatkan motivasi belajar, serta mendorong kemampuan berpikir kreatif dan inovatif.

- b. Bagi pendidik, hasil pengembangan ini dapat diterapkan dalam kegiatan pembelajaran di kelas, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna.
- c. Bagi sekolah, penelitian ini dapat berkontribusi dalam meningkatkan profesionalisme pendidik secara individu, yang juga akan berdampak pada rekan sejawat. Selain itu, penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam pembuatan karya tulis maupun inovasi pendidikan.
- d. Bagi peneliti, penelitian ini dapat memperluas wawasan dan pengetahuan dalam bidang penelitian serta menjadi sarana untuk pengembangan diri.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Ajar Matematika

Bahan ajar merupakan seperangkat materi yang disusun secara sistematis, baik tertulis maupun tidak, yang memungkinkan siswa untuk belajar dalam suasana yang mendukung. Tujuannya adalah menciptakan proses pembelajaran yang lebih efektif, terstruktur, dan bermakna, terutama sesuai dengan tuntutan Kurikulum 2013. Selain itu, bahan ajar membantu mempermudah siswa memahami materi melalui berbagai kegiatan yang dirancang untuk mengaitkan pengetahuan yang sudah dimiliki siswa dengan informasi baru (Gazali, 2016).

Bahan ajar dapat didefinisikan sebagai kumpulan materi atau substansi pembelajaran yang disusun secara terstruktur dan sistematis. Tujuannya adalah untuk memberikan gambaran lengkap tentang kemampuan yang harus dikuasai oleh siswa dalam suatu aktivitas pembelajaran. Penggunaan bahan ajar yang efektif diharapkan dapat mendukung proses pembelajaran menjadi lebih optimal, variatif, serta meningkatkan hasil belajar siswa. Bahan ajar yang baik mencakup aspek kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan yang memastikan kemudahan penggunaannya oleh guru dan siswa, serta keterkaitannya dengan kebutuhan kurikulum dan konteks kehidupan nyata (Yuliastuti & Soebagyo, 2021).

bahan ajar matematika didefinisikan sebagai perangkat pembelajaran yang dirancang untuk membantu guru dan siswa dalam proses pembelajaran. Bahan ajar yang baik harus dirancang dengan mempertimbangkan pola pikir siswa dan relevansi dengan kehidupan sehari-hari, sehingga dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep matematika (Suprana & Farida, 2019).

Bahan ajar matematika didefinisikan sebagai materi pembelajaran yang disusun secara sistematis untuk mencerminkan kompetensi atau tujuan pembelajaran peserta didik. Dalam konteks artikel ini, bahan ajar matematika kontekstual dirancang untuk mengaitkan materi matematika dengan kehidupan nyata, sehingga siswa dapat memahami konsep dengan lebih mudah dan relevan (Ikashaum dkk., 2022).

Bahan ajar matematika adalah segala bahan yang digunakan dalam proses pembelajaran yang bertujuan untuk membantu guru dan siswa dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Bahan ajar dapat berupa bahan cetak seperti buku, modul, dan lembar kerja siswa, maupun bahan multimedia interaktif (Nurhidayat & Asikin, 2021).

2.2 Modul Matematika

Modul adalah bahan ajar yang disusun secara sistematis dan terstruktur, yang dirancang agar peserta didik dapat belajar secara mandiri. Modul berisi materi, langkah-langkah pembelajaran, latihan soal, dan evaluasi yang disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik siswa. Modul juga dapat digunakan untuk meningkatkan motivasi belajar, memperkuat pemahaman konsep, serta mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran (Bela dkk., 2021).

Modul adalah salah satu bentuk bahan ajar yang dibuat secara berurutan dan dirancang dengan perencanaan yang baik, sehingga membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan. Di dalam modul biasanya terdapat berbagai kegiatan belajar yang disusun mulai dari tujuan yang ingin dicapai, langkah-langkah pengerjaan, sampai latihan yang harus dilakukan siswa. Dengan adanya penjelasan dan aktivitas belajar yang jelas tersebut, siswa dapat mengikuti dan menyelesaikan kegiatan dalam modul secara mandiri dan lebih mudah memahami materi yang dipelajari (Greyling dkk., 2020).

Modul ajar disusun dengan tujuan untuk membantu siswa belajar secara mandiri, baik dengan bimbingan guru maupun tanpa bimbingan langsung. Selain itu,

penyusunan modul bertujuan agar guru tidak menjadi satu-satunya pusat pembelajaran, sehingga proses belajar menjadi lebih berpusat pada siswa. Modul juga dirancang untuk melatih kejujuran siswa, mengakomodasi perbedaan kemampuan dan kecepatan belajar setiap siswa, serta memungkinkan mereka mengevaluasi sendiri sejauh mana pemahaman mereka terhadap materi (Sanjaya & Sulistyani, 2023).

Modul dirancang dengan susunan yang rapi dan sistematis, sehingga isinya mudah dipahami oleh siswa sesuai dengan tingkat usia dan kemampuan mereka. Penyajiannya dibuat bertahap, mulai dari penjelasan materi, contoh, hingga latihan, sehingga siswa dapat mengikuti alur pembelajaran dengan lebih terarah. Karena modul dibuat agar mudah digunakan, siswa dapat belajar secara mandiri tanpa harus selalu bergantung pada penjelasan guru. Peran guru menjadi lebih sebagai pendamping yang memberikan arahan ketika diperlukan. Selain itu, modul sangat mendukung guru yang menerapkan pendekatan Whoruse, karena struktur modul membantu siswa mengikuti setiap tahapan yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek. Dengan adanya petunjuk yang sistematis pada setiap langkah, siswa dapat bekerja lebih mandiri, terarah, dan percaya diri dalam menyelesaikan tugas proyek mereka. Modul ini pada akhirnya tidak hanya mempermudah proses pembelajaran, tetapi juga meningkatkan kemandirian dan pemahaman siswa terhadap materi yang dipelajari (Muzakkir dkk., 2024).

2.3 Realistic Mathematics Education (RME)

Realistic Mathematics Education (RME) adalah model pembelajaran matematika yang berbasis pada realitas dan lingkungan sekitar peserta didik. Prinsip utama RME adalah menggunakan masalah nyata dari kehidupan sehari-hari sebagai titik awal pembelajaran matematika. Dengan demikian, RME berupaya menjembatani konsep-konsep abstrak matematika yang dipelajari di kelas dengan dunia nyata, sehingga membuat pembelajaran lebih bermakna dan relevan bagi siswa. RME memiliki lima prinsip utama:

- 1) Pembelajaran berbasis aktivitas yang melibatkan partisipasi aktif siswa secara fisik dan mental.

- 2) Berbasis realita, yaitu pelajaran dimulai dengan permasalahan nyata di lingkungan siswa.
- 3) Penyelesaian masalah dilakukan secara bertahap melalui proses yang terstruktur.
- 4) Menekankan keterkaitan antar-konsep matematika untuk memberikan pemahaman yang holistic.
- 5) Mendorong interaksi sosial antara siswa dan guru, menciptakan suasana pembelajaran yang aktif dan menyenangkan (Widana, 2021).

Realistic Mathematics Education (RME) merupakan pendekatan pembelajaran matematika yang berfokus pada penggunaan konteks kehidupan nyata dan pengalaman siswa sebagai titik awal pembelajaran. Dalam RME, masalah-masalah dari kehidupan sehari-hari digunakan untuk memunculkan konsep-konsep matematika. Pendekatan ini dirancang untuk meningkatkan keterlibatan siswa, menjadikan mereka lebih aktif dalam pembelajaran, serta mampu menghubungkan konsep-konsep matematika dengan aplikasi dalam dunia nyata.

RME menekankan pentingnya konteks "dunia nyata" dalam pembelajaran, di mana siswa diajak untuk memahami, menyelesaikan, dan mengorganisasi masalah berdasarkan pengalaman mereka sendiri. Guru dalam pendekatan ini bertindak sebagai fasilitator, membantu siswa menemukan solusi kreatif dan memahami konsep matematika secara mendalam. RME juga menekankan pentingnya interaksi sosial dalam proses belajar, baik antara siswa maupun antara siswa dan guru. Model pembelajaran RME memiliki karakteristik utama, yaitu:

- 1) penggunaan masalah kontekstual sebagai titik awal pembelajaran,
 - 2) matematisasi progresif di mana siswa mengembangkan solusi dari masalah ke dalam konsep matematis,
 - 3) aktivitas pembelajaran yang menekankan eksplorasi, diskusi, dan refleksi, serta
 - 4) peran guru sebagai fasilitator untuk mendukung proses pembelajaran.
- Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam

memahami dan mengaplikasikan matematika secara relevan dan bermakna (Sari & Amir Mz, 2021).

RME mendorong siswa untuk menemukan dan menyusun kembali konsep matematika berdasarkan masalah nyata yang diberikan oleh guru, sehingga siswa dapat membangun pemahaman yang mendalam dan lebih tahan lama terhadap materi yang dipelajari. Pendekatan ini memberikan siswa kesempatan untuk menghubungkan matematika dengan kehidupan sehari-hari, sehingga pembelajaran terasa lebih relevan dan bermakna. Selain itu, RME juga menekankan pentingnya proses matematisasi, baik secara horizontal yang melibatkan pencarian pola dan hubungan dari masalah nyata maupun secara vertikal, yaitu proses pengembangan model abstrak dari masalah nyata menuju konsep formal matematika (Febriana, 2023).

RME tidak hanya mengacu pada koneksi langsung dengan situasi nyata dalam kehidupan sehari-hari, tetapi juga mencakup masalah yang realistik dalam konteks pemikiran siswa. Pendekatan ini menekankan proses konstruksi pengetahuan oleh siswa melalui eksplorasi masalah-masalah kontekstual. Pendekatan RME dirancang untuk merangsang siswa membangun ide konseptual mereka sendiri, memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna. Pendekatan RME juga dapat mendorong siswa untuk menemukan solusi matematis dari masalah nyata, mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang konsep-konsep dasar, dan menghubungkannya dalam kehidupan sehari-hari (Nisa dkk., 2024). RME berfungsi sebagai alat untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis, yang mencakup kemampuan menganalisis situasi baru, menyusun asumsi logis, dan memberikan kesimpulan yang tepat (Yanti dkk., 2022).

2.4 Augmented Reality (AR)

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang memanfaatkan penggabungan elemen-elemen digital seperti gambar, video, audio, dan teks dengan dunia nyata secara waktu nyata. AR digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sebagai media pembelajaran, untuk memberikan pengalaman visual yang lebih menarik,

interaktif, dan mendukung pemahaman konsep-konsep abstrak (Listiawan & Antoni, 2021).

Dalam konteks pembelajaran, AR memberikan dampak yang signifikan terhadap cara siswa menerima dan memahami materi yang diajarkan. Teknologi ini mampu menyajikan elemen visual yang jauh lebih kaya dan mendalam dibandingkan media pembelajaran tradisional. Pengalaman visual yang interaktif dan dinamis memungkinkan siswa untuk tidak hanya melihat materi pembelajaran, tetapi juga merasakan dan berinteraksi dengan objek-objek virtual yang tampak nyata. Hal ini sangat membantu terutama dalam memahami konsep-konsep abstrak yang sulit divisualisasikan secara konvensional, seperti bangun ruang dalam pelajaran matematika (Sara & Danawak, 2021).

Dalam pembelajaran matematika, teknologi AR dapat dimanfaatkan untuk menampilkan konsep-konsep yang bersifat abstrak dan biasanya sulit dipahami jika hanya dijelaskan secara lisan atau melalui gambar dua dimensi. Contohnya, materi geometri ruang atau grafik suatu fungsi dapat dibuat dalam bentuk tiga dimensi yang interaktif, sehingga siswa dapat melihat hubungan antarunsur secara lebih nyata dan mudah dipahami. Pemanfaatan AR juga sejalan dengan pendekatan pembelajaran konstruktivistik, di mana siswa didorong untuk memperoleh pemahaman melalui pengalaman belajar langsung dan kegiatan eksplorasi. Pendekatan ini sesuai dengan prinsip pembelajaran aktif dan kolaboratif yang ditekankan dalam Kurikulum Merdeka. Oleh karena itu, penggunaan AR menjadi salah satu pilihan media pembelajaran yang berpotensi besar dalam membantu meningkatkan pemahaman dan hasil belajar matematika siswa (Pujianti, 2025).

Dalam konteks pendidikan, AR menjadi alat yang sangat efektif untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak yang sulit dipahami hanya dengan teks atau gambar statis. Misalnya, pada topik dimensi tiga dalam pelajaran matematika, siswa sering mengalami kesulitan untuk membayangkan bentuk dan hubungan antara elemen-elemen dalam ruang, seperti jarak antara titik, garis, atau bidang.

AR tersebut dapat divisualisasikan dalam bentuk tiga dimensi yang interaktif, sehingga siswa tidak hanya melihat gambarnya tetapi juga dapat memanipulasi objeknya, seperti memutar, memperbesar, atau memindahkannya untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam (Mardian dkk., 2023).

AR dapat menampilkan informasi tambahan yang membantu menempatkan objek virtual agar terlihat menyatu dengan lingkungan nyata. Informasi tambahan ini bisa berupa animasi yang membuat model 3D tampak hidup dan interaktif, sehingga pengalaman pengguna menjadi lebih menarik. Dengan adanya animasi dan model 3D, objek virtual dalam AR dapat diputar, digeser, atau diperbesar sesuai kebutuhan. Hal ini membuat pengguna merasa lebih terlibat. Misalnya, ketika sebuah model mobil 3D muncul melalui kamera ponsel, pengguna bisa melihat seolah-olah mobil tersebut benar-benar ada di sekitar mereka. Dalam pembelajaran, penggunaan model 3D melalui AR sangat membantu guru menciptakan pengalaman belajar yang lebih mudah dipahami. Siswa dapat melihat dan mencoba objek secara langsung, sehingga konsep yang sulit menjadi lebih jelas. Contohnya, model 3D kubus dapat diamati dari berbagai sisi, sehingga siswa dapat memahami bentuk dan bagian-bagiannya dengan lebih mudah (Hidayat & Wardat, 2024).

2.5 Bangun Ruang Sisi Lengkung

Bangun ruang sisi lengkung merupakan jenis bangun ruang yang memiliki elemen utama berupa lengkungan pada bagian tertentu dari bentuknya. Lengkungan ini dapat ditemukan pada selimut, yaitu bagian permukaan melengkung yang mengelilingi bangun ruang, maupun pada permukaan bidangnya, seperti pada bola yang seluruh permukaannya berbentuk lengkung. Sifat lengkung ini menjadi ciri khas utama yang membedakannya dari bangun ruang sisi datar, seperti kubus atau balok yang permukaannya terdiri dari bidang datar. Terdapat tiga contoh utama bangun ruang sisi lengkung, yaitu tabung, kerucut, dan bola. Masing-masing memiliki karakteristik yang unik:

1. Tabung memiliki selimut lengkung yang menghubungkan dua lingkaran sejajar di bagian atas dan bawahnya, seperti pada bentuk kaleng.

2. Kerucut memiliki alas berbentuk lingkaran dengan selimut lengkung yang mengerucut ke satu titik puncak, seperti pada bentuk topi kerucut.
3. Bola merupakan bangun ruang dengan permukaan yang sepenuhnya lengkung tanpa sudut, menyerupai bentuk bola sepak atau bola tenis (Nengsih, 2022).

Secara matematis, bangun ruang sisi lengkung terdiri atas tabung, kerucut, dan bola, yang masing-masing memiliki karakteristik serta rumus luas dan volume yang menjadi dasar dalam penyelesaian berbagai permasalahan terkait. Pada tabung, rumus dasar yang dipelajari siswa mencakup luas permukaan dan volume. Luas permukaan tabung diperoleh dengan menjumlahkan luas alas, luas tutup, serta luas selimut, yaitu

$$L = 2\pi r^2 + 2\pi r t$$

sedangkan volumenya ditentukan oleh

$$V = \pi r^2 t$$

Meskipun rumus ini telah diajarkan, banyak siswa mengalami kesulitan dalam mengingat dan menerapkan rumus tersebut karena kurang memahami makna dari unsur-unsur tabung seperti jari-jari, diameter, dan tinggi. Artikel menegaskan bahwa ketidakmampuan ini sering muncul karena siswa hanya menghafal tanpa memahami konsep, dan jarang menggunakan alat peraga nyata untuk membantu mereka menghubungkan rumus dengan bentuk fisiknya. Pada kerucut, siswa juga mempelajari rumus luas permukaan dan volume. Luas permukaan kerucut diperoleh dari

$$L = \pi r^2 + \pi r s$$

yang meliputi luas alas dan luas selimut kerucut, sedangkan volume kerucut diberikan oleh

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 t.$$

Kesalahan paling sering terjadi pada bagian ini adalah ketidakmampuan siswa menentukan garis pelukis (s) dan membedakan antara tinggi dan garis miring kerucut. Banyak siswa melakukan kesalahan prosedural, salah memilih rumus, atau tidak memahami hubungan antara jaring-jaring kerucut dan unsur-unsurnya. Faktor ini muncul karena kurangnya pemahaman konsep serta minimnya aktivitas

visual dan manipulatif dalam pembelajaran. Sedangkan pada bola, siswa mempelajari dua rumus penting, yaitu luas permukaan

$$L = 4\pi r^2$$

dan volume

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

Artikel menunjukkan bahwa banyak siswa tidak memahami hubungan antara diameter dan jari-jari, serta masih keliru dalam menafsirkan unsur bola dalam soal. Beberapa siswa bahkan tidak memahami asal-usul rumus luas permukaan bola, sehingga hanya menghafalnya dan mudah lupa ketika digunakan dalam konteks berbeda. Padahal, melalui percobaan geometri sederhanamisalnya membandingkan luas permukaan bola dengan luas permukaan tabung yang tingginya sama dengan diameter bola siswa dapat melihat bahwa luas permukaan bola setara dengan 4 kali luas lingkaran berjari-jari r , sehingga rumus $4\pi r^2$ berasal dari konsep visual yang konkret. Misalnya, gabungan tabung dan kerucut banyak muncul dalam konteks nyata seperti menara, corong, dan gelas es krim. Untuk menentukan luas atau volume bangun gabungan, siswa harus mampu menggunakan dan mengoperasikan rumus dasar yang telah dipelajari. Contohnya, untuk menghitung luas gabungan tabung dan kerucut, siswa menjumlahkan seluruh luas selimut dan luas alas yang relevan. Pada kasus tertentu, siswa juga harus memahami bagaimana perubahan salah satu unsur (misalnya jari-jari atau tinggi) memengaruhi perubahan volume, seperti pada rumus perubahan volume

$$\Delta V = \pi t(R^2 - r^2)$$

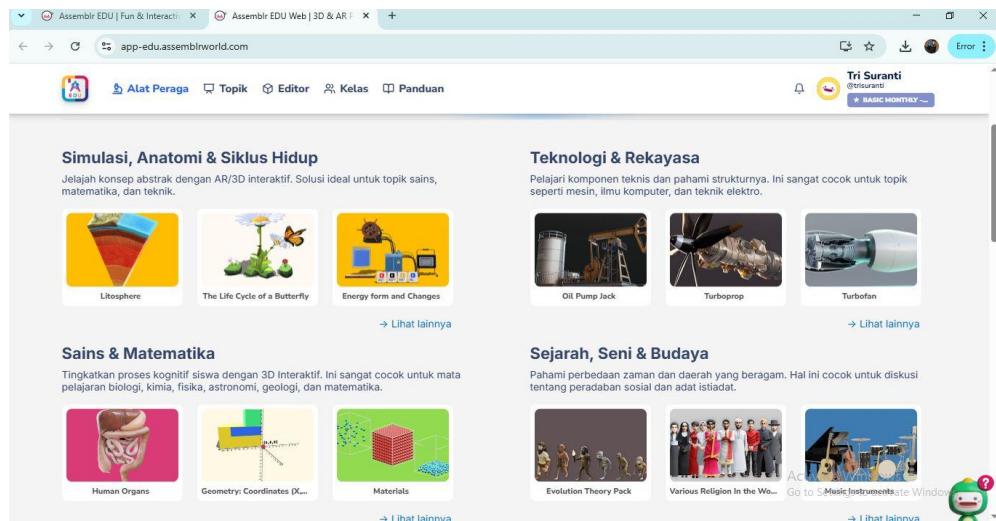
Oleh karena itu, pembelajaran bangun ruang sisi lengkung perlu diarahkan pada kegiatan yang menekankan hubungan antara bentuk nyata, model matematis, dan rumus, sehingga siswa mampu memahami dan menerapkan rumus luas maupun volume tabung, kerucut, dan bola secara benar dan bermakna (Marasabessy dkk., 2021).

2.6 Assembler Edu

Assemblr Edu adalah sebuah platform digital berbasis 3D dan *Augmented Reality* (AR) yang dirancang untuk meningkatkan pengalaman belajar secara interaktif, kolaboratif, dan menarik. Platform ini memungkinkan guru dan siswa untuk membuat serta mengakses materi pembelajaran yang lebih visual, sehingga membantu pemahaman konsep dengan lebih mudah.

Fitur Utama Assemblr Edu:

1. Kelas Virtual Interaktif
 - a) Memungkinkan guru dan siswa untuk berkomunikasi, berbagi catatan, file, gambar, video, serta proyek 3D dan AR dalam satu platform.
 - b) Meningkatkan keterlibatan siswa dengan metode pembelajaran berbasis teknologi yang lebih menarik dibandingkan metode konvensional.
2. Sumber Belajar Digital yang Siap Pakai
 - a) Assemblr Edu menyediakan ratusan sumber pembelajaran berbasis 3D dan AR yang mencakup berbagai topik.
 - b) Guru dapat langsung menggunakan materi ini untuk membuat pembelajaran lebih hidup dan mudah dipahami.
3. Penggunaan Teknologi AR untuk Visualisasi Materi
Membantu siswa memahami konsep yang sulit dengan cara yang lebih nyata.
4. Editor Sederhana dan Mudah Digunakan
 - a) Guru dan siswa dapat membuat materi pembelajaran sendiri dengan lebih dari 1.000 elemen 3D yang tersedia.
 - b) Tidak memerlukan keterampilan desain yang rumit, karena fitur-fitur yang ditawarkan cukup intuitif dan *user-friendly*.
5. Dapat Diakses di Berbagai Perangkat
Dapat digunakan melalui smartphone, tablet, atau komputer, sehingga fleksibel bagi siswa dan guru dalam mengakses materi kapan saja dan di mana saja (Putu Rissa Putri Intari Dewi dkk., 2022).



Gambar 2.1. Tampilan Assembler Edu

2.7 Canva

Canva adalah sebuah platform desain grafis berbasis online yang memungkinkan pengguna untuk membuat berbagai jenis konten visual, seperti poster, presentasi, infografis, video pembelajaran, dan desain media sosial. Dengan menyediakan banyak template siap pakai, elemen grafis, serta alat pengeditan yang intuitif, Canva dapat digunakan dengan mudah oleh siapa saja, termasuk pemula tanpa keahlian desain profesional.

Fitur Utama Canva:

1. Template yang Beragam

Menyediakan ribuan template yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, mulai dari pendidikan hingga bisnis.

2. Kemudahan Akses di Berbagai Perangkat

Bisa digunakan melalui komputer, tablet, atau ponsel, sehingga fleksibel dan praktis.

3. Kaya Elemen Multimedia

Canva memiliki beragam pilihan gambar, ikon, font, animasi, video, dan musik yang dapat dimanfaatkan dalam desain.

4. Pembuatan Video Pembelajaran

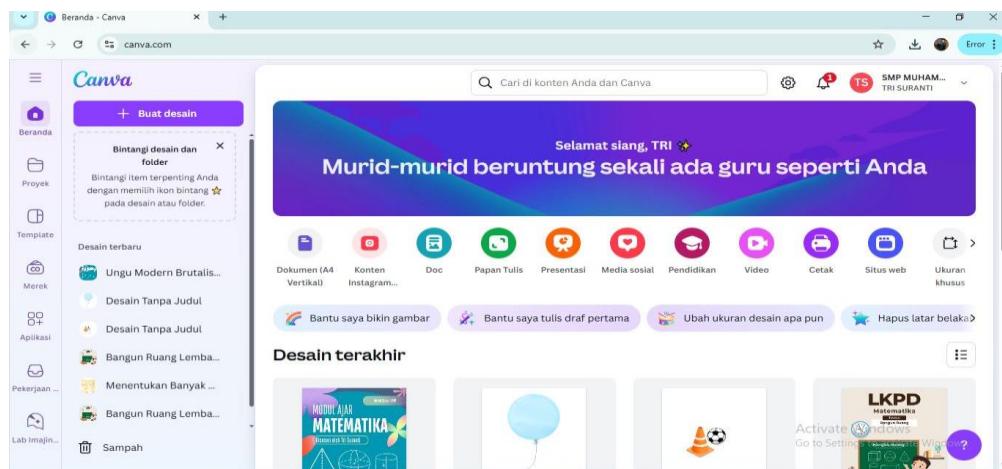
Guru dapat menciptakan video edukatif yang interaktif, lengkap dengan teks, animasi, dan efek suara.

5. Opsi Gratis dan Berbayar

Versi gratisnya sudah cukup lengkap, namun Canva Pro menyediakan lebih banyak fitur tambahan serta koleksi asset premium.

6. Penerapan Canva dalam Pembelajaran

Hasil penelitian Tri Umi Faridah Hayati menunjukkan bahwa Canva efektif digunakan dalam proses belajar mengajar, terutama dalam materi Bangun Datar di mata pelajaran Matematika. Penggunaan Canva terbukti dapat meningkatkan motivasi serta pemahaman siswa terhadap materi (Kusumanegara, 2022).



Gambar 2.2. Tampilan Canva

2.8 Pemahaman Konsep Matematika

Konsep merupakan ide atau gagasan abstrak yang diperoleh melalui proses berpikir dan pengalaman belajar, yang digunakan untuk mengelompokkan objek atau peristiwa berdasarkan karakteristik tertentu (Suyono & Hariyanto, 2016). Sedangkan pemahaman konsep adalah kemampuan seseorang untuk menerima, memahami, dan mengolah suatu materi atau informasi yang diperoleh melalui pengalaman langsung, baik secara visual maupun auditori, dan menyimpannya dalam ingatan untuk kemudian diterapkan dalam kehidupan nyata. Dengan pemahaman konsep matematika yang baik, siswa dapat membedakan berbagai konsep yang berbeda, serta mampu melakukan perhitungan dengan pemahaman yang mendalam dalam berbagai situasi. Selain itu, siswa juga dapat menjelaskan

kembali konsep dengan bahasa mereka sendiri, mengelompokkan objek-objek matematika, menerapkan konsep melalui langkah-langkah sistematis, memahami makna dari suatu ide atau konsep, serta menghubungkan berbagai konsep yang telah dipelajari (Erina Susanti dkk., 2021). Menurut pendapat lain pemahaman konsep matematika adalah kemampuan siswa untuk mengerti benar maksud dari suatu materi atau rumus, lalu bisa menjelaskannya dengan kata-katanya sendiri, memberi contoh, menggunakan rumus itu dengan tepat, dan memecahkan soal-soal dengan cara yang benar (Febriyani & Hakim, 2022).

Menurut Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP), pemahaman konsep dalam pembelajaran di tingkat SMP dapat dilihat melalui sejumlah indikator yang menggambarkan sejauh mana siswa mampu menguasai dan menerapkan konsep yang dipelajari. Indikator-indikator tersebut memberikan gambaran lengkap mengenai kemampuan berpikir siswa, mulai dari tahap mengingat kembali konsep hingga mampu mengaplikasikannya dalam penyelesaian masalah.

1. Kemampuan menyatakan ulang konsep.

Ini berarti siswa mampu mengungkapkan kembali informasi yang telah dipelajari atau disampaikan guru, baik secara lisan maupun tulisan. Kemampuan ini menunjukkan bahwa siswa tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga dapat menjelaskan kembali isi pembelajaran dengan kata-katanya sendiri.

2. Kemampuan mengklasifikasikan objek berdasarkan sifat-sifat tertentu.

Pada tahap ini, siswa diharapkan dapat mengelompokkan benda atau informasi sesuai karakteristik yang relevan dengan konsep yang sedang dipelajari. Keterampilan ini menunjukkan bahwa siswa memahami ciri khusus dari suatu konsep dan mampu membedakannya dari konsep lain.

3. Kemampuan memberikan contoh dan noncontoh dari suatu konsep.

Dengan kata lain, siswa dapat mengidentifikasi mana objek yang termasuk dalam suatu konsep dan mana yang tidak. Hal ini penting karena menunjukkan

bahwa siswa memahami batasan konsep tersebut dan tidak sekadar menghafal definisi.

4. Selanjutnya, siswa juga dinilai melalui kemampuan menyajikan suatu konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis.

Representasi ini dapat berupa gambar, grafik, persamaan matematika, tabel, maupun narasi atau teks tertulis. Indikator ini menekankan pentingnya pemahaman bahwa satu konsep matematika dapat ditampilkan dalam berbagai bentuk, dan siswa harus mampu berpindah dari satu representasi ke representasi lainnya.

5. Kemampuan mengembangkan syarat perlu dan syarat cukup dari suatu konsep. Artinya, siswa mampu menganalisis syarat-syarat yang dibutuhkan agar suatu pernyataan matematika dapat berlaku. Siswa juga dapat membedakan apakah suatu syarat merupakan syarat wajib (syarat perlu), syarat yang sudah cukup untuk memenuhi suatu konsep (syarat cukup), atau keduanya.
6. Kemampuan menggunakan, memanfaatkan, dan memilih prosedur tertentu. Pada bagian ini, siswa diharapkan dapat memilih langkah-langkah penyelesaian yang tepat sesuai dengan permasalahan yang dihadapi. Keterampilan ini menunjukkan pemahaman siswa terhadap prosedur matematis dan kemampuan mereka menerapkannya secara tepat.
7. Kemampuan mengaplikasikan konsep atau algoritma dalam pemecahan masalah. Ini berarti siswa dapat menggunakan konsep yang relevan atau prosedur tertentu untuk menyelesaikan soal atau situasi baru. Kemampuan ini menjadi indikator puncak dari pemahaman konsep, karena menunjukkan bahwa siswa mampu menghubungkan pengetahuan yang dimiliki dengan situasi nyata maupun soal yang lebih kompleks.

Indikator pemahaman konsep yang digunakan untuk menilai kemampuan siswa ada empat, yaitu:

1. Menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis yaitu siswa bisa menjelaskan konsep dalam bentuk gambar, simbol, tabel, diagram, atau grafik.
2. Menyatakan ulang sebuah konsep yaitu siswa mampu menjelaskan kembali konsep yang telah dipelajari dengan kata-katanya sendiri.
3. Mengklasifikasikan objek-objek menurut sifat-sifat tertentu sesuai dengan konsepnya yaitu siswa dapat mengelompokkan atau membedakan objek berdasarkan ciri khas dari konsep matematika yang relevan.
4. Mengaplikasikan konsep atau algoritma dalam pemecahan masalah yaitu siswa bisa menggunakan konsep atau rumus tertentu untuk menyelesaikan soal matematika yang diberikan (Yanala dkk., 2021).

2.9 Pelitian yang relevan

1. Gea dkk dengan judul Pengembangan Bahan Ajar Digital Berbasis RME untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik dan Kemandirian Belajar Siswa SMP Gajah Mada Medan. Hasil dari penelitian tersebut adalah bahan ajar digital berbasis RME dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematik dan kemandirian belajar siswa dengan hasil yang valid, praktis, dan efektif (Gea dkk., 2022). Persamaan penelitian ini dengan peneliti adalah sama-sama mengembangkan bahan ajar berbasis RME. Sedangkan perbedaan penelitian ini dengan peneliti yaitu peneliti mengembangkan bahan ajar tersebut dengan Teknologi *Augmented Reality*.
2. Syahida & Hadiyan dengan judul penelitian Pengembangan Media Pembelajaran Matematika menggunakan *Smartphone* berbasis Android dengan Teknologi *Augmented Reality* pada Materi Sistem Koordinat. Hasil dari penelitian ini adalah media pembelajaran berbasis smartphone Android dengan teknologi *Augmented Reality* pada materi Sistem Koordinat layak

digunakan dalam pembelajaran matematika di SMP. Selain itu, media pembelajaran ini dapat diproduksi secara massal dan diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi yang dianggap sulit, seperti Sistem Koordinat (Syahida & Hadiyan, 2020) Persamaan penelitian ini dengan peneliti adalah sama-sama menggunakan augmented reality dalam mengembangkan perangkat pembelajaran. Sedangkan perbedaannya yaitu penelitian ini dengan peneliti yaitu peneliti menggunakan pendekatan RME.

3. Islamiya dkk dengan judul penelitian Pengembangan Buku Saku Matematika Berbasis *Augmented Reality* Menggunakan PJBL Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematis. Hasil dari penelitian ini adalah penggunaan teknologi AR dalam buku saku matematika dengan pendekatan pembelajaran berbasis proyek sangat efektif untuk meningkatkan keterampilan literasi matematika siswa, sesuai dengan hasil yang diperoleh dari validasi dan uji coba di lapangan (Islamiya dkk., 2024). Persamaan penelitian ini dengan peneliti adalah sama mengembangkan bahan ajar berbasis AR. Sedangkan perbedaan penelitian ini dengan peneliti yaitu peneliti menggunakan pendekatan RME untuk mengembangkan bahan ajar sedangkan penelitian tersebut menggunakan PJBL untuk mengembangkan bahan ajar.
4. Adrian dkk dengan judul penelitian Perancangan Buku Elektronik Pada Pelajaran Matematika Bangun Ruang Sekolah Dasar Berbasis *Augmented Reality*. Aplikasi *Math AR book* berbasis AR dapat dianggap layak untuk digunakan sebagai alternatif bahan ajar matematika, yang menawarkan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik (Adrian dkk., 2020). Persamaan dari penelitian ini adalah sama mengembangkan bahan ajar berbasis *Augmented Reality* dan menggunakan materi yang sama yaitu bangun ruang sisi lengkung. Sendangkan perbedaan penelitian dengan peneliti adalah peneliti mengembangkan bahan ajar berbasis AR tersebut dengan pendekatan RME.

2.10 Kerangka Berpikir

Pembelajaran matematika pada materi bangun ruang sisi lengkung menuntut siswa untuk memahami bentuk tiga dimensi, unsur-unsurnya, hubungan antar bagian, hingga proses pembentukan jaring-jaring yang mendasari rumus luas permukaan dan volume. Namun pada proses pembelajaran, materi ini menjadi sulit dipahami oleh siswa karena sifat objeknya yang abstrak. Siswa harus membayangkan bentuk ruang secara mental, sementara bahan ajar yang digunakan masih cenderung menggunakan gambar statis dua dimensi. Kondisi ini menyebabkan rendahnya pemahaman konsep, lemahnya kemampuan visualisasi spasial, serta terputusnya hubungan antara konteks kehidupan sehari-hari dengan representasi matematika.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME) menawarkan landasan pedagogis yang menekankan proses pembelajaran bermakna. RME memiliki sejumlah indikator utama, yaitu penggunaan konteks nyata, matematisasi horizontal, penggunaan model dan representasi, matematisasi vertikal, interaksi, serta prinsip guided reinvention. Namun agar indikator-indikator RME tersebut dapat bekerja secara optimal, diperlukan media pembelajaran yang mampu menghadirkan objek abstrak secara konkret. Dalam konteks ini, teknologi *Augmented Reality* (AR) menjadi media pendukung yang sangat tepat. AR memiliki kemampuan menampilkan objek tiga dimensi secara nyata dan interaktif, menampilkan unsur-unsur bangun ruang secara detail, memperlihatkan jaring-jaring, memungkinkan eksplorasi mandiri, serta memperkuat pemahaman spasial siswa.

Setiap indikator RME memiliki keterkaitan langsung dengan indikator AR, dan hubungan ini berdampak signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep. Pertama, indikator RME tentang penggunaan konteks nyata dapat diperkuat oleh indikator AR berupa kemampuan menampilkan objek 3D secara nyata dan interaktif. Ketika siswa mempelajari bangun ruang sisi lengkung melalui konteks benda sehari-hari seperti drum, gelas plastik, kerucut es krim, atau bola sepak yang ditampilkan melalui AR, konteks tersebut tidak lagi hanya dibayangkan,

tetapi benar-benar dapat diamati dan dimanipulasi secara visual. Hal ini mengubah materi abstrak menjadi pengalaman konkret sehingga siswa lebih mudah memahami bentuk dan struktur bangun ruang.

Kedua, indikator RME mengenai proses mengubah masalah kontekstual menjadi model matematika, juga sangat berkaitan dengan indikator AR yang mampu menampilkan unsur-unsur bangun ruang secara jelas. Melalui AR, siswa dapat mengamati jari-jari, diameter, tinggi, dan garis pelukis secara nyata. Dengan demikian, proses matematisasi horizontal menjadi lebih akurat karena siswa dapat mengidentifikasi unsur-unsur bentuk ruang secara langsung dari objek 3D yang ditampilkan. Hal ini mengatasi hambatan yang selama ini muncul karena siswa hanya melihat unsur bangun ruang melalui gambar dua dimensi.

Ketiga, indikator RME tentang penggunaan model dan representasi sebagai jembatan dari konkret ke abstrak dapat dipadukan dengan indikator AR berupa kemampuan menampilkan jaring-jaring bangun ruang dan model 3D yang dapat dibongkar pasang. AR memungkinkan siswa melihat transformasi bangun ruang tiga dimensi menjadi jaring-jaring secara langsung. Proses ini memberikan jembatan konseptual yang kuat antara pengalaman konkret dan abstraksi matematika. Ketika siswa melihat bagaimana jaring-jaring tabung, kerucut, atau bola terbentuk dari bentuk aslinya, mereka lebih memahami dasar rumus luas permukaan secara visual dan logis.

Keempat, indikator RME mengenai proses menyederhanakan model menuju konsep formal, terkait erat dengan indikator AR yang mampu menampilkan transformasi objek nyata menuju representasi matematis hingga rumus formal. AR membantu siswa mengikuti alur abstraksi secara bertahap: dari melihat bentuk nyata, memahami struktur dan hubungan antar unsur, hingga menyimpulkan rumus luas permukaan dan volume. Dengan demikian, siswa tidak hanya menghafal rumus, tetapi menemukan makna di balik rumus tersebut melalui proses visual dan logis.

Kelima, indikator RME tentang interaksi dan diskusi juga diperkuat dengan indikator AR yang memungkinkan objek AR diamati bersama oleh siswa maupun oleh kelompok. Melalui AR, siswa dapat menunjukkan bagian tertentu dari bangun ruang, mendiskusikan bentuk dan unsur, serta melakukan klarifikasi konsep secara langsung pada objek yang sama. Hal ini mendorong terjadinya interaksi bermakna dan negosiasi makna yang sangat penting dalam proses pembelajaran berbasis RME. Diskusi tidak lagi abstrak, tetapi menjadi konkret karena objek AR dapat dijadikan fokus pembicaraan bersama.

Keenam, indikator RME terkait penemuan kembali konsep melalui eksplorasi sangat terdukung oleh indikator AR berupa eksplorasi mandiri objek 3D yang dapat diputar, diperbesar, dan dibuka jaring-jaringnya. AR memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan investigasi secara langsung. Dengan mengamati pola-pola visual, siswa dapat menemukan sendiri hubungan antar unsur dan akhirnya menyimpulkan konsep luas permukaan dan volume bangun ruang sisi lengkung. Proses eksplorasi ini memfasilitasi penemuan konsep secara mandiri, sesuai prinsip RME yang mendorong kreativitas dan penalaran matematis.

Seluruh keterkaitan indikator RME dan AR tersebut secara langsung menjawab berbagai permasalahan pembelajaran. Materi yang semula abstrak menjadi konkret, kesulitan visualisasi 3D dapat teratasi, pendekatan pembelajaran menjadi kontekstual, bahan ajar menjadi interaktif, dan pemahaman konsep meningkat. Dengan demikian, kombinasi indikator RME dan AR menghasilkan proses pembelajaran yang tidak hanya menarik, tetapi juga efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung secara mendalam dan bermakna.

2.11 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian yaitu Bahan Ajar Berbasis RME dengan AR untuk yang memenuhi kriteria valid dan praktis serta efektif meningkatkan kemampuan pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*).

3.2 Prosedur Pengembangan

Penelitian ini mengembangkan bahan ajar berbasis RME dengan AR pada materi bangun ruang sisi lengkung dengan menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis-Design-Develop-Implement-Evaluate*). Metode ADDIE dipilih karena mencakup tahap evaluasi yang memastikan produk yang dihasilkan memiliki kualitas tinggi. Berikut adalah langkah-langkah pengembangan e-modul berdasarkan metode ADDIE:

3.2.1 Analisis (*Analysis*)

Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis kebutuhan dan analisis kurikulum untuk memastikan bahwa bahan ajar yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Langkah-langkah analisis yang dilakukan meliputi:

a. Analisis kebutuhan

Peneliti mewawancara guru matematika di SMP Muhammadiyah At-Tanwir Metro serta memberikan soal kepada siswa kelas IX. Hasil dari wawancara dan lembar hasil kerja siswa digunakan sebagai dasar dalam pengembangan bahan ajar berbasis RME dengan AR pada materi bangun ruang sisi lengkung yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

b. Analisis Kurikulum

Tahap analisis kurikulum dilakukan untuk memastikan bahwa e-modul yang dikembangkan sesuai dengan prinsip dan standar Kurikulum Merdeka yang diterapkan di sekolah. Dalam proses ini, peneliti mengkaji Capaian Pembelajaran (CP), Profil Pelajar Pancasila, serta struktur pembelajaran yang berorientasi pada pengembangan kompetensi dan karakter peserta didik.

3.2.2 Tahap Desain (*Design*)

Setelah Tahap analisis kebutuhan, peneliti merancang bahan ajar sesuai dengan hasil analisis kebutuhan. Berikut langkah penyusunan bahan ajar :

- a. Menyiapkan referensi buku yang berkaitan dengan materi.
- b. Menyusun instrument soal yang sesuai dengan kebutuhan kurikulum.
- c. Memilih format yang sesuai untuk merancang produk.

3.2.3 Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap ini, produk dikembangkan sesuai dengan desain yang telah dirancang. Kemudian produk di validasi oleh tenaga ahli untuk menilai produk dan mengevaluasi produk peneliti.

a. Validasi ahli materi

Pada tahap ini bahan ajar yang dikembangkan peneliti divalidasi oleh 2 orang dosen dibidang matematika untuk mengetahui kelayakan materi yang dikembangkan peneliti pada bahan ajar.

b. Validasi ahli media

Pada tahap ini bahan ajar yang dikembangkan oleh peneliti divalidasi oleh 2 orang dosen yang ahli dibidang media, tujuan dari validasi ini untuk mengkaji tentang penyajian dan kesesuaian bahasa yang digunakan untuk mengembangkan bahan ajar berbasis RME dengan AR.

c. Revisi Produk

Pada tahap ini produk yang telah divalidasi oleh ahli di analisis berdasarkan saran dan perbaikan sebelum diimplementasikan pada kegiatan pembelajaran sehingga produk dinyatakan valid dan layak.

3.2.4 Tahap Uji Coba (*implementation*)

Pada tahap ini, bahan ajar yang sudah divalidasi oleh ahli dan telah dinyatakan valid dan layak kemudian bahan ajar tersebut di uji cobakan kepada responden. Uji coba lapangan dilakukan di SMP Muhammadiyah At-Tanwir Metro. Tujuan dari uji coba pemakaian ini untuk mengetahui kevalidan pembelajaran dengan bahan ajar berbasis RME dengan AR pada materi bangun ruang sisi lengkungian. Sampel terdiri dari satu kelas eksperimen dan satu kelas Kontrol. Uji coba dilakukan dua tahap, yaitu uji coba lapangan awal (kelompok kecil) yaitu dengan menggunakan 6 siswa kelas IX selain kelas kontrol dan eksperimen dengan 2 siswa karakteristik kemampuan sedang, 2 siswa kemampuan tinggi dan 2 siswa kemampuan rendah. Hasil kepraktisan angket siswa ini dijadikan acuan sebagai evaluasi sebelum uji coba kelompok besar. Uji coba kelompok besar bertujuan untuk mengetahui efektivitas pembelajaran dengan modul matematika berbasis RME dengan AR guna meningkatkan pemahaman konsep siswa.

3.2.5 Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Setelah tahap implementasi, bahan ajar yang dikembangkan oleh peneliti di evaluasi untuk mengetahui pengaruh bahan ajar berbasis RME dengan AR terhadap hasil belajar siswa. Evaluasi juga dilakukan disetiap tahap pengembangan.

a. Tahap Analisis

Peneliti bersama dosen pembimbing mendiskusikan analisis kebutuhan.

b. Tahap Desain

Peneliti bersama dosen pembimbing mendiskusikan desain yang sesuai untuk bahan ajar berbasis RME dengan AR

c. Tahap Pengembangan

Peneliti mengevaluasi bahan ajar sesuai dengan hasil validasi oleh ahli.

d. Evaluasi pada tahap implementasi

Pada tahap evaluasi ini dilakukan berdasarkan hasil kepraktisan dan keefektifan bahan ajar yang berbasis RME dengan AR untuk meningkatkan kemampuan konsep bangun ruang sisi lengkung.

3.3 Tempat, Waktu, dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMP Muhammadiyah At-Tanwir Metro pada tahun ajaran 2025. Subjek Penelitian ini terdiri dari subjek pendahuluan, tim ahli dan pengguna produk yaitu peserta didik SMP Muhammadiyah At-Tanwir Metro.

Subjek pendahuluan, tim ahli dan pengguna produkyang dipilih berdasarkan kualifikasi sebagai berikut:

- a. Subjek pendahuluan, subjek pendahuluan dalam penelitian ini adalah satu orang guru matematika dan 1 kelas siswa SMP Muhammadiyah At-Tanwir Metro, yang menjadi narasumber serta bahan observasi.
- b. Ahli materi memiliki latar pendidikan pada bidang keahliannya.
- c. Ahli media yang menguasai teknologi pendidikan pada bidang keahliannya.
- d. Peserta didik pengguna produk bahan ajar berbasis RME dengan AR pada materi bangun ruang sisi lengkung yaitu 1 kelas siswa di SMP Muhammadiyah At-Tanwir Metro.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian yaitu :

1. Wawancara

Wawancara digunakan untuk mendapatkan informasi terkait keadaan proses pembelajaran. Wawancara pada penelitian ini dilakukan dengan guru matematika di kelas VII SMP Muhammadiyah AT-Tanwir Metro.

2. Angket

Teknik pengumpulan data berupa lembar validasi lembar validasi ahli. Lembar Validasi Ahli digunakan untuk mengukur kelayakan bahan ajar dari berbagai aspek. Validasi dilakukan oleh:

- a. Ahli materi, untuk memastikan ketepatan dan relevansi isi bahan ajar.

- b. Ahli media, untuk menilai desain, fungsi, dan keefektifan penggunaan media AR.

3. Tes

Lembar tes digunakan untuk mengukur efektivitas bahan ajar yang telah dikembangkan. Tes ini terdiri dari:

- a. Tes awal (pretest): Mengukur pemahaman awal siswa terhadap konsep bangun ruang sisi lengkung sebelum menggunakan bahan ajar.
- b. Tes akhir (posttest): Mengukur pemahaman siswa setelah menggunakan bahan ajar untuk menilai peningkatan belajar.

4. Dokumentasi

Pengumpulan dokumen pendukung seperti silabus, RPP, dan hasil kerja siswa untuk memperkuat analisis data.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini disesuaikan dengan teknik pengumpulan data yang diterapkan pada setiap tahapan penelitian, yaitu sebagai berikut.

3.5.1 Lembar wawancara

Instrumen ini berbentuk lembar pertanyaan yang ditujukan pada guru matematika di SMP Muhammadiyah At-Tanwir Metro. Kisi-kisi instrumen wawancara yang digunakan peneliti pada wawancara dapat dilihat berdasarkan Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Kisi-Kisi Instrumen Wawancara

No.	Kisi-Kisi Pertanyaan	Butir Pertanyaan
1.	Model pembelajaran	1,2
2.	Bahan ajar yang digunakan	3,4
3.	Hasil belajar siswa	5,6
4.	Penggunaan teknologi saat pembelajaran	7,8
	Jumlah	8

3.5.2 Angket

Terdapat dua instrumen validasi yaitu validasi ahli materi dan validasi ahli media. Proses validasi dilakukan berdasarkan kisi-kisi instrumen yang telah disusun. Kisi-kisi tersebut digunakan sebagai pedoman bagi ahli materi dalam memberikan evaluasi terhadap bahan ajar yang dikembangkan. Jenis angket dan fungsinya dapat dijelaskan sebagai berikut:

a) Angket Validasi Ahli Materi

Validasi materi ini dilakukan oleh dua orang dosen dibidang matematika untuk mengetahui kelayakan materi yang dikembangkan peneliti pada bahan ajar. Penilaian ini berupa saran dan kritik untuk menyempurnakan bahan ajar yang dikembangkan oleh peneliti. Validasi ahli materi ini disusun berdasarkan Tabel 3.2

Tabel 3.2. Kisi-Kisi Validasi Materi

No	Aspek Penilaian	Butir Pertanyaan
1.	Kesesuaian Materi dengan Kurikulum	1
2.	Kelengkapan Materi	2
3.	Penyajian Konsep Bangun Ruang Sisi Lengkung	3
4.	Keterkaitan dengan Kehidupan Sehari-har	4
5.	Penerapan Pendekatan RME	5
6.	Integrasi Teknologi <i>Augmented Reality</i> (AR)	6
7.	Keseluruhan Struktur dan Penyajian Materi	7
8.	Konsep yang disampaikan benar dan sesuai kaidah matematika.	8
Jumlah		8

b) Angket validasi Ahli Media

Validasi materi ini dilakukan oleh dua orang dosen dibidang media untuk mengetahui kelayakan dan kevalidan bahan ajar yang dikembangkan peneliti. Penilaian ini berupa saran dan kritik untuk menyempurnakan bahan ajar yang dikembangkan oleh peneliti. Instrument aspek validasi ini meliputi, Kualitas Visual Media, Keterpaduan Media dengan Materi, Kesesuaian dengan Tujuan Pembelajaran, Desain dan Tata Letak, Keberagaman Media yang Digunakan, Keterjangkauan dan Kesesuaian Teknologi.

Validasi ahli media ini disusun berdasarkan Tabel 3.3

Tabel 3.3. Kisi-Kisi Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Butir Pertanyaan
1.	Kualitas Visual Media	1
2.	Keterpaduan Media dengan Materi	2
3.	Kesesuaian dengan Tujuan Pembelajaran	3
4.	Kualitas Suara dan Audio (Jika Ada)	4
5.	Desain dan Tata Letak	5
6.	Keberagaman Media yang Digunakan	6
7.	Keterjangkauan dan Kesesuaian Teknologi	7
Jumlah		7

- c. Lembar Angket Respon siswa dan guru

Lembar ini berfungsi untuk mengetahui respond guru dan siswa terhadap kepraktisan bahan ajar yang dikembangkan peneliti di SMP Muhammadiyah At-Tanwir Metro. Kisi-kisi Lembar Angket Respon siswa dan guru dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan 3.4.

Tabel 3.4. Kisi-Kisi Responden Guru

No.	Kisi-kisi pertanyaan	Butir Pertanyaan
1	Kemudahan akses dan kemenarikan produk	1,2,3,4
2	Keterbacaan penulisan	5,6
3	Pedekatan konsep RME dengan AR pada materi yang diajarkan	7,8,9,10
Jumlah		10

Tabel 3.5. Kisi-Kisi Responden Siswa

No.	Kisi-kisi pertanyaan	Butir Pertanyaan
1	Kemudahan akses dan kemenarikan produk	1,2,3,4,5,6
2	Kebermanfaatan produk	7,8,9,10
Jumlah		10

3.5.3 Instrumen Tes

Instrument ini berupa tes yang terdiri dari 5 soal esai yang di dalamnya memuat indikator pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung. Berdasarkan indikator kemudian susun kisi-kisi tes seperti Tabel 3.6

Tabel 3.6. Kisi-Kisi Tes

No	Indikator	Butir Pertanyaan
1.	Menjelaskan dan menyatakan kembali konsep bangun ruang sisi lengkung berdasarkan objek kontekstual.	1
2.	Mengidentifikasi ciri-ciri bangun ruang sisi lengkung melalui pengamatan objek nyata/AR.	2
3.	Merepresentasikan bangun ruang sisi lengkung dalam bentuk gambar/sketsa matematis.	3
4.	Menggunakan prosedur matematis untuk menghitung volume bangun ruang sisi lengkung.	4
5.	Menerapkan konsep bangun ruang sisi lengkung untuk menyelesaikan masalah kontekstual.	5
Jumlah		5

a) Uji Validitas

Kesahihan suatu instrumen, seperti tes, dapat diukur melalui validitas. Dalam penelitian ini, peneliti fokus pada validitas empiris untuk memastikan bahwa soal-soal tes sesuai dengan materi pembelajaran. Penilaian validitas ini meliputi, kesesuaian isi instrument tes dengan kisi-kisi instrument tes dan penggunaan bahasa yang digunakan pada instrument tes dengan rumus sebagai berikut (Arikunto, 2013).

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Keterangan

r_{xy} : koefesien korelasi antara X dan Y

N : Jumlah Siswa

$\sum X$: jumlah skor siswa pada setiap butir soal

ΣY : jumlah hasil perkalian skor siswa pada setiap butir soal dengan total skor setiap siswa

ΣXY : jumlah hasil perkalian skor siswa pada setiap butir soal dengan total skor pada siswa

Tabel 3.7. Interpretasi Koefesien Validasi

Koefesien validitas	Interpretasi
$0,00 < r_{xy} < 0,20$	Sangat tidak valid
$0,20 \leq r_{xy} < 0,40$	Tidak Valid
$0,40 \leq r_{xy} < 0,60$	Cukup Valid
$0,60 \leq r_{xy} < 0,80$	Valid
$0,80 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Valid

(Arikunto, 2013).

Berikut hasil perhitungan validitas dengan SPSS pada Tabel 3.8

Tabel 3.8. Validitas Butir Soal

Nomor soal	Nilai Validitas	r_{tabel}	Keterangan
1	0,713	0,396	Valid
2	0,410	0,396	Valid
3	0,652	0,396	Valid
4	0,712	0,396	Valid
5	0,849	0,396	Valid

Berdasarkan data Tabel 3.8. diatas nilai validitas setiap butir soal yang merupakan lebih besar dari r_{tabel} yaitu 0,396 sehingga dinyatakan valid dan dapat digunakan pada penelitian.

b) Uji Reliabilitas

Setelah melakukan uji validitas, langkah berikutnya peneliti melakukan uji reliabilitas untuk mengukur instrument yang digunakan. Uji reliabilitas dilakukan dengan rumus berikut:

$$r_{11} = \left[\frac{n}{n - 1} \right] \left[1 - \left[\frac{\sum S_i^2}{S_i^2} \right] \right]$$

Keterangan

rtt : koefisisien reliabilitas yang dicari

n : Banyaknya butir soal

$\sum S_i^2$: Jumlah varian skor dari tiap-tiap butir soal

S_i^2 : Varian total skor, untuk mencarinya menggunakan rumus

$$S_i^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}}{N}$$

Keterangan

S_i^2 : Varians skor total

$(\sum X)^2$: jumlah kuadrat total skor

$\sum X^2$: Jumlah total skor yang dijumlahkan

N : Banyaknya subjek

Tabel 3.9. Interpretasi Nilai Realibilitas

Koefesien validitas	Interpretasi
$0,00 < r_{xy} < 0,20$	Sangat Rendah
$0,20 \leq r_{xy} < 0,40$	Rendah
$0,40 \leq r_{xy} < 0,60$	Cukup
$0,60 \leq r_{xy} < 0,80$	Tinggi
$0,80 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Tinggi

(Sugiyono, 2017)

Hasil uji reliabilitas soal diperoleh informasi bahwa *Cronbach's Alpha* 0,782 termasuk reliable sehingga instrumen soal dapat digunakan untuk mengukur tingkat pemahaman konsep peserta didik.

c) Daya Pembeda

Daya pembeda butir soal adalah kemampuan suatu butir soal untuk membedakan antara peserta didik yang berkemampuan tinggi dengan peserta didik yang berkemampuan rendah. Untuk menghitung indeks daya pembeda butir soal, nilai yang diperoleh peserta didik pada uji coba terlebih dahulu diurutkan dari peserta didik yang memperoleh nilai tertinggi sampai peserta didik yang memperoleh nilai terendah. Kemudian diambil 27% peserta didik

yang memperoleh nilai tertinggi (disebut kelompok atas) dan 27% peserta didik yang memperoleh nilai terendah 37 (disebut kelompok bawah). Menurut Lestari & Yudhanegara (2017), untuk menghitung indeks daya pembeda (DP) digunakan rumus sebagai berikut.

$$DP = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{SMI}$$

Keterangan

\bar{X}_A : rata- rata kelompok atas

\bar{X}_B : rata – rata kelompok bawah

SMI : skor maksimum ideal

Selanjutnya menginterpretasikan besarnya nilai koefesien sebagai berikut.

Tabel 3.10. Interpretasikan Indeks Daya Pembeda

Indeks Daya Pembeda	Kriteria
$DP < 0,00$	Sangat Buruk
$0,01 \leq DP < 0,20$	Buruk
$0,20 \leq DP < 0,40$	Cukup
$0,40 \leq DP < 0,70$	Baik
$0,70 \leq DP \leq 1,00$	Sangat Baik

(Lestari & Yudhanegara 2017)

Hasil uji daya pembeda dapat dilihat pada Tabel 3.11

Tabel 3.11. Hasil Daya Pembeda

Nomor Soal	Tingkat Kesungkaran	Keterangan
1	0,454	Baik
2	0,263	Cukup
3	0,370	Cukup
4	0,543	Baik
5	0,797	Sangat Baik

Dari data Tabel 3.11 menunjukkan nilai daya beda setiap butir soal cukup baik, baik dan sangat baik.

d) Tingakat Kesungkaran

Tingkat kesukaran digunakan untuk menentukan derajat kesukaran suatu butir soal. Bermutu atau tidaknya butir-butir soal dapat diketahui dari derajat kesukaran yang dimiliki oleh masing-masing butir soal tersebut. Menurut Sudijono (2008), untuk menghitung koefisien tingkat kesukaran (TK) digunakan rumus:

$$IK = \frac{\bar{X}}{SMI}$$

Keterangan

IK : Indeks Kesungkaran

\bar{X} : Rata-rata skor jawaban siswa pada suatu butir soal

SMI : Skor maksimum ideal

Interpretasi koefisien tingkat kesukaran menurut Sudijono (2008), disajikan pada Tabel 3.12

Tabel 3.12. Interpretasi Koefisien Tingkat Kesukaran

Koefisian (TK)	Interpretasi
$0,00 \leq TK < 0,15$	Sangat Sukar
$0,15 \leq TK < 0,30$	Sukar
$0,30 \leq TK < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq TK < 0,85$	Mudah
$0,85 \leq TK \leq 1,00$	Sangat mudah

Hasil analisis uji tingkat kesukaran dapat dilihat pada Tabel 3.13

Tabel 3.13. Tingkat Kesungkaran

Nomor Soal	Tingkat Kesungkaran	Keterangan
1	0,62	Sedang
2	0,48	Sedang
3	0,57	Sedang
4	0,58	Sedang
5	0,39	Sedang

Berdarkan hasil analisis menunjukkan jika setiap butir soal instrument tes pemahaman konsep matematis memiliki tingkat kesungkaran yang sedang.

Tabel 3.14. Uji Butir Soal Tes Pemahaman Konsep

No Soal	Validitas	Reliabilitas	Tingkat Kesungkaran	Daya Pembeda	Keterangan
1	Valid		Sedang	Baik	Digunakan
2	Valid		Sedang	Cukup	Digunakan
3	Valid	Reliable	Sedang	Cukup	Digunakan
4	Valid		Sedang	Baik	Digunakan
5	Valid		Sedang	Sangat Baik	Digunakan

3.6 Teknik Analisis Data

Rangkaian analisa data dilakukan langkah sebagai berikut:

a. Analisis kevalidan

Uji Validan pengembangan bahan ajar matematika berbasis RME dengan AR pada materi bangun ruang sisi lengkung dilakukan dengan lembar validasi ahli materi dan ahli media. Data tersebut diukur dengan angket skala *Likert*. Kemudia skor yang diperoleh dihitung dengan rumus:

$$\text{skor penilaian} = \frac{(X - N)}{(M - N)}$$

Keterangan :

X : Jumlah Skor Hasil Penilaian

N : Skor Minimum

M : Maksimum Jumlah Skor

(Arikunto, 2013)

Skor yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria sebagai berikut

Tabel 3.15. Interpretasi Interval Skor Kevalidan

Interval Skor	Keterangan
$0,20 \leq P < 0,40$	Kurang Valid
$0,40 \leq P < 0,60$	Cukup Valid
$0,60 \leq P < 0,80$	Valid
$0,80 \leq P < 1,00$	Sangat Valid

b. Analisis Kepraktisan

Analisis kepraktisan bertujuan untuk menilai kemudahan penggunaan dan implementasi bahan ajar matematika berbasis RME dengan AR yang

meningkatkan pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung. berikut rumus yang digunakan.

$$\text{skor penilaian} = \frac{(X - N)}{(M - N)}$$

Keterangan:

X : Jumlah Skor Hasil Penilaian

N : Minimum Jumlah Skor

M : Maksimum Jumlah Skor

Skor yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 3.16. Interpretasi Interval Skor Kepraktisan

Interval Skor	Keterangan
$0,20 \leq P < 0,40$	Tidak Praktis
$0,40 \leq P < 0,60$	Kurang Praktis
$0,60 \leq P < 0,80$	Praktis
$0,80 \leq P < 1,00$	Sangat Praktis

(Rochaety, 2019)

c. Uji efektivitas

Setelah melalui tahap pengembangan, rancangan bahan ajar yang telah dinyatakan layak kemudian diujicobakan kepada peserta didik dalam proses pembelajaran. Uji coba ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi efektivitas bahan ajar dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. Proses uji coba melibatkan beberapa tahapan, di antaranya adalah pengumpulan data melalui *pretest* dan *posttest*. *Pretest* diberikan kepada peserta didik sebelum mereka mempelajari materi dengan bahan ajar yang dikembangkan, sedangkan *posttest* dilakukan setelah pembelajaran selesai. Hal ini dimaksudkan untuk membandingkan tingkat pemahaman awal dengan hasil belajar setelah pembelajaran berlangsung. Namun sebelum itu dilakukan uji normalitas dan homogenitas pada uji prasyarat.

d. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui distribusi data normal atau tidak. Data yang diujikan berupa nilai hasil *pretest* dan *posttest*. Uji normalitas digunakan dengan uji statistik apabila berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan statistik parametrik dengan bantuan program SPSS. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan metode *Shapiro Wilk* dengan taraf signifikansi 5%. Hipotesis yang diajukan untuk uji normalitas adalah sebagai berikut.

H_0 : Data berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal

Pengambilan keputusan dari uji normalitas berdasarkan ketentuan, yaitu

1) jika nilai $sig > 0,05$ maka H_0 diterima, yang berarti sampel data berdistribusi normal; 2) jika nilai $sig < 0,05$ maka H_0 ditolak, yang berarti sampel data tidak berdistribusi normal. Hasil uji normalitas *posstest* yang telah dilakukan melalui SPSS disajikan pada Tabel 3.17.

Tabel 3.17. Hasil Uji Normalitas *posttest*

Data	Kelas	Shapiro-Wilk			Keputusan
		Statistic	Df	Sig	
<i>Posttest</i>	Eksperimen	0,941	25	0,119	H_0 diterima
	Kontrol	0,934	25	0,171	H_0 diterima

Berdasarkan Tabel 3.17 menunjukkan jika data *posstest* memiliki jika nilai Sig. $\geq 0,05$ maka H_0 diterima. Dengan demikian, data *posstest* kelas eksperimen dan data *posstest* kelas kontrol berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

e. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah kedua kelompok data memiliki varians yang homogen. Uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji *Levene's Test* dengan taraf signifikansi 5%. Uji homogenitas dilakukan menggunakan software SPSS. Hipotesis yang diajukan dalam uji homogenitas ini adalah sebagai berikut.

H_0 : Data berasal dari populasi yang homogen

H_1 : Data tidak berasal dari populasi yang homogen

Kriteria pengujian hipotesis ini adalah H_0 diterima apabila nilai signifikasi yang diperoleh $\geq \alpha (0,05)$ dalam arti data homogen dan H_0 ditolak apabila nilai signifikasi yang diperoleh $< \alpha (0,05)$ dalam arti data tidak homogen. Hasil uji homogenitas *posttest* yang telah dilakukan melalui SPSS disajikan pada Tabel 3.18.

Tabel 3.18. Hasil Uji Homogenitas

Data	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Keputusan
<i>Posttest</i>	0,070	1	48	0,155	H_0 diterima

Berdasarkan Tabel 3.18 menunjukkan jika data *posttest* memiliki nilai Sig. $\geq 0,05$ maka H_0 diterima. Dengan demikian, data *posttest* kelas eksperimen dan data *posttest* kelas kontrol berasal dari populasi yang homogen.

f. Uji hipotesis

Uji hipotesis yang dilakukan pada penelitian ini bergantung pada hasil uji normalitas dan uji homogenitas sebelumnya.

1. Uji T

Uji paired sample t-test adalah salah satu metode statistik yang termasuk dalam uji hipotesis komparatif atau uji perbandingan yang memiliki data berdistribusi normal dan homogen (Sugiyono, 2017).

Uji hipotesis yang dilakukan adalah:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$: Tidak ada perbedaan kemampuan pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung yang menggunakan modul matematika berbasis RME dengan AR dengan yang tidak menggunakan modul matematika berbasis RME dengan AR.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$: Ada perbedaan kemampuan pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung yang menggunakan modul matematika berbasis RME

dengan AR dengan yang tidak menggunakan modul matematika berbasis RME dengan AR.

Rumus uji t menurut (Budiyono, 2016) adalah:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Keterangan:

\bar{X}_1 dan \bar{X}_2 : Rata-rata dari masing-masing kelompok

S_1^2 dan S_2^2 : Varians dari masing-masing kelompok

n_1 dan n_2 : Jumlah sampel dari masing-masing kelompok

S_p : Standar deviasi gabungan dari kedua kelompok, dengan rumus:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Proses perhitungan uji t dengan taraf signifikan 0,05 ($t_{tabel} = t_{(1-\alpha)(n_1+n_2-2)}$) yang diperoleh dari tabel distribusi t. kriteria pengambilan keputusan adalah H_0 diterima apabila nilai $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ dan menyimpulkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara rata-rata kedua kelompok dan H_0 ditolak apabila $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ dan menyimpulkan bahwa ada perbedaan signifikan antara rata-rata kedua kelompok. Hasil uji t *posttest* yang telah dilakukan melalui SPSS disajikan pada Tabel 3.19.

Tabel 3.19. Hasil Uji t

Data	T	Df	Sig.	Keputusan
<i>Posttest</i>	1,916	48	0,001	H_0 ditolak

Berdasarkan Tabel 3.19 menunjukkan jika data *posttest* memiliki $\text{Sig.} < 0,05$ maka H_0 ditolak dalam arti ada perbedaan rata-rata peningkatan kemampuan akhir (*posttest*) pemahaman konsep matematika dengan menggunakan modul matematika berbasis *realistic mathematics education* dengan *augmented reality*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan peneliti dapat disimpulkan bahwa:

1. Modul matematika yang berbasis *realistic mathematics education* dengan *augmented reality augmented reality* untuk meningkatkan pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung yang dikembangkan peneliti dinyatakan valid setelah divalidasi oleh ahli media dan ahli materi, kemudian berdasarkan hasil responden siswa dan guru modul yang dikembangkan peneliti dinyatakan praktis.
2. Pengembangan Modul matematika yang berbasis *realistic mathematics education* dengan *augmented reality augmented reality* efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep bangun ruang sisi lengkung. hal ini berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan peneliti yang kemudian dianalisis dengan SPSS kemudian didapatkan hasil perbedaan nilai rata-rata bahwa kelas eksperimen memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi dari kelas Kontrol.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan peneliti memiliki beberapa saran yaitu:

1. Pada penelitian ini, peneliti hanya mengembangkan produk bangun ruang sisi lengkung. Disarankan untuk mengembangkan modul matematika yang berbasis RME dengan AR pada lingkup materi lain yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa disekolah.
2. Penulis menyarankan siswa dapat menggunakan modul berbasis RME dengan AR sebagai sumber tambahan belajar karena diharapkan dapat memperkuat pemahaman konsep melalui visualisasi objek nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- A, Komarudin. (2025). Integrasi Augmented Reality dalam Pembelajaran Matematika: Tinjauan Teoretis Pendekatan Kognitif dan Visualisasi Spasial. *Jurnal Axioma : Jurnal Matematika dan Pembelajaran*, 10(2), 26–36. <https://doi.org/10.56013/axi.v10i2.4298>
- Adrian, Q. J., Ambarwari, A., & Lubis, M. (2020). Perancangan Buku Elektronik Pada Pelajaran Matematika Bangun Ruang Sekolah Dasar Berbasis Augmented Reality. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 11(1), 171–176. <https://doi.org/10.24176/simet.v11i1.3842>
- Agustini, W. A., & Fitriani, N. (2021). Analisis kesulitan siswa smp pada materi bangun ruang sisi lengkung. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 4(1), 91-96.
- Anugrah, A., & Pujiastuti, H. (2020). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal HOTS Bangun Ruang Sisi Lengkung. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 213. <https://doi.org/10.36709/jpm.v11i2.11897>
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Bela, M. E., Wewe, M., & Lengi, S. (2021). Pengembangan Modul Matematika Materi Aritmatika Sosial Berbasis Pendekatan Saintifik Untuk Siswa Kelas VII SMP. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 391–400. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.461>
- Budiyono. (2016). *Statistika Untuk Penelitian*. Surakarta: UNS Press.
- Chofifah, N., Sesanti, N. R., & Rahayu, S. (2024). Media Pembelajaran Arba (Augmented Reality Berbasis Assemblr Edu) Dengan Pendekatan Realistic Mathematics Education (RME) Pada Materi Bangun Ruang Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 2(8), 521-532.
- Dewi, dkk,. (2022). Efektivitas Penerapan Media Pembelajaran Digital Assemblr Edu Pada Mata Pelajaran Matematika Di Smk Negeri 4 Denpasar. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Widya Mahadi*, 2(2), 98–109. <https://doi.org/10.59672/widyamahadi.v2i2.1961>

- Febriana, R. F. (2023). Implementasi pendekatan RME untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 73–86.
- Febriyani, A., & Hakim, A. R. (2022). Peran Disposisi Matematis terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1).
- Gazali, R. Y. (2016). Pengembangan bahan ajar matematika untuk siswa SMP berdasarkan teori belajar ausubel. *PYTHAGORAS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 182. <https://doi.org/10.21831/pg.v11i2.10644>
- Gea, K. M., Rangkuti, Y. M., & Minarni, A. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Digital Berbasis RME untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik dan Kemandirian Belajar Siswa SMP Gajah Mada Medan. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 06(02).
- Greyling, L. E., Huntley, B., Reedy, K., & Rogaten, J. (2020). Improving distance learning mathematics modules in South Africa: A learning design perspective. *South African Journal of Higher Education*, 34(3). <https://doi.org/10.20853/34-3-3358>
- Hidayat, R., & Wardat, Y. (2024). A systematic review of Augmented Reality in Science, Technology, Engineering and Mathematics education. *Education and Information Technologies*, 29(8), 9257–9282. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12157-x>
- Ikashaum, F., Sulastri, W., & Azizah, I. N. (2022). Contextual Mathematics Teaching Materials: Flipbook, Liveworksheet, Youtube. *Edumatica : Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(01), 1–10. <https://doi.org/10.22437/edumatica.v12i01.15686>
- Irmawati, I., Baktiar, M., & Hutapea, B. (2023). Pemanfaatan E-Modul Bahan Ajar Berbasis Aplikasi Canva pada Prodi Pendidikan Matematika dalam Proses Pembelajaran Jarak Jauh. *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*, 3(01), 145–152. <https://doi.org/10.47709/jpsk.v3i01.2738>
- Islamiya, I., Iriani, D., & Novferma, N. (2024). Pengembangan Buku Saku Matematika Berbasis Augmented Reality Menggunakan Pjbl Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematis. *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik*, 5(1), 90–99. <https://doi.org/10.33365/ji-mr.v5i1.5068>
- Junaedi, Y., Anwar, S., & Hilmi, Y. (2024). *Pengembangan Bahan Ajar Digital Augmented Reality berbasis Ethno-RME Kebudayaan Suku Baduy dalam Optimasi Kemampuan Literasi Matematis Siswa*. 17.
- Kusumanegara, J. (2022). *Analisis Media Video Pembelajaran Menggunakan Aplikasi Canva Dalam Pembelajaran Bangun Datar Di Sekolah Dasar*.

- Lestari, K.E., dan Yudhanegara, M. R. (2017). *Penelitian Pendidikan Matematika*. Bandung: Refika Aditama.
- Listiawan, T., & Antoni, A. (2021). Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis augmented reality (AR) pada materi transformasi geometri. ... *Dan Pembelajaran Matematika*, Query date: 2024-04-27 03:37:12. <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/2461283>
- Marasabessy, R., Hasanah, A., & Juandi, D. (2021). *Bangun Ruang Sisi Lengkung dan Permasalahannya dalam Pembelajaran Matematika: Suatu Kajian Pustaka*. 4(1).
- Mardian, Z., Defit, S., & Sumijan, S. (2023). Implementasi Augmented Reality Berbasis Android sebagai Media Pembelajaran Matematika Dimensi Tiga. *Jambura Journal of Informatics*, Query date: 2024-04-27 03:37:12. <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jji/article/view/19361>
- Mawati, M. K. (2023). Development Of Curved Side Space Module To Improve Ability In Understanding Mathematics Concepts. *Afore: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 76-90.
- Muzakkir, Zulnaidi, H., & Abd Rauf, R. A. (2024). Mathematics module based on STEAM and Quranic approach: A study for student's perception. *Journal on Mathematics Education*, 15(2), 363–384. <https://doi.org/10.22342/jme.v15i2.pp363-384>
- Nengsih, S. R. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Window Shoping Dalam Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa Pada Materi Bangun Ruang Sisi Lengkung. *Jurnal AlphaEuclidEdu*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.26418/ja.v3i1.55173>
- Nisa, U. K., Gusti, V. Y. K., & Nadiyyah, K. (2024). Pengembangan Media Konkret Berbasis RME Pada Pembelajaran Bangun Ruang. *Journal of Science and Social Research*, 7(1), 368-377.
- Nurani, M., Riyadi, R., & Subanti, S. (2021). Profil Pemahaman Konsep Matematika Ditinjau Dari Self Efficacy. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(1), 284. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i1.3388>
- Nurhidayat, M. F., & Asikin, M. (2021). *Bahan Ajar Berbasis STEM dalam Pembelajaran Matematika: Potensi dan Metode Pengembangan*. 4.
- Oktavia, L., Ah, N. I., & Agustina, Lady. (2024). *Pengembangan Lkpd Berbasis Rme Dengan Pendekatan Etnomatematika Pada Materi Garis Dan Sudut*. 7(2).

- Pujianti, A. (2025). *Penerapan Media Pembelajaran Augmented Reality (AR) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar*. 1(1).
- Puspita, V. C., Rahayuningsih, S., & Imanah, U. N. (2025). *Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif berbasis Augmented Reality untuk Mendukung Pemahaman Konsep Materi Trigonometri*. 2(4).
- Putra, R. W. Y., Sutiarso, S., & Nurhanurawati, N. (2024). Using the realistic mathematics education (RME) approach with scaffolding to enhance mathematical representation ability. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 15(2), 535–546. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v15i2.24560>
- Pratiwi, N. K. A., & Jayanta, I. N. L. (2023). *Elementary School Science Skills Practical Digital Teaching Module*. *Jurnal Edutech Undiksha*, 11(2), 240–250. <https://doi.org/10.23887/jeu.v11i2.61524>
- S Sanjaya, M. T. T., & Sulistyani, N. (2023). Pengembangan Modul Ajar pada Materi Persamaan dan Pertidaksamaan Linear Satu Variabel yang Memenuhi Kriteria Validitas dan Ditinjau dari Kemampuan Problem Solving dan Disposisi. *Mathematical Proceedings of The Widya Mandira Catholic University*, 1(1), 167-178.
- Sara, J. A., & Danawak, Y. (2021). *Kajian Media Pembelajaran Augmented Reality (Ar) Dalam Pembelajaran Bangun Ruang*. Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Sains.
- Sari, P. P., & Amir Mz, Z. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Model Pembelajaran Realistic Mathematic Education (RME) Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *JURING (Journal for Research in Mathematics Learning)*, 4(3), 269. <https://doi.org/10.24014/juring.v4i3.14024>
- Sari, D. P., Fadiana, M., & Sumadi, S. (2024). Pembelajaran Realistic Mathematics Education (RME) Terhadap Pemahaman Konsep Matematika Siswa. *J-PiMat : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 1151–1160. <https://doi.org/10.31932/j-pimat.v6i1.3428>
- Setiani, N., & Roza, Y. (2022). Analisis Kemampuan Siswa Dalam Pemahaman Konsep Matematis Materi Peluang Pada Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 06(02).
- Siregar, S. L. A., Mulyono, M., & Surya, E. (2023). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis RME Berbantuan Macromedia Flash untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dan Self-Efficacy Siswa. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 223–239. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i1.1973>
- Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif dan RnD. *Alfabeta*.

- Suprana, E., & Farida, N. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis Etnomatematika pada Materi Geometri Transformasi. *Journal of Mathematics Education*, 1(1).
- Susanti, N. K. E., Asrin, A., & Khair, B. N. (2021). Analisis tingkat pemahaman konsep IPA siswa kelas V SDN Gugus V Kecamatan Cakranegara. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 6(4), 686–690. <https://doi.org/10.29303/jipp.v6i4.317>
- Suyono, & Hariyanto. (2016). *Belajar dan pembelajaran: Teori dan konsep dasar*. Remaja Rosdakarya.
- Syahida, E., Suprakarti, S., & Hadiyan, A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika menggunakan Smartphone Berbasis Android dengan Teknologi Augmented Reality pada Materi Sistem Koordinat Kelas VIII SMP. *Prosiding Konferensi Nasional Penelitian Matematika dan Pembelajarannya*, 72-84..
- Triswidrananta, O. D., Pramudhita, A. N., & Wijaya, E. M. S. (2024). Game Edukasi Augmented Reality Berbasis Rme (Realistic Mathematics Education) Untuk Meningkatkan Computational Thinking Siswa. *Inteligensi : Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(1), 168–179. <https://doi.org/10.33366/ilg.v7i1.5907>
- Widana, I. W. (2021). Realistic Mathematics Education (RME) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa di Indonesia. *Jurnal Elemen*, 7(2), 450–462. <https://doi.org/10.29408/jel.v7i2.3744>
- Yanala, N. C., Uno, H. B., & Kaluku, A. (2021). Analisis Pemahaman Konsep Matematika pada Materi Operasi Bilangan Bulat di SMP Negeri 4 Gorontalo. *Jambura Journal of Mathematics Education*, 2(2), 50–58. <https://doi.org/10.34312/jmathedu.v2i2.10993>
- Yanti, F., Nurva, M. S., & Fikriani, T. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Realistic Mathematic Education (RME) untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis Peserta Didik. *Edukatif : Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 1743–1751. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i2.2132>
- Yulianti, R., & Soebagyo, J. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis Matematika Terapan pada Materi Matriks. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(3), 2270–2284. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.811>