

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Berkembangnya globalisasi dan meningkatnya kebutuhan teknologi pada abad ke-21 menuntut dunia pendidikan untuk terus beradaptasi dengan menggunakan teknologi digital pada era Revolusi Industri 5.0. Teknologi tidak lagi hanya berperan sebagai alat bantu tambahan, tetapi telah menjadi media utama yang mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih interaktif, kontekstual, dan menyenangkan. Dalam pembelajaran matematika, berbagai penelitian lima tahun terakhir menunjukkan bahwa integrasi teknologi mampu meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan representasi, serta motivasi belajar siswa, asalkan digunakan secara tepat dan terarah (Wahyuni, 2025).

Menurut Saputra & Riski (2024) pembelajaran matematika terkhusus materi bangun ruang, siswa sering mengalami kesulitan memahami dan membayangkan bentuk bangun ruang tiga dimensi melalui gambar dua dimensi yang ada pada buku. Selama proses pembelajaran matematika dan penyelesaian soal geometri ruang, sering kali muncul kesalahan konseptual dan prosedural. Kesulitan ini menyebabkan pemahaman siswa terhadap sifat-sifat bangun ruang, hubungan antar unsur geometri, serta kemampuan memvisualisasikan objek tiga dimensi menjadi kurang optimal. Padahal, kemampuan visualisasi spasial (*spatial visualization*) merupakan salah satu komponen kognitif penting dalam mempelajari geometri karena hal ini memungkinkan siswa membayangkan, memutar, dan merepresentasikan bentuk-bentuk ruang secara mental (Kusumawardhana *et al.*, 2020).

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) dalam *Principles and Standards for School Mathematics* (2000), penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika prinsip yang penting karena teknologi dapat mendukung representasi dan visualisasi konsep, sehingga memperluas kemampuan berpikir matematis siswa, termasuk aspek *spatial reasoning* dalam geometri. Dengan demikian, kebutuhan akan pembelajaran matematika berbasis teknologi yang efektif menjadi semakin penting, terutama untuk

menjawab tuntutan kecakapan abad ke-21 dan memastikan proses belajar yang relevan dengan perkembangan zaman. Salah satu perkembangan teknologi yang semakin menonjol adalah penggunaan media berbasis *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) dalam proses belajar mengajar. Penelitian-penelitian terbaru menunjukkan bahwa media berbasis *Augmented Reality* (AR) membantu siswa mengubah konsep matematika yang abstrak menjadi representasi yang lebih konkret dan mudah dipahami melalui visualisasi dan interaksi langsung dengan objek tiga dimensi (Kumalasari & Khoirul Efendiy, 2025).

Kemampuan spasial sendiri merupakan keterampilan kognitif untuk memahami, memanipulasi, merepresentasikan, mengubah, menghasilkan, dan mengingat informasi tentang objek atau lingkungan dalam ruang (Tirta *et al.*, 2025). Kemampuan ini sangat penting dalam mempelajari geometri ruang karena siswa dituntut untuk membayangkan bentuk tiga dimensi, hubungan antar sisi, rusuk, dan titik sudut, serta perubahan orientasi suatu objek.

Pada *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2018, skor rata-rata siswa Indonesia di bidang matematika adalah 379 dan mengalami penurunan yaitu 366 pada PISA 2022. Skor ini jauh di bawah rata-rata global/*Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) sekitar 487 untuk matematika pada 2018 menurut laporan resmi. Karena itu, Indonesia berada di peringkat terendah: pada 2018, posisinya sekitar ke-73 dari 79 negara peserta. Penelitian dan analisis lanjutan menyebut bahwa bagian “*space and shape*” sering menjadi bagian yang paling sulit bagi siswa Indonesia jika dibandingkan konten lain di PISA (Fitriana & Lestari, 2022). Berdasarkan informasi tersebut, dapat diketahui bahwa kemampuan matematika siswa dalam menyelesaikan soal-soal PISA masih berada pada kategori rendah. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan kemampuan tersebut dengan mendorong siswa memanfaatkan pengetahuan matematika yang telah dimiliki serta mengembangkan kemampuan spasial matematis. Kemampuan ini berperan penting dalam membantu siswa

memahami, menghubungkan, dan menerapkan konsep-konsep matematika secara lebih efektif ketika menyelesaikan berbagai permasalahan.

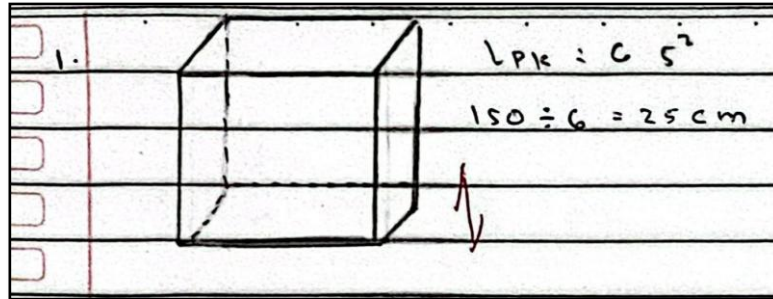
Berdasarkan hasil Tes Kemampuan Akademik (TKA) 2025 provinsi Aceh mata pelajaran Matematika, tercatat sebanyak 828 peserta dengan total skor kumulatif sebesar 58.840 dan nilai rata-rata sebesar 34,82. Nilai tertinggi yang dicapai peserta adalah 90,51, sedangkan nilai terendah berada pada angka 0,00, dengan simpangan baku sebesar 11,32 yang menunjukkan variasi kemampuan peserta cukup besar. Menurut sisi distribusi capaian, hanya sekitar 2,8% peserta yang berada pada kategori capaian sangat baik, sementara 15,9% berada pada kategori baik, 30,0% pada kategori cukup, dan mayoritas peserta, yaitu 51,3%, masih berada pada kategori rendah (*Tka.Kemendikdasmen.Go.Id*, 2025).

Berdasarkan wawancara dengan guru matematika dan pengamatan langsung peneliti lakukan selama masa program PPL di MAN 5, diketahui bahwa sebagian besar siswa dalam pembelajaran matematika mengalami kesulitan memahami materi, khususnya konsep ssruang dan geometri seperti kubus dan balok. Oleh karena itu, dilakukan observasi melalui tes untuk mengukur kemampuan spasial matematika siswa. Soal tes yang digunakan diadopsi dari penelitian Suandana (2024) dan diberikan kepada 22 siswa kelas XI-5 MAN 5 Bireuen.

Setiap soal memuat satu indikator dari lima indikator yang digunakan pada kemampuan spasial, digunakan untuk mengukur kemampuan siswa dalam memvisualisasikan, merotasikan, mempersepsikan, menghubungkan, dan mengorientasikan objek yang merupakan keterampilan penting dalam pembelajaran matematika dan penerapannya dalam berbagai konteks kehidupan sehari-hari terutama pada materi matematika geometri.

Berikut adalah soal nomor 1 dan hasil jawaban salah satu siswa kelas XI-5 di MAN 5 Bireuen.

1. Bayangkan sebuah kotak mainan berbentuk kubus dengan sisi-sisi yang sama panjang. Kotak ini memiliki luas permukaan total 150 cm^2 . Gambarkan kotak tersebut di atas kertas dan beri label pada setiap sisinya. Berapa panjang sisi - sisi kotak mainan tersebut?



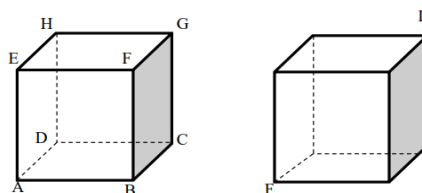
Gambar 1. 1 Jawaban Siswa pada soal nomor 1

Berdasarkan Gambar 1.1 terlihat siswa tersebut telah mencoba memvisualisasikan bangun ruang yaitu kubus dan menuliskan rumus luas permukaan serta melakukan perhitungan. Namun, penyelesaian yang diberikan belum tepat karena siswa tidak menunjukkan bagian mana yang disebut sisi pada gambar kubus tersebut dan penerapan rumus tidak disertai penjelasan hubungan antara gambar dan unsur yang dihitung, seperti keterangan diketahui. Dengan demikian, siswa sudah mampu memvisualisasikan bentuk bangun ruang serta memahami konsep dasar, namun jawaban yang diberikan belum tepat dan lengkap.

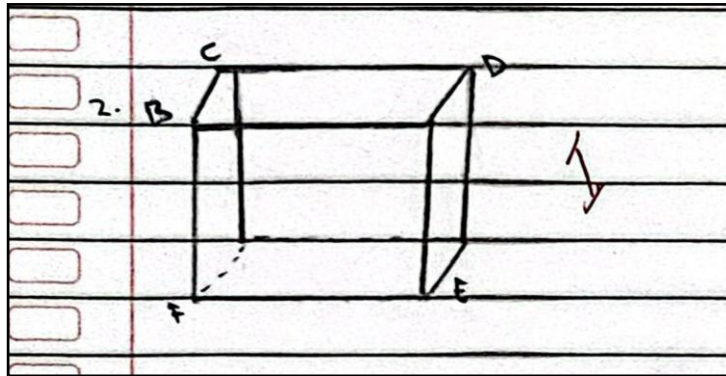
Berikut Adalah soal nomor 2 dan hasil jawaban salah satu siswa kelas XI-5 di MAN 5 Bireuen.

2. Perhatikan kasus di bawah!

Jika gambar (i) dirotasikan menjadi gambar (ii). Maka, tentukan titik sudut lainnya yang belum diketahui dari gambar (ii)?



Gambar 1. 2 Gambar Kubus soal nomor 2

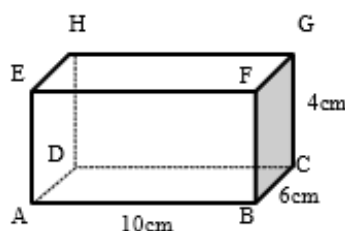


Gambar 1. 3 Jawaban Siswa pada soal nomor 2

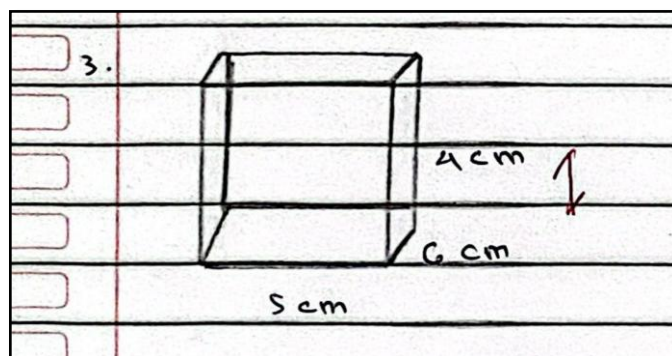
Berdasarkan Gambar 1.3 siswa mampu menggambarkan bangun ruang kubus dengan memberi penamaan titik sudut, yang menunjukkan pemahaman terhadap struktur dan unsur bangun ruang. Namun, kemampuan rotasi mental belum berkembang dengan baik karena siswa belum mampu merepresentasikan perubahan posisi bangun ruang secara mental dan penjelasan hubungan antar titik setelah rotasi. Dengan demikian, siswa menjawab soal tetapi belum mampu mengubah posisi objek secara mental tanpa menggerakkan atau menggambar ulang objek secara fisik, menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam melakukan manipulasi mental terhadap bangun ruang masih rendah.

Berikut Adalah soal nomor 3 dan hasil jawaban salah satu siswa kelas XI-5 di MAN 5 Bireuen.

3. Sebuah balok memiliki panjang 10 cm, lebar 6 cm dan tinggi 4 cm. Balok tersebut dipotong sejajar dengan alasnya menjadi dua bagian yang sama besar. Gambarkan kedua bagian balok tersebut dan tunjukkan luas permukaan masing-masing bagian?



Gambar 1. 4 gambar balok soal nomor 3

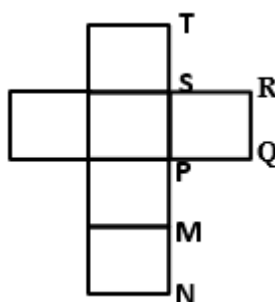


Gambar 1. 5 Jawaban Sisa pada soal nomor 3

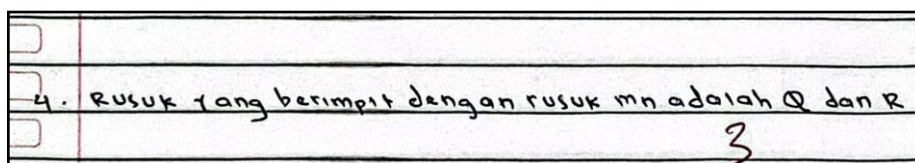
Berdasarkan gambar 1.5 siswa mampu menggambarkan bangun ruang berupa balok secara visual serta menuliskan ukuran panjang, lebar, dan tinggi bangun ruang. Namun, jawaban siswa belum menunjukkan kemampuan persepsi spasial yang baik. Siswa belum memahami konsep dan menuliskan jawaban dengan benar dan lengkap. Dengan demikian, siswa belum mampu menuliskan atau merepresentasikan bangun ruang dari perspektif yang berbeda.

Berikut Adalah soal nomor 4 dan hasil jawaban salah satu siswa kelas XI-5 di MAN 5 Bireuen.

4. Gambar dibawah ini menunjukkan jaring-jaring sebuah kubus. Jika jaring jaring di lipat dan membentuk kubus, maka rusuk yang berimpit dengan rusuk MN adalah...



Gambar 1. 6 gambar jarring-jaring kubus pada soal nomor 4



Gambar 1. 7 Jawaban Sisa pada soal nomor 4

Berdasarkan gambar 1.7 siswa mampu mengidentifikasi hubungan antar rusuk bangun ruang, khususnya rusuk yang berimpit atau sejajar, yang menunjukkan pemahaman konsep relasi spasial. Dengan demikian, siswa sudah dapat membedakan posisi objek dalam ruang, seperti di atas, di bawah, di depan, di belakang, di samping, di antara, dan di dalam serta menuliskan jawaban dengan benar dan lengkap.

Berikut Adalah soal nomor 4 dan hasil jawaban salah satu siswa kelas XI-5 di MAN 5 Bireuen.

5. Andi memiliki sebuah balok dengan panjang 10 cm, lebar 5 cm, dan tinggi 3 cm. Dia ingin menghitung volume balok tersebut. Namun, saat dia akan menghitungnya, balok tersebut terjatuh dan posisinya berubah. Sekarang, sisi yang tadinya merupakan panjang menjadi lebar, sisi yang tadinya lebar menjadi tinggi, dan sisi yang tadinya tinggi menjadi panjang. Berapakah volume balok tersebut dalam posisi baru...

	s. $p \times l \times t$
	$= 3 \times 10 \times 5$
	$= 150 \text{ cm}^2$

Gambar 1. 8 Jawaban Sisa pada soal nomor 8

Berdasarkan Gambar 1.8 terlihat bahwa siswa menuliskan rumus balok ($p \times l \times t$) dan melakukan perhitungan dengan mensubstitusikan nilai $3 \times 10 \times 5$ sehingga diperoleh hasil 150 cm^2 . Hal tersebut menunjukkan bahwa siswa mampu menentukan informasi ukuran bangun ruang dan memilih rumus yang relevan, serta telah melakukan proses perhitungan secara matematis. Dengan demikian, siswa sudah dapat menentukan arah atau posisi objek dalam ruang, dan memiliki kemampuan orientasi spasial yang baik serta menuliskan jawaban dengan benar.

Berdasarkan hasil observasi kemampuan spasial siswa masih berada pada kategori sedang - rendah. Berdasarkan data soal indikator *Spatial Visualization* memperoleh persentase 33,33%, *Mental Rotation* memperoleh persentase 36,36%,

Spatial Perception memperoleh persentase 28,79%, *Spatial Relation* memperoleh persentase 100,00%, dan *Spatial Orientation* memperoleh persentase 81,82%. Persentase tersebut menandakan bahwa kemampuan spasial siswa belum berkembang secara merata pada setiap indikator, siswa relatif mampu dalam memahami hubungan dan orientasi objek ruang, tetapi masih mengalami kesulitan dalam melakukan rotasi objek secara mental serta mengenali bentuk objek dari sudut pandang yang berbeda. Kondisi ini menunjukkan siswa lebih banyak mengandalkan pengamatan visual statis dibandingkan kemampuan manipulasi mental yang dinamis. Kesulitan pada aspek *mental rotation* dan *spatial perception* mengindikasikan bahwa Siswa masih mengalami kesulitan dalam mentransformasikan objek secara mental, seperti membayangkan perubahan posisi, arah, atau tampilan bangun ruang tanpa bantuan objek nyata. Diperkuat oleh hasil wawancara terhadap salah satu siswa, menunjukkan bahwa kemampuan spasial siswa tersebut tidak dapat memenuhi indikator dari kemampuan spasial.

Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran bangun ruang yang diterima siswa belum sepenuhnya melatih kemampuan spasial, khususnya yang berkaitan dengan proses visualisasi dinamis dan transformasi mental objek. Siswa cenderung memahami konsep berdasarkan tampilan yang diberikan secara langsung, namun belum mampu melakukan eksplorasi objek secara mandiri dalam pikiran mereka. Oleh karena itu, temuan ini menegaskan perlunya inovasi pada proses pembelajaran matematika terutama pada materi bangun ruang, dengan memanfaatkan media dan pendekatan yang mampu menghadirkan pengalaman visual tiga dimensi secara lebih nyata dan interaktif.

Hasil tersebut konsisten dengan penelitian Nurwijaya & Sukaria, (2025), yang menyatakan bahwa dominannya penggunaan model pembelajaran konvensional serta kurang optimalnya pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran berpotensi menghambat partisipasi aktif siswa dalam kegiatan belajar. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, media pembelajaran yang sesuai adalah media *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR). Penemuan ini sejalan dengan penelitian Shofiyuddin *et al.*, (2025) yang menunjukkan bahwa pembelajaran yang masih bersifat konvensional dan kurang memanfaatkan teknologi cenderung membatasi keterlibatan aktif siswa dalam

proses pembelajaran. Kondisi tersebut menyebabkan siswa lebih pasif dan kesulitan dalam memahami materi, khususnya konsep yang bersifat abstrak. Sesuai dengan permasalahan yang telah diuraikan diperlukan media pembelajaran berbasis teknologi yang mampu meningkatkan interaksi dan partisipasi siswa, salah satunya melalui pemanfaatan media AR dan VR yang menyediakan pengalaman belajar visual, interaktif, dan imersif sehingga mendorong keaktifan siswa dalam pembelajaran.

Menurut Sakr & Abdullah (2024) media AR dan VR memberikan kesempatan bagi siswa untuk melatih kemampuan spasial tersebut dengan memberikan kesempatan kepada siswa untuk berinteraksi secara langsung dengan representasi tiga dimensi yang dapat diputar, digeser, dibongkar, atau diamati dari berbagai arah. Visualisasi yang realistis dan manipulatif ini memungkinkan siswa membangun representasi mental yang lebih kuat dibandingkan metode konvensional. Dengan demikian, penggunaan AR dan VR tidak hanya membantu siswa memahami materi bangun ruang, tetapi juga berpotensi meningkatkan kemampuan spasial mereka melalui pengalaman belajar yang eksploratif, interaktif, dan imersif.

Melalui pemanfaatan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR), objek bangun ruang dapat ditampilkan secara interaktif sehingga siswa dapat mengamati bentuk dari berbagai sudut, memperbesar atau memperkecil tampilan, serta melakukan eksplorasi secara mandiri. Konteks seperti ini telah terbukti membantu dalam meningkatkan kemampuan visual-spasial dan pemahaman konsep geometri pada siswa. Menurut Winarni *et al.*, (2023) pengalaman belajar menggunakan media AR dan VR yang memungkinkan manipulasi objek 3D dan interaksi dinamis diharapkan mampu mengurangi miskonsepsi dan meningkatkan keterlibatan siswa, serta membantu mereka membangun pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep bangun ruang dibandingkan media pembelajaran konvensional yang hanya menggunakan gambar 2D.

Integrasi media *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) dengan model pembelajaran *Discovery Learning* berpotensi mengoptimalkan proses pembelajaran, khususnya dalam memahami konsep bangun ruang.

Model *Discovery Learning* menekankan keterlibatan aktif siswa dalam menemukan konsep melalui serangkaian aktivitas seperti observasi, klasifikasi, interpretasi data, serta penarikan kesimpulan secara mandiri. Menurut Kemendikbud (2020), model *Discovery Learning* adalah model pembelajaran yang mendorong peserta didik memperoleh pengetahuan melalui proses menemukan sendiri konsep atau prinsip yang dipelajari. Guru tidak memberikan konsep secara langsung, tetapi menciptakan situasi belajar yang memungkinkan peserta didik melakukan pengamatan, mengumpulkan informasi, mengolah data, memverifikasi hasil, dan menarik kesimpulan. Dalam model ini, guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing peserta didik untuk membangun pengetahuannya sendiri, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dibandingkan dengan pembelajaran yang hanya berpusat pada penyampaian informasi. Dalam konteks ini, pemanfaatan AR dan VR berfungsi sebagai sarana pendukung yang memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan objek tiga dimensi secara dinamis dan kontekstual.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka akan dilakukan suatu penelitian dengan judul “Pengaruh Penggunaan Media *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) Terhadap Kemampuan Spasial Matematis Siswa”. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada media dan kemampuan yang digunakan serta lokasi penelitian.

1.2 Identifikasi Masalah

Hasil pemaparan pada latar belakang mengindikasikan adanya sejumlah permasalahan yang selanjutnya diidentifikasi sebagai berikut :

1. Kemampuan spasial matematis siswa masih berada pada kategori sedang hingga rendah dan belum berkembang secara optimal.
2. Media pembelajaran yang digunakan kurang mampu menghadirkan pengalaman visual 3D secara nyata.
3. Pemanfaatan media pembelajaran berbasis AR dan VR masih belum digunakan dalam pembelajaran matematika.

1.3 Pembatasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada aspek-aspek sebagai berikut:

1. Media AR dan VR yang digunakan adalah media sudah siap pakai tanpa perlu dirancang peneliti.
2. Aspek yang diukur dalam penelitian ini adalah kemampuan spasial matematis siswa.
3. Penelitian ini melibatkan siswa kelas XI sebagai subjek penelitian.
4. Materi yang menjadi fokus pembahasan dalam penelitian ini meliputi lingkaran dan bangun ruang sisi lengkung.
5. Penelitian ini menerapkan model pembelajaran *Discovery Learning*.

1.4 Rumusan Masalah

Berlandaskan hasil identifikasi dan pembatasan masalah yang telah diuraikan, pertanyaan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut : "Apakah terdapat Pengaruh Penggunaan Media AR Dan VR Terhadap Kemampuan Spasial Matematis Siswa?"

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan media AR dan VR terhadap kemampuan spasial matematis siswa.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Manfaat *Teoretis*

Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai proses belajar matematika yang dialami siswa ketika memanfaatkan media pembelajaran *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR). Hasilnya diharapkan dapat memberikan wawasan tentang pengaruh hasilnya diharapkan dapat memberikan wawasan tentang pengaruh penggunaan media AR dan VR terhadap kemampuan spasial siswa saat belajar matematika, khususnya pada materi bangun ruang.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi siswa; Dengan menggunakan bantuan media AR dan VR dengan harapan dapat membantu siswa memahami materi yang disampaikan guru secara lebih optimal selama proses pembelajaran.

- b. Bagi Guru; Untuk meningkatkan kreativitas dan pemanfaatan teknologi pada pembelajaran terutama dalam konteks pembelajaran matematika, supaya memperbaiki kemampuan spasial matematis siswa.
- c. Bagi peneliti; Menambah wawasan dan keterampilan dalam menggunakan teknologi media pembelajaran dengan media AR dan VR, serta pengalaman langsung sekaligus menjadi bekal untuk menjadi calon guru yang profesional.
- d. Bagi Sekolah; Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran yang membantu perkembangan pembelajaran disekolah.