

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PIKIR

A. Tinjauan Teoritik

1. Pengembangan

Pengembangan media pembelajaran merupakan suatu proses sistematis yang bertujuan untuk menciptakan, memperbaiki, dan mengevaluasi sarana atau alat bantu yang digunakan dalam kegiatan belajar mengajar. Dalam konteks pendidikan, pengembangan media bukan hanya menciptakan produk baru, melainkan juga menyesuaikan dengan kebutuhan siswa, karakteristik materi, dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.²⁸ Media yang dikembangkan harus mampu menjembatani antara konsep abstrak dengan pengalaman konkret yang bisa diterima oleh peserta didik. Hal ini penting agar media tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual, tetapi juga dapat meningkatkan partisipasi aktif dan keterlibatan kognitif siswa dalam pembelajaran.

Menurut teori pengembangan, proses merancang media pembelajaran harus mengikuti tahapan tertentu, mulai dari analisis kebutuhan, desain awal, pengembangan produk, uji coba, revisi, hingga evaluasi.²⁹ Model pengembangan yang umum digunakan adalah model ADDIE, yang terdiri dari lima tahapan: Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Setiap tahapan dirancang agar proses pengembangan berjalan terstruktur dan hasil media yang

²⁸ Arsyad, Azhar, *Media Pembelajaran*, (Jakarta: Rajawali Pers, 2017), 19.

²⁹ Sadiman Arief, *Media Pendidikan*, (Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2010), 70.

dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Model ini juga memungkinkan evaluasi formatif dan sumatif dilakukan secara terintegrasi dalam prosesnya, sehingga produk akhir benar-benar layak untuk diimplementasikan.

2. Media Pembelajaran Matematika

a. Pengertian Media Pembelajaran Matematika

Media pembelajaran matematika adalah segala bentuk alat bantu, baik berupa visual, audio, maupun aplikasi interaktif, yang dirancang untuk memfasilitasi penyampaian konsep-konsep matematika kepada siswa.³⁰ Dalam konteks ini, media tidak hanya berfungsi sebagai sarana untuk menyampaikan informasi, tetapi juga sebagai jembatan antara dunia abstrak matematika dengan pengalaman konkret siswa. Sebagaimana kita ketahui, matematika sering kali dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit karena banyaknya simbol dan konsep yang tidak langsung dapat divisualisasikan. Oleh karena itu, peran media menjadi sangat penting untuk membuat materi lebih mudah dipahami dan diterima oleh peserta didik.

Yulianingsih dan Khasanah (2021) menyatakan bahwa media pembelajaran matematika berfungsi sebagai penghubung antara guru dan siswa yang memudahkan proses komunikasi edukatif.³¹ Media juga dapat membentuk suasana belajar yang lebih menarik, tidak monoton, dan memfasilitasi interaksi dua arah. Misalnya, melalui media digital, siswa tidak hanya menjadi penerima

³⁰ Siregar & Pratiwi “*Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Interaktif Berbasis Android pada Materi Bangun Datar*”, *Jurnal Pendidikan Matematika*, Vol. 14, No. 2, 2020, 129.

³¹ Yulianingsih & Khasanah, “*Pengembangan Media Interaktif Matematika Berbasis Multimedia*”, *Jurnal Teknologi Pendidikan*, Vol. 9, No. 2, 2021, 58.

informasi, tetapi juga dapat berinteraksi langsung dengan objek belajar, seperti memutar, memperbesar, atau membedakan bagian-bagian bangun ruang. Hal ini tentu dapat menumbuhkan rasa ingin tahu dan keterlibatan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran.

Media matematika dapat membantu siswa memahami materi secara visual dan logis, karena penyajian visual dapat mempermudah pemrosesan informasi di otak.³² Tidak semua siswa memiliki gaya belajar yang sama; sebagian besar anak didik cenderung lebih mudah memahami materi melalui tampilan visual atau melalui praktik langsung dibandingkan sekadar mendengarkan penjelasan guru. Karena itu, pemilihan media yang tepat harus mempertimbangkan karakteristik siswa dan materi yang diajarkan.

Dengan kata lain, media pembelajaran matematika bukanlah sekadar alat bantu tambahan, tetapi sudah menjadi bagian integral dari strategi pembelajaran yang adaptif terhadap perkembangan zaman. Termasuk dalam penelitian ini, penggunaan AR berbasis *Unity 3D* dan *Vuforia Engine* merupakan bentuk pemanfaatan media pembelajaran digital yang sejalan dengan karakteristik peserta didik masa kini lebih visual, interaktif, dan berbasis teknologi.

b. Manfaat Media Pembelajaran Matematika

Dalam pemanfaatan hasil teknologi, para pengajar dituntut untuk mampu memanfaatkan media yang memudahkan untuk mencapai tujuan pembelajaran.³³

³² Aini, "Peran Media dalam Menunjang Pembelajaran Matematika Abad 21", *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, Vol. 4, No. 1, 2019, 12.

³³ Indriana Dina, *Ragam Alat Bantu Media Pengajaran*, (Jakarta: PT. Diva Press, 2011), 15.

Secara umum, manfaat media pembelajaran yaitu mempermudah interaksi pengajar dan peserta didik, proses pembelajaran yang menarik, efisiensi dalam waktu dan tenaga, serta hasil belajar yang meningkat.³⁴

Media pembelajaran matematika memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan motivasi dan partisipasi siswa. Pemanfaatan media pembelajaran interaktif dapat memberikan dampak positif pada pemahaman konsep matematika dasar siswa.³⁵ Ini membuktikan bahwa interaktivitas pada media dapat mengubah siswa dari pasif menjadi aktif dalam belajarnya.

Selain meningkatkan pemahaman, media digital interaktif seperti aplikasi matematika berbasis AR mampu memperkaya pengalaman belajar. Studi lain menunjukkan bahwa integrasi media digital dapat meningkatkan motivasi sekaligus memberi hasil belajar yang lebih tinggi ketimbang metode tradisional.³⁶ Secara sederhana, media membantu siswa merasa lebih terlibat dan bersemangat dalam memahami konsep yang kompleks.

Lebih spesifik ke *Augmented Reality*, penggunaan AR dalam pembelajaran matematika terbukti meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa, khususnya dalam visualisasi konsep yang kompleks.³⁷ *Augmented and Virtual Reality*

³⁴ Nasution, *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar Mengajar* (Jakarta: PT. Bumi Aksara, 2013), 2.

³⁵ Devianti Laimheheriwa, "Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Matematika di SD Muhammadiyah Aimas", *Jurnal PETISI*, Vol. 6, No. 1, 2025, 70.

³⁶ Elsa Novarensa Lutfiani, dkk., "Pengaruh Penggunaan Media Interaktif terhadap Motivasi Belajar Siswa SMK pada Pembelajaran Matematika," *π (Phi) Jurnal Pendidikan Matematika*, Vol. 8 No. 2, 2024), 267.

³⁷ Meria Ultra Gusteti, dkk., "Penggunaan *Augmented Reality* dalam Pembelajaran Matematika: Sebuah Analisis Berdasarkan Studi Literatur," *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, Vol. 5 No. 6, 2023, 2736.

*technologies have shown great potential to enhance students motivation and understanding, especially in learning complex and abstract concepts during distance education.*³⁸ Selama masa pembelajaran jarak jauh akibat pandemi, AR menjadi inovasi penting karena memungkinkan materi abstrak dapat divisualisasikan secara interaktif di rumah menjadikannya opsi media pembelajaran yang sangat berharga

Dengan menggunakan AR berbasis *Unity 3D* dan *Vuforia*, media tidak hanya menyajikan objek 3D, tetapi juga memungkinkan siswa mengaksesnya kapan saja baik secara daring maupun luring. Hal ini tidak hanya meningkatkan pemahaman dan motivasi, tetapi juga memberikan fleksibilitas pembelajaran yang kritis pada era digital saat ini.

c. Jenis-Jenis Media Pembelajaran Matematika

Berbagai jenis media pembelajaran yang tergolong dapat berupa audio, cetak, proyeksi diam maupun gerak, objek, lingkungan, dan media berbasis komputer.³⁹ Jenis media pembelajaran matematika sangat beragam dan bisa diklasifikasikan berdasarkan format dan cara interaksinya dengan siswa. Secara umum, media tersebut dapat dikelompokkan menjadi empat kategori utama:

- 1) Media Visual, seperti gambar, diagram, tabel, grafik, dan poster. Media ini paling tepat digunakan untuk memperjelas struktur atau hubungan antar konsep dalam matematika.⁴⁰

³⁸ Rahman & Setyaningrum, "Interactive Virtual Reality Laboratory as Distance Learning Media: A Systematic Literature Review", *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, Vol. 16, No. 4, 2022, 14.

³⁹ Miarso Yusufhadi, *Menyemai Benih Teknologi Pendidikan* (Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2011), 462.

⁴⁰ Aini, "Peran Media dalam Menunjang Pembelajaran Matematika Abad 21, 14.

- 2) Media Audio Visual, mencakup video pembelajaran, animasi, dan presentasi multimedia. Menurut penelitian, media audio-visual efektif untuk menyampaikan langkah-langkah penyelesaian soal, proses berpikir matematis, atau memvisualisasikan dinamika suatu konsep matematika yang sulit dijelaskan hanya lewat teks.⁴¹
- 3) Media Interaktif Digital, berupa software edukatif, simulasi komputer, game edukasi, atau aplikasi mobile. Media ini memungkinkan siswa untuk langsung berinteraksi mencoba, bereksperimen, atau menyelesaikan soal secara langsung dengan cepat mendapat umpan balik, sehingga mendukung pembelajaran aktif.⁴²
- 4) Alat Peraga Fisik, seperti manipulatif blok, model geometri, dan kubus bersusun, yang mendukung pembelajaran kinestetik dan spasial. Penggunaan media jenis ini sangat berguna saat menjelaskan konsep volume, luas, atau jaring-jaring bangun ruang melalui proses menyusun dan membongkar objek nyata.⁴³

Pilihan media sebaiknya didasarkan pada kesesuaian antara tujuan pembelajaran, karakteristik siswa, dan materi yang diajarkan. Misalnya, pelajaran tentang bangun ruang sangat tepat menggunakan model fisik atau media digital interaktif karena memerlukan pemahaman bentuk dan struktur secara mendalam.⁴⁴

⁴¹ Lutfiani & Puji, "Efektivitas Media Audio-Visual dalam Pembelajaran Matematika", *Jurnal EduTech*, Vol. 3, No. 2, 2022, 55.

⁴² Siregar & Pratiwi "Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Interaktif Berbasis Android pada Materi Bangun Datar, 130

⁴³ Rohmah & Handayani, "Efektivitas Media Pembelajaran terhadap Pemahaman Konsep Matematika Siswa", *Edu Sains Matematika*, Vol. 10, No. 1, 2022, 35.

⁴⁴ Yulianingsih & Khasanah, "Pengembangan Media Interaktif Matematika Berbasis Multimedia, 60.

Dalam konteks penelitian ini, media yang kamu kembangkan memadukan kategori ketiga: media interaktif digital (aplikasi berbasis AR di Android). Media ini menawarkan kelebihan seperti visualisasi 3D interaktif, manipulasi objek secara langsung, dan feedback *real-time* fitur yang sangat selaras dengan tujuan pembelajaran matematika di era digital.

d. Kriteria Pemilihan Media Pembelajaran Matematika

Dalam memilih media pembelajaran matematika, beberapa kriteria penting harus diperhatikan agar media tersebut benar-benar efektif dan sesuai kebutuhan siswa serta tujuan pembelajaran.

- 1) Kesesuaian dengan tujuan dan materi sangat penting media harus mampu mendukung kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran yang ditetapkan, sehingga proses belajar berjalan selaras dan terarah.⁴⁵ Contohnya, jika tujuannya adalah memahami jaring-jaring bangun ruang, media harus menyajikan model tiga dimensi yang dapat dibuka menjadi jaring dengan jelas.
- 2) Kesesuaian dengan karakteristik siswa, seperti usia, gaya belajar, dan kebutuhan khusus. Misalnya, siswa visual membutuhkan grafik, animasi, atau model 3D interaktif, sementara siswa kinestetik mungkin lebih terbantu dengan alat peraga fisik.⁴⁶ Memahami profil siswa membantu mengoptimalkan proses belajar dan meminimalkan kebingungan.

⁴⁵ Suryono, "Prinsip Pemilihan Media Pembelajaran Matematika", *Jurnal EduTech*, Vol. 5, No. 1, 2021, 25.

⁴⁶ Yulianingsih & Khasanah, "Pengembangan Media Interaktif Matematika Berbasis Multimedia", 61.

- 3) Tingkat kesederhanaan penggunaan dan aksesibilitas teknis. Media yang kompleks, meskipun canggih, bisa menjadi hambatan jika siswa atau guru kesulitan mengoperasikannya atau persyaratan teknisnya tinggi. Media ideal adalah yang sederhana, mudah dipakai, dan kompatibel dengan perangkat yang umum dimiliki sekolah atau siswa.⁴⁷
- 4) Aspek motivasi dan interaktivitas. Media yang dapat memberikan umpan balik langsung, tantangan interaktif, atau grafis menarik terbukti lebih memotivasi siswa dalam belajar matematika.⁴⁸ Interaktivitas meningkatkan rasa penasaran dan keterlibatan, membuat siswa tidak sekadar menjadi penerima informasi pasif.
- 5) Efektivitas biaya dan kelayakan implementasi. Pertimbangan biaya pengadaan, pemeliharaan, dan pelatihan guru penting agar media dapat digunakan secara berkelanjutan, terutama di sekolah dengan sumber daya terbatas.⁴⁹

Berdasarkan kriteria tersebut, media AR berbasis *Unity 3D* dan *Vuforia* yang kamu kembangkan memenuhi semuanya: mendukung tujuan belajar bangun ruang sisi datar dengan visualisasi 3D interaktif, ramah pengguna (berbasis Android), dirancang untuk profil siswa SMP, menawarkan pengalaman belajar yang menarik dan memotivasi, serta efisien dari segi biaya karena dapat digunakan ulang tanpa kertas atau alat peraga fisik tambahan.

⁴⁷ Aini, "Peran Media dalam Menunjang Pembelajaran Matematika Abad 21, 15.

⁴⁸ Lutfiani dan Puji, "Efektivitas Media Audio-Visual dalam Pembelajaran Matematika, 57.

⁴⁹ Rohmah & Handayani, "Efektivitas Media Pembelajaran terhadap Pemahaman Konsep Matematika Siswa, 36.

3. *Augmented Reality (AR)*

Era Modern saat ini menuntut seluruh aspek untuk mengikuti perkembangan zaman, termasuk pendidikan. Tantangan untuk mengikuti arus teknologi tidak hanya berlaku untuk pendidik dan peserta didik, tetapi juga aspek lainnya termasuk media pembelajaran.⁵⁰

Augmented Reality has the potential to foster epistemological reflection and critical thinking by confronting learners with the limits of their perception and understanding.

Augmented Reality merupakan salah satu teknologi interaktif yang dapat memperkaya pengalaman belajar dengan menggabungkan objek digital ke dalam lingkungan nyata secara real-time. *AR* memungkinkan pengguna untuk melihat dunia nyata, dengan objek virtual yang ditumpangkan, karena *AR* hanya melengkapi realitas.⁵¹ *AR* menempatkan informasi virtual pada lingkungan fisik dan dirancang untuk dilihat melalui perangkat untuk memungkinkan aplikasi digunakan.⁵² Proyeksi 3D memudahkan untuk memahami materi, dan membangkitkan minat.

4. *Unity 3D*

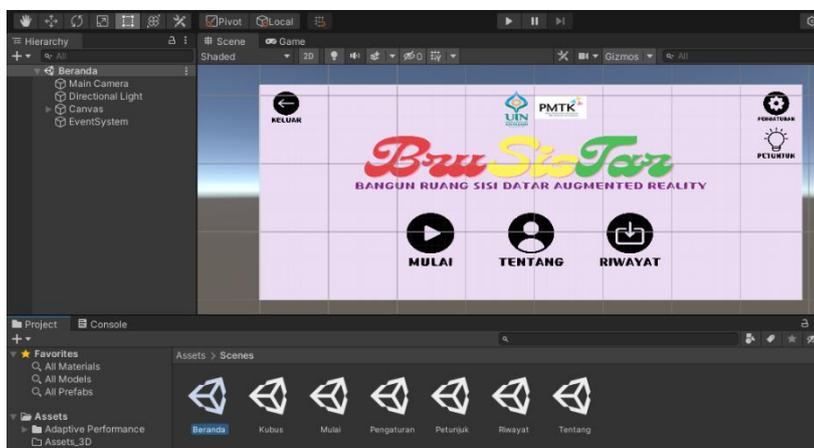
Salah satu software penunjang dalam perkembangan media pembelajaran dengan basis *Augmented Reality* ialah *Unity*. Pembelajaran matematika dengan media ini dapat membantu memvisualisasikan konten dengan lebih baik karena

⁵⁰ Feriska Achlikul Zahwa dan Imam Syafi'I, "Pemilihan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi", *Jurnal Penelitian Pendidikan dan Ekonomi*, Vol. 19, No. 01, 2022, 61.

⁵¹ José María Ariso, *Augmented Reality: Reflections on Its Contribution to Knowledge Formation*, (Berlin: De Gruyter, 2017), 3.

⁵² Sweta Anand, *Augment Your Business with AR/VR* (Gurugram: Queppelin Technology, 2021), 1.

penanda dikembangkan menggunakan *Unity 3D* dengan *Vuforia SDK*.⁵³ *Unity* merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah gambar, grafik, suara, input dan lainnya. *Unity 3D* juga kaya akan fiturnya dan menyediakan fungsionalitas yang tidak biasa untuk pembuatan konten 3D interaktif.⁵⁴ Sehingga, dengan akses AR yang dibuat menggunakan *Unity*, dan digunakan selayaknya aplikasi dapat mempermudah penggunaan media pembelajaran.



Gambar 2.1 Pratinjau Menu Utama yang dirancang pada *Unity 3D*



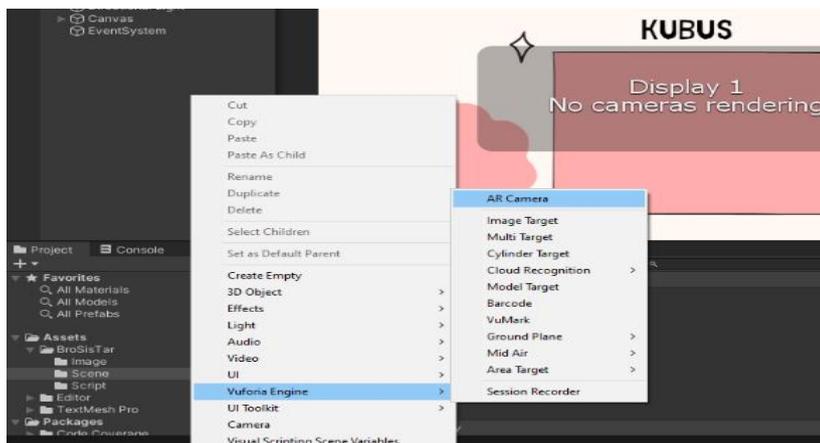
Gambar 2.2 Pratinjau Menu Materi yang dirancang pada *Unity 3D*

⁵³ Lilis Marina Angraini, dkk., *Augmented Reality dalam Pembelajaran Matematika*, (Makassar: Global RCI, 2023), 52.

⁵⁴ *Ibid.*, 53.

5. *Vuforia Engine*

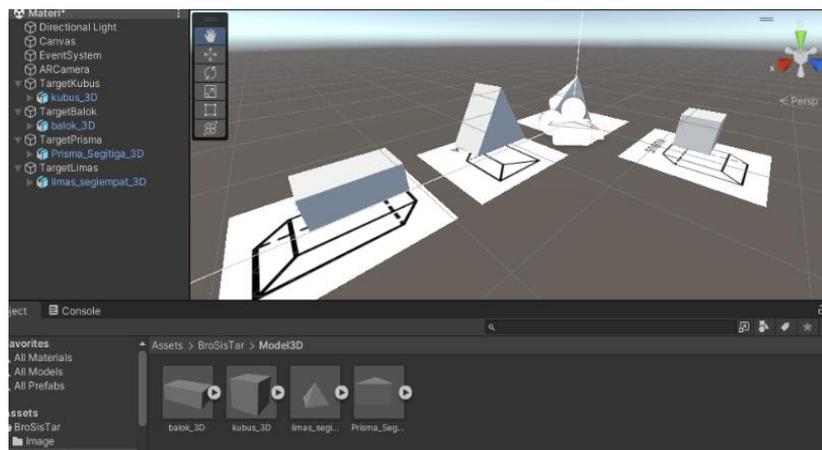
Vuforia Engine merupakan SDK (*Software Development Kit*) yang berarti alat yang digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak untuk platform tertentu. *Vuforia* digunakan untuk membantu mempermudah para developer aplikasi untuk membuat Aplikasi AR. Sehingga, *Vuforia* memerlukan *tools* yang akan kita gunakan untuk membuat aplikasi AR yaitu *Unity 3D* untuk mendukung penggunaan iOS atau Android Mobile.⁵⁵ Termasuk di dalamnya Visual Studio Code yang merupakan kumpulan lengkap tools pengembangan untuk membangun aplikasi. Visual Studio menggunakan bahasa pemrograman untuk memulai atau mengeditnya menjadi kalimat perintah (*Programming Language*) untuk memfungsikannya kedalam sebuah objek.⁵⁶ Visual Studio juga disebut sebagai sarana untuk menguji program (*debugging*) dan menghasilkan program berakhiran yang bersifat atau dapat langsung dijalankan.



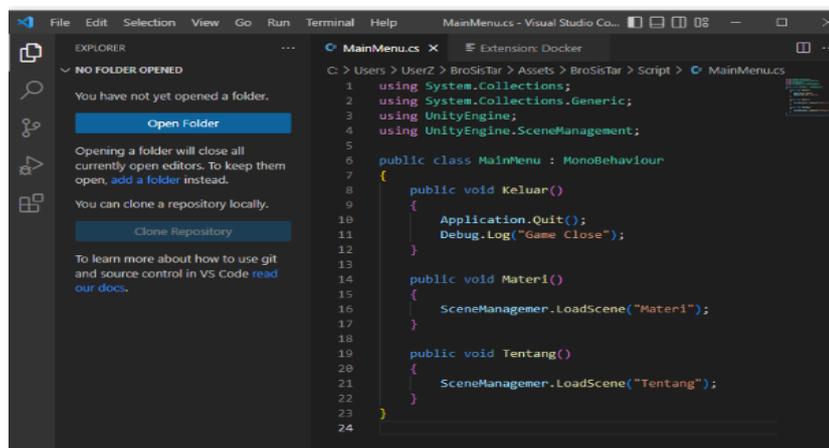
Gambar 2.3 Pratinjau *Vuforia Engine* untuk memunculkan AR

⁵⁵ Bayu Purbo Wartoyo, dkk., *Mudah Membuat Augmented Reality*, (Mojokerto: PT INTENSE Mojokerto Bintang Sembilan, 2023), 21.

⁵⁶ *Ibid.*, 22.



Gambar 2.4 Pratinjau Marker pada *Vuforia Engine* untuk AR



Gambar 2.5 Pratinjau Visual Studio Code untuk AR

6. Pembuatan Media Pembelajaran Matematika berbasis *Augmented Reality*

Pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* melibatkan proses di mana objek virtual tiga dimensi ditanamkan ke lingkungan nyata secara real-time. *The principle of AR consists in the union of virtual three-dimensional objects like texts and images with the real world.*

Teknologi ini memungkinkan siswa untuk berinteraksi langsung dengan konten belajar yang bersifat imersif dan interaktif.⁵⁷ Dibanding metode konvensional, AR mendukung keterlibatan sensorik dan kognitif siswa, yang penting dalam mata pelajaran seperti geometri ruang.

Unity 3D merupakan platform pengembangan game yang banyak dipilih karena kemampuannya dalam menghasilkan grafik berkualitas dan skrip interaktif di perangkat mobile dan desktop.⁵⁸ *Unity* digunakan sebagai platform inti untuk membangun obyek 3D dinamis yang diproyeksikan pada perangkat mobile, dengan tujuan mendukung aktivitas pembelajaran berbasis AR. Bersama *Vuforia Engine* sebuah SDK AR *Unity* mampu mendeteksi marker gambar atau objek, lalu menampilkan model 3D secara akurat sesuai posisi dan orientasi kamera. Kombinasi dua teknologi ini sering digunakan dalam penelitian edukatif karena menyediakan antarmuka visual yang mudah dikembangkan dan diterapkan dalam kegiatan pembelajaran matematika.⁵⁹

Menurut studi sistematis terkini, aplikasi AR berbasis *Unity* dan *Vuforia* banyak ditemukan di materi matematika terutama dalam konsep geometri dan visualisasi bangun ruang karena platform ini mendukung pembuatan objek 3D yang bisa diubah, diukur, dan terdapat jaring-jaring.⁶⁰ Ozncakır et al. (2024) menyatakan bahwa aplikasi tersebut meningkatkan keterlibatan, pemahaman spasial, dan

⁵⁷ Reyes Aviles & Aviles Cruz, "AR principles: fusion of virtual 3D objects with real world", *Journal of AR in Education*, Vol. 1, No. 40, No. 1, 2018, 250.

⁵⁸ Liu, dkk., "Teaching Assistant System of Lathe Turning Training Based on Mobile Augmented Reality", *IEEE 11th International Conference on Engineering Education*, 2019, 6.

⁵⁹ Omer Faruk Islim, dkk., "Augmented Reality in Mathematics Education: A Systematic Review," *Participatory Educational Research*, Vol. 11, No. 4, 2024, 122.

⁶⁰ Flavia A. Hidajat, "Augmented Reality Applications for Mathematical Creativity: A Systematic Review", *Journal of Computers in Education*, Vol. 10, No. 1, 2023, 7.

motivasi siswa, meskipun tantangan seperti kompatibilitas perangkat dan pelatihan guru masih ada.⁶¹

Dalam proses pengembangan, tahapan umum dimulai dari desain marker dan model 3D di *Unity*, integrasi *Vuforia* untuk pelacakan marker, pemrograman interaksi (misalnya *resize*, buka jaring, kalkulator), hingga pengujian di lapangan. Produk akhir diuji coba dengan siswa untuk mengukur tingkat efektivitas, user experience, dan hasil belajar, lalu direvisi sesuai umpan balik pengguna.⁶²

Dengan menggandeng *Unity 3D* dan *Vuforia*, kamu menerapkan metode pengembangan media sesuai standar AR edukatif. Media yang kamu kembangkan memadukan visualisasi bangun ruang sisi datar yang interaktif, immersive, dan responsive selaras dengan motivasi dan kontribusi teori kepada praktik pembelajaran matematika mutakhir.

Namun, Media Pembelajaran Matematika berbasis *Augmented Reality* menggunakan *Unity 3D* dan *Vuforia Engine* memiliki beberapa keterbatasan, seperti:

- a. Membutuhkan perangkat yang memadai, seperti smartphone dengan kamera, RAM cukup besar, dan sensor yang mendukung pelacakan gambar. Sekolah yang memiliki keterbatasan fasilitas dapat mengalami kendala dalam mengimplementasikannya secara merata.⁶³

⁶¹ Omer Faruk Islim, dkk., "Augmented Reality in Mathematics Education: A Systematic Review," *Participatory Educational Research*, Vol. 11, No. 4, 2024, 123.

⁶² Mate Tolgyesi, dkk., "Augmented Reality Application Development using *Unity* and *Vuforia*," *Interactive Learning Environments*, Vol. 33 No. 2, 2025, 215.

⁶³ Rohmah & Handayani, "Kendala Implementasi Media AR dalam Pembelajaran Matematika", *Edu Sains Matematika*, Vol. 10, No. 1, 2022, 36.

- b. Tidak semua guru atau pengguna terbiasa dengan teknologi pengembangan seperti *Unity* dan *Vuforia*. Kurangnya pelatihan atau pengalaman bisa membuat guru enggan menggunakan media ini secara maksimal.⁶⁴
- c. Dari sisi teknis, aplikasi AR rentan terhadap gangguan, seperti marker tidak terbaca, aplikasi tiba-tiba keluar (force close), atau posisi objek melayang tidak stabil jika lingkungan kurang cahaya.⁶⁵
- d. Proses pengembangannya juga relatif kompleks dan memerlukan waktu lebih lama dibanding media konvensional seperti PowerPoint atau alat peraga sederhana. Dari perancangan model 3D, integrasi marker, hingga pemrograman fungsionalitas harus dilakukan dengan teliti.⁶⁶

Walaupun memiliki beberapa keterbatasan, media ini juga mempunyai kelebihan, yaitu:

- a. Mampu menampilkan objek visual secara nyata dan interaktif.

Konsep matematika yang sebelumnya sulit dibayangkan seperti jaring-jaring bangun ruang dapat divisualisasikan secara langsung di atas marker atau permukaan nyata, sehingga meningkatkan pemahaman siswa terhadap struktur dan hubungan antarunsur bangun ruang.⁶⁷

- b. Interaktif dan imersif.

⁶⁴ Lutfiani dan Puji, "Efektivitas Media Audio-Visual dalam Pembelajaran Matematika, 58.

⁶⁵ Suryono, "Permasalahan Teknis dalam Penggunaan Unity dan Vuforia di Sekolah", *Jurnal Teknologi Pembelajaran*, Vol. 5, No. 1, 2021, 29.

⁶⁶ Septianingrum & Utomo, "Pengembangan Media Augmented Reality untuk Pembelajaran Bangun Ruang Menggunakan Unity dan Vuforia, 202.

⁶⁷ Septianingrum & Utomo, "Pengembangan Media Augmented Reality untuk Pembelajaran Bangun Ruang Menggunakan Unity dan Vuforia, 200.

Melalui aplikasi berbasis *Unity* dan *Vuforia*, siswa dapat berinteraksi dengan objek. Hal ini mendorong keterlibatan aktif yang berdampak pada meningkatnya fokus belajar.⁶⁸

c. Media lebih menarik karena pembelajaran terasa menyenangkan dan menyerupai permainan edukatif, bukan aktivitas kognitif yang kaku seperti pada metode tradisional.⁶⁹

d. Cocok untuk siswa dengan gaya belajar visual dan kinestetik.

Tampilan tiga dimensi membantu mereka memahami representasi spasial, sementara sentuhan langsung melalui layar memperkuat pemahaman konsep.⁷⁰

e. Aplikasi yang dibuat dalam platform Android memungkinkan media ini diakses kapan saja tanpa koneksi internet, memberikan fleksibilitas dalam proses belajar, baik di kelas maupun di rumah.⁷¹

Terlepas dari keterbatasannya, media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dikembangkan menggunakan *Unity* 3D dan *Vuforia* memiliki kelebihan yang sangat potensial dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika. Media ini mampu menyajikan visualisasi konsep abstrak secara konkret, menghadirkan interaktivitas tinggi, serta menciptakan suasana belajar yang menyenangkan dan memotivasi.

⁶⁸ Azizah & Pramudya, "Efektivitas Media AR dalam Meningkatkan Pemahaman Geometri Siswa SMP", *Jurnal Pendidikan Matematika*, Vol. 10, No. 1, 2021, 62.

⁶⁹ Siregar & Pratiwi "Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Interaktif Berbasis Android pada Materi Bangun Datar, 131.

⁷⁰ Yulianingsih & Khasanah, "Pengembangan Media Interaktif Matematika Berbasis Multimedia, 63.

⁷¹ Aini, "Peran Media Berbasis Android dalam Pembelajaran Matematika, 16.

Namun, keunggulan tersebut perlu diimbangi dengan kesadaran terhadap sejumlah keterbatasan. Penggunaan media AR memerlukan perangkat yang cukup memadai dan kompetensi teknis tertentu dari pengembang maupun pengguna. Selain itu, proses pengembangan yang kompleks dan kemungkinan gangguan teknis seperti marker tidak terbaca atau aplikasi tertutup mendadak menjadi tantangan tersendiri.

Secara keseluruhan, media pembelajaran AR berbasis *Unity 3D* dan *Vuforia* tetap menjadi alternatif strategis dalam inovasi pembelajaran matematika. Dalam konteks penelitian ini, pemanfaatan teknologi tersebut diharapkan dapat menjawab kebutuhan siswa terhadap media belajar yang interaktif, fleksibel, dan mampu meningkatkan pemahaman secara nyata terhadap konsep pembelajaran.

Berikut merupakan proses pembuatan media pembelajaran matematika berbasis *Augmented Reality* menggunakan *Unity 3D* dan *Vuforia Engine*, mulai dari perangkat lunak yang digunakan hingga tahapan pembangunan aplikasi.

a. Perangkat Lunak yang Digunakan

Dalam pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR), dibutuhkan sejumlah perangkat lunak (software) pendukung yang saling terintegrasi.⁷²

- 1) *Unity 3D* digunakan sebagai game engine utama untuk membangun tampilan antarmuka, mengatur scene, dan mengelola seluruh komponen visual serta interaktif. *Unity* memiliki keunggulan dalam hal kemudahan

⁷² Septianingrum & Utomo, “Pengembangan Media *Augmented Reality* untuk Pembelajaran Bangun Ruang Menggunakan *Unity* dan *Vuforia*, 197.

integrasi dengan plugin AR seperti *Vuforia*, serta antarmuka pengembangan yang fleksibel.

- 2) *Vuforia Engine* SDK sebagai plugin pelacak marker AR. *Vuforia* memungkinkan *Unity* mengenali gambar marker yang kemudian ditumpangkan dengan objek virtual 3D. Ketiga, untuk menulis dan menyusun skrip interaktif, digunakan Visual Studio Code sebagai lingkungan pengkodean dengan bahasa pemrograman C#. Editor ini ringan, mendukung auto-complete, dan sangat cocok untuk mengembangkan proyek *Unity*.
- 3) Agar aplikasi dapat dijalankan di perangkat Android, digunakan Android SDK dan modul build Android yang sudah tersedia di dalam *Unity*.

Semua perangkat lunak ini digunakan secara terintegrasi untuk membangun media AR yang memvisualisasikan bangun ruang sisi datar secara interaktif, sebagaimana kebutuhan media pembelajaran matematika dalam penelitian ini.

b. Spesifikasi Perangkat Keras

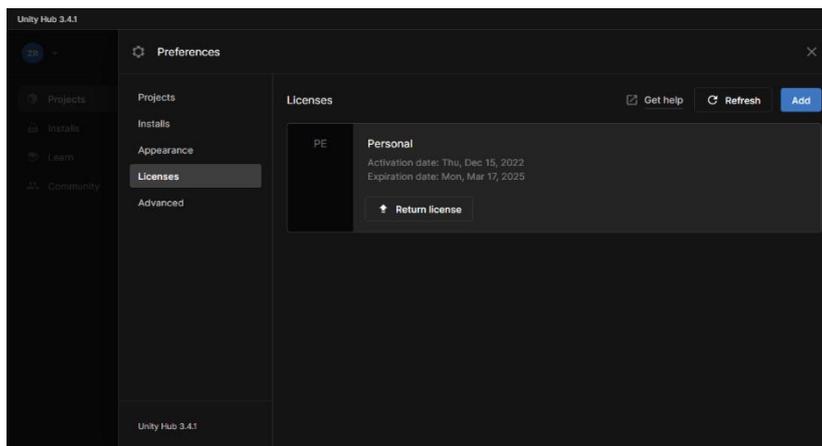
Selain perangkat lunak, pengembangan media juga membutuhkan perangkat keras yang memadai. Laptop atau komputer minimal harus memiliki prosesor setara, RAM 8 GB, dan GPU terintegrasi agar mampu menjalankan *Unity* dengan lancar. Untuk pengujian aplikasi, dibutuhkan smartphone Android dengan minimal RAM 3 GB, kamera aktif, dan sistem operasi Android versi 8.0 ke atas.

Spesifikasi ini dipilih untuk memastikan proses pemrograman, render model 3D, serta pengujian aplikasi dapat berjalan tanpa kendala teknis yang

signifikan.⁷³ Media yang dikembangkan membutuhkan performa yang stabil, mengingat objek 3D dan AR cukup berat dijalankan jika spesifikasi perangkat tidak mendukung.

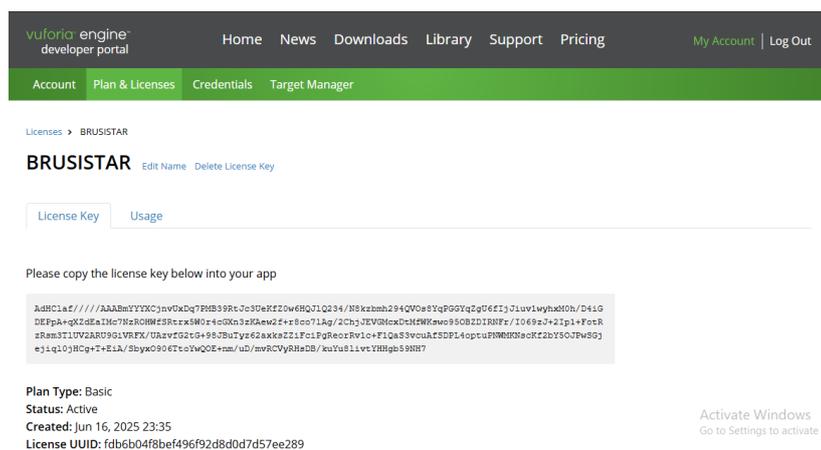
c. Tahap Persiapan

Tahap persiapan dimulai dengan pengunduhan dan instalasi *Unity 3D*.



Gambar 2.6 Pengunduhan dan Instalasi License *Unity*

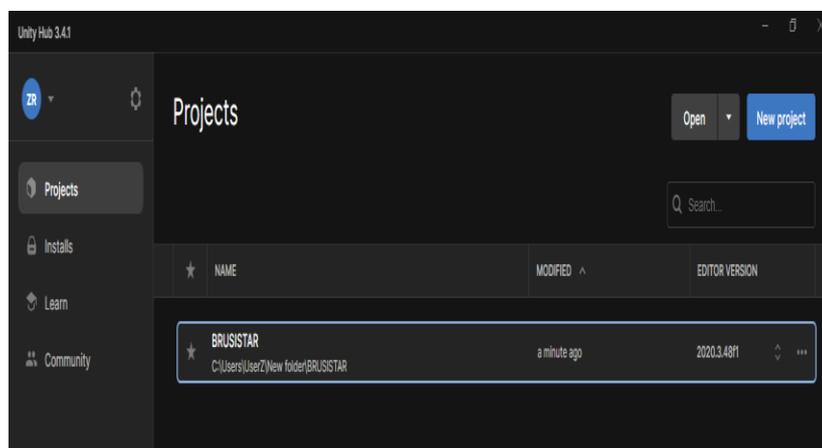
Selanjutnya plugin *Vuforia*. Pengembang membuat akun developer di situs resmi *Vuforia* untuk mendapatkan license key yang diperlukan untuk integrasi marker.



Gambar 2.7 Permintaan License Key pada Portal *Vuforia*

⁷³ Suryono, "Permasalahan Teknis dalam Penggunaan Unity dan Vuforia di Sekolah, 29.

Selanjutnya, dilakukan pembuatan proyek baru di *Unity*, pemasangan *Vuforia Engine SDK*, dan aktivasi lisensi AR.



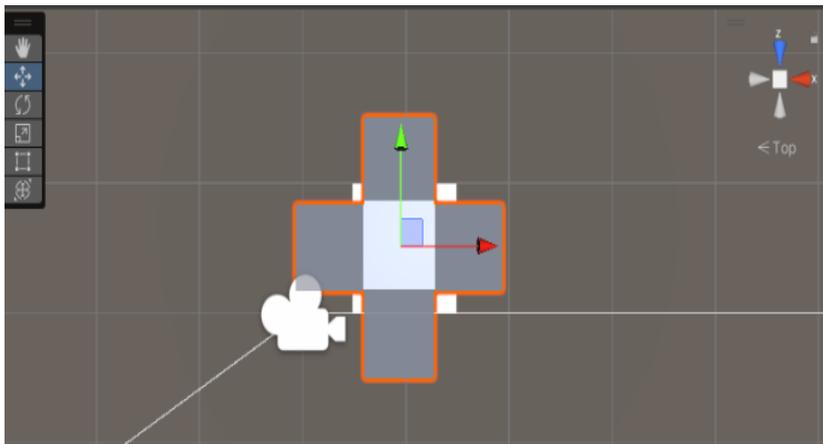
Gambar 2.8 Pengunduhan Editor *Unity* dan Membuat Proyek

Langkah ini juga mencakup konfigurasi awal seperti pengaturan AR Camera, penyesuaian database marker, serta pengaturan orientasi proyek (portrait atau landscape).⁷⁴ Persiapan ini sangat penting untuk memastikan bahwa proyek *Unity* dapat mengenali dan menampilkan objek berdasarkan gambar yang dipindai.

d. Penyesuaian Model 3D

Model 3D bangun ruang yang digunakan meliputi kubus, balok, prisma segitiga, dan limas segiempat. Menggunakan model *Unity* dan diekspor dalam format FBX. Selain itu, versi jaring-jaring untuk setiap bangun ruang dalam bentuk datar. Model didesain berwarna putih polos agar lebih jelas dilihat dalam AR.

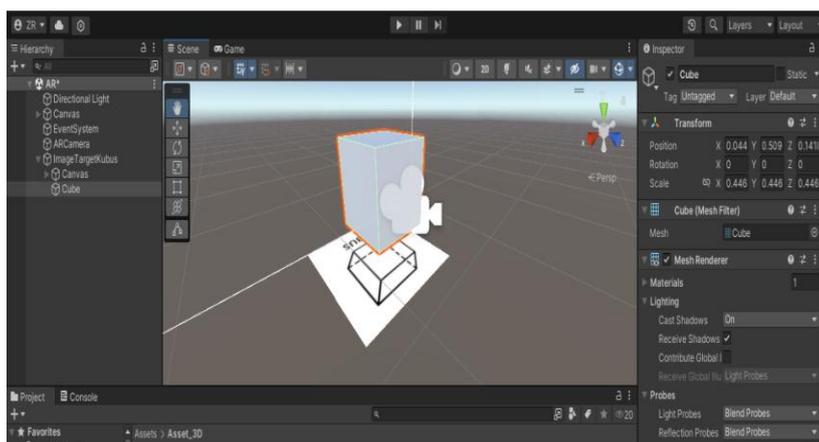
⁷⁴ Pradana & Surya, "Tahapan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android dalam Matematika", Jurnal Teknologi Pendidikan, Vol. 8, No. 1, 2020, 12.



Gambar 2.9 Penyesuaian Model 3D dan Jaring-jaring

e. Integrasi Marker dan AR

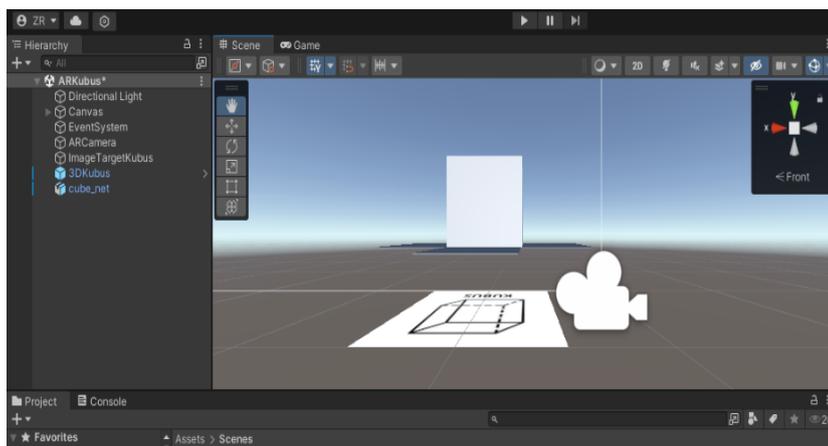
Marker dibuat dalam bentuk gambar dua dimensi yang dapat dicetak di atas kertas. Gambar kemudian diunggah ke *Vuforia* Target Manager untuk dibuatkan database marker, lalu diunduh dan diimpor ke *Unity*. Marker ini digunakan sebagai penanda (trigger) agar kamera AR dapat menampilkan model 3D sesuai dengan marker yang dipindai.



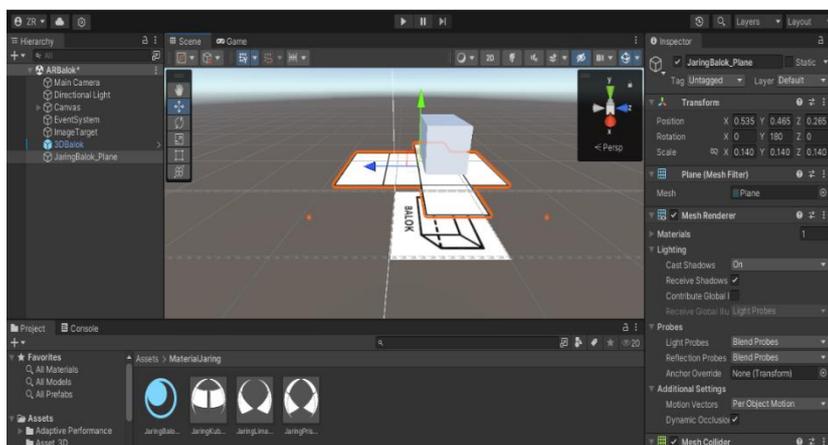
Gambar 2.10 Penyesuaian Marker dan Model 3D

Objek 3D yang sudah dimasukkan ke *Unity* akan diposisikan tepat di atas marker tersebut. Dengan demikian, ketika kamera ponsel diarahkan ke marker, model bangun ruang akan muncul seolah-olah berada di dunia nyata. Proses ini

merupakan inti dari pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* dalam pembelajaran.⁷⁵ Setelah model selesai, file 3D tersebut diimpor ke *Unity* untuk dikaitkan dengan marker. Skala model disesuaikan agar tampak realistis saat dipindai, dengan mempertimbangkan ukuran marker dan luas bidang nyata tempat model akan muncul.

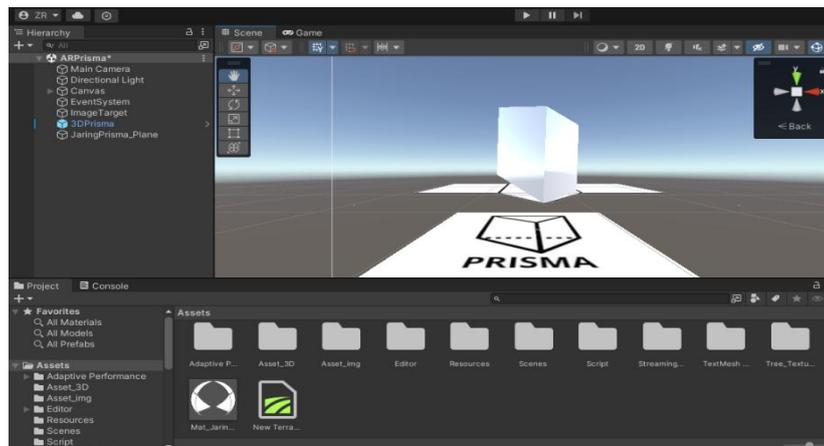


Gambar 2.11 Penyesuaian Marker dan Model 3D Kubus

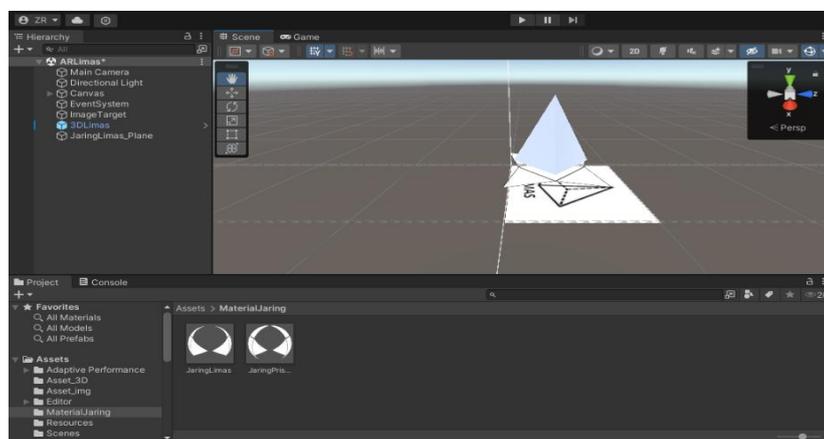


Gambar 2.12 Penyesuaian Marker dan Model 3D Balok

⁷⁵ Azizah & Pramudya, “Efektivitas Media AR dalam Meningkatkan Pemahaman Geometri Siswa SMP, 61.



Gambar 2.13 Penyesuaian Marker dan Model 3D Prisma



Gambar 2.14 Penyesuaian Marker dan Model 3D Limas

f. Pemrograman Interaktif

Setiap objek 3D dilengkapi skrip interaktif menggunakan bahasa pemrograman C# di Visual Studio Code. Beberapa fungsi yang ditambahkan meliputi: memperbesar dan memperkecil model (resize), membuka jaring-jaring, serta kalkulator penghitung luas permukaan dan volume bangun ruang. Script juga mengatur tombol antar scene.

```

1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5 0 references
6 public class JaringJaring : MonoBehaviour
7 {
8     1 reference | 1 reference | 1 reference
9     public GameObject _Jokubus, _Jokubus_Plane, _JaringBalok_Plane, _JaringPrisma_Plane, _JaringLimas_P
10
11     0 references
12     public void TerapkanJaring()
13     {
14         // Nonaktifkan semua jaring dulu
15         _Jokubus_Plane.SetActive(false);
16         _JaringBalok_Plane.SetActive(false);
17         _JaringPrisma_Plane.SetActive(false);
18         _JaringLimas_Plane.SetActive(false);
19
20         // Aktifkan jaring yang sesuai model 3D yang sedang tampil
21         if (_Jokubus.activeInHierarchy)
22             _Jokubus_Plane.SetActive(true);
23         else if (_JaringBalok.activeInHierarchy)
24             _JaringBalok_Plane.SetActive(true);
25         else if (_JaringPrisma.activeInHierarchy)
26             _JaringPrisma_Plane.SetActive(true);
27         else if (_JaringLimas.activeInHierarchy)
28             _JaringLimas_Plane.SetActive(true);
29     }
30 }

```

Gambar 2.15 Script Tombol Aktif dan Nonaktifkan Jaring-jaring

```

1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using TMPro;
5
6 0 references
7 public class ResizeKubus : MonoBehaviour
8 {
9     1 reference
10    public GameObject objectTarget;
11
12    1 reference
13    public TMP_InputField InputSisi;
14
15    0 references
16    public void TerapkanUkuran()
17    {
18        float Sisi = float.Parse(InputSisi.text) / 4.5f;
19
20        objectTarget.transform.localScale = new Vector3(Sisi, Sisi, Sisi);
21    }
22 }

```

Gambar 2.16 Script Tombol Resize 3D Kubus

```

1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using TMPro;
5
6 0 references
7 public class ResizeBalok : MonoBehaviour
8 {
9     1 reference
10    public GameObject objectTarget;
11
12    1 reference
13    public TMP_InputField InputPanjang;
14
15    1 reference
16    public TMP_InputField InputLebar;
17
18    1 reference
19    public TMP_InputField InputTinggi;
20
21    0 references
22    public void TerapkanUkuran()
23    {
24        float Panjang = float.Parse(InputPanjang.text) / 6.5f;
25        float Lebar = float.Parse(InputLebar.text) / 6.5f;
26        float Tinggi = float.Parse(InputTinggi.text) / 6.5f;
27
28        objectTarget.transform.localScale = new Vector3(Panjang, Tinggi, Lebar);
29    }
30 }

```

Gambar 2.17 Script Tombol Resize 3D Balok

```

1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4  using TMPro;
5
6  public class ResizePrisma : MonoBehaviour
7  {
8      public GameObject objectTarget;
9      public TMP_InputField InputAlas;
10     public TMP_InputField InputTinggiAlas;
11     public TMP_InputField InputTinggiPrisma;
12
13     public void TerapkanUkuran()
14     {
15         float Alas = float.Parse(InputAlas.text) / 4.5f;
16         float TinggiAlas = float.Parse(InputTinggiAlas.text) / 4.5f;
17         float TinggiPrisma = float.Parse(InputTinggiPrisma.text) / 4.5f;
18
19         Debug.Log($"Resize ke: X={Alas}, Y={TinggiPrisma}, Z={TinggiAlas}");
20
21         objectTarget.transform.localScale = new Vector3(Alas, TinggiPrisma, TinggiAlas);
22     }
23 }

```

Gambar 2.18 Script Tombol Resize 3D Prisma Segitiga

```

8      public GameObject objectTarget;
9      public TMP_InputField InputPanjang;
10     public TMP_InputField InputLebar;
11     public TMP_InputField InputTinggi;
12
13     public void TerapkanUkuran()
14     {
15         float Panjang = float.Parse(InputPanjang.text) / 4.5f;
16         float Lebar = float.Parse(InputLebar.text) / 4.5f;
17         float Tinggi = float.Parse(InputTinggi.text) / 4.5f;
18
19         objectTarget.transform.localScale = new Vector3(Panjang, Tinggi, Lebar);
20     }

```

Gambar 2.19 Script Tombol Resize 3D Limas Segiempat

```

6  public class KalkulatorKubus : MonoBehaviour
7  {
8      public TMP_InputField InputSisi;
9      public TMP_Text OutputVolume, OutputLuasPermukaan;
10
11     public void Hitung()
12     {
13         float S = float.Parse(InputSisi.text);
14
15         float Volume = S * S * S;
16         float LuasPermukaan = 6 * (S * S);
17
18         OutputVolume.text = Volume + "cm\u00B3";
19         OutputLuasPermukaan.text = LuasPermukaan + "cm\u00B2";
20     }

```

Gambar 2.20 Script Tombol Kalkulator Luas Permukaan dan Volume Kubus

```

Assets > Script > KalkulatorBalok.cs > KalkulatorBalok
1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4  using TMPro;
5
6  0 references
7  public class KalkulatorBalok : MonoBehaviour
8  {
9      1 reference | 1 reference | 1 reference
10     public TMP_InputField InputPanjang, InputLebar, InputTinggi;
11     1 reference | 1 reference
12     public TMP_Text OutputVolume, OutputLuasPermukaan;
13
14     0 references
15     public void Hitung()
16     {
17         float P = float.Parse(InputPanjang.text);
18         float L = float.Parse(InputLebar.text);
19         float T = float.Parse(InputTinggi.text);
20
21         float Volume = P * L * T;
22         float LuasPermukaan = 2 * (P * L + P * T + L * T);
23
24         OutputVolume.text = Volume + "cm\u00B3";
25         OutputLuasPermukaan.text = LuasPermukaan + "cm\u00B2";
26     }
27 }

```

Gambar 2.21 Script Tombol Kalkulator Luas Permukaan dan Volume Balok

```

Assets > Script > KalkulatorPrisma.cs > KalkulatorPrisma > Hitung
1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4  using TMPro;
5
6  0 references
7  public class KalkulatorPrisma : MonoBehaviour
8  {
9      1 reference | 1 reference | 1 reference
10     public TMP_InputField InputAlas, InputTinggiAlas, InputTinggiPrisma;
11     1 reference | 1 reference
12     public TMP_Text OutputVolume, OutputLuasPermukaan;
13
14     0 references
15     public void Hitung()
16     {
17         float Alas = float.Parse(InputAlas.text);
18         float TinggiAlas = float.Parse(InputTinggiAlas.text);
19         float TinggiPrisma = float.Parse(InputTinggiPrisma.text);
20
21         float LuasAlas = 0.5f * Alas * TinggiAlas;
22         float KelilingAlas = Alas + TinggiAlas + Mathf.Sqrt(Alas * Alas + TinggiAlas * TinggiAlas);
23         float LuasSisiTegak = KelilingAlas * TinggiPrisma;
24         float Volume = LuasAlas * TinggiPrisma;
25         float LuasPermukaan = 2 * LuasAlas + LuasSisiTegak;
26
27         OutputVolume.text = Volume + "cm\u00B3";
28         OutputLuasPermukaan.text = LuasPermukaan + "cm\u00B2";
29     }
30 }

```

Gambar 2.22 Script Tombol Kalkulator Luas Permukaan dan Volume Prisma Segitiga

```

Assets > Script > KalkulatorLimas.cs > KalkulatorLimas > Hitung
4  using TMPro;
5  using System;
6
7  0 references
8  public class KalkulatorLimas : MonoBehaviour
9  {
10     1 reference | 1 reference | 1 reference
11     public TMP_InputField InputPanjang, InputLebar, InputTinggi;
12     1 reference | 1 reference
13     public TMP_Text OutputVolume, OutputLuasPermukaan;
14
15     0 references
16     public void Hitung()
17     {
18         float P = float.Parse(InputPanjang.text);
19         float L = float.Parse(InputLebar.text);
20         float T = float.Parse(InputTinggi.text);
21
22         float Volume = (P * L * T) / 3f;
23
24         float LuasAlas = P * L;
25         float TinggiSegitiga1 = Mathf.Sqrt(Mathf.Pow((1 / 2f), 2) + Mathf.Pow(T, 2));
26         float TinggiSegitiga2 = Mathf.Sqrt(Mathf.Pow((P / 2f), 2) + Mathf.Pow(T, 2));
27         float LuasSegitigaDepanBelakang = P * TinggiSegitiga1;
28         float LuasSegitigaKiriKanan = L * TinggiSegitiga2;
29         float LuasSelimut = (LuasSegitigaDepanBelakang + LuasSegitigaKiriKanan) / 2f;
30         float LuasPermukaan = LuasAlas + LuasSelimut;
31
32         OutputVolume.text = Volume + "cm\u00B3";
33         OutputLuasPermukaan.text = LuasPermukaan + "cm\u00B2";
34     }
35 }

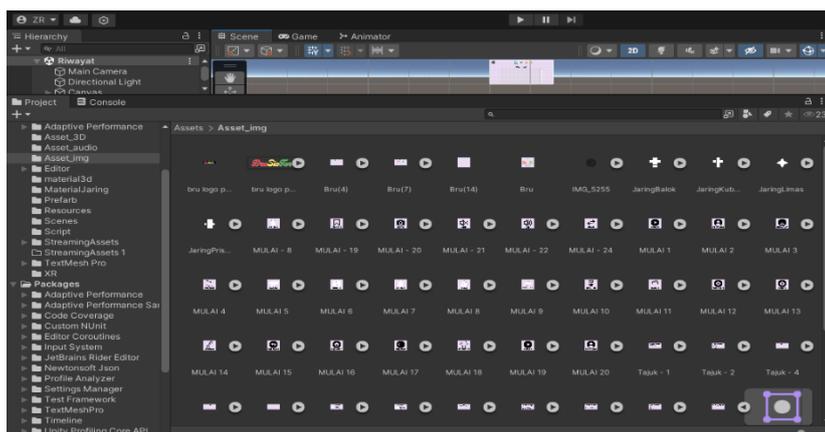
```

Gambar 2.23 Script Tombol Kalkulator Luas Permukaan dan Volume Limas Segiempat

g. Pembuatan Antarmuka dan Tampilan (UI/UX)

Desain tampilan aplikasi dibuat sederhana dan ramah pengguna, terutama bagi siswa SMP. Komponen UI seperti tombol “Mulai”, “Riwayat”, dan “Kembali” dirancang menggunakan sistem Canvas dalam *Unity*. Selain itu, ditambahkan panel, ikon, dan teks untuk memudahkan navigasi antarmuka.

Pengaturan ini penting agar siswa dapat fokus pada eksplorasi objek, tanpa bingung saat menggunakan aplikasi.⁷⁶ Prinsip desain minimalis digunakan agar media tidak membebani memori ponsel, dan tetap mudah digunakan di berbagai ukuran layar.



Gambar 2.24 Tampilan Asset Gambar dalam bentuk UI

h. Build Aplikasi dan Uji Awal

Setelah aplikasi dinyatakan selesai, dilakukan proses build menjadi file APK agar bisa dijalankan di perangkat Android. Tahap ini mencakup pengaturan platform build di *Unity*, konfigurasi ke mode Android, serta instalasi ke smartphone.

⁷⁶ Yulianingsih & Khasanah, “Pengembangan Media Interaktif Matematika Berbasis Multimedia, 64.

Pengujian awal dilakukan untuk memastikan seluruh fitur berjalan dengan baik. Jika terdapat bug, pengembang melakukan perbaikan dan re-build hingga aplikasi benar-benar stabil. Uji awal ini dilakukan sebelum media diserahkan untuk validasi ahli atau respon siswa.⁷⁷

7. Bangun Ruang Sisi Datar

Bangun ruang merupakan sebuah bangun yang mempunyai tiga dimensi dan bervolume. Bangun ruang pada mata pelajaran matematika digolongkan menjadi dua yaitu bangun ruang sisi datar dan bangun ruang sisi lengkung. Bangun ruang sisi datar yaitu bangun ruang yang mempunyai sisi dengan bentuk datar atau benda tersebut memiliki sisi yang rata. Bangun ruang sisi datar ini akan digunakan dalam pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* menggunakan *Unity 3D* dan *Vuforia Engine*.

a. Kubus

Bangun kubus adalah bangun ruang sisi datar yang semua sisinya berbentuk persegi dan semua rusuknya sama panjang.

Sifat kubus terdiri dari 8 macam, yakni:

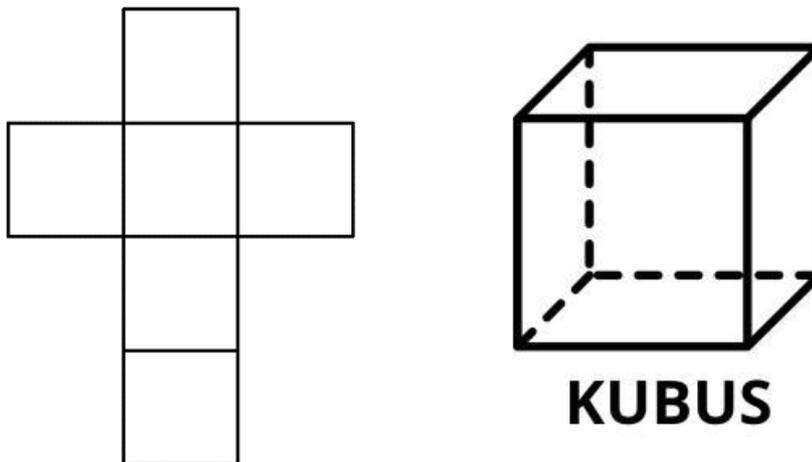
- 1) Kubus memiliki enam sisi berbentuk persegi.
- 2) Semua sisi dari bangun kubus memiliki ukuran serta dimensi yang sama,
- 3) Semua sudut bidang kubus membentuk garis bidang 90 derajat,
- 4) Setiap sisi garis bangun kubus berhadapan dengan empat sisi lainnya dan sama besarnya.

⁷⁷ Aini, "Peran Media Berbasis Android dalam Pembelajaran Matematika, 16.

5) Kubus memiliki 12 rusuk, 12 diagonal sisi, dan 4 diagonal ruang

Rumus Volume Kubus = $sisi \times sisi \times sisi$

Rumus Luas Permukaan Kubus = $6 \times sisi \times sisi$



Gambar 2.25 dan 2.26 Jaring-jaring dan Marker Kubus

b. Balok

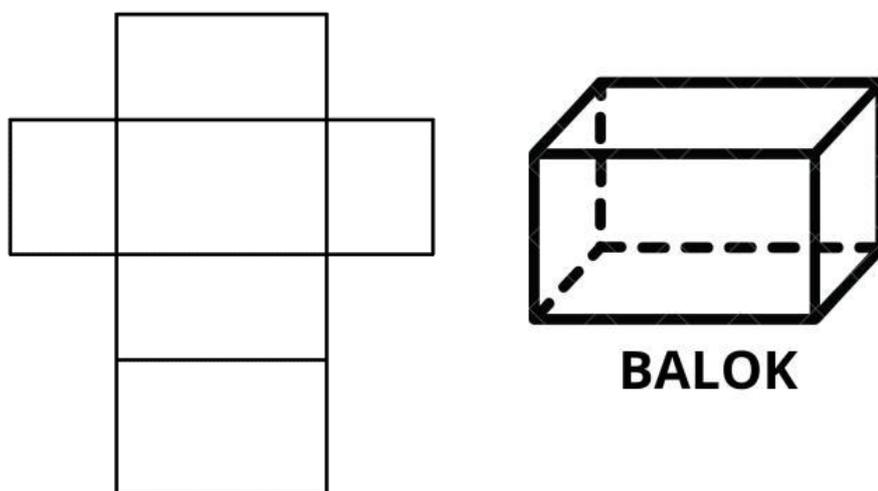
Balok adalah bangun ruang tiga dimensi yang terdiri dari enam sisi. Balok memiliki tiga pasang sisi yang saling berhadapan. Tiga pasang sisi tersebut memiliki bentuk dan ukuran yang sama.

Sifat-sifat balok:

- 1) Balok memiliki 6 sisi yang berbentuk persegi panjang.
- 2) Pasangan sisi yang berhadapan memiliki ukuran yang sama.
- 3) Balok memiliki 12 rusuk, di mana 4 rusuk memanjang, 4 rusuk melebar, dan 4 rusuk tegak.
- 4) Semua sudut pada balok berbentuk siku-siku (90°).
- 5) Balok memiliki 8 titik sudut.
- 6) Balok memiliki 4 diagonal ruang yang panjangnya sama.

Rumus volume balok = $Panjang \times Lebar \times Tinggi$

Rumus luas permukaan balok = $2 \times ((Panjang \times Lebar) + (Panjang \times Tinggi) + (Lebar \times Tinggi))$



Gambar 2.27 dan 2.28 Jaring-jaring dan Marker Balok

c. Prisma

Prisma adalah bangun ruang tiga dimensi yang terbentuk dari dua bangun datar sejajar yang kongruen (sama persis) sebagai alas dan tutupnya, sementara sisi tegaknya membentuk bidang lateral yang menghubungkan kedua alas tersebut.

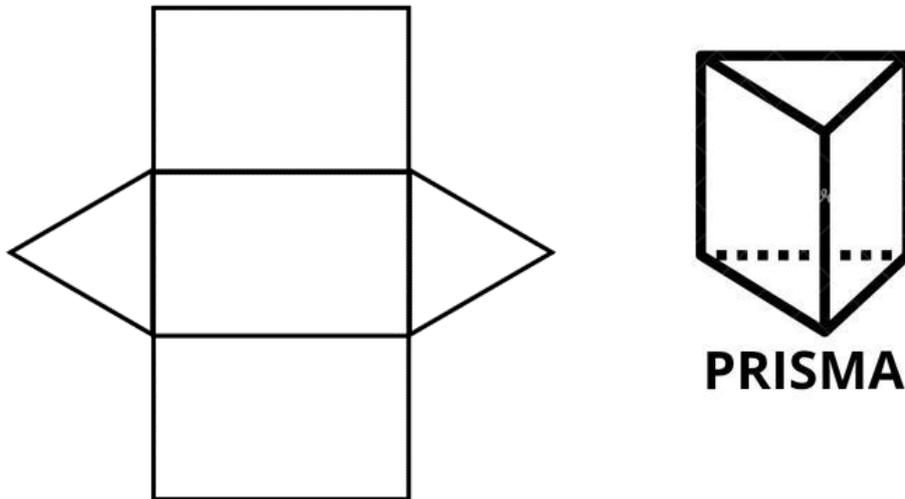
Sifat-sifat umum prisma yang bisa kamu ketahui:

- 1) Memiliki dua alas yang sejajar dan kongruen.
- 2) Sisi-sisi tegaknya berupa sisi datar.
- 3) Jumlah rusuk pada prisma bergantung pada bentuk alasnya.
- 4) Semua sudut antara sisi tegak dan alas berbentuk sudut siku-siku (kecuali pada prisma miring).

Jenis-Jenis Prisma: Prisma Segitiga, Prisma Segiempat, Prisma *Segi – n*

Rumus volume prisma = $luas\ alas \times tinggi\ prisma$

Rumus luas permukaan prisma = $(2 \times \text{luas alas}) + (\text{keliling alas} \times \text{tinggi prisma})$



Gambar 2.29 dan 2.30 Jaring-jaring dan Marker Balok

d. Limas

Limas adalah bangun ruang tiga dimensi yang terdiri dari alas berbentuk segi banyak (segitiga, segiempat, segilima, dst) dan sisi-sisi tegak berbentuk segitiga yang bertemu di satu titik puncak.

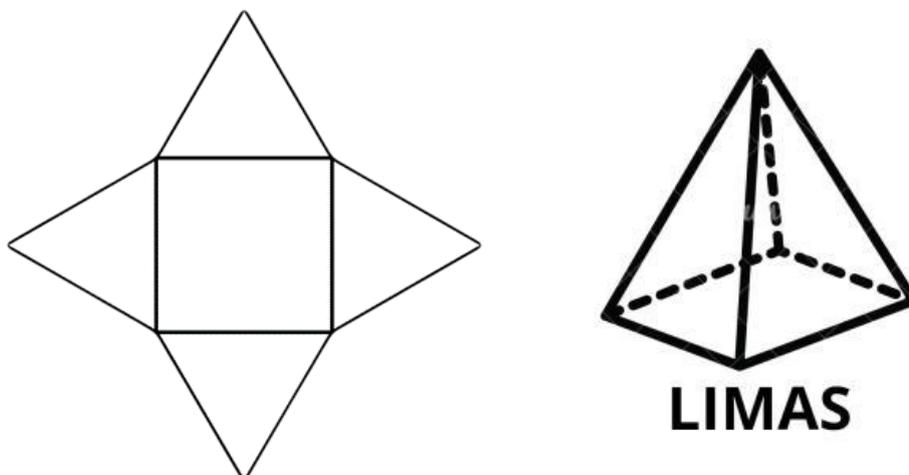
Sifat-sifat limas atau ciri-ciri limas yang perlu diketahui:

- 1) Memiliki satu alas berbentuk segi banyak.
- 2) Sisi tegaknya selalu berbentuk segitiga.
- 3) Titik puncaknya adalah titik temu semua sisi tegak.
- 4) Jumlah sisi limas bergantung pada jumlah sisi alasnya.
- 5) Jumlah rusuk limas sama dengan jumlah sisi alas ditambah jumlah sisi tegak.

Jenis-Jenis Limas: Limas Segitiga, Limas Segiempat, Limas *Segi - n*

Rumus Volume Limas = $\frac{1}{3} \times \text{luas alas} \times \text{tinggi limas}$

Rumus Luas Permukaan = $\text{luas alas} + \text{jumlah luas sisi sisi tegak}$



Gambar 2.31 dan 2.32 Jaring-jaring dan Marker Balok

B. Kerangka Pikir

Pembelajaran matematika seringkali dihadapkan pada permasalahan pemahaman konsep geometri, khususnya materi bangun ruang sisi datar. Materi ini menuntut kemampuan visualisasi, karena siswa harus mampu membayangkan bentuk tiga dimensi dari gambar dua dimensi. Dalam kenyataannya, sebagian besar siswa kesulitan dalam membayangkan bentuk, membedakan karakteristik antar bangun ruang, serta memahami jaring-jaringnya. Permasalahan ini diperburuk oleh keterbatasan media belajar yang digunakan di sekolah. Hal ini berdampak pada rendahnya minat, partisipasi, serta penguasaan konsep geometri siswa.

Di sisi lain, perkembangan teknologi memberikan peluang besar bagi dunia pendidikan untuk menciptakan inovasi pembelajaran. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan adalah *Augmented Reality* (AR), dan untuk mewujudkannya dibutuhkan platform pengembangan yang mumpuni. *Unity 3D* sebagai game engine dan *Vuforia Engine* sebagai pengolah marker AR menjadi pilihan utama dalam proyek ini. *Unity* mendukung integrasi komponen 3D dan pemrograman interaktif.

Vuforia memungkinkan pendeteksian marker sehingga objek virtual dapat dimunculkan.

Dengan demikian, penelitian ini dirancang untuk menjawab kebutuhan akan media belajar yang inovatif, berbasis teknologi, dan mampu meningkatkan pemahaman konsep bangun ruang melalui visualisasi interaktif dan nyata. Hasil dari pengembangan ini diharapkan dapat memperkaya variasi media pembelajaran matematika serta mendorong penggunaan teknologi AR secara lebih luas di dunia pendidikan.

Dari pemikiran tersebut, gambaran dari kerangka berpikir:

