

## **KAJIAN MEDIA PEMBELAJARAN AUGMENTED REALITY (AR) DALAM PEMBELAJARAN BANGUN RUANG**

**Joanna Ayuni Sara<sup>1)</sup>, Yeni Danawak<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>*Mahasiswa Magister Universitas Sanata Dharma, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55281, Indonesia dan Guru SDTK Pelita Hati Denpasar, Bali, 80226, Indonesia;*

<sup>2)</sup>*Mahasiswa Magister Universitas Sanata Dharma, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55281, Indonesia.*

*Email: joannaayuni@gmail.com<sup>1)</sup>, yeni.danawak@gmail.com<sup>2)</sup>*

**Abstrak.** Media pembelajaran merupakan suatu perantara dalam menyalurkan pesan dari guru kepada siswa sehingga tercipta pembelajaran yang efektif. *Augmented reality* (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan benda dua dimensi atau tiga dimensi ke dalam lingkungan yang nyata. Pemanfaatan *augmented reality* (AR) yang merupakan bagian dari perkembangan teknologi dapat digunakan sebagai media pembelajaran dalam membelajarkan bangun ruang kepada siswa sehingga membuat pembelajaran matematika lebih interaktif. Maka tujuan dari kajian ini adalah untuk mendeskripsikan media pembelajaran *augmented reality* (AR) dalam pembelajaran bangun ruang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kajian pustaka terhadap buku-buku dan literatur sebagai sumber data. Setelah penelusuran literatur, hasilnya dapat ditemukan bahwa *augmented reality* (AR) dapat digunakan sebagai media pembelajaran geometri bangun ruang yang interaktif. Dengan menggunakan teknologi *augmented reality* (AR) ini siswa dapat lebih tertarik mempelajari bangun ruang serta mampu meningkatkan kemampuan keruangan (spasial).

**Kata Kunci :** *Media pembelajaran, Augmented reality (AR), Bangun ruang*

### **1. Pendahuluan**

Menurut McLuhan penemuan teknologi baru pada awalnya akan memperkuat beberapa fisik, sensorik, intelektual, atau pancaindera (Hukum I). Sementara satu area diperkuat, yang lain berkurang atau dianggap usang (Hukum II). Kemudian, ketika penemuan ini digunakan untuk kapasitas maksimum itu membalik karakteristiknya (Hukum III) yang kemudian diambil media lain (Hukum IV) [1].

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi membawa banyak perubahan, termasuk bagi dunia pendidikan. Pengembangan aplikasi untuk mendukung pembelajaran merupakan salah satu produk teknologi yang dikembangkan secara kontinu. Aplikasi dapat dipasang pada komputer ataupun dipasang di ponsel pintar (*smartphone*).

Pendidikan merupakan usaha yang dijalankan dengan sadar, sengaja, teratur dan terencana dengan maksud dapat mengubah atau mengembangkan perilaku yang diinginkan [2]. Tujuan pendidikan pada umumnya meningkatkan kemampuan individu yang dapat membentuk manusia berwawasan luas dan berpikir kreatif, sehingga mampu menyelesaikan persoalan yang dihadapi, serta dapat memberikan solusi untuk sebuah persoalan.

Matematika merupakan bidang studi yang menduduki peran penting dalam dunia pendidikan. Peranan matematika menjadi sangat diperhitungkan, karena matematika menjadi pelayan bagi disiplin ilmu yang lain serta melatih kemampuan berpikir tingkat

tinggi. Matematika terdiri dari beberapa topik kajian diantaranya aljabar, kalkulus, logika, trigonometri, geometri, dan lain-lain.

Bangun ruang merupakan salah satu dari bagian pelajaran matematika yang memiliki bentuk dan jenis yang beragam. Pada proses pembelajaran di sekolah, ditemukan adanya kesulitan yang dialami oleh siswa dalam memvisualisasikan bangun ruang ke dalam bentuk yang nyata. Begitu pun fasilitas peraga bangun terbatas hanya dapat digunakan di sekolah [3]. Di sisi lain, perkembangan dan penerapan teknologi saat ini sudah meningkat dan berkembang.

Bruner [4] menyatakan bahwa anak dalam belajar konsep matematika melalui tiga tahap, yaitu *enactive*, *iconic*, dan *symbolic*. Tahap *enactive* yaitu tahap belajar dengan memanipulasi benda atau objek konkret, tahap *iconic* yaitu tahap belajar dengan menggunakan gambar, dan tahap *symbolic* yaitu tahap belajar matematika melalui manipulasi lambang atau simbol. Demikian pula Z.P. Dienes [5] berpendapat bahwa setiap konsep atau prinsip matematika dapat dimengerti secara sempurna hanya jika pertama-tama disajikan kepada peserta didik dalam bentuk konkret. Sehingga dapat dipahami bahwa Dienes menekankan pentingnya memanipulasi objek-objek dalam pembelajaran matematika.

Oleh karena itulah muncul suatu teknologi bernama *augmented reality (AR)* yang menggabungkan objek tiga dimensi ke dalam dunia nyata supaya manusia dapat berinteraksi dengan komputer secara lebih alami, *augmented reality (AR)* adalah sebuah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi atau pun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata. *Augmented reality (AR)* lebih mengutamakan realita karena teknologi ini lebih dekat ke lingkungan nyata. *Augmented reality (AR)* mengizinkan penggunaannya berinteraksi secara lebih *real-time* ke sistem. Teknologi *augmented reality (AR)* berkembang sangat cepat sehingga pengembangannya dapat diterapkan dalam bidang termasuk pendidikan salah satunya pembelajaran materi matematika.

## 2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian pustaka yang menggunakan buku-buku dan literatur-literatur sebagai sumber data. Pada artikel ini akan dilakukan kajian Pustaka mengenai media pembelajaran *augmented reality (AR)* dalam pembelajaran bangun ruang. Selain itu, peneliti mencoba memaparkan penggunaan *augmented reality (AR)* menggunakan *GeoGebra* sebagai media pembelajaran geometri bangun ruang untuk membuat kegiatan pembelajaran menjadi lebih interaktif.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Media Pembelajaran

Secara garis besar media adalah manusia, materi atau kejadian yang membangun, materi atau kejadian yang membangun kondisi, yang membuat peserta didik mampu memperoleh pengetahuan, ketrampilan dan sikap [6]. Definisi ini selaras dengan makna media secara etimologis. Istilah media berasal dari bahasa Latin yang berarti perantara yang merujuk pada segala sesuatu yang dapat membawa pesan/informasi antara sumber pesan dengan penerima.

Arsyad memberi batasan media sebagai semua bentuk perantara yang digunakan oleh manusia untuk menyampaikan atau menyebar ide, gagasan atau pendapat sehingga ide, gagasan, atau pendapat yang dikemukakan itu sampai kepada penerima yang

dituju[7]. Batasan ini masih sangat luas. Apa saja yang dapat digunakan untuk menyampaikan ide dapat disebut sebagai media.

Kaitannya dengan pembelajaran, media merupakan segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim dan penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, minat dan perhatian sedemikian rupa sehingga proses belajar terjadi [8]. Segala sesuatu yang dijadikan sebagai penyalur pesan sangat luas. Sesuatu itu dapat berupa manusia, benda, penyajian peristiwa, dan bentuk lainnya.

Dapat ditarik kesimpulan bahwa media pembelajaran adalah semua sarana atau alat bantu (bahkan guru maupun siswa) yang digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran dari guru ke siswa yang dapat merangsang pikiran, perasaan dan kemauan siswa sehingga aktivitas dan efisiensi pembelajaran. Sarana atau alat bantu tersebut perlu dihadirkan dalam pembelajaran karena memiliki berbagai kelebihan.

Media pembelajaran memiliki fungsi sebagai pembawa pesan yaitu dari pendidik ke peserta didik dalam proses pembelajaran. Media sebagai kunci dalam terjadinya interaksi proses pembelajaran [9]. Guru menggunakan media pembelajaran untuk membantu siswa dalam menerima pesan. Kegunaan media dalam proses pembelajaran diantaranya: (1) memperjelas penyajian pesan; (2) mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan daya indera; (3) mengatasi pasif anak didik; (4) mengatasi perbedaan lingkungan dan pengalaman baik guru maupun siswa [8].

Matematika merupakan ilmu yang menjadi dasar bagi ilmu yang lain. Matematika tidak semata menekankan pada kemampuan berhitung. Kemampuan bernalar dan berlogika dan kemampuan lainnya menjadi tagihan bagi siswa. Pembelajaran matematika yang bermakna dan menyenangkan menjadi keharusan. Pengenalan konsep dasar matematika tentu akan lebih melekat ketika menghadirkan hal-hal konkret. Penggunaan media pembelajaran yang tepat dan sesuai dapat membantu guru meningkatkan kemampuan-kemampuan siswa dengan membelajarkan materi-materi yang terdapat pada pembelajaran matematika di sekolah. Selain itu juga media pembelajaran membantu guru mengatasi keterbatasan-keterbatasan yang terdapat selama proses pembelajaran sesuai dengan kegunaan

Seiring perkembangan teknologi berbagai aplikasi telah tersedia untuk mendukung pembelajaran matematika. Aplikasi berupa pemecahan persoalan matematika, ilustrasi objek matematika baik visual maupun dalam bentuk 3D (tiga dimensi) dan lainnya. Pengenalan media pembelajaran visual berbasis digital pada pembelajaran matematika yaitu aplikasi *Geogebra*. Salah satu keunggulan aplikasi ini dapat diunduh gratis. Selain itu, saat ini *Geogebra* telah dapat diinstal di komputer. Penggunaan *Geogebra* 3D dapat membantu siswa untuk dapat dengan langsung mengamati bangun ruang sehingga pembelajaran akan menjadi lebih bermakna dan pemahaman siswa menjadi lebih baik lagi dibandingkan sekedar menggambarkannya secara manual di buku tulis.

### 3.2 Berpikir Keruangan

Kemampuan spasial merupakan salah satu kemampuan penting yang bermanfaat untuk kehidupan manusia. Menurut Taylor & Tebrink (2013) kemampuan spasial berkaitan dengan kapasitas antar objek geometri [10]. Kemampuan spasial sangat penting untuk keberhasilan di banyak bidang studi seperti matematika, ilmu alam, teknik, peramalan ekonomi, meteorologi dan arsitektur semua melibatkan pemikiran spasial visual untuk perbandingan kuantitas dan aritmatika.

Secara karakteristik kemampuan spasial terbagi menjadi: (1) *spatial perception* merupakan kemampuan untuk menyadari hubungannya dengan lingkungan di sekitar dan dengan diri sendiri; (2) *spatial visualization* merupakan kemampuan kemampuan

untuk memutar, memanipulasi, dan membalik objek visual secara mental; (3) *mental rotations* didefinisikan rotasi mental sebagai kemampuan untuk membayangkan bagaimana suatu objek akan terlihat dalam orientasi berbeda; (4) *spatial relations* kemampuan mempresentasikan informasi spasial menggunakan konsep tingkat tinggi; dan (5) *spatial orientation* mengacu pada kemampuan seseorang untuk mengatur orientasi atau postur tubuhnya dalam kaitannya dengan lingkungan sekitar [11].

Boulter menjelaskan bahwa kemampuan visuospatial (visual spasial), merupakan kemampuan yang melibatkan konstruksi representasi mental ruang atau benda di ruang [12]. Istilah visual menggambarkan modalitas dari indera penglihatan dan tugas-tugas yang tidak memerlukan konstruksi representasi yang melibatkan lebih dari dua dimensi. Kemudian istilah spasial mengacu pada tampilan atau representasi mental dari objek tiga dimensi atau lebih.

Selanjutnya, informasi spasial dapat diperoleh melalui berbagai modalitas sensorik (termasuk sentuhan dan pendengaran), akan tetapi bahwa indra penglihatan adalah bagian yang paling umum digunakan. Contoh tugas spasial seperti mengingat tata ruang tiga dimensi, atau membayangkan sekumpulan benda-benda menempati ruang tiga dimensi.

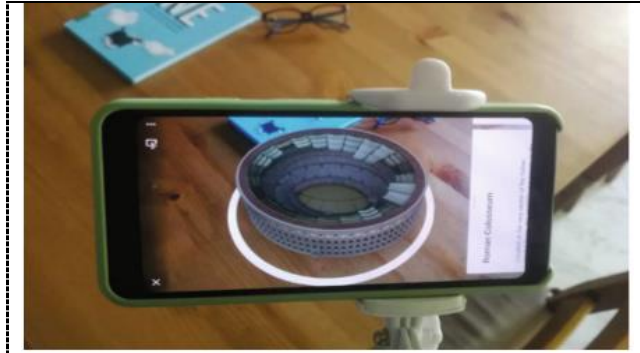
Pada konteks sekolah, kemampuan ini bisa dikembangkan pada materi geometri bangun ruang di dalam pembelajaran matematika. Kemampuan spasial bisa dikembangkan dari tingkat pendidikan dini, dasar, menengah dan perguruan tinggi. Salah satu cara mengembangkan kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika di sekolah yaitu penggunaan media pembelajaran saat ini sesuai dengan perkembangan teknologi adalah *augmented reality* (AR). *augmented reality* (AR) membantu siswa mengembangkan kemampuannya dalam mempelajari materi geometri bangun ruang. Sehingga diharapkan siswa tertarik dengan pembelajaran matematika dan pembelajaran lebih interaktif.

### 3.3 *Augmented Reality* (AR) dalam Pembelajaran

Menurut Stephen Cawood & Mark dalam bukunya *Augmented reality: a practical guide*, mendefinisikan bahwa *augmented reality* (AR) merupakan cara untuk mengeksplorasi objek tiga dimensi dan kata, AR merupakan suatu konsep perpaduan antara *virtual reality* dengan *world reality*. Sehingga objek-objek virtual dua dimensi atau tiga dimensi seolah-olah terlihat nyata dan menyatu dengan dunia nyata yang ada di sekitarnya dengan penambahan objek virtual yang dihasilkan oleh komputer.

Beberapa aplikasi AR dirancang untuk memberikan informasi detail pada pengguna dari objek nyata. Sebagai contoh *ultrasonografi* (USG) untuk melihat keadaan kandungan seorang wanita yang sedang mengandung, dan gerak yang sedang dilakukan janin yang ditampilkan dalam sebuah layar secara langsung dan real-time. Pendekatan juga memungkinkan ahli bedah plastik untuk merancang rekonstruksi wajah. Dokter bedah secara langsung dan bersamaan dapat merasakan jaringan lunak pasien dan memeriksa secara tiga dimensi.

*Augmented reality* (AR) juga dapat diaplikasikan pada bidang pendidikan terkhusus dalam proses pembelajaran. Beberapa bidang seperti kesehatan dan ilmu alam, humanis dan seni, serta lingkungan dan pendidikan khusus.



**Gambar 1.** Contoh konten pembelajaran Google AR- Kolosium Roma (Sumber: *Augmented Reality in Education*) (Kljun et al., 2020)

Gambar 1 menunjukkan salah satu bentuk penggunaan AR dalam membelajarkan tempat-tempat bersejarah di dunia yaitu menampilkan bentuk kolosium Roma. Gambar ini merupakan contoh penggunaan teknologi *augmented reality* (AR) dalam membelajarkan materi sejarah dunia.

Pada pembelajaran di sekolah pemanfaatan media pembelajaran dengan *augmented reality* (AR) sangat bermanfaat dalam meningkatkan proses belajar serta minat peserta didik dalam belajar karena dalam AR sendiri memiliki aspek-aspek hiburan yang dapat meningkatkan minat siswa dalam belajar dan bermain serta memproyeksikan secara nyata dan melibatkan panca indera siswa dengan teknologi AR. Hal ini disebabkan karena AR memiliki karakteristik serta fungsi yang hampir sama dengan media pembelajaran yaitu berfungsi menyampaikan informasi antara penerima dan pengirim atau guru dan siswa, dapat memperjelas penyampaian informasi yang diberikan guru dan siswa dalam proses pembelajaran, dapat memberikan rangsangan motivasi serta ketertarikan dalam pembelajaran.

### 3.4 *Augmented Reality* (AR) dalam Pembelajaran Matematika

Pada proses pembelajaran matematika seharusnya siswa diberi kesempatan mengalami sendiri, mengikuti proses, menganalisis, membuktikan dan menarik suatu objek, serta keadaan. Dengan demikian siswa dituntut untuk mengalami sendiri, mencari kebenaran, dan menarik kesimpulan atas proses pembelajaran yang dialaminya [13].

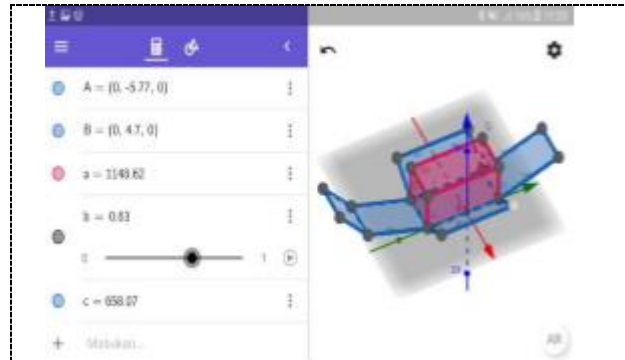
Salah satu media pembelajaran yang menarik untuk digunakan membelajarkan materi bangun ruang pada pembelajaran matematika adalah *GeoGebra*. *Software* ini digunakan untuk menggambar tampilan geometri. Pada perkembangannya, *GeoGebra* menyediakan pilihan untuk menampilkan desain bangun ke dalam dunia nyata menggunakan *augmented reality* (AR) dari bangun ruang yang sebelumnya sudah didesain dalam *GeoGebra* 3D (tiga dimensi).

Siswa dapat mengakses *software* Geogebra secara gratis di laman *website* resminya yaitu [www.geogebra.org](http://www.geogebra.org). Selain itu siswa dapat menggunakan secara *online* maupun menginstal pada ponsel pintar (*smartphone*) yang dimiliki siswa untuk kemudian digunakan secara *offline*.

Adapun langkah-langkah pembelajaran *augmented reality* (AR) menggunakan *GeoGebra* 3D *Grapher*.

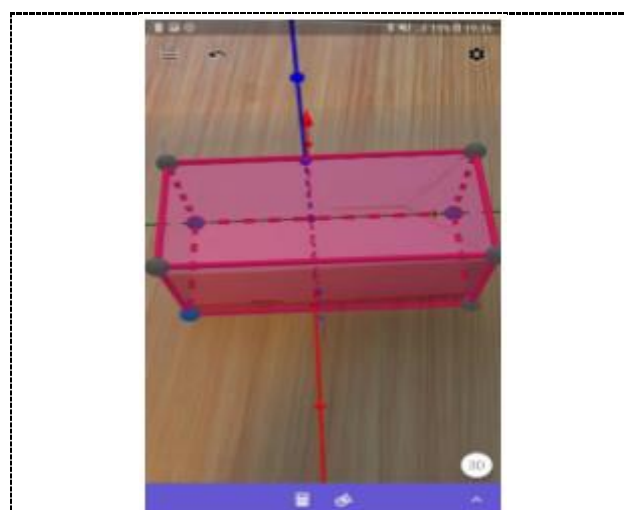
- a. Buka aplikasi *GeoGebra* 3D (tiga dimensi) pada ponsel pintar (*smartphone*).
- b. Gambar desain bangun ruang yang diinginkan pada *GeoGebra* 3D.

- c. Kemudian klik pada panel bawah yang menunjukkan AR.
  - d. Arahkan kamera ponsel pintar ke tempat yang diinginkan untuk menampilkan hasil desain bangun ruang yang sudah dibuat sebelumnya.
  - e. Atur pada tool bar untuk mengatur tools pada desain bangun ruang.
- Berikut adalah tampilan bangun ruang yang dibuat pada Geogebra 3D.



**Gambar 2.** Contoh tampilan dari eksplorasi jaring-jaring balok pada *GeoGebra* AR (Sumber: Lainufar et al., 2020)

Gambar 2 menjelaskan mengenai rancangan jaring-jaring balok yang merupakan dari bangun ruang balok yang dapat dibuat oleh siswa menggunakan *Geogebra* 3D terlebih dahulu. Aktivitas ini dapat membantu siswa untuk menggambarkan balok yang biasanya dibuat di buku tulis. Siswa dapat memvisualisasikan bangun ruang yaitu balok serta dapat menggunakan beberapa *tools* untuk menganimasikan jaring-jaring balok yang digerakan untuk membentuk bangun balok seutuhnya. Selanjutnya rancangan jaring-jaring dan bangun ruang balok dapat diletakan seolah-olah di hadapan siswa dengan menggunakan panel *augmented reality* (AR) yang tersedia pada pojok bawah *Geogebra* 3D seperti pada gambar berikut.



**Gambar 3.** Contoh proyeksi dari desain balok pada *GeoGebra* AR seperti pada ilustrasi (Sumber: Lainufar et al., 2020)

Gambar 3 menjelaskan mengenai balok yang telah dirancang sebelumnya di

GeoGebra 3D kemudian diproyeksikan menggunakan *augmented reality* (AR) yang terdapat pada aplikasi pada GeoGebra. Rancangan yang sebelumnya hanya tampak dilayar telepon genggam siswa dapat mereka lihat nyata dengan menggunakan *augmented reality* (AR).

Dengan menggunakan aplikasi *GeoGebra* AR selain memberikan pengalaman siswa untuk mengalami sendiri pembelajaran secara nyata diharapkan kemampuan spasial siswa juga semakin meningkat. Mengingat pentingnya kemampuan ini bagi siswa karena melatih penggunaan panca indera serta hubungan diri mereka dengan lingkungan. Sehingga minat pada pembelajaran matematika semakin bertambah. Media pembelajaran *augmented reality* (AR) ini pula diharapkan dapat membuat guru semakin terbantu untuk membuat pembelajaran matematika lebih interaktif serta mengaktifkan keikutsertaan siswa dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa kegiatan pembelajaran serta media pembelajaran yang tepat dapat dirancang untuk membantu siswa melaksanakan pembelajaran. Sehingga mereka akan dapat mengembakan ketrampilan serta pemahaman konseptual yang lebih baik pada proses pembelajaran matematika. Juga perlu diberikan pelatihan kepada guru untuk mempersiapkan mereka dengan keterampilan dalam menggunakan media pembelajaran yang interaktif dan inovatif.

#### **4 Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan, maka dapat disimpulkan penggunaan *augmented reality* (AR) pada pembelajaran bangun ruang sangat berguna untuk media pembelajaran yang interaktif dan nyata. Siswa dapat melihat secara nyata dan langsung dapat mengimajinasikan hasil proses pembelajaran. Media pembelajaran AR membantu siswa memvisualisasikan konsep abstrak untuk pemahaman dan struktur suatu objek dengan lebih efektif.

Pemanfaatan media pembelajaran menggunakan *augmented reality* (AR) pada pembelajaran bangun ruang dapat meningkatkan pemahaman kontekstual dan kemampuan siswa terkhusus kemampuan spasial. Sehingga siswa dapat menyelesaikan masalah dan kejadian yang ada pada keseharian mereka sesuai dengan sifat dari media pembelajaran yaitu membantu siswa dalam proses pembelajaran dimanapun dan kapanpun siswa ingin belajar.

Saran dari penelitian ini adalah perlu dilakukan pelatihan kepada guru untuk memberi ketrampilan dalam menggunakan media pembelajaran. Diharapkan guru dapat membuat kegiatan pembelajaran menjadi lebih interaktif serta membawa pembelajaran di kelas menjadi lebih menyenangkan dan bermakna bagi siswa.

#### **5 Ucapan Terima Kasih**

Terima kasih kami sampaikan kepada bapak Dr. M. Andy Rudhito S. Pd selaku dosen pembimbing untuk masukkan dalam pembuatan artikel ini. Terima kasih juga kepada teman-teman seangkatan mahasiswa magister pendidikan matematika Universitas Sanata Dharma Yogyakarta yang sudah memberi saran dan masukkan bagi artikel ini. Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk menuliskan artikel ini. Kami berharap agar artikel ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

#### **6 Daftar Pustaka**

- [1] Rudhito, M. A. (2020). *Filsafat Pendidikan Matematika Abad ke-21*. 125.
- [2] Purborini, S. D., & Hastari, R. C. (2019). Analisis Kemampuan Spasial Pada Bangun Ruang Sisi Datar Ditinjau Dari Perbedaan Gender. *Jurnal Derivat: Jurnal*

- Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 5(1), 49–58.  
<https://doi.org/10.31316/j.derivat.v5i1.147>
- [3] Saputri, S., & Sibarani, A. J. P. (2020). Implementasi Augmented Reality Pada Pembelajaran Matematika Mengenal Bangun Ruang Dengan Metode Marked Based Tracking Berbasis Android. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, 9(1), 15–24.  
<https://doi.org/10.34010/komputika.v9i1.2362>
- [4] Orton, A. (2004). Learning Mathematics, Issues, Theory and Classroom Practice. In *Vascular* (Third edit).
- [5] Hudoyo, H. (1998). *Mengajar Belajar Matematika*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- [6] Gerlach, V.S & Ely, D. . (1971). *Teaching & Media: A Systematic Approach*. Englewood Cliffs: Printice-Hall.
- [7] Diyah. (2020). *Geogebra dalam Pembelajaran Matematika*. Deepublish.
- [8] Sadiman,A.S, Rahardjo, R., Haryono, A., 2014)Sadiman,A.S, Rahardjo, R., Haryono, A., & R. (2014). Media pendidikan : Pengertian, pengembangan, dan pemanfaatannya (17th ed.). RjaGrasindo Persada.
- [9] Daryanto. (2011). *Media Pembelajaran*. Nurani Sejahtera.
- [10] Sudirman, S., & Alghadari, F. (2020). Bagaimana Mengembangkan Kemampuan Spasial dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah?: Suatu Tinjauan Literatur. *Journal of Instructional Mathematics*, 1(2), 60–72.  
<https://doi.org/10.37640/jim.v1i2.370>
- [11] Sorby, S. (2009). *Developing 3-D Spatial Visualization Skills for Non-Engineering Students*. 63(2), 21–32.
- [12] Boulter, J. R. K. D. R. (1999). *Spatial ability and transformational geometry*. *European Journal of Psychology of Education*. 14(2), 283–294.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF03172970>
- [13] Hardiyanti, D., Rosyadi, & Mellawaty. (2021). *Implementasi Augmented Reality ( AR ) Untuk Membantu Siswa Belajar Geometri Dimasa Pandemi di SMP N 1 Sindang*. 11(2), 40–50.
- [14] Kljun, M., Geroimenko, V., & Čopič Pucihar, K. (2020). Augmented Reality in Education: Current Status and Advancement of the Field. In *Springer Series on Cultural Computing*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42156-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42156-4_1)
- [15] Lainufar, Mailizar, & Johar, R. (2020). A need analysis for the development of augmented reality based-geometry teaching instruments in junior high schools. *Journal of Physics: Conference Series*, 1460(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012034>