

## **Analisis Kebutuhan Pengembangan Multimedia Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality* Untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Komputasi**

**<sup>1</sup>Rima Aksen Cahdriyana, <sup>2</sup>Burhanudin Arif Nurnugroho**

<sup>1</sup>rima.cahdriyana@pmat.uad.ac.id, <sup>2</sup>burhanudin@pmat.uad.ac.id

Departemen Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Ahmad Dahlan

### **Abstrak**

Jeda waktu antara paparan representasi yang berbeda (dari konkret ke simbolik) akibat penggunaan media konkret/manipulatif dapat menyebabkan kesulitan siswa dalam memahami materi. Begitu juga dengan beban kognitif yang dialami siswa saat menggunakan multimedia berbasis komputer, jauh lebih besar dibandingkan jika siswa menggunakan media *Augmented Reality* (AR). Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan multimedia pembelajaran matematika berbasis AR untuk mengembangkan keterampilan berpikir komputasi siswa. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan jenis penelitian survei pendidikan. Subjek penelitian terdiri atas 11 guru matematika di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Instrumen yang digunakan adalah angket analisis kebutuhan yang terdiri atas 13 pertanyaan. Pengolahan data dilakukan dengan mengumpulkan jawaban subjek dari pengisian angket melalui *google form*, menghitung persentase jawaban, menganalisa hasil persentase jawaban, dan menarik kesimpulan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan (1) sebagian besar guru sering mengalami kesulitan dalam membelajarkan materi bangun ruang sisi datar; (2) sebagian besar guru menemukan bahwa siswanya mengalami kesulitan dalam mempelajari materi bangun ruang sisi datar; (3) sebagian besar guru matematika belum pernah menggunakan multimedia pembelajaran berbantuan *Augmented Reality*; (4) sebagian besar guru belum mengajarkan matematika dengan mempertimbangkan keterampilan di era 4.0; (5) sebagian besar guru belum pernah menggunakan aplikasi AR berbasis keterampilan berpikir komputasi; dan (6) semua guru matematika sangat membutuhkan inovasi multimedia pembelajaran untuk mengajarkan materi bangun ruang sisi datar dengan *Augmented Reality*. Berdasarkan hasil tersebut, dapat ditarik kesimpulan perlunya pengembangan multimedia pembelajaran berbasis *Augmented Reality* pada materi bangun ruang sisi datar untuk mengembangkan salah satu keterampilan di era 4.0 yaitu keterampilan berpikir komputasi. **Kata Kunci:** *Augmented Reality*, Berpikir Komputasi, Multimedia, Matematika.

### **Abstract**

*The gap between the use of different representations (from concrete to symbolic) as a result of using concrete/manipulative media causes difficulties for students in understanding the material. Likewise, the cognitive load experienced by students when using computer-based multimedia is greater than when students use Augmented Reality (AR) media. This study aims to describe the facts in the field that are needed in the development of AR-based mathematics learning*

*multimedia to develop students' computational thinking skills. This study uses a descriptive method with the type of educational survey research. The research subjects consisted of 11 mathematics teachers in the Special Province of Yogyakarta. The instrument used was a needs analysis questionnaire consisting of 13 questions. Data processing is done by collecting the subject's answers from filling out a questionnaire via the Google form, calculating the percentage of answers, analyzing the results of the percentage of answers, and making conclusions. The results of this study indicate (1) most teachers often experience difficulties in teaching geometric material; (2) most of the teachers found that their students had difficulties in learning geometric material; (3) most math teachers have never used Augmented Reality assisted learning multimedia; (4) most teachers have not taught mathematics by considering skills in the 4.0 era; (5) most teachers have never used AR applications based on computational thinking skills; and (6) all math teachers really need learning multimedia innovations to teach geometric material with Augmented Reality. Based on these results, it can be concluded that it is necessary to develop Augmented Reality-based learning multimedia on geometric material to develop one of the skills in the 4.0 era, namely computational thinking skills.***Keywords:** *Augmented Reality, Computational Thinking, Multimedia, Mathematics*

## PENDAHULUAN

Media pembelajaran merupakan salah satu instrumen yang mampu mendukung terciptanya pembelajaran berjalan lebih efektif (Nugraha, 2018). Adanya media pembelajaran dapat membantu guru, agar siswa dapat memahami konsep dan materi dengan mudah (Maryani, 2013). Selain itu, media pembelajaran dapat menstimulasi peningkatan motivasi dan rasa ingin tahu serta meningkatkan keterampilan berpikir tertentu (Hazarida et al., 2015).

Dalam pembelajaran matematika, media pembelajaran memiliki peran penting untuk membantu siswa memahami materi pembelajaran (Aditya, 2018). Ada beberapa materi matematika seperti geometri yang membutuhkan visualisasi objek yang nyata. Geometri merupakan salah satu rumpun dalam matematika yang mempelajari tentang keruangan (Sholikah & Pradana, 2018). Kesulitan yang sering dialami siswa dalam mempelajari materi Geometri adalah siswa mengalami kesulitan dalam membayangkan konsep ruang, menggambar atau membuat ilustrasi, terutama pada bentuk tiga dimensi (Wahdah et.al., 2020). Kesulitan-kesulitan tersebut akan berdampak pada rendahnya keterampilan berpikir dan sikap siswa terhadap

materi yang dipelajari (Cintia et.al., 2018).

Ditinjau dari konsep teori beban kognitif, bahwa ada tiga beban kognitif yang dialami siswa ketika mempelajari suatu materi. Beban kognitif tersebut diantaranya beban kognitif instrinsik, extraneous dan german (Sweller, 2010; Richardo & Cahdriyana, 2021). Beban kognitif instrinsik merupakan beban yang bersifat statis/tetap, tidak dapat dimanipulasi yang berupa materi pelajaran. Sedangkan beban kognitif extraneous berkaitan dengan model, penyajian materi atau media yang digunakan dalam pembelajaran (Sweller, 2010). Ketika media didesain dengan baik maka memudahkan siswa memahami materi, sehingga otomatis beban extraneous akan menurun. Dengan kata lain, beban extraneous dapat dimanipulasi (Richardo & Cahdriyana, 2021). Ketika beban kognitif extraneous menurun, secara bersamaan akan meningkatkan beban kognitif german. Dengan kata lain, peningkatan beban kognitif german akan memudahkan siswa untuk memproses materi menjadi sebuah pengetahuan yang tersimpan secara maksimal di dalam memori jangka panjangnya (Retnowati, 2008).

Pentingnya suatu media pembelajaran serta teknologi yang semakin berkembang, maka konsep media pembelajaran semakin

bergeser mengikuti teknologi yang berkembang. Multimedia merupakan suatu media pembelajaran dengan teknologi komputer untuk menyajikan dan menggabungkan teks, suara, gambar, animasi, audio, dan video dengan alat dan tautan sehingga pengguna dapat melakukan navigasi, berinteraksi, berkreasi, dan berkomunikasi (Effendi & Yusmiarti, 2021). Dalam pembelajaran matematika, penggunaan multimedia membantu siswa dalam mengkonstruksi suatu konsep (Alagic, 2003). Pada materi geometri, multimedia dapat membantu siswa memahami objek matematika yang abstrak menjadi objek nyata (Widada et.al., 2019). Özerem (2012) juga menyampaikan bahwa perlunya media untuk memudahkan siswa memahami materi Geometri. Media yang dapat membantu siswa memvisualisasikan konsep keruangan pada bentuk tiga dimensi dengan memanipulasi benda maya dua dimensi atau tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata secara *real time* disebut *Augmented Reality* (AR) (Hamzah et.al., 2021). AR merupakan salah satu teknologi multimedia yang cocok digunakan dalam pembelajaran Geometri (de Ravé, 2016). Beberapa hasil penelitian sebelumnya melaporkan bahwa pembelajaran geometri berbantuan AR dapat meningkatkan kemampuan spasial dan hasil belajar geometri (Lin et.al., 2015).

Theodoropoulos & Lepouras (2021) menyampaikan dampak positif dari penggunaan AR adalah pembelajaran menjadi menyenangkan, meningkatkan keterlibatan siswa, meningkatkan motivasi belajar siswa, memfasilitasi siswa untuk berkolaborasi, terdapat umpan balik, dan meningkatkan kreativitas siswa. Terdapat banyak studi yang mengadopsi teknologi AR untuk meningkatkan *Computational Thinking* (CT) (Theodoropoulos & Lepouras, 2021). Pembelajaran pemrograman dianggap sebagai keterampilan yang dapat meningkatkan dan mendorong potensi siswa di abad ke-21 (de Paula, Burn, Noss, & Valente, 2018), salah satunya menerapkan keterampilan *Computational Thinking* (CT) yang menjadi suatu hal yang

penting saat ini dalam pendidikan (Wing, 2006). CT diakui sebagai keterampilan yang diperlukan untuk generasi pelajar saat ini. Sebuah pandangan dibangun bahwa semua siswa sekolah menengah harus mempelajari CT (Grover, Cooper, & Pea, 2014).

Berdasarkan paparan tersebut, perlunya mengetahui apakah pembelajaran selama ini telah menggunakan media AR yang berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir komputasi. Jika sudah pernah, apakah media AR tersebut efektif dalam menumbuhkan kemampuan berpikir komputasi siswa. Hal ini digunakan sebagai dasar untuk melaksanakan penelitian selanjutnya mengenai pengembangan media AR pada salah satu materi geometri (seperti: bangun ruang sisi datar) untuk mengembangkan kemampuan berpikir komputasi siswa.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan jenis penelitian survei pendidikan. Subjek dalam penelitian ini terdiri atas 11 guru matematika yang tersebar di Provinsi DIY. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket analisis kebutuhan dengan menggunakan aplikasi *google form*. Angket tersebut berisi 13 pertanyaan yang sebelumnya telah divalidasi oleh dosen di bidang Pendidikan matematika. Pertanyaan-pertanyaan di dalam instrumen digunakan untuk memperoleh informasi mengenai: (1) ada/tidaknya kesulitan guru dalam mengajarkan materi geometri, dan kesulitan siswa dalam belajar materi geometri; (2) pernah/tidaknya guru menggunakan media AR; serta (3) pernah/tidaknya guru mengajarkan matematika dengan mempertimbangkan keterampilan abad 21. Prosedur pengolahan data yang dilakukan: (1) mengumpulkan data/jawaban subjek dari pengisian angket; (2) menghitung persentase jawaban subjek; (3) menganalisa hasil persentase jawaban; dan (4) menarik kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Angket analisis kebutuhan telah diisi oleh 11 responden yaitu guru matematika dari Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta melalui *link* yang dikirimkan ke *whatsapp*. Adapun klasifikasi guru matematika berdasarkan wilayah yaitu:

Kota Yogyakarta ada 2 orang, Kabupaten Bantul 3 orang, Kabupaten Gunung Kidul 1 orang, Kabupaten Sleman ada 1 orang, dan Kabupaten Kulon Progo 4 orang. Hasil analisis pengisian angket dirangkum dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Analisis Kebutuhan Pengembangan Media AR Berorientasi Kemampuan Berpikir Komputasi

No	Pertanyaan	Identifikasi Masalah
1	Apakah Bapak/Ibu menemukan peserta didik yang mengalami kesulitan dalam pembelajaran matematika khususnya materi bangun ruang sisi datar?	Sebanyak 63,6% guru menyatakan sering dan 18,2% guru menyatakan selalu menemukan siswa mengalami kesulitan dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar; dan lainnya 18,2%
3	Apakah kemampuan matematika siswa khususnya dalam materi Bangun Ruang Sisi Datar kurang?	Sebanyak 72,7% guru menyatakan bahwa kemampuan siswa dalam memahami konsep bangun ruang sisi datar masih kurang
4	Apakah diperlukan media pembelajaran yang menarik dan inovatif yang membantu dalam mengajarkan materi Bangun Ruang Sisi Datar?	Sebanyak 90,9% guru menginginkan suatu media pembelajaran inovatif untuk mendukung pembelajaran materi bangun ruang sisi datar
5	Apakah Bapak/Ibu pernah membuat bahan ajar termasuk diantaranya multimedia pembelajaran matematika ?	Sebanyak 63,6% guru matematika menyatakan belum pernah membuat multimedia dalam pembelajaran matematika
6	Jika pernah, bahan ajar apa saja yang pernah dibuat?	Sebanyak 36,4% guru pernah membuat multimedia pembelajaran, contohnya: animasi jaring jaring bangun ruang sisi datar menggunakan <i>geogebra</i> , video pembelajaran, dan E-Modul matematika.
7	Apakah Bapak/Ibu menggunakan Multimedia dalam Pembelajaran Matematika khususnya materi Bangun Ruang Sisi Datar?	Sebanyak 18,2% guru matematika menyatakan tidak pernah menggunakan multimedia pembelajaran khususnya materi bangun ruang sisi datar.
8	Apakah Bapak/Ibu mengajarkan konsep matematika dengan mempertimbangkan pengembangan keterampilan siswa yang dibutuhkan di era 4.0/5.0 ini?	Sebanyak 36,4% guru matematika menyatakan tidak pernah mengajarkan matematika dengan mempertimbangkan keterampilan di era 4.0.

No	Pertanyaan	Identifikasi Masalah
9	Keterampilan apa yang pernah Bapak/Ibu tanamkan dalam pembelajaran matematika yang sesuai dengan kebutuhan keterampilan siswa di era 4.0/5.0 ini? (jika tidak pernah diisi dengan (-))	Sebanyak 63,6% guru matematika mengajarkan matematika dengan mempetimbangkan keterampilan di era 4.0, diantaranya keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif, serta pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran.
9	Apakah bapak/ibu mengetahui tentang aplikasi Augmented Reality (AR)?	Sebanyak 63,6% guru matematika belum mengetahui tentang AR.
10	Pernahkah menggunakan sebuah aplikasi pembelajaran dengan AR?	Terdapat 81,8% guru menyatakan tidak pernah menggunakan aplikasi AR dalam pembelajaran matematika
11	Pernahkah menggunakan Media Pembelajaran Berbantuan AR untuk meningkatkan kemampuan komputasi siswa?	Sebanyak 81,8% guru menyatakan tidak pernah menggunakan aplikasi AR dalam pembelajaran matematika untuk meningkatkan keterampilan berpikir komputasi
12	AR merupakan sebuah multimedia pembelajaran yang berkembang melalui penggabungan animasi, audio, gambar dan smartphone atau komputer, dengan efek yang dapat menjadikan objek maya 2D dan 3D sesuai dengan aslinya di dunia nyata. Apakah AR ini cocok dijadikan sebagai media pembelajaran matematika?	Sebanyak 100% guru setuju jika multimedia AR sangat cocok digunakan sebagai media pembelajaran matematika
13	Apakah AR merupakan media yang tepat dan dapat memfasilitasi siswa dalam proses belajar mengajar ?	Sebanyak 90,9% guru setuju jika multimedia AR dapat memfasilitasi siswa dalam proses belajar mengajar

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan guru yang telah disajikan pada Tabel 1 terlihat bahwa sebagian besar guru matematika menemukan siswanya mengalami kesulitan dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar. Kondisi tersebut dapat disebabkan oleh rendahnya kemampuan matematika siswa, serta penggunaan media yang masih jarang digunakan guru dalam pembelajaran geometri. Padahal, pembelajaran berbantuan multimedia yang baik dapat membantu siswa memproses informasi dengan baik (Ibili et al., 2020; Abdullah et al., 2022) Sehingga tidak ada pemikiran yang semu bahkan salah konsep yang dialami siswa dalam memahami materi pelajaran. Dalam pembelajaran

matematika, multimedia dapat membantu siswa untuk menerapkan kemampuan penalaran dalam memahami masalah geometri sehingga dapat digunakan sebagai media untuk meningkatkan keefektifan pembelajaran (Keesing, 1974).

Terkait teknologi yang digunakan dalam pengembangan media pembelajaran, hanya sebagian kecil guru matematika yang pernah mengenal konsep AR. Hal ini menunjukkan bahwa sangat sedikit guru yang menggunakan bahkan mengembangkan multimedia AR dalam menyampaikan konsep geometri. Padahal, salah satu manfaat AR adalah memudahkan siswa mempelajari konsep geometri (Wardani, 2015; Wulandari et al., 2022).

Penggunaan AR dalam satu dekade terakhir, memang meningkat pesat, khususnya di bidang pendidikan. Namun, peningkatan tersebut baru sebatas artikel yang mengulas tahapan pengembangan dan penerapan materi AR untuk pembelajaran matematika. Karena AR masih dianggap sebagai teknologi yang relatif baru di bidang pendidikan, terdapat kebutuhan alami untuk pedoman berbasis penelitian untuk merancang alat AR yang efektif dan dapat diterapkan untuk pembelajaran berbasis sekolah (Koparan dkk, 2023).

Bujak, Radu, Catrambone, MacIntyre, Zheng & Golubski (2013) menyampaikan kelebihan AR dibandingkan dengan multimedia pembelajaran berbasis komputer. Biasanya ketika seorang siswa mengakses konten pendidikan menggunakan komputer, siswa tersebut harus memiliki pengetahuan tentang interaksi berbasis komputer. Paling tidak, siswa harus dapat menggunakan *keyboard* dan *mouse*; selain itu, siswa perlu terbiasa dengan berbagai teknik interaksi (seperti memindahkan jendela, mengakses menu, dll.). Karena siswa harus mengetahui bagaimana menerapkan interaksi tersebut, terdapat biaya belajar yang harus siswa keluarkan guna berlatih menggunakan aplikasi manipulatif virtual, dan terdapat beban kognitif yang dibebankan saat siswa berinteraksi dengan aplikasi (Sweller, 2010). Beban kognitif terjadi ketika aktivitas-aktivitas lain menggunakan sumber daya memori kerja, sehingga menurunkan potensi belajar. Banyak studi menunjukkan bahwa beban kognitif di lingkungan AR bisa lebih sedikit daripada saat siswa belajar di lingkungan berbasis komputer (Tang, Owen, Biocca, & Mou, 2003).

Begitu juga kelebihan media AR jika dibandingkan dengan media konkret atau manipulatif. Terdapat batasan yang melekat dengan penggunaan objek fisik karena koneksi ke konsep abstrak mungkin tidak jelas bagi siswa. Pemerolehan pemahaman tentang hubungan simbolik dapat menjadi sulit bagi

siswa yang bermain dengan manipulatif fisik (Brown, McNeil, & Glenberg; 2009). Siswa juga kehilangan konsep matematika yang diwakili oleh manipulatif karena mereka terganggu oleh fitur fisik manipulatif, terutama jika manipulatif sangat representatif atau mengandung banyak fitur yang menonjol (Uttal, Scudder Judy, & Kathryn, 1997). Oleh karena itu, AR menjadi media yang lebih unggul dibandingkan dengan media berbasis komputer ataupun media konkret/manipulatif.

Hasil lain yang diperoleh dan dipaparkan pada Tabel 1, sebanyak 36,4% guru matematika menyatakan tidak pernah mengajarkan matematika dengan mempertimbangkan keterampilan di era 4.0. Implementasi keterampilan era 4.0 yang pernah dilakukan adalah keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan CT belum sepenuhnya diimplementasikan guru di dalam pembelajaran. CT melibatkan adanya aktivitas menguraikan masalah kompleks menjadi potongan-potongan yang lebih sederhana dan siswa merasakan melakukan pembentukan urutan (potongan yang penting guna penyelesaian masalah) melalui aktivitas koding yang bisa ditemukan dalam media AR (Goyal dkk, 2016). Selain itu, CT juga mengarahkan siswa untuk membuat suatu rencana, yaitu serangkaian instruksi langkah demi langkah untuk menyelesaikan masalah. Instruksi-instruksi tersebut harus diidentifikasi dan urutan pelaksanaannya harus direncanakan. Siswa juga dilatih untuk melakukan abstraksi, yaitu proses menyaring/mengabaikan karakteristik/pola yang tidak diperlukan dalam pemecahan masalah sehingga siswa dapat berkonsentrasi pada pola-pola tertentu. Ini juga merupakan penyaringan detail spesifik. Dari sini, siswa membuat representasi (ide) dari masalah yang telah selesai. Aktivitas-aktivitas di dalam CT tersebut sangat efektif dalam membantu siswa memecahkan masalah matematika. Oleh karena itu sangat penting membekali siswa mempunyai keterampilan CT di era 4.0 ini.

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis tersebut menunjukkan (1) sedikitnya pengembangan multimedia berbasis AR yang dilakukan oleh guru. Sedangkan multimedia berbasis AR yang dikembangkan oleh guru akan jauh lebih efektif jika spesifik disesuaikan dengan karakteristik siswanya, (2) masih sedikitnya guru yang menggunakan keterampilan abad 21 (berpikir komputasi) dalam melaksanakan pembelajaran. Integrasi CT ke dalam pembelajaran sangat diperlukan bagi siswa mengingat manfaat CT bagi kehidupan siswa mendatang. Oleh karena itu, melalui analisis di atas dapat disimpulkan bahwa perlu dikembangkan multimedia pembelajaran matematika berbasis AR, sebagai salah satu multimedia pembelajaran yang dapat membantu siswa memahami konsep bangun ruang sisi datar untuk mengembangkan keterampilan berpikir komputasi.

### KESIMPULAN

Ada 6 (enam) simpulan yang dapat penulis sampaikan diantaranya (1) sebagian besar guru sering mengalami kesulitan dalam membelajarkan materi bangun ruang sisi datar; (2) sebagian besar guru menemukan bahwa siswanya mengalami kesulitan dalam mempelajari materi bangun ruang sisi datar; (3) sebagian besar guru matematika belum pernah menggunakan multimedia pembelajaran berbantuan *Augmented Reality*; (4) sebagian besar guru belum mengajarkan matematika dengan mempertimbangkan keterampilan di era 4.0; (5) sebagian besar guru belum pernah menggunakan aplikasi AR berbasis keterampilan berpikir komputasi; dan (6) semua guru matematika sangat membutuhkan inovasi multimedia pembelajaran untuk mengajarkan materi bangun ruang sisi datar dengan *Augmented Reality*.

### DAFTAR PUSTAKA

- A, Özerem, *Misconceptions in geometry and suggested solutions for seventh grade students*, (Procedia-Social and Behavioral Sciences, vol. 55, 2012)
- Abdullah, A. A., Richardo, R., Rochmadi, T., Wijaya, A., & Nurkhamid, N. *The Use of Ethnomathematics Learning Media Based on Augmented Reality for Madrasah Students*, (AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan, Vol. 14 nomor 1, 2022).
- Aditya, P. T. *Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis web pada materi lingkaran bagi siswa kelas VIII*, (Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi, Vol. 15 nomor 1, 2018)
- Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*, 68, 536-544.
- Brown, M. C., McNeil, N. M., & Glenberg, A. M. (2009). Using concreteness in education: Real problems, potential solutions. *Child Development Perspectives*, 3(3), 160-164.
- Cintia, N. I., Kristin, F., & Anugraheni, I. *Penerapan model pembelajaran discovery learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan hasil belajar siswa*. (Perspektif ilmu pendidikan, Vol. 32 Nomor 1, 2018)
- De Paula, B. H., Burn, A., Noss, R., & Valente, J. A. (2018). Playing Beowulf: Bridging computational thinking, arts and literature through game-making. *International journal of child-computer interaction*, 16, 39-46.
- E. G. de Ravé, F. J. Jiménez-Hornero, A. B. Ariza-Villaverde, and J. Taguas-Ruiz, *DiedricAR: a mobile augmented reality system designed for the ubiquitous descriptive geometry learning*, *Multimedia Tools and Applications*, vol. 75, nomor. 16, 2016).

- E. İbili, M. Çat, D. Resnyansky, S. Şahin, and M. Billingham, *An assessment of geometry teaching supported with augmented reality teaching materials to enhance students' 3D geometry thinking skills*, (International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, vol. 51, nomor. 2, 2020).
- Effendi, M. J., & Yusmiarti, K. *Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada PAUD TK Bunaya*, (Jurnal Informatika, Vol 10 Nomor 1, 2021)
- Goyal, S., Vijay, R. S., Monga, C., & Kalita, P. (2016, February). Code bits: an inexpensive tangible computational thinking toolkit for K-12 curriculum. In *Proceedings of the TEI'16: Tenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction* (pp. 441-447).
- Grover, S., Cooper, S., & Pea, R. (2014, June). Assessing computational learning in K-12. In *Proceedings of the 2014 conference on Innovation & technology in computer science education* (pp. 57-62).
- H. C. K. Lin, M. C. Chen, and C. K. Chang, *Assessing the effectiveness of learning solid geometry by using an augmented reality-assisted learning*, (system Interactive Learning Environments, vol. 23, nomor. 6, 2015).
- Hazarida, R., Deswita, H., & Richardo, R. *Analisis Motivasi Belajar Matematika Siswa Kelas VIII SMP Negeri 1 Rambah Hilir*, (Jurnal Ilmiah Mahasiswa FKIP Prodi Matematika, Vol. 1 Nomor 1, 2015).
- J. Carmigniani, and B. Furht, *Augmented Reality: An Overview*, (In: Furht, B. (eds) *Handbook of Augmented Reality*), (New York:Springer, 2011)
- Koparan, T., Dinar, H., Koparan, E. T., & Haldan, Z. S. (2023). Integrating augmented reality into mathematics teaching and learning and examining its effectiveness. *Thinking Skills and Creativity*, 47, 101245.
- M. Alagic, *Technology in the mathematics classroom: Conceptual orientation*, (Journal of Computers in mathematics and Science Teaching, vol. 22, nomor 4, 2003).
- M. L. Hamzah, F. Rizal, and W. Simatupang, *Development of Augmented Reality Application for Learning Computer Network Device*, (International Journal of Interactive Mobile Technologies, vol. 15, nomor. 12, 2021)
- Maryani, D. *Pembuatan media pembelajaran interaktif bangun ruang matematika*. (Speed-Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi, No.6 Volume 2, 2013).
- Nugraha, M. *Manajemen kelas dalam meningkatkan proses pembelajaran*, (Tarbawi: Jurnal Keilmuan Manajemen Pendidikan No.4 Volume 1, 2018).
- R. M. Keesing, *Theories of culture*, (Annual review of anthropology, vol. 3, 1974)
- Retnowati, E. *Keterbatasan memori dan implikasinya dalam mendesain metode pembelajaran matematika*. (In Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika, 2008).
- Richardo, R., & Cahdriyana, R. A. *Strategi meminimalkan beban kognitif eksternal dalam pembelajaran matematika berdasarkan load cognitive theory*, (Humanika, Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum, Vol. 21 Nomor 1, 2021).
- Sholikhah, O. H., & Pradana, L. N. *Geometri untuk Pendidikan Dasar*. (Magetan : CV. AE MEDIA GRAFIKA, 2018).



- Sweller, J. *Element interactivity and intrinsic, extraneous and germane cognitive load*, (Educational Psychology Review, Vol 22, 2010)
- Tang, A., Owen, C., Biocca, F., & Mou, W. (2003, April). Comparative effectiveness of augmented reality in object assembly. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 73-80).
- Theodoropoulos, A., & Lepouras, G. (2021). Augmented Reality and programming education: A systematic review. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 30, 100335.
- Uttal, D. H., Scudder, K. V., & DeLoache, J. S. (1997). Manipulatives as symbols: A new perspective on the use of concrete objects to teach mathematics. *Journal of applied developmental psychology*, 18(1), 37-54.
- W. Widada, K. U. Z. Nugroho, and G. A. Pambudi, *The ability of mathematical representation through realistic mathematics learning based on ethnomathematics*, (In Journal of Physics: Conference Series, vol. 1318, 2019)
- Wahdah, N., Sukirwan, S., & Pamungkas, A. S. *Pengembangan Kemampuan Spasial Siswa Sekolah Dasar Melalui Pengkonstruksian Volume Bangun Ruang*, (Jurnal Elementary: Kajian Teori dan Hasil Penelitian Pendidikan Sekolah Dasar, Vol. 3 Nomor 2, 2020)
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wulandari, N., Adha, E. H., & Setiaji, B. *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Pada Materi Optika Geometri*, (Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika Indonesia, Vol. 4, Nomor 1, 2022).
- Wardani, S. *Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality (AR) untuk Pengenalan Aksara Jawa pada Anak*, (Jurnal Teknologi, Vol 8, nomor 5, 2015)