

## NET-BUILDING AUGMENTED REALITY: PENGARUHNYA TERHADAP ASPEK KOGNITIF DAN AFEKTIF SISWA

Netty Harnanik<sup>1</sup>

Rufi'i<sup>2</sup>

Hartono<sup>3</sup>

<sup>1</sup> SMKN 2 Kraksaan, Probolinggo, Indonesia

<sup>2,3</sup> Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Surabaya, Indonesia

e-mail: [nettyharnanik76@gmail.com](mailto:nettyharnanik76@gmail.com)<sup>1</sup>, [rufii@unipasby.ac.id](mailto:rufii@unipasby.ac.id)<sup>2</sup>

[hartono@unipasby.ac.id](mailto:hartono@unipasby.ac.id)<sup>2</sup>

### Abstract

*Augmented reality-based learning is one of the most popular teaching variations today. However, in a productive learning in SMK, this media needs to be introduced especially in the era of Independent Curriculum. This study attempts to investigate the effect of Augmented Reality-based learning developed based on problem solving method, on students' cognitive and affective aspects. Thirty-two twelfth grade students ( $M = 17.5$ ;  $SD = 0.5$  years) from SMKN 2 Kraksaan school were randomly selected to participate in this study. Cognitive and affective performance was measured using tests and questionnaires. Data were analyzed using qualitative and quantitative methods. The results showed that students who used Augmented Reality learning with problem solving method, obtained positive influence on cognitive and affective aspects. Through this research provides evidence that the use of Augmented Reality can support and improve the learning outcomes of vocational students.*

**Keywords:** *Augmented Reality, Vocational Productive Learning, learning media*

### PENDAHULUAN

Teknologi *Augmented Reality* (AR) adalah teknologi yang menggabungkan informasi virtual dengan dunia nyata. Sarana teknis

yang digunakannya meliputi Multimedia, Pemodelan 3D, Pelacakan dan Registrasi *Real-time*, Interaksi Cerdas, Sensing, dan lainnya. Prinsipnya adalah menerapkan informasi virtual yang dihasilkan komputer, seperti teks, gambar, model 3D, musik, video, dll., ke dunia nyata setelah simulasi. Dengan cara ini, kedua jenis informasi tersebut saling melengkapi, sehingga mencapai peningkatan dunia nyata.

Dalam beberapa tahun terakhir, semakin banyak lembaga penelitian, universitas, dan perusahaan yang terkenal secara internasional telah berinvestasi dalam penelitian AR, menerbitkan banyak makalah dan hasil penelitian ilmiah<sup>1</sup>. Hasil ini menunjukkan kelayakan dan inovasi AR sebagai teknologi interaksi manusia-komputer. Dengan peningkatan daya komputasi perangkat lunak dan perangkat keras komputer, AR secara bertahap bergeser dari tahap penelitian teoritis di laboratorium ke tahap aplikasi masal dan industri, dan sebagai jembatan antara dunia digital dan dunia nyata, AR menyediakan orang-orang dengan cara baru untuk mengenali dan mengalami hal-hal di sekitar.

Pada implementasi Kurikulum Merdeka Belajar pada setiap pembelajaran pun tentunya diperlukan bantuan dalam penggunaan teknologi. Adapun *smartphone* memiliki peluang besar untuk dapat dimanfaatkan dalam proses belajar. Peningkatan ketersediaan perangkat *smartphone* juga berdampak maraknya perangkat ini digunakan dalam proses belajar<sup>2</sup>. Bahkan, dampak dari adanya Pandemi COVID-19 terutama di Indonesia ini, membuat *smartphone* semakin marak digunakan sebagai media untuk membantu pembelajaran. Hal ini tentunya dikarenakan fasilitas dari perangkat *smartphone* dapat dengan mudah dalam memunculkan musik, video, game, and aplikasi lainnya.

---

<sup>1</sup> Xuewang Geng and Masanori Yamada, "An Augmented Reality Learning System for Japanese Compound Verbs: Study of Learning Performance and Cognitive Load," *Smart Learning Environments* 7, no. 1 (2020).

<sup>2</sup> Mohd Fadzil Abdul Hanid, Mohd Nihra Haruzuan Mohamad Said, and Noraffandy Yahaya, "Learning Strategies Using Augmented Reality Technology in Education: Meta-Analysis," *Universal Journal of Educational Research* 8, no. 5 A (2020).

Media pembelajaran berbantuan *smartphone* ini mempunyai kelebihan yaitu mudah diakses dari mana saja dan kapan saja<sup>3</sup>. Hal inilah yang menjadi keunggulan jika digunakan sebagai alat untuk mengembangkan media pembelajaran, karena media pembelajaran yang ada sekarang banyak menampilkan video sehingga memerlukan alat bantu berupa laptop, PC, dan proyektor yang kurang accessible untuk kita gunakan dimana saja dan kapan saja. Namun, keunggulan ini tidak dimanfaatkan dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Siswa cenderung menyalahgunakan *smartphone* hanya untuk hiburan dan sebagai sarana interaksi sosial<sup>4</sup>. Hal ini dikarenakan kurangnya media pembelajaran berbantuan *smartphone* dalam menyampaikan informasi suatu materi pembelajaran.

Mata pelajaran estimasi biaya konstruksi dan properti merupakan mata pelajaran inti pada kompetensi keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan dimana pada mata pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi dan Properti, siswa akan mempelajari tentang jenis – jenis pekerjaan, tahapan tahapan pekerjaan dan perhitungan anggaran biaya konstruksi dan *property* pada suatu bangunan. Sebelum siswa melakukan perhitungan Anggaran Biaya Konstruksi dan Properti, diharapkan siswa mengetahui spesifikasi pekerjaan secara detail sehingga perhitungan yang dilakukan sesuai dengan kondisi nyata. Selain itu pelajaran ini terdapat kemampuan Geometris dan Spasial yang membantu kita untuk mengidentifikasi posisi, ukuran, dan bentuk benda-benda dalam suatu bangunan<sup>5</sup>. Pelatihan Kompetensi Geometri dan Spasial dapat digunakan untuk membangun ruang virtual dengan operasi seperti menggabungkan, mendorong dan menumpuk, dan mengukur untuk meningkatkan kognisi spasial 2D

---

<sup>3</sup> Rico Setyawan et al., “A Brief Review of Attacks and Mitigations on Smartphone Infrastructure,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 852, 2020.

<sup>4</sup> Antonio-manuel Rodr and Antonio-jos Moreno-guerrero, “Nomophobia An Individual Growing Fear Of Being Without A Smartphone,” *Environmental Research and Public Health Review* (2020).

<sup>5</sup> M D Rofiah and Mas Suryanto, “Studi Tentang Model Dan Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi Di SMK,” *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan 7*, no. 2 (2021).

dan 3D. Kemampuan spasial dan gambar visual memainkan peran yang sangat penting dalam pemikiran dan pembelajaran estimasi biaya dan konstruksi. Pada pembelajaran estimasi biaya dan konstruksi juga mempelajari terkait rumus-rumus suatu materi, sehingga siswa biasanya kurang tertarik pada pelajaran ini. Pada umumnya siswa memahami pentingnya perhitungan estimasi biaya, tetapi ketakutan akan permasalahan berhitung masih ada di benak mereka <sup>6</sup>. Selain aspek kognitif, aspek lain dari segi efektif juga perlu mendapatkan perhatian. Dalam kegiatan belajar yang dilaksanakan ada beberapa hal yang dapat mendorong siswa, salah satunya adalah minat. Minat memiliki peran penting dalam pembelajaran, seperti yang dinyatakan oleh penelitian sebelumnya bahwa minat seperti yang dipahami dan dipakai oleh orang selama ini dapat mempengaruhi kualitas pencapaian hasil belajar siswa dalam bidang studi tertentu <sup>7</sup>. Orang akan belajar atau mengerjakan sesuatu dengan baik jika ia berminat dan tidak akan belajar dengan baik jika ia tidak berminat. Sehingga dari permasalahan ini diperlukan suatu media pembelajaran yang perlu mempermudah siswa dalam melakukan proses pembelajaran estimasi biaya konstruksi. Oleh karenanya, di penelitian ini akan mengujicobakan pengaruh *Augmented Reality* dalam suatu pembelajaran produktif SMK khususnya pada jurusan Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (DPIB).

## METODE

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang kepanjangan dari Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation. Model pengembangan ini dipilih karena relevan dengan produk yang akan dikembangkan dalam penelitian ini. Adapun penilaian kualitas

---

<sup>6</sup> D Desmawati and R Abdullah, "Faktor Kesulitan Belajar Estimasi Biaya Konstruksi Siswa Kelas XI Desain Permodelan Dan Informasi Bangunan SMK N 1 Sumatera Barat," *Jurnal Applied Science in Civil Engineering* 2, no. 1 (2021).

<sup>7</sup> Iva Sarifah et al., "Development of Android Based Educational Games to Enhance Elementary School Student Interests in Learning Mathematics," *International Journal of Interactive Mobile Technologies* 16, no. 18 (2022).

pada penelitian ini mengacu pada validity (kevalidan), practically (kepraktisan), dan effectiveness (keefektifan).

Data dianalisis secara deskripsi kualitatif dan kuantitatif. Data kuantitatif diperoleh melalui pengukuran validitas, penilaian kepraktisan oleh guru, angket2respon2siswa, tes pemecahan masalah, dan angket minat belajar. Sedangkan data kualitatif didapatkan berdasarkan saran, komentar, revisi, dan hasil observasi selama uji coba dilakukan. Selain itu, data yang awalnya berupa skor, akan diubah jadi data kualitatif melalui skala likert dengan mengadopsi rumus sebagai berikut (Sugiyono, 2018).

Tabel 1. Kriteria Konversi Data Kuantitatif ke Data Kualitatif

Interval Skor	Kriteria
$X > M_i + 1,8 Sb_i$	Sangat Baik
$M_i + 0,6Sb_i < X \leq M_i + 1,8Sb_i$	Baik
$M_i - 0,6Sb_i < X \leq M_i + 0,6Sb_i$	Cukup Baik
$X \leq M_i - 0,6Sb_i$	Kurang Baik

Sumber : perhitungan skala likert

Keterangan:

- $X$  = Skor aktual (empiris)  
 $M_i$  = mean ideal  
 $= \frac{1}{2}$  (skor maksimum ideal + skor minimal ideal)  
 $Sb_i$  = Simpangan baku ideal  
 $= \frac{1}{6}$  (skor maksimal ideal – skor minimal ideal)  
Skor Max =  $\sum$  [butir kriteria  $\times$  skor tertinggi]  
Skor Min =  $\sum$  [butir kriteria  $\times$  skor terendah]

## PEMBAHASAN

Sebanyak tiga puluh empat siswa ( $M = 17,5$ ;  $SD = 0,5$  tahun) dari Kelas XII DPIB 1 di SMKN 2 Kraksaan dipilih menggunakan *purposive sampling* untuk berpartisipasi dalam penelitian ini. Setiap sekolah mengikuti kurikulum nasional, dan para siswa baru-baru ini mempelajari bidang materi bagian bagian bangunan, menggambar dengan perangkat lunak dan utilitas bangunan sebagai pengetahuan awal untuk mengajar estimasi biaya dan konstruksi bangunan dalam penelitian ini. Kurikulum nasional Indonesia meminta guru untuk

menggunakan metode pembelajaran yang berpusat pada siswa daripada metode yang berpusat pada guru.

Dalam penelitian ini, siswa belajar estimasi biaya dan konstruksi dengan pendekatan *problem solving* melalui media *Augmented Reality*. Media *Augmented Reality* ini telah melewati beberapa kali revisi baik dari *expert judgment*.. Siswa diajarkan untuk mengidentifikasi masalah dalam bentuk umum (tahap 1), menyusun rencana tentang cara memecahkan masalah (tahap 2), dan menerapkan rencana yang diperoleh dalam pemecahan masalah (tahap 3). *Treatment* dilakukan selama 6 kali pertemuan (90 menit untuk setiap pertemuan).

Pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu tahap uji tes dan tahap kuesioner. Tahap kuesioner dilakukan pada awal pertemuan (sebelum menggunakan *Augmented Reality*) dan setelah *treatment* berakhir. Tahap uji coba hanya dilakukan satu kali dimana para siswa telah merasakan *Augmented Reality*. Tahap tes dilakukan untuk mengukur pemahaman konsep siswa tentang estimasi biaya dan konstruksi. Terdapat 50 item tes yang dibagi menjadi tiga kategori: mengidentifikasi konsep; membedakan contoh dan bukan contoh; dan menerapkan konsep tersebut ke dalam sebuah algoritma. Skor untuk jawaban yang benar adalah 2 dan 0 (nol) untuk jawaban yang salah. Oleh karena itu, skor total untuk setiap kategori berkisar antara 0 hingga 100. Skor setiap siswa kemudian dibandingkan dengan kriteria minimum yang ditetapkan yaitu 75. Koefisien reliabilitas *Kuder Richardson* adalah  $\alpha = 0,86$ .

Tahap pengisian angket digunakan untuk mendapatkan informasi tentang minat siswa dalam mengikuti pembelajaran berbasis permainan. Dua angket digunakan dalam penelitian ini, satu angket untuk menilai minat awal siswa (*pre-test*); dan *post-test* untuk mengetahui minat siswa setelah diberikan perlakuan. Kuesioner terdiri dari 25 pertanyaan dengan skala *Likert* lima poin: 1 = sangat tidak setuju; 2 = tidak setuju; 3 = netral; 4 = setuju; 5 = sangat setuju. Data dari angket kemudian dikategorikan berdasarkan Tabel 1 untuk mengetahui tingkat minat belajar matematika siswa dengan pembelajaran berbasis permainan.

Dari pengukuran tes pemahaman siswa diketahui bahwa 87,88% siswa telah mencapai kriteria ketuntasan minimal dalam mempelajari materi estimasi biaya dan konstruksi. Jika dianalisis berdasarkan masing-masing indikator pemahaman konsep, diperoleh hasil seperti pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Analisis Tes

Indikator	Skor
Mengidentifikasi sebuah konsep	92,5
membedakan contoh dan bukan contoh	93,7
menerapkan konsep dalam sebuah perhitungan	91,2

Berdasarkan Tabel 2 di atas, masing-masing indikator pemahaman konsep memperoleh nilai rata-rata di atas kriteria minimal setelah siswa diajar menggunakan media pembelajaran *Augmented Reality*. Indikator pembeda contoh dan bukan contoh mendapatkan nilai tertinggi dalam prestasi belajar siswa dalam mengerjakan tes pemahaman konsep bangun ruang tiga dimensi. Selain indikator pembeda contoh dan bukan contoh sebagai dasar pemahaman konsep<sup>8</sup>, fitur media juga membantu memperoleh skor tertinggi. Dalam melakukan hal tersebut, terdapat *reward* dan *punishment* dalam pembelajaran yang memaksa siswa menjawab setiap pertanyaan dengan cermat dan hati-hati. Melalui pemilihan gambar yang ditentukan dalam aturan program *Augmented Reality*, siswa dilatih untuk dapat membedakan contoh dan bukan contoh dari indikator pemahaman konsep.


Materi yang disajikan dalam *Augmented Reality* juga dapat memberikan kontribusi terhadap *efektifitas* pemahaman konsep. Misalnya, dalam pembelajaran siswa dibimbing untuk memahami konsep luas permukaan yang mengacu pada luas seluruh bidang bangunan. Artinya, siswa tidak terpaku pada rumus, karena mereka tahu bahwa menjumlahkan semua sisi bangunan dapat menentukan

<sup>8</sup> Alena D. Matraeva et al., "Development of Creativity of Students in Higher Educational Institutions: Assessment of Students and Experts," *Universal Journal of Educational Research* 8, no. 1 (2020).

luas permukaannya. Melalui konsep ini, siswa tidak bingung dalam mengerjakan soal luas bangunan yang berbeda dengan yang telah dicontohkan pada saat pembelajaran<sup>9</sup>. Pendekatan yang sama digunakan untuk mengajarkan volume bentuk 3D, media ini dapat menekankan konsep volume terlebih dahulu dan kemudian menemukan rumus yang sama untuk menemukan volume di setiap bentuk. Kelebihan pendekatan ini dalam memahami konsep volume adalah siswa tidak perlu terlalu banyak menghafal rumus sehingga lebih mudah dalam mengerjakan soal. Melalui kegiatan seperti inilah siswa dimudahkan dalam memperoleh pemahaman konsep dalam pembelajaran estimasi biaya dan konstruksi.

Desain permainan juga dapat membantu siswa memahami konsep pembelajaran. *Augmented Reality* dengan nama *Net-Building* dirancang berdasarkan tahapan pemecahan masalah. Pemecahan masalah memfasilitasi siswa untuk berinteraksi dengan masalah untuk membantu siswa dalam menentukan konsep tertentu yang terkandung dalam masalah yang dapat meningkatkan pemahaman konseptual<sup>10</sup>. Tabel 3 merupakan beberapa gambaran terkait *interface* dari *Net-Building Augmented Reality* yang digunakan dalam penelitian ini.





Tabel 3. Karakteristik *Net-Building Augmented Reality*

Alur	Gambar	Keterangan
1	<p><b>Halaman Home</b></p> 	<p><b>Tahap Persiapan Penyampaian Materi</b></p> <p>Dimulai dari halaman utama <i>Net-Building Augmented Reality</i> dimana ini berisi tampilan beberapa ikon menu untuk menuju pada halaman tertentu. Beberapa ikon tersebut terdiri dari Ayo Mulai; Ayo Latihan; Informasi; dan tombol keluar. Untuk memulai mempelajari unsur-unsur bangunan menggunakan AR ini, klik “Ayo</p>

<sup>9</sup> Jason C. Chow, Caitlyn E. Majeika, and Amanda W. Sheaffer, “Language Skills of Children with and without Mathematics Difficulty,” *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 64, no. 9 (2021).

<sup>10</sup> Francesc Garcia I Grau et al., “The Long-Term Effects of Introducing the 5E Model of Instruction on Students’ Conceptual Learning,” *International Journal of Science Education* 43, no. 9 (2021).



Alur	Gambar	Keterangan
		Mulai” pada layar utama ( <i>home</i> ) seperti tampilan di samping
2	<b>Halaman “Ayo Mulai”</b> 	<b>Penyampaian Materi</b> Arahkan kamera pada <i>smartphone</i> ke <i>mini paper 2D</i> yang telah dikembangkan sebelumnya, sehingga menjadi gambar 3D yang memiliki keterangan sekaligus bisa diputar 360°
3		<b>Tahap Persiapan Latihan Soal</b> Pada halaman utama ( <i>home</i> ) juga terdapat fitur “Ayo Latihan”. Dimana tombol ini memerintahkan sistem untuk menuju ke latihan soal pada Net-Building Augmented Reality ini.
4		<b>Latihan Soal</b> Pada Net-Building Augmented Reality ini juga disistem untuk adanya latihan soal bagi siswa. Yakni dengan mengarahkan kamera pada <i>smartphone</i> ke <i>mini paper 2D</i> yang telah dikembangkan sebelumnya, sehingga menjadi gambar 3D dimana dibagian bawah gambar terdapat soal yang perlu diselesaikan oleh siswa.
5		Fitur ini digunakan untuk melihat KI dan KD pada Net-Building Augmented Reality ini

Tahap pemecahan masalah dalam permainan, misalnya pada tahap evaluasi, siswa menjawab berbagai soal yang telah diulas. Kegiatan tersebut dilakukan karena tinjauan materi merupakan peran utama dalam memperkuat pemahaman konsep siswa. Selain itu juga terdapat beberapa indikator pemahaman konsep dalam permainan tersebut, misalnya membedakan contoh dan bukan contoh melalui pemilihan gambar jalan dan jembatan tiga dimensi sesuai luas dan

volume yang ditentukan. Selain itu, penyajian materi yang didominasi oleh gambar, teks, dan animasi dalam *Augmented Reality* dapat memvisualisasikan konsep estimasi biaya dan konstruksi. Fitur-fitur tersebut membuat media ini berbeda dengan media cetak seperti buku teks yang biasa digunakan oleh siswa. Pada tahap angket terjadi peningkatan minat belajar sebelum dan sesudah menggunakan media *Augmented Reality*. Secara ringkas dapat dilihat hasil angket minat siswa.

Tabel 4. Hasil Angket Minat Siswa

Interval Skor	Kategori	Pretest		Post Tes	
		Persentase	Rerata Skor	Persentase	Rerata Skor
$X > 105,06$	angat Tinggi	0%		8,83%	
$85,02 < X \leq 105,06$	Tinggi	28%	41,7	73,53%	85,2
$64,98 < X \leq 85,02$	Sedang	32%		17,65%	
$X \leq 64,98$	Rendah	40%		0%	

Pada angket minat belajar mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis *Augmented Reality* berhasil membuat minat belajar siswa meningkat. Pada awalnya minat belajar mereka memiliki skor 41,7 yang termasuk dalam kategori rendah. Setelah menggunakan media *Augmented Reality* terjadi peningkatan skor minat belajar menjadi 85,2 yang termasuk dalam kategori tinggi. Selain hasil akhir, 82,26% siswa memiliki minat belajar minimal tinggi setelah menggunakan media *Augmented Reality*. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya (e.g., <sup>11</sup> yang menyatakan bahwa Pembelajaran *Augmented Reality* sangat membantu guru untuk meningkatkan minat belajar siswa. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa *Augmented Reality* yang dipadukan dengan metode pembelajaran

<sup>11</sup> J Rahmi, B Wibawa, and K Khaerudin, "Mobile Augmented Reality (MAR) Blended Learning Application in Animal Cells Learning," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1098, no. 3 (2021); Miriam Gamboa-Ramos et al., "Mobile Application with Augmented Reality to Improve Learning in Science and Technology," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 12, no. 10 (2021).

tertentu dapat meningkatkan minat belajar siswa <sup>12</sup> sehingga *Augmented Reality* yang dikembangkan berdasarkan metode problem solving dapat meningkatkan minat belajar siswa.

Perpaduan warna, animasi, dan penyajian materi menggunakan gambar pada media berpengaruh kuat terhadap minat belajar siswa. Seperti yang dikemukakan dalam penelitian sebelumnya bahwa minat dapat dipicu oleh warna, pergerakan gambar, dan bahan ajar yang memanfaatkan potensi teknologi informasi dalam proses pembelajaran <sup>13</sup>. Fitur-fitur tersebut membuat media ini berbeda dengan media cetak seperti buku teks yang biasa digunakan oleh siswa. Faktor lain yang mungkin menyebabkan media *Augmented Reality* efektif terhadap minat belajar siswa adalah materi geometri yang disajikan melalui gambar dan permasalahan yang sering mereka temui dalam kehidupan sehari-hari membuat mereka tertarik untuk belajar. Pembelajaran yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari (konteks kehidupan nyata) dapat meningkatkan minat belajar siswa <sup>14</sup>, yang juga tertanam dalam metode pemecahan masalah.

Siswa lebih aktif selama proses pembelajaran dengan menggunakan media *Augmented Reality* dan termotivasi untuk mempelajari materi estimasi biaya dan konstruksi. Dengan munculnya *Augmented Reality*, siswa dapat memahami konsep karena dapat menggabungkan objek dunia maya ke dalam tampilan dunia nyata secara *real-time*. Dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* dan *smartphone* Android, objek bangunan dapat divisualisasikan melalui pemodelan virtual 3 dimensi yang mirip dengan objek aslinya.

---

<sup>12</sup> Mohammed Amin Almaiah, Mahdi M. Alamri, and Waleed Mugahed Al-Rahmi, "Analysis the Effect of Different Factors on the Development of Mobile Learning Applications at Different Stages of Usage," *IEEE Access* 8 (2020).

<sup>13</sup> Carolina Martin-Gómez and Alicia Fernández-Oliveras, "Encouraging a Gender Perspective in Science Education: A Learning Experience for Pre-Service Early Childhood Education Teachers," *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education* 30, no. 1 (2022).

<sup>14</sup> Marcos Carmona-Halty et al., "Linking Positive Emotions and Academic Performance: The Mediated Role of Academic Psychological Capital and Academic Engagement," *Current Psychology* 40, no. 6 (2021); Denis Pasco and Cédric Roure, "Situational Interest Impacts College Students' Physical Activity in a Design-Based Bike Exergame," *Journal of Sport and Health Science* 11, no. 2 (2022).

Untuk menampilkan gambar bangunan 3 dimensi, siswa cukup memindai kartu yang dibuat menggunakan aplikasi *Augmented Reality* yang terpasang di Android. Siswa juga dapat dengan mudah memahami konsep estimasi biaya dan konstruksi dengan animasi yang ditampilkan *Augmented Reality*. *Augmented Reality* memiliki tampilan visual yang menarik yang dapat menampilkan objek 3D beserta animasinya seolah-olah nyata<sup>15</sup>.

## PENUTUP

Penelitian ini memberikan bukti bahwa penggunaan *Augmented Reality* dalam pembelajaran estimasi biaya konstruksi berpengaruh positif terhadap aspek kognitif dan afektif. Oleh karena itu, diharapkan pengembang pembelajaran dan pendidik pembelajaran produktif Desain Pemodelan Informasi Bangunan (DPIB) dapat mengembangkan materi dengan *Augmented Reality* untuk memberikan lingkungan belajar yang berbeda bagi siswa. Namun, ada beberapa keterbatasan yang harus diakui. Pertama, setiap siswa memiliki kecepatan yang berbeda dalam mengoperasikan *Augmented Reality* sehingga mereka memiliki kecepatan yang berbeda dalam menggunakan media. Hal ini membuat siswa yang kurang mahir mengoperasikan *Augmented Reality* tidak dapat melakukan proses pembelajaran secara maksimal. Namun masalah ini akan teratasi jika mereka tetap diberikan fasilitas belajar dengan pembelajaran berbasis *Augmented Reality*.

Terlepas dari keterbatasan tersebut, hasil penelitian ini memberikan dasar untuk penelitian lebih lanjut. Pertama, penelitian ini hanya diujicobakan di kelas Desain Pemodelan Informasi Bangunan (DPIB) khususnya untuk pelajaran estimasi biaya dan konstruksi. Dengan kata lain, hal tersebut tidak dapat diterapkan untuk mata pelajaran lain meskipun memiliki permasalahan yang sama dalam proses pembelajaran. Mungkin menarik jika aplikasi *Augmented Reality* berisi beberapa mata pelajaran yang berbeda dan terdiri dari satu tahun akademik. Kedua, penelitian ini sudah berhasil

---

<sup>15</sup> (Kamaluddin et al., 2022)

mengimplementasikan pembelajaran berbasis *Augmented Reality* yang difasilitasi dengan metode pemecahan masalah. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan kepada pengembang pembelajaran untuk membuat semua media pembelajaran tertentu dengan metode pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dengan menggunakan metode pembelajaran lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almaiah, Mohammed Amin, Mahdi M. Alamri, and Waleed Mugahed Al-Rahmi. "Analysis the Effect of Different Factors on the Development of Mobile Learning Applications at Different Stages of Usage." *IEEE Access* 8 (2020).
- Carmona-Halty, Marcos, Marisa Salanova, Susana Llorens, and Wilmar B. Schaufeli. "Linking Positive Emotions and Academic Performance: The Mediated Role of Academic Psychological Capital and Academic Engagement." *Current Psychology* 40, no. 6 (2021).
- Chow, Jason C., Caitlyn E. Majeika, and Amanda W. Sheaffer. "Language Skills of Children with and without Mathematics Difficulty." *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 64, no. 9 (2021).
- Desmawati, D, and R Abdullah. "Faktor Kesulitan Belajar Estimasi Biaya Konstruksi Siswa Kelas XI Desain Permodelan Dan Informasi Bangunan SMK N 1 Sumatera Barat." *Jurnal Applied Science in Civil Engineering* 2, no. 1 (2021).
- Gamboa-Ramos, Miriam, Ricardo Gómez-Noa, Orlando Iparraguirre-Villanueva, Michael Cabanillas-Carbonell, and José Luis Herrera Salazar. "Mobile Application with Augmented Reality to Improve Learning in Science and Technology." *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 12, no. 10 (2021).
- Garcia I Grau, Francesc, Cristina Valls, Núria Piqué, and Héctor Ruiz-Martín. "The Long-Term Effects of Introducing the 5E Model of Instruction on Students' Conceptual Learning." *International Journal of Science Education* 43, no. 9 (2021).
- Geng, Xuewang, and Masanori Yamada. "An Augmented Reality Learning System for Japanese Compound Verbs: Study of Learning Performance and Cognitive Load." *Smart Learning*

- Environments* 7, no. 1 (2020).
- Hanid, Mohd Fadzil Abdul, Mohd Nihra Haruzuan Mohamad Said, and Noraffandy Yahaya. "Learning Strategies Using Augmented Reality Technology in Education: Meta-Analysis." *Universal Journal of Educational Research* 8, no. 5 A (2020).
- Kamaluddin, Nur Amirah, Murizah Kassim, and Shahrani Shahbudin. "A Review on 3D Augmented Reality Design Technique and Inward Leakage Testing on Protective Face Mask." *Pertanika Journal of Science and Technology*, 2022.
- Martin-Gámez, Carolina, and Alicia Fernández-Oliveras. "Encouraging a Gender Perspective in Science Education: A Learning Experience for Pre-Service Early Childhood Education Teachers." *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education* 30, no. 1 (2022).
- Matraeva, Alena D., Marina V. Rybakova, Mikhail V. Vinichenko, Aleksander A. Oseev, and Natalia V. Ljapunova. "Development of Creativity of Students in Higher Educational Institutions: Assessment of Students and Experts." *Universal Journal of Educational Research* 8, no. 1 (2020).
- Pasco, Denis, and Cédric Roure. "Situational Interest Impacts College Students' Physical Activity in a Design-Based Bike Exergame." *Journal of Sport and Health Science* 11, no. 2 (2022).
- Rahmi, J, B Wibawa, and K Khaerudin. "Mobile Augmented Reality (MAR) Blended Learning Application in Animal Cells Learning." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1098, no. 3 (2021).
- Rodr, Antonio-manuel, and Antonio-jos Moreno-guerrero. "Nomophobia An Individual Growing Fear Of Being Without A Smartphone." *Environmental Research and Public Health Review* (2020).
- Rofiah, M D, and Mas Suryanto. "Studi Tentang Model Dan Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi Di SMK." *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan* 7, no. 2 (2021).
- Sarifah, Iva, Ai Rohmaniar, Arita Marini, Julius Sagita, Sri Nuraini, Desy Safitri, Arifin Maksum, Yustia Suntari, and Ajat Sudrajat. "Development of Android Based Educational Games to Enhance Elementary School Student Interests in Learning Mathematics." *International Journal of Interactive Mobile Technologies* 16, no. 18 (2022).

Setyawan, Rico, Allicia A. Rahayu, K. F. Nur Annisa, and Amiruddin Amiruddin. "A Brief Review of Attacks and Mitigations on Smartphone Infrastructure." In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 852, 2020.