

STUDI LITERASI : PELOPOR PEMBELAJARAN BERMAKNA MENGUNAKAN TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY* PADA TOPIK LINGKUNGAN DI ERA MERDEKA BELAJAR

Devi Alvionita^{1*}, Andi Basliahwanti Murti², Abdul Rasyid Fakhrun Gani³

^{1*,2,3}Program Studi S2 Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Malang

*devialvionita.da@gmail.com

Article Info

Article history:

Received: 16/06/2021

Accepted: 12/09/2021

Published: 30/12/2021

Key word:

Augmented reality,
Environment,
Freedom of Learning

Abstract

Responding to the challenges of education in the era of the industrial revolution 4.0, the use of technology has become a demand, including to facilitate the freedom of learning programs. Augmented reality is a technology product that is currently being popularly used in various fields including education. Augmented reality visual display in the form of three-dimensional images or animations can represent various abstract concepts that are not easy to learn. Augmented reality can be implemented in learning such as on environmental topics. This study aims to understand the role and use of technology in education, especially in the era of independent learning. This study uses a qualitative method with data collection through literature study. Learning using Augmented reality on environmental topics aims to provide understanding and various phenomena that occur in the environment are expected to have a positive influence on students. These positive influence includes changes in attitudes and behavior to become more concerned about the environment.

Kata Kunci:

Augmented reality,
Lingkungan,
Merdeka Belajar

Abstrak

Menjawab tantangan pendidikan di era revolusi industri 4.0 ini, pemanfaatan teknologi telah menjadi tuntutan termasuk untuk memfasilitasi program merdeka belajar. *Augmented reality* salah satu produk teknologi yang saat ini tengah populer digunakan dalam berbagai bidang termasuk pendidikan. Tampilan visual *Augmented reality* berupa gambar atau animasi tiga dimensi dapat merpresentasikan berbagai konsep abstrak yang tidak mudah dipelajari. *Augmented reality* dapat diimplementasikan dalam pembelajaran seperti pada topik lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk memahami peran dan pemanfaatan teknologi dalam dunia pendidikan terutama pada era merdeka belajar. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan mengumpulkan data melalui kajian literature. Pembelajaran menggunakan *Augmented reality* pada topik lingkungan bertujuan untuk memberikan pemahaman serta berbagai fenomena yang terjadi di lingkungan diharapkan dapat memberikan pengaruh positif terhadap peserta didik. Pengaruh positif tersebut antara lain adanya perubahan sikap dan perilaku menjadi lebih peduli terhadap lingkungan.

PENDAHULUAN

COVID-19 telah melanda dunia (Klemes et al., 2020). Pandemi COVID-19 telah menutup sekolah di seluruh dunia, memaksa sistem sekolah dan siswa untuk dengan cepat mencoba pembelajaran jarak jauh (Asanov et al. 2021). Di tengah krisis COVID-19, pembelajaran tradisional seketika berubah menjadi pembelajaran digital, yang akhirnya menjadi tantangan bagi siswa dan guru (Zheng, Khan, and Hussain 2020). Menurut Rasyid et al., (2020), untuk meningkatkan kemampuan literasi informasi mahasiswa selama belajar di rumah efek pandemik covid-19 adalah guru harus memberikan pembelajaran daring biologi yang aktif dan menyenangkan, guru harus memfasilitasi berbagai macam sumber belajar yang dapat digunakan oleh siswa, dan orang tua dan guru harus bekerja sama untuk memantau dan meningkatkan proses belajar anak serta memberikan vasilitas yang dapat meningkatkan literasi informasi siswa.

Program yang pemerintah canangkan pada bidang pendidikan bahkan sebelum terjadinya pandemic adalah merdeka belajar. Merdeka belajar menjadi sorotan utama saat ini. Menurut Sugiri (2020), membuat pembelajaran lebih bermakna ialah tujuan dari merdeka belajar. Secara umum bukan sebagai program untuk menggantikan yang telah berjalan dan memiliki tujuan utama memperbaiki sistem yang sudah ada (Sugiri and Priatmoko 2020). Konsep merdeka belajar di canangkan Bapak Nadim Makariem merupakan merdeka dalam berfikir (Izza, Falah, and Susilawati 2020). Respon terhadap kebutuhan system pendidikan di Era Revolusi Industri 4.0 ialah pendidikan merdeka belajar (Yamin and Syahrir 2020). Kebutuhan utama untuk dicapai dalam sistem pendidikan adalah peserta didik memiliki penguasaan terhadap literasi baru di Era Revolusi Industri 4.0. Literasi teknologi, literasi data, serta literasi manusia merupakan literasi baru yang ditujukan. Program pendidikan merdeka belajar masih tetap mengutamakan pendidikan karakter (Yamin and Syahrir 2020). Pendidikan berpikir kritis merupakan salah satu alternatif peserta didik membekali aspek fisik dan psikis agar dapat menyesuaikan diri pada pendidikan era merdeka belajar (Saputra et al. 2020).

Salah satu upaya mencanangkan pendidikan karakter adalah meningkatkan kesadaran lingkungan. Menurut Narulloh (2019), pentingnya pengembangan kesadaran lingkungan hidup ialah proses perjalanan yang harus dirintis untuk keberlangsungan hidup generasi berikutnya agar tidak adanya ancaman akibat perilaku manusia yang tidak bertanggungjawab (Nurulloh 2019). Upaya menjawab tantangan era merdeka belajar, diperlukan inovasi salah satunya melalui bahan ajar terutama untuk mempelajari konsep abstrak. Menurut Hekmah (2019) bahan ajar yang biasa digunakan adalah bahan ajar berbasis teknologi (Hekmah, Wilujeng, and Suryadarma 2019). Teknologi *Augmented reality* (AR) menyediakan cara inovatif dan interaktif untuk mempelajari konsep tertentu (Kaur, Mantri, and Horan 2020).

Dengan bantuan AR, siswa dapat melihat konsep abstrak secara fisik melalui objek virtual 3D, mencapai pembelajaran yang lebih bermakna, dan akibatnya pencapaian akademis yang lebih tinggi daripada pembelajaran tanpa menggunakan AR (Sahin and Yilmaz 2019). AR telah menunjukkan eksistensinya dalam pembelajaran diberbagai bidang. Menariknya, ketika kegiatan PBL didukung teknologi AR, prestasi belajar siswa meningkat pesat bahkan lebih, pada pembelajaran saat ini (Fidan and Tuncel 2019). Menurut Arici (2019), Banyak studi review tentang AR telah diterbitkan dalam beberapa tahun terakhir. Namun, hanya ada sejumlah terbatas yang berfokus pada sains dengan AR (Arici et al. 2019). AR sebagai media pembelajaran berbasis teknologi untuk menjawab tantangan di era merdeka belajar ini perlu dikembangkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Universitas Negeri Malang dengan menggunakan metode kualitatif yaitu dengan mengumpulkan data melalui kajian literatur. Kajian literatur adalah analisis suatu masalah melalui berbagai sumber penelitian yang relevan dengan cara menggambarkan, mengevaluasi dan mengklarifikasikan pengetahuan yang sudah diketahui pada suatu bidang subjek (Gani et al., 2020). Penelitian ini bersumber dari beberapa buku, jurnal dan penelitian terdahulu yang sudah dilakukan oleh beberapa orang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjawab tantangan di era merdeka belajar saat ini dimana salah satu penekanannya pada proses pembelajaran untuk meningkatkan literasi peserta didik dan pendidikan karakter. Bentuk implementasi yang dapat dilakukan meningkatkan pendidikan karakter adalah meningkatkan kesadaran lingkungan dengan harapan dapat terjadi perubahan tingkah laku untuk lebih menjaga lingkungan serta keberagamannya. Peserta didik diharapkan lebih berfikir kritis menghadapi beragam permasalahan lingkungan yang terjadi disekitar. Untuk meningkatkan kesadaran lingkungan, literasi lingkungan serta berpikir kritis peserta didik dapat diintegrasikan melalui pembelajaran Biologi di sekolah.

Suatu status literasi lingkungan dapat diukur melalui kriteria komponen literasi lingkungan, ialah pengetahuan (*knowledge*), sikap (*attitude*), keterampilan kognitif (*cognitive skill*) dan perilaku yang bertanggung jawab terhadap kondisi lingkungan (*behavior*) (Nasution 2016). Kesadaran lingkungan ialah kemampuan untuk menyadari hubungan aktifitas manusia dengan keadaan lingkungan disekitarnya untuk menciptakan lingkungan yang sehat dan aman (Laksmi and Wardana 2015). Masyarakat yang memiliki kesadaran lingkungan rendah, cenderung tidak peduli keadaan lingkungan sekitar serta tidak peduli dampak yang dihasilkan oleh kurangnya kesadaran lingkungan (Jamanti 2014). Menjawab beragam tantangan pada bidang pendidikan tersebut, inovasi dengan melibatkan teknologi dalam upaya peningkatan mutu dan kualitas pendidikan sedang banyak dilakukan. Pandemi Covid-19 yang telah melanda dunia memberikan dampak hampir pada segala aspek kehidupan serta meningkatkan kesadaran selain mengenai kebersihan dan kesehatan juga pentingnya perkembangan teknologi dalam upaya memfasilitasi program merdeka belajar.

Didukung oleh penelitian yang dilakukan Saputra (2020), menyatakan era baru dalam dunia pendidikan dimana kebijakan dilakukan pemerintah dengan mencanangkan merdeka belajar. Perlunya penyesuaian diri para peserta didik dari satuan pendidikan dasar hingga tinggi pada situasi terbaru dalam proses pembelajaran era merdeka saat ini. Situasi pandemi COVID-19 mengajak pendidikan untuk melakukan aktivitas belajar dan pembelajaran secara tidak langsung melalui media berbasis online dengan memanfaatkan kecanggihan teknologi informasi hasil revolusi industri 4.0. Pendidikan melalui media berbasis online memberikan peluang bagi peserta didik untuk berkembang secara mandiri dengan pembinaan dan bimbingan dari para pendidik dan tenaga kependidikan pada tingkat dasar hingga pendidikan tinggi.

Kekhawatiran pendidik mengenai pengalaman yang dimiliki generasi Z dengan berpikir kritis tingkat tinggi dan kecenderungan untuk meyerah atau terus maju ketika menghadapi tantangan (Seibert 2020). Meskipun PBL bukanlah strategi pengajaran baru, PBL merupakan pilihan yang ideal, berbasis bukti, untuk mengisi kesenjangan keterampilan terkait pemikiran kritis dan ketekunan serta menonjolkan kekuatan Generasi Z (Seibert 2020). PBL adalah

pembelajaran yang dihasilkan dari proses bekerja menuju pemahaman dan penyelesaian suatu masalah (Tseng, Chiang, and Hsu 2008). Mengingat AR dan PBL berinteraksi secara positif satu sama lain dalam proses pembelajaran, PBL menstimulasi aktivitas kognitif siswa juga dapat menjadi metode yang kuat yang mendukung teknologi baru seperti AR untuk meningkatkan nilai pencapaian mereka (Fidan and Tuncel 2019). Berbagai teknologi komputer telah banyak dikembangkan dalam upaya meningkatkan mutu dan kualitas pendidikan seperti penelitian yang dilakukan oleh Rezeqi et al., (2020), mengembangkan aplikasi berbasis power point sebagai sumber belajar materi etnobiologi hasilnya memudahkan mahasiswa dalam menggunakan dan menerapkan metode penelitian etnobiologi dalam kehidupannya sehari-hari. Pengembangan *game* edukasi oleh Alvionita et al., (2020), pada pokok bahasan ekosistem berbasis Taman Nasional Baluran untuk siswa SMA.

Namun penelitian implemetasi AR sebagai media pembelajaran sains untuk meningkatkan berpikir kritis, literasi lingkungan, dan kesadaran lingkungan belum banyak dilakukan. AR sebagai media pembelajaran berbasis teknologi untuk menjawab tantangan di era merdeka belajar ini perlu dikembangkan. Beberapa keunggulan AR telah terbukti dalam pengaplikasiannya baik pada bidang pendidikan maupun bidang lainnya. Salah satu teknologi yang hingga kini menawarkan berbagai cara terbaru untuk mengedukasi adalah *Augmented reality* (AR). Fenomena yang berkembang dan sedang meluas secara menggglobal adalah penggunaan AR pada tablet maupun smartphone (Nincarean et al. 2013). Dalam beberapa tahun terakhir, *Augmented reality* (AR) telah berkembang pesat dan telah diterapkan di berbagai bidang termasuk bidang pendidikan (Zhu, Cao, and Cai 2020). *Augmented reality* (AR) mendapatkan popularitas dalam proses pendidikan karena kemanjurannya yang diakui untuk proses pengajaran dan pembelajaran. Banyak penelitian telah mengidentifikasi tren, keunggulan, peluang, tantangan, dan dampak teknologi ini terhadap pendidikan (Garzón et al. 2020).

Augmented reality dapat memberikan jawaban atas sulitnya membuat keterkaitan antara representasi dan sistem yang sebenarnya (Scaravetti and Doroszewski 2019). Dalam AR terdapat empat komponen utama: (1) kamera untuk menangkap informasi sasaran, (2) penanda yang merupakan informasi sasaran, (3) telepon genggam untuk menyimpan dan mengolah informasi bila citra yang ditangkap adalah informasi sasaran (penanda), dan (4) konten digital adalah konten yang akan ditampilkan di layar saat kamera dapat melacak penanda. Sekarang, penggunaan AR dalam dunia pendidikan menjadi lebih luas dan praktis (Majid, Mohammed, and Sulaiman 2015). Perangkat yang dimuat dengan perangkat lunak AR perlu memiliki isyarat untuk memicu gambar virtual dan dengan demikian dapat menjadi penanda (kode respon cepat [QR]) atau berbasis tanpa penanda (Sistem Pemosisian Global [GPS]) (Carlson and Gagnon 2017).

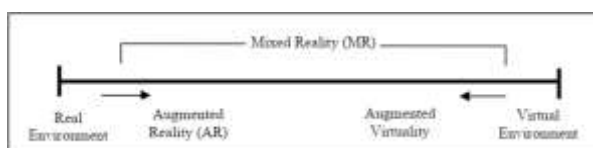
Ada banyak manfaat menggunakan rangkaian teknologi ini untuk mengajar dan belajar. Pengajaran AR dapat dimanfaatkan untuk menciptakan pengalaman belajar yang berpusat pada siswa, dan memberikan kesempatan untuk pengajaran sejawat, kolaborasi, serta bimbingan guru. Perancah yang disediakan oleh platform AR memungkinkan siswa menggunakan perangkat pengukuran canggih yang sebelumnya akan sulit untuk dikelola. Manfaat bagi guru membantu membuka peluang belajar yang berbeda bagi siswa (Kamarainen et al. 2013). AR juga dapat digunakan untuk meningkatkan tugas kolaboratif (Kesim and Ozarslan 2012).

Penggunaan teknologi AR membantu siswa untuk melakukan eksperimen secara efektif. Teknologi AR memungkinkan untuk mengintegrasikan dunia nyata dengan elemen virtual 3D dan dapat dengan mudah membangkitkan keingintahuan pelajar dan dengan demikian membuat pembelajaran proses lebih menarik, menyenangkan dan memotivasi (Arulanand, RameshBabu, and Rajesh 2020).

Beberapa kelebihan penggunaan AR pada berbagai bidang dilaporkan. Pada bidang perdagangan atau penjualan, menurut Do, Shih, dan Ha (2020), banyak penelitian menunjukkan bahwa dengan bantuan *Mobile Augmented reality*, retailer berpotensi meningkatkan penjualan secara signifikan. Menyajikan manfaat utama menggunakan AR dalam olahraga. Menguraikan penggunaan AR untuk mempelajari keterampilan olahraga, memberikan informasi tambahan, memberikan umpan balik tambahan, merangsang latihan, serta memperkenalkan aturan baru dan membuat olahraga baru. AR juga dapat membantu pelatih untuk menjelaskan konsep olahraga yang rumit seperti pengetahuan khusus tentang orientasi. Dengan meningkatkan keragaman gerakan dan tantangan, serta memungkinkan pembuatan konten yang dipersonalisasi, augmentasi digital dapat berkontribusi pada peningkatan kinerja olahraga.

Sistem AR memungkinkan akses umpan balik tambahan tentang kinerja dan perilaku. Kemampuan umpan balik AR juga dapat digunakan untuk memvisualisasikan pengalaman, dan untuk mengungkapkan keadaan "sebelum dan sesudah" (Soltani and Morice 2020). Pada bidang medis seperti penelitian yang dilakukan Li et al. (2020), teknologi gabungan AR dan pencetakan 3D meningkatkan persepsi visual ahli bedah pada anatomi paru pasien, peningkatan persepsi dapat menghasilkan hasil bedah yang lebih baik. Penelitian lainnya dilakukan Blaga et al. (2021) aspek terpenting dari perangkat AR adalah terkait dengan pemecahan masalah kehidupan nyata, seperti perawatan jarak jauh atau pelatihan operator untuk aplikasi manufaktur dalam konteks paradigma Industri 4.0. Teknik *Augmented reality* digunakan dalam pengobatan klinis dan telah disarankan untuk digunakan dalam kedokteran forensik juga. Teknologi ini tampaknya paling berguna dalam setengah jam pertama pemeriksaan internal selama otopsi. Penelitian yang dilakukan Chytas et al. (2020), secara umum, AR terbukti sangat dapat diterima dan alat pengajaran anatomi yang menyenangkan. Itu memiliki kemanjuran yang luar biasa dalam hal membantu siswa memahami struktur organisasi tiga dimensi dan mencapai hasil pemeriksaan yang memuaskan.

Saat membandingkan manfaat teknologi AR dalam penggunaan umum di semua bidang pendidikan dan manfaat penggunaannya khusus dalam pendidikan sains, terlihat banyak manfaat yang dibagikan. Antaralain meningkatkan aktivitas siswa, memberikan rasa realitas, belajar dengan menghibur, meningkatkan motivasi dan menyediakan lingkungan belajar yang efisien. Situasi ini mencerminkan nilai menggunakan teknologi AR dalam pendidikan sains (Arici et al. 2019). *Augmented reality* dapat diterapkan untuk pembelajaran, hiburan, atau edutainment dengan meningkatkan persepsi pengguna dan interaksi dengan dunia nyata. Pengguna dapat bergerak di sekitar gambar virtual tiga dimensi dan melihatnya dari sudut pandang mana pun, seperti objek nyata. Informasi yang disampaikan oleh objek virtual membantu pengguna melakukan tugas dunia nyata. Metafora antarmuka berwujud merupakan salah satu cara penting untuk meningkatkan pembelajaran. Properti ini memungkinkan manipulasi objek virtual tiga dimensi hanya dengan memindahkan kartu asli tanpa mouse atau keyboard. *Augmented reality* juga dapat digunakan untuk meningkatkan tugas kolaboratif. Mungkin untuk mengembangkan komputer inovatif antarmuka yang menggabungkan dunia virtual dan dunia nyata untuk meningkatkan kolaborasi tatap muka dan jarak jauh (Kesim and Ozarslan 2012).



Gambar 1. *Augmented reality* menurut Nincarean (2013)

Efektivitas AR dapat diperpanjang jika digabungkan dengan jenis teknologi lain seperti perangkat seluler. Ketika AR terhubung ke teknologi inovatif seperti perangkat seluler, istilah *Mobile Augmented reality* (MAR) muncul (Nincarean et al. 2013). Menyadari potensi yang dimiliki *Augmented reality* untuk menjawab tantangan di era merdeka belajar sebagai media pembelajaran, maka dalam implementasi proses pembelajaran dikelas, perlu dilakukan perancangan baik perangkat pembelajaran, strategi maupun model. Penggunaan *Augmented reality* sebagai media pembelajaran penunjang akan baik apabila dikolaborasikan dengan model PBL.

Didukung oleh penelitian yang dilakukan Ismail et al., (2018) menyatakan, karena siswa saat ini lebih terinspirasi untuk menggunakan teknologi, maka PBL harus diintegrasikan dengan teknologi terkini untuk menarik minat siswa. Akibatnya, penerapan teknologi seluler yang menjadi trend teknologi yang populer di kalangan pelajar dipandang sebagai media terbaik untuk menginterpretasikan PBL. Dengan memanfaatkan teknologi mobile yang merupakan teknologi yang diminati siswa saat ini, aplikasi yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi bahan pembelajaran yang inovatif bagi guru dan siswa. Pembelajaran berbasis masalah PBL berfokus pada pengembangan keyakinan siswa untuk dapat menyelesaikan masalah. Model pembelajaran yang efektif dapat mendorong siswa untuk mengkonstruksi pengetahuannya berdasarkan situasi di sekitarnya. Pembelajaran di kelas PBL dilakukan dalam lima tahap: (1) siswa diminta merumuskan beberapa soal berdasarkan fenomena yang ada di lembar kerja, (2) mereka dibagi ke dalam kelompok dan diarahkan guru untuk merumuskan masalah berdasarkan pembelajaran tujuan, (3) mereka melakukan investigasi dalam kelompok. Guru mendampingi mereka dalam mengumpulkan informasi yang relevan, (4) mereka mempresentasikan hasil penyelidikan, (5) bersama-sama, mereka melakukan refleksi diri dan memberikan umpan balik atas pekerjaan tersebut (Fitriani et al. 2020).

PBL adalah pedagogi yang berpusat pada siswa di mana masalah dunia nyata yang rumit digunakan sebagai esensi untuk meningkatkan dan mempromosikan pembelajaran siswa daripada menyajikan fakta langsung dan konsep konvensional. Ini juga membantu dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan pemecahan masalah, keterampilan kognitif dan kinerja mereka secara keseluruhan dibandingkan dengan pendekatan sentris guru tradisional. Platform pembelajaran yang digunakan untuk sesi PBL mendukung pembelajaran tatap muka, solusi pembelajaran online dan campuran yang memfasilitasi dan meningkatkan metode pendidikan tradisional (Joshi, Desai, and Tewari 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, gagasan penulis adalah bahwa penggunaan *Augmented reality* sebagai media pembelajaran akan efektif digunakan untuk proses pembelajaran di era merdeka belajar ini. Implementasi *Augmented reality* menggunakan model PBL dalam pembelajaran. Upaya peningkatan kesadaran lingkungan serta tujuan utama dalam era merdeka belajar adalah meningkatkan literasi dan pendidikan karakter peserta didik maka topik yang sesuai implementasi *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran adalah topik lingkungan seperti pencemaran lingkungan yang dapat diintegrasikan di mata pelajaran Biologi.

KESIMPULAN

Pemerintah telah mencanangkan program Merdeka Belajar bahkan sebelum pandemi Covid-19 berlangsung. Tantangan dibidang pendidikan menjadi semakin meningkat sejak terjadi pandemic Covid-19 dimana proses belajar mengajar tidak lagi dapat dilakukan seperti sediakala. Upaya yang dilakukan pemerintah menghadapi masalah ini adalah dilakukannya pembelajaran secara daring (online). Menghadapi beragam tuntutan serta masalah yang terjadi

tersebut, penulis mengusulkan gagasan untuk pembelajaran yang lebih efektif dalam era merdeka belajar ini. Penekanan meningkatkan literasi peserta didik dan pendidikan karakter adalah tantangan program merdeka belajar. Gagasan yang penulis usulkan adalah pemanfaatan *Augmented reality* sebagai media pembelajaran pada topik lingkungan menggunakan model Problem Based Learning dengan harapan mampu meningkatkan literasi lingkungan, kesadaran lingkungan, dan berpikir kritis peserta didik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan arahan, masukan, membantu dan mendukung dalam pelaksanaan penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvionita, D., Subchan, W., & Iqbal, M. (2020). The development of ecosystem education game based on Baluran National Park for senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1465(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1465/1/012039>
- Arici, F., P. Yildirim, Şeyma Caliklar, and Rabia M. Yilmaz. 2019. "Research Trends in the Use of Augmented Reality in Science Education: Content and Bibliometric Mapping Analysis." *Computers and Education* 142: 103647. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>.
- Arulanand, N., A. RameshBabu, and P. K. Rajesh. 2020. "Enriched Learning Experience Using Augmented Reality Framework in Engineering Education." *Procedia Computer Science* 172(2019): 937–42.
- Asanov, Igor et al. 2021. "Remote-Learning, Time-Use, and Mental Health of Ecuadorian High-School Students during the COVID-19 Quarantine." *World Development* 138: 105225. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105225>.
- Blaga, Andreea, Cristian Militaru, Ady Daniel Mezei, and Levente Tamas. 2021. "Augmented Reality Integration into MES for Connected Workers." *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 68(September 2020): 102057. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2020.102057>.
- Carlson, Kasey J, and David J Gagnon. 2017. "Augmented Reality Integrated Simulation Education in Health Care." *Clinical Simulation in Nursing* 12(4): 123–27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecns.2015.12.005>.
- Chytas, Dimitrios et al. 2020. "The Role of Augmented Reality in Anatomical Education: An Overview." *Annals of Anatomy* 229(xxxx): 151463. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2020.151463>.

- Do, Hai Ninh, Wurong Shih, and Quang An Ha. 2020. "Effects of Mobile Augmented Reality Apps on Impulse Buying Behavior: An Investigation in the Tourism Field." *Heliyon* 6(8): e04667. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04667>.
- Fidan, Mustafa, and Meric Tuncel. 2019. 142 Computers and Education *Integrating Augmented Reality into Problem Based Learning: The Effects on Learning Achievement and Attitude in Physics Education*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103635>.
- Fitriani, Apriza, Siti Zubaidah, Herawati Susilo, and Mimien Henie Irawati Al Muhdhar. 2020. "The Effects of Integrated Problem-Based Learning, Predict, Observe, Explain on Problem-Solving Skills and Self-Efficacy." *Eurasian Journal of Educational Research* 2020(85): 45–64.
- Gani, A. R. F., Zaimah, U., & Wulandari, S. R. (2020). Studi Literatur Upaya Meningkatkan Literasi Informasi Siswa Pada Mata Pelajaran Biologi Selama Belajar Daring Efek Covid-19. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 6(2), 129–136.
- Garzón, Juan, Silvia Baldiris, Jaime Gutiérrez, and Juan Pavón. 2020. "How Do Pedagogical Approaches Affect the Impact of Augmented Reality on Education? A Meta-Analysis and Research Synthesis." *Educational Research Review*: 100334. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100334>.
- Hekmah, Nurul, Insih Wilujeng, and I Gusti Putu Suryadarma. 2019. "Web-LKS IPA Terintegrasi Lingkungan Untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan Siswa Developing Science Web Student Worksheet Integrated Environment to Enhance Student Environment Literacy." 5(2): 129–38.
- Ismail, Nurul Syazwani, Jamalludin Harun, Megat Aman Zahiri Megat Zakaria, and Shaharuddin Md Salleh. 2018. "The Effect of Mobile Problem-Based Learning Application DicScience PBL on Students' Critical Thinking." *Thinking Skills and Creativity* 28: 177–95. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.04.002>.
- Izza, Aini Zulfa, Mufti Falah, and Siska Susilawati. 2020. "Studi Literatur: Problematika Evaluasi Pembelajaran Dalam Mencapai Tujuan Pendidikan Di Era Merdeka Belajar." *Konferensi Ilmiah Pendidikan Universitas Pekalongan 2020*: 10–15. <https://proceeding.unikal.ac.id/index.php/kip>.
- Jamanti, Retno. 2014. "Pengaruh Berita Banjir Di Koran Kaltim Terhadap Kesadaran Masyarakat Kelurahan Temindung Permai Samarinda." 2(1): 17–33.
- Joshi, Akhila, Padmashree Desai, and Prakash Tewari. 2020. "Learning Analytics Framework for Measuring Students' Performance and Teachers' Involvement through Problem

- Based Learning in Engineering Education.” *Procedia Computer Science* 172: 954–59.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.138>.
- Kamarainen, Amy M. et al. 2013. “EcoMOBILE: Integrating Augmented Reality and Probeware with Environmental Education Field Trips.” *Computers and Education* 68: 545–56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>.
- Kaur, Deepti Prit, Archana Mantri, and Ben Horan. 2020. “Enhancing Student Motivation with Use of Augmented Reality for Interactive Learning in Engineering Education.” *Procedia Computer Science* 172(2019): 881–85.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.127>.
- Kesim, Mehmet, and Yasin Ozarslan. 2012. “Augmented Reality in Education: Current Technologies and the Potential for Education.” *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 47(222): 297–302.
- Laksmi, Alit, and I Wardana. 2015. “Peran Sikap Dalam Memediasi Pengaruh Kesadaran Lingkungan Terhadap Niat Beli Produk Ramah Lingkungan.” *E-Jurnal Manajemen Universitas Udayana* 4(7): 253559.
- Li, Chengrun et al. 2020. “Augmented Reality and Three-Dimensional Printing Technologies for Guiding Complex Thoracoscopic Surgery.” *The Annals of Thoracic Surgery*.
<https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.10.037>.
- Majid, Nazatul Aini Abd, Hazura Mohammed, and Rossilawati Sulaiman. 2015. “Students’ Perception of Mobile Augmented Reality Applications in Learning Computer Organization.” *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 176: 111–16.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.450>.
- Nasution, Ruqoyyah. 2016. “Analisis Kemampuan Literasi Lingkungan Siswa SMA Kelas X Di Samboja Dalam Pembelajaran Biologi.” *Proceeding Biology Education Conference* 13(1): 352–58.
- Nincarean, Danakorn, Mohamad Bilal Alia, Noor Dayana Abdul Halim, and Mohd Hishamuddin Abdul Rahman. 2013. “Mobile Augmented Reality: The Potential for Education.” *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 103: 657–64.
- Nurulloh, Endang Syarif. 2019. “Pendidikan Islam Dan Pengembangan Kesadaran Lingkungan.” *Jurnal Penelitian Pendidikan Islam* 7(2): 237.
- Rasyid, A., Gani, F., Zaimah, U., & Wulandari, S. R. (2020). Studi Literature Upaya Meningkatkan Literasi Informasi Siswa pada Mata Pelajaran Biologi Selama Belajar Daring Efek Covid 19. *Bioilmi*, 6(2), 129–136.

- Rezeqi, S., Nasution, A., Rasyid, A., Gani, F., Ginting, E. B., & Ginting, E. (2020). Evaluasi Aplikasi Berbasis Power Point Sebagai Sumber Belajar Pada Materi Metode Etnobiologi. *Biology Education Science & Technology*, 3(2), 263–269.
- Sahin, Dilara, and Rabia Meryem Yilmaz. 2019. “The Effect of Augmented Reality Technology on Middle School Students’ Achievements and Attitudes towards Science Education.” *Computers & Education*: 103710. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103710>.
- Saputra, Randi et al. 2020. “Urgensi Pendidikan Berpikir Kritis Era Merdeka Belajar Bagi Peserta Didik.” *Tarbawi: Jurnal Ilmu Pendidikan* 16(01): 111–16.
- Scaravetti, Dominique, and Dominique Doroszewski. 2019. “Augmented Reality Experiment in Higher Education, for Complex System Appropriation in Mechanical Design.” *Procedia CIRP* 84: 197–202. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.284>.
- Seibert, Susan A. 2020. “Problem-Based Learning: A Strategy to Foster Generation Z’s Critical Thinking and Perseverance.” *Teaching and Learning in Nursing* 000: 2–5. <https://doi.org/10.1016/j.teln.2020.09.002>.
- Sugiri, Wiku Aji, and Sigit Priatmoko. 2020. “Perspektif Asesmen Autentik Sebagai Alat Evaluasi Dalam Merdeka Belajar.” *At-Thullab : Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah* 4(1): 53.
- Tseng, Kuo Hung, Feng Kuang Chiang, and Wen Hua Hsu. 2008. “Interactive Processes and Learning Attitudes in a Web-Based Problem-Based Learning (PBL) Platform.” *Computers in Human Behavior* 24(3): 940–55.
- Yamin, Muhammad, and Syahrir Syahrir. 2020. “Pembangunan Pendidikan Merdeka Belajar (Telaah Metode Pembelajaran).” *Jurnal Ilmiah Mandala Education* 6(1): 126–36.
- Zheng, Fengjiao, Naseer Abbas Khan, and Sabir Hussain. 2020. “The COVID 19 Pandemic and Digital Higher Education: Exploring the Impact of Proactive Personality on Social Capital through Internet Self-Efficacy and Online Interaction Quality.” *Children and Youth Services Review* 119: 105694. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105694>.
- Zhu, Lingfei, Qi Cao, and Yiyu Cai. 2020. “Development of Augmented Reality Serious Games with a Vibrotactile Feedback Jacket.” *Virtual Reality & Intelligent Hardware* 2(5): 454–70. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vrih.2020.05.005>.