

TINJAUAN SISTEMATIS VIRTUAL REALITY UNTUK PENDIDIKAN

Putu Suarniti Noviantari

Universitas Mahasaraswati Denpasar

e-mail: pts.noviantari@unmas.ac.id

ABSTRAK

Virtual Reality telah berada di dunia lebih dari setengah abad. Virtual Reality digunakan dalam dunia Pendidikan untuk dapat meningkatkan motivasi intrinsik siswa, memperluas jangkauan lingkungan belajar siswa, memberikan suasana baru dalam belajar. Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang apa yang dimaksud tentang Virtual Reality, dan apa yang diharapkan pendidik dengan menggunakan teknologi ini, dalam artikel ini telah melakukan tinjauan sistematis penggunaan realitas virtual dalam pendidikan. Analisis pertama menyelidiki aplikasi dan motivasi yang dilaporkan yang diberikan oleh pendidik dalam literatur akademik untuk mengembangkan sistem pendidikan realitas virtual, sedangkan yang kedua menyelidiki masalah yang ada pada penelitian sebelumnya.

Kata Kunci : Fokus Belajar, Video Pembelajaran, Minat Belajar,

ABSTRACT

Virtual Reality has been in the world for more than half a century. Virtual Reality is used in education to increase students' intrinsic motivation, expand the reach of students' learning environment, and provide a new atmosphere for learning. To get a better understanding of what Virtual Reality is all about, and what educators can expect by using this technology, in this article we have systematically implemented the use of reality in education. The first analysis, application and reported motivations given by educators in the literature to develop virtual reality education systems, the second fixes problems that exist in previous studies.

Keywords: Virtual Reality, Education, Motivation

PENDAHULUAN

Berdasarkan Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 mengenai tujuan pembelajaran matematika yakni: (a) memahami konsep matematika, mendeskripsikan bagaimana keterkaitan antar konsep matematika dan menerapkan konsep atau logaritma secara efisien, luwes, akurat, dan tepat dalam memecahkan masalah, (b) menalar pola sifat dari matematika, mengembangkan atau memanipulasi matematika dalam menyusun argumen, merumuskan bukti, atau mendeskripsikan argumen dan pernyataan matematika, (c) memecahkan masalah matematika yang meliputi kemampuan memahami masalah, menyusun model penyelesaian matematika, menyelesaikan model matematika, dan memberi solusi yang tepat, dan (d) mengkomunikasikan argumen atau gagasan dengan diagram, tabel, simbol, atau media lainnya agar dapat memperjelas permasalahan atau keadaan. Untuk mencapai tujuan pembelajaran tersebut dinyatakan bahwa: perencanaan proses pembelajaran meliputi silabus dan rencana pelaksanaan pembelajaran yang

memuat sekurang-kurangnya tujuan pembelajaran, materi ajar, metode pengajaran, sumber belajar, media belajar, dan penilaian hasil belajar.

Dalam proses belajar mengajar untuk mencapai tujuan pembelajaran dimasa pandemi ini, banyak sekali kendala yang dialami selama pembelajaran berlangsung, sehingga tujuan pembelajaran tidak bisa tercapai secara maksimal. Agar tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan baik, maka guru harus mengatasi kendala-kendala tersebut. Salah satu caranya dengan penggunaan media pembelajaran yang tepat. Ketika dalam situasi pandemi, metode pengajaran dan pembelajaran tradisional berubah menjadi pendidikan digital. Dalam pengajaran dan pembelajaran online tradisional memiliki banyak keterbatasan yang membatasi pengajaran dan pembelajaran hanya untuk studi teoritis (Kumar et al., 2021).

Dimasa lalu dalam proses belajar mengajar guru merupakan satu-satunya sumber belajar. Kegiatan pendidikan cenderung masih tradisional yaitu berpusat pada guru. Kemudian dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi, Era pendidikan yang dipengaruhi oleh revolusi industri 4.0 yang bercirikan pemanfaatan teknologi digital dalam proses pembelajaran dikenal dengan sistem siber (cyber sistem) dan mampu membuat proses pembelajaran berlangsung secara kontinu tanpa batas ruang dan tanpa batas waktu. Apabila pembelajaran sebelumnya berpusat pada guru, saat ini pembelajaran beralih berpusat pada siswa. Guru hanya menjadi salah satu sumber belajar selain internet, lingkungan, buku dan media belajar lainnya. Dalam perubahan ini guru dituntut untuk dapat mengikuti perubahan salah satunya menggunakan media pembelajaran yang memadai agar dapat mencapai tujuan pembelajaran di saat pandemic (Lemay et al., 2021).

Manfaat dari media pembelajaran, pertama, memberikan pedoman bagi guru untuk mencapai tujuan pembelajaran sehingga dapat menjelaskan materi pembelajaran dengan urutan yang sistematis dan membantu dalam penyajian materi yang menarik untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, kedua, dapat meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa sehingga siswa dapat berpikir dan menganalisis materi pelajaran yang diberikan oleh guru dengan baik dengan situasi belajar yang menyenangkan dan siswa dapat memahami materi pelajaran dengan mudah. Dikatakan pula dengan menggunakan media akan efektif dalam pembelajaran khususnya mata pelajaran matematika (Mukuka et al., 2021). Di dalam pembelajaran matematika siswa dapat mempresetasikan ide-ide matematikanya lebih mudah saat menggunakan media pembelajaran (NTCM, 2000). Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan dunia pendidikan yaitu lingkungan belajar virtual (Pan et al., 2006). Penggunaan belajar secara virtual akan mendapatkan pengalaman yang berbeda, pengalaman yang mendalam, melalui tampilan yang terlihat dengan berbagai dimensi (Hu et al., 2021).

Virtual Reality telah muncul sejak tahun 1966, dan digunakan pada bidang penerbangan

sebagai latihan angkanudara di amerika serikat (Merchant et al.,2014). Virtual Reality (VR) pernahdipublikasikan secara luas untuk umum, namun setelah dua tahun berjalan,program ini tidak populer dan dihentikan(Willis et al., 2014). Perusahaan game seperti Nintendo pernah merilis permainan berbasis VR dan mendapatkankegagalan secara komersial (Kushner,2014). Secara komersil VR banyakmengalami kegagalan, tetapi sebaliknya dalam dunia pendidikan. Hal Positifbanyak di temukan pada dunia Pendidikanmenggunakan VR, seperti waktu lebih efisien dalam belajar (Kumar et al., 2021;Hu-Au & Lee, 2017); meyenangkan (Boyles, 2017; Alhalabi, 2016);memberikan motivasi belajar (Kumar et al., 2021); Hu-Au & Lee, 2017; Alhalabi,2016), siswa memiliki daya ingatan lebihlama terkait yang mereka pelearimenggunakan VR (Hussein & Natterdal,2015). Tujuan artikel ini, pertama untukmengetahui implementasi VR dalam duniaPendidikan, kedua evaluasi penelitian sebelumnya yang telah menggunakan VR dalam dunia Pendidikan. Dengan kemajuan teknologi dalam beberapatahun terakhir, banyak bentuk pembelajaran baru yang muncul. Salahsatu bentuk sejak adanya smartphone adalah aplikasi. Dengan adanya aplikasi-aplikasi yang menarik membuat keseharian siswa tidak lepas dari smartphone seperti memiliki budaya baru.

METODE PENELITIAN

Pendekatan kualitatif dalam systematic review digunakan untuk mensintesis (merangkum) hasil-hasil penelitian yang bersifat deskriptif kualitatif. Metode mensistensis (mernagkum) hasil-hasil penelitian kualitatif disebut dengan meta-sistesis. Secara umum defisini meta-sistesis adalah teknik melakukan integrasi data untuk mendapatkan teori maupun konsep baru atau tingkatan pemahaman yang lebih mendalam dan menyeluruh (Perry & Hammond, 2002).

Adapun tahapan yang harus diikuti menurut Perry&Hammond (2002) yaitu; 1) Identifikasi pertanyaan penelitian, 2) mengembangkan protocol peneitian systematic review, 3) menetapkan lokasi data-base hasil penelitian sebagai wilayah pencarian; 4) seleksi penelitian yang relevan; 5) memilih hasil-hasil penelitian yang berkualitas; 6) esktraksi data dari studi individual; 7) sistesis hasil dengan metode meta-analisis (kalua memungkinkan), atau metode naratif (bila tidak memungkinkan); 8) penyajian data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Langkah awal dalam penulisan ini yaitu mengklasifikasinya apa yang akan dicari mengenai Virtual Reality, dalam hal ini penulis berfokus pada system Pendidikan. Untuk mendapatkan artikel yang relevan, penulis mengadopsi input/output dari berbagai database jurnal. Berbagai teknologi VR cepat berkembang sehingga kami menggunakan referensi

VR sepuluh tahun terakhir. Tinjauan sistematis ini mencari database akademik perpustakaan secara digital melalui ERIC, Scencedirect, dan Spinger.. Terdapat 70 artikel yang dapat dianalisis lebih lanjut, berikutnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pencarian Database dan Hasil

Database	Pencarian	Hasil
ERIC	'Virtual Reality; education;	22
Scencedirect	Learning	24
Spinger		24
Total		70

Pada tahap penyaringan dilakukan artikel hasil penelitian sepuluh tahun terakhir (2012-2021) ditemukan sebanyak 70 artikel hasil penelitian yaitu dari ERIC; Scencedirect dan Spinger. Tahap penyaringan dilanjutkan dengan pemeriksaan judul dan abstrak penelitian yang memuat tentang *virtual reality* dan mendapatkan 65 artikel. Tahap berikutnya penelusuran lebih lanjut terkait hasil penelitian yang memuat secara utuh agar layak untuk diteliti. Sebanyak 35 artikel hasil penelitian yang memuat teks secara utuh. Tahap akhir adalah menentukan artikel hasil penelitian yang akan dianalisis. Sebanyak 19 artikel dikeluarkan karena tidak dilaksanakan dalam pendidikan, sehingga diperoleh 16 artikel yang memenuhi kriteria untuk di analisis.

Pembahasan

Berdasarkan artikel yang terkumpul, terkait motivasi berfokus pada faktor pedagogik. Motivasi yang ditunjukkan siswa saat penggunaan VR saat belajar memiliki dampak positif jika dibandingkan dengan cara tradisional (Olivier et al., 2014). Artikel dapat dibedakan menjadi beberapa kategori, misalnya penggunaan VR pada pembelajaran jarak jauh seperti menggunakan aplikasi. Terdapat unsur penggunaan aplikasi dengan adanya motivasi belajar dalam pembelajaran di dalamnya terdapat 10 artikel.

Simulasi. Dalam mensimulasi VR sebetulnya tidak mudah dilakukan (AbdulRahim et al., 2012; Wei et al., 2013). Sekolah tidak mampu memberikan siswanya pengetahuan melalui perjalanankeliling dunia namun dapat melakukan dengan menggunakan VR untuk menjelajah dunia tanpa harus meninggalkan kelas mereka. Kendala yang dirasakan adalah tidak semua dapat melakukan VR karena memiliki anggaran yang terbatas. Melalui VR siswa dapat menjelajah tempat yang lokasi sudah tidak ada lagi atau hancur karena bencana (Perez-Valle & Sagasti, 2012). Hal yang bisa dilakukan menggunakan VR selain diatas yaitu dapat melakukan suatu interaksi yang secara nyata tidak bisa dilaksanakan secara langsung (Perez-Valle & Sagasti, 2012; Sharma & Otunba, 2012). Misalkan simulasi pramugari dalam memadamkan kebakaran di dalam

pesawat, karena simulasi seperti ini tidak mungkin dilakukan secara nyata (Sharma dan Otunba, 2012).

Pelatihan. Beberapa artikel membahas bahwa VR digunakan untuk pelatihan. Misalkan pelatihan untuk pilotsaat menerbangkan pesawat atau kita kenaldengan simulator penerbangan. Simulasi dalam pelatihan ini sangat beragam, tidak hanya simulasi penerbangan (Wei et al., 2013) melainkan dalam teknik kimia (Abdul Rahim et al., 2012), konstruksi (Zita Sampaio & Viana, 2013) dan yang paling sering digunakan pada dunia medis khususnya dalam aktivitas bedah (Alhalabi, 2016).

Pembelajaran jarak jauh. Beberapa artikel menyebutkan bahwa VR sangat efektif digunakan saat belajar jarak jauh (McGovern et al., 2020). Terkadang pembelajaran jarak jauh menggunakan VR tidak sesuai dengan lingkungan sebenarnya. Beberapa artikel menyebutkan bahwa untuk memberikan pengalaman pembelajaran jarak jauh dengan menggunakan VR harus memetakan terlebih dahulu apa yang akan diajarkan agar virtual lebih realistis. (Olivieret al., 2014)

Motivasi. Beberapa artikel menyebutkan bahwa VR sangat efektif dalam meningkatkan motivasi pedagogik siswa (Hussein & Natterdal, 2015; Vesisenaho et al., 2019). Penerapan VR dengan menggunakan lingkungan pembelajaran secara virtual akan meningkatkan interaksi siswa saat belajar (Hepperle et al., 2019). VR memiliki lingkungan belajar 3D sehingga siswa meresponse sangat positif, tetapi dalam pembuatan media VR harus memiliki keterampilan dan tingkat kognitif yang baik (Hepperle et al., 2019).

Konstruktivisme. Siswa dapat memiliki makna melalui proses aktif dan mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Menciptakan representasi subjektif mereka sendiri melalui realitas melalui interaksi antara ide dan pengalaman mereka (Morélot et al., 2021; Kumar et al., 2021). Penggunaan VR dalam pembelajaran memiliki ikatan yang jelas dengan konstruktivisme (McGovern et al., 2020).

Kolaborasi. VR juga memiliki aspek kolaboratif dalam implementasinya. Penggunaan VR memiliki tujuan utama yaitu dirancang adanya komunikasi dan kolaborasi (Vesisenaho et al., 2019). Misalnya menyelidiki potensi VR untuk menyelesaikan masalah, mengurangi kesalahpahaman, dan meningkatkan komunikasi antar peserta didik (Alhalabi, 2016).

Gamifikasi dan Pembelajaran Berbasis Game. Gamifikasi adalah penerapan mekanika permainan, dan/atau elemen seperti permainan lainnya pada situasi non-permainan, biasanya (dalam hal pendidikan) untuk meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan kesenangan siswa dalam meraih pengalaman belajarnya. Walaupun VR sering dikatkan dengan game tetapi hanya beberapa artikel yang berbasis game (Willis et al., 2014).

VR merupakan alternatif agar pembelajaran berbasis aktif dan proyek untuk memberikan suasana pendidikan berbasis dunia nyata yang praktis (Chandramouli et al., 2014). Pengguna VR sebaiknya adalah 'penduduk asli digital', maksudnya adalah generasi modern yang telah terpapar teknologi digital (Angeloni dkk., 2012). Di artikel tersebut ditegaskan bahwa perangkat lunak seperti VR untuk pendidikan perlu dirancang dengan mempertimbangkan generasi penggunanya. Walaupun VR dianggap menarik bagi generasi yang lebih tua, tetapi akan lebih menarik bagi penduduk asli digital. Menggunakan perangkat lunak VR membuat eksperimen yang dilakukan seperti nyata bagaimana situasi sebenarnya (Sharma et al., 2012). VR menjadikan siswa memiliki motivasi, lebih percaya diri saat berada di lingkungan aslinya, seperti praktik di laboratorium (Pena-Rios dkk., 2012).

Perangkat lunak seperti VR patut dikembangkan khususnya di dunia pembelajaran karena dapat memotivasi siswa dan dapat menjadi inovasi dari pembelajaran tradisional (Olivier et al., 2014). Beberapa penelitian yang menyebutkan VR dan motivasi, yaitu: 1) siswa memiliki motivasi lebih baik saat belajar; 2) siswa lebih termotivasi oleh aplikasi grafis 3D daripada 2D; 3) penggunaan VR interaktif secara terus-menerus dapat meningkatkan motivasi dan retensi siswa (Hepperle et al., 2019). Terdapat beberapa artikel menyebutkan bahwa VR dapat meningkatkan kesenangan sehingga dapat meningkatkan motivasi siswa dalam belajar. Ini disebabkan karena VR dikemas dalam bentuk permainan. Faktor yang menyebabkan VR dapat meningkatkan kesenangan siswa belajar disebabkan adanya interaktivitas di dalamnya (Fabola & Miller, 2016; Tsaramiris et al., 2016).

Perangkat lunak VR dalam dunia pendidikan berpotensi besar siswa dapat mengeksplorasi dan belajar dengan kemampuannya masing-masing, sehingga ini menjadi menarik bagi siswa dan guru yang mencoba mengajar siswa dengan kemampuan yang berbeda (Sowa, 2016; Gong, 2021). Cara lain yang potensial untuk memberikan pengalaman belajar mandiri; menggunakan VR, siswa berpotensi dapat mengulang pelajaran (tanpa perlu instruktur) sebanyak yang mereka inginkan (Gong, 2021).

Pesan yang sering digambarkan oleh penulis adalah bahwa VR akan merangsang pembelajaran yang lebih dalam karena siswa dapat mengeksplorasi, membenamkan, dan menyimpulkan makna mereka sendiri dari pengalaman mereka dalam realitas virtual (Falah et al., 2014). Disebutkan juga bahwa proses pembelajaran eksperiensial yang difasilitasi oleh VR lebih realistis dan berpotensi bagi siswa yang memulai bidang praktis daripada metode pengajaran tradisional (Hanson et al., 2020). Selain itu, siswa belajar paling baik ketika mereka dihadapkan pada berbagai teknik pengajaran dan pengalaman belajar (Vesisenaho et al., 2019).

Biaya. Biaya yang diperlukan untuk membuat VR relatif dan bervariasi sesuai dengan

kerumitan yang diinginkan. Memanfaatkan perangkat lunak VR dikelas tidak hanya melibatkan biaya yang terkait dengan pembelian awal perangkat keras dan/atau perangkat lunak, tetapi biaya berkelanjutan termasuk pemeliharaan (Hwang & Hu, 2013; Passig, 2015). Aplikasi penggunaan VR dalam pendidikan saat ini lebih mengarah pada memberikan lingkungan baru dalam proses pembelajaran. Dalam penelitian sebelumnya banyak faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaannya, pembuatannya, bahkan pemeliharannya (Passig, 2015). Dengan demikian, lebih banyak yang diperlukan untuk mengevaluasi apakah peningkatan imersi yang difasilitasi oleh alat-alat yang dipasang di kepala dapat dibenarkan sebagai media alternatif untuk aplikasi yang dapat digeneralisasikan secara luas (yaitu non-khusus) untuk pendidikan digital. Dalam penggunaan VR siswa memiliki keinginan untuk terus mencoba dan memberikan motivasi dalam proses pembelajaran. Sehingga melihat situasi tersebut, banyak peneliti mengatakan bahwa memanfaatkan teknologi di dalam pembelajaran dapat dijadikan satu referensi yang baik untuk memberikan lingkungan pembelajaran baru untuk siswa.

Aplikasi VR telah lama digunakan untuk pembelajaran jarak jauh. Walaupun dalam penggunaannya menggunakan perangkat lunak yang tidak mudah dan menggunakan alat pembantu dalam pengoperasiannya. Merancang sistem VR dengan menggunakan HMD misalnya akan mengharuskan semua peserta kursus untuk juga memperoleh HMD. Bahkan jika VR HMD yang akan datang relatif populer di kalangan penggunanya, pendekatan ini akan tetap dinanti oleh siswa. Agar dapat digunakan secara maksimal oleh siswa, perlu adanya simulasi awal agar siswa tidak sulit menggunakan VR sebagai lingkungan belajar baru. Pendidik dengan waktu dan sumber daya yang terbatas untuk membuat implementasi ini kemungkinan masih akan memiliki masalah dalam menciptakan lingkungan virtual yang menurut siswa cukup realistis. Potensi teknologi baru ini untuk mengatasi masalah kegunaan, biaya, dan pelatihan yang secara tradisional menghambat adopsi VR. Namun, sulit untuk menarik kesimpulan tentang masalah-masalah ini; baik metrik maupun data harga masih belum tersedia secara luas untuk banyak perangkat ini, dan karena definisi tentang apa yang 'terjangkau' untuk sekolah sangat berbeda. Meskipun demikian, kami berhipotesis bahwa mengingat model investasi crowd funded dan audiens target (konsumen) dari banyak teknologi ini; seseorang dapat dengan aman berasumsi bahwa kegunaan dan keterjangkauan akan menjadi pertimbangan utama.

PENUTUP

Simpulan

Dalam makalah ini telah dilakukan peninjauan sistematis serta analisis sistematis ke dalam aplikasi dan motivasi penulis untuk menggunakan VR dalam pendidikan, serta masalah dan

keterbatasan pada penelitian sebelumnya. Analisis awal menunjukkan kecenderungan di kalangan pendidik untuk sering menerapkan solusi VR hanya dalam situasi khusus yang membutuhkan simulasi realistis atau untuk tujuan pelatihan. Pekerjaan di masa depan diperlukan untuk menyelidiki kesesuaian teknologi VR (seperti HMD) murni sebagai media alternatif untuk pendidikan digital. Analisis terhadap masalah yang dilaporkan dan keterbatasan sistem VR juga menghasilkan hasil yang menarik, dengan masalah yang berkaitan dengan biaya, pelatihan, dan kegunaan perangkat lunak dan perangkat keras.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka beberapa saran bahwa penelitian mengenai pemanfaatan VR sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran perlu dikembangkan untuk mengetahui hal-hal positif yang dapat digunakan dalam mengembangkan proses pembelajaran.

Daftar Pustaka

- Abdul Rahim, E., Duenser, A., Billingham, M., Herritsch, A., Unsworth, K., Mckinnon, A., & Gostomski, P. (2012). A desktop virtual reality application for chemical and process engineering education. *Proceedings of the 24th Australian Computer-HumanInteraction Conference* (pp. 1–8). New York: ACM Press. <http://doi.org/10.1145/2414536.2414537>
- Alhalabi, W. (2016). Virtual reality systems enhance students' achievements in engineering education. *Behaviour & InformationTechnology*, 35(11), 919–925. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2016.1212931>
- Boyles, B. (2017). *Virtual Reality and Augmented Reality in Education*. 12.
- Gong, Y. (2021). Application of virtual reality teaching method and artificial intelligence technology in digital media art creation. *Ecological Informatics*, 63, 101304. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101304>
- Hanson, J., Andersen, P., & Dunn, P. K. (2020). The effects of a virtual learning environment compared with an individual handheld device on pharmacology knowledge acquisition, satisfaction and comfort ratings. *Nurse Education Today*, 92, 104518. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104518>
- Hepperle, D., Weiß, Y., Siess, A., & Wölfel, M. (2019). 2D, 3D or speech? A case study on which user interface is preferable for what kind of object interaction in immersive virtual reality. *Computers & Graphics*, 82, 321–331. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2019.06.003>
- Hu-Au, E., & Lee, J. J. (2017). *Virtual reality in education: A tool for learning in the experience age*. 12.
- Hu, M., Luo, X., Chen, J., Lee, Y. C., Zhou, Y., & Wu, D. (2021). *Virtual Reality: A survey of enabling technologies and its applications in IoT*. *Journal of Network and Computer Applications*, 178, 102970. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102970>
- Hussein, M., & Natterdal, C. (2015). *The Benefits of Virtual Reality in Education: A Comparison Study*. 15.
- Hwang, W.-Y., & Hu, S.-S. (2013). Analysis of peer learning behaviors using multiple representations in virtual reality and their impacts on geometry problem solving. *Computers & Education*, 62, 308–319. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.005>
- Kushner, D. (2014). Virtual reality's moment. *IEEE Spectrum*, 51(1), 34–37.
- Kumar, V., Gulati, S., Deka, B., & Sarma, H. (2021). Teaching and Learning Crystal structures

- through Virtual Reality based systems. *Advanced Engineering Informatics*, 50, 101362. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101362>
- Lemay, D. J., Bazalais, P., & Doleck, T. (2021). Transition to online learning during the COVID-19 pandemic. *Computers in Human Behavior Reports*, 4, 100130. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2021.100130>
- McGovern, E., Moreira, G., & Luna-Nevarez, C. (2020). An application of virtual reality in education: Can this technology enhance the quality of students' learning experience? *Journal of Education for Business*, 95(7), 490–496. <https://doi.org/10.1080/08832323.2019.1703096>
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29–40. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>
- Morélot, S., Garrigou, A., Dedieu, J., & N'Kaoua, B. (2021). Virtual reality for fire safety training: Influence of immersion and sense of presence on conceptual and procedural acquisition. *Computers & Education*, 166, 104145. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104145>
- Mukuka, A., Shumba, O., & Mulenga, H. M. (2021). Students' experiences with remote learning during the COVID-19 school closure: Implications for mathematics education. *Heliyon*, 7(7), e07523. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07523>
- Olivier, A.-H., Bruneau, J., Cirio, G., & Pettré, J. (2014). A Virtual Reality Platform to Study Crowd Behaviors. *Transportation Research Procedia*, 2, 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.09.015>
- Passig, D. (2015). Revisiting the Flynn Effect through 3D Immersive Virtual Reality (IVR). *Computers & Education*, 88, 327–342. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.05.008>
- Pan, Z., Cheok, A. D., Yang, H., Zhu, J., & Shi, J. (2006). Virtual Reality and mixed reality for virtual learning environments. *Computers & Graphics*, 30(1), 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2005.10.004>
- Sowa, J. F. (2016). The Virtual Reality of the Mind. *Procedia Computer Science*, 88, 139–144. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.417>
- Vesisenaho, M., Miakush, I., Juntunen, M., Häkkinen, P., Fagerlund, J., Pöysä-Tarhonen, J., & Parviainen, T. (2019). *Virtual Reality in Education: Focus on the Role of Emotions and Physiological Reactivity*. 12(1), 17.
- Willis, R. E., Gomez, P. P., Ivatury, S. J., Mitra, H. S., & Van Sickle, K. R. (2014). Virtual Reality Simulators: Valuable Surgical Skills Trainers or Video Games? *Journal of Surgical Education*, 71(3), 426–433. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2013.11.003>