



INTERNATIONAL JOURNAL OF
EDUCATION, PSYCHOLOGY
AND COUNSELLING
(IJEPC)
www.ijepec.com



**REVOLUSI METASEMESTA: IMPLIKASI TEKNOLOGI
DISRUPTIF TERHADAP LANDSKAP PENDIDIKAN MASA
DEPAN**

*METaverse REVOLUTION: IMPLICATIONS OF DISRUPTIVE TECHNOLOGY
ON FUTURE EDUCATIONAL LANDSCAPE*

Amy Liew Xiu Jie^{1*}, Nurul Aisyah Kamrozzaman²,

- ¹ Fakulti Pendidikan dan Kemanusiaan, UNITAR International University
Email: mc240930847@student.unitar.my
² Fakulti Pendidikan dan Kemanusiaan, UNITAR International University
Email: aisyah.kamrozzaman@unitar.my
* Corresponding Author

Article Info:

Article history:

Received date: 29.06.2025
Revised date: 14.07.2025
Accepted date: 28.08.2025
Published date: 01.10.2025

To cite this document:

Jie, A. L. X., & Kamrozzaman, N. A. (2025). Revolusi Metasemesta: Implikasi Teknologi Disruptif Terhadap Lanskap Pendidikan Masa Depan. *International Journal of Education, Psychology and Counseling*, 10 (60), 34-48.

DOI: 10.35631/IJEPC.1060002

This work is licensed under [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Abstrak:

Kemunculan teknologi disruptif seperti metasemesta telah mencetus kepada perubahan radikal dalam lanskap pendidikan global, khususnya dalam konteks Revolusi Industri Keempat (IR 4.0). Metasemesta muncul sebagai inovasi paling signifikan yang berpotensi mengubah kaedah, serta falsafah pembelajaran. Artikel ini membincangkan bagaimana metasemesta sebagai ruang maya imersif yang menggabungkan Realiti Maya (VR), Realiti Terimbuh (AR), Kecerdasan Buatan (AI), dan teknologi *blockchain* dalam merevolusikan pendekatan pengajaran dan pembelajaran (PdP) masa hadapan. Metodologi kajian yang digunakan adalah kaedah kualitatif- kajian kepustakaan. Artikel atau jurnal telah dianalisis yang berkaitan dengan kajian. Hasil dapatan membuktikan metasemesta mengubah cara penyampaian ilmu, peranan tenaga pengajar, serta reka bentuk kandungan yang lebih dinamik, dan responsif terhadap keperluan pelajar abad ke-21. Di samping itu, perubahan juga berlaku dalam pengalaman pembelajaran pelajar yang mampu membina penglibatan pelajar secara aktif, membina kemahiran insaniah, serta memperluas kefahaman budaya global tanpa sempadan fizikal. Walau bagaimanapun, pelaksanaan teknologi ini turut wujudnya pelbagai risiko, malahan terdapat beberapa strategi telah diuraikan berdasarkan kajian literatur yang dijalankan. Kajian ini diharap dapat menjadi rujukan dalam membentuk hala tuju pembangunan dasar, dan inovasi pendidikan yang bersifat futuristik. Secara keseluruhannya, revolusi metasemesta diyakini berpotensi membentuk ekosistem pendidikan yang lebih dinamik, anjal, dan relevan dengan keperluan masa depan.

	Kata Kunci: Metasemesta, Teknologi Disruptif, Kurikulum & Pembelajaran Abad Ke-21 Abstract: The emergence of disruptive technology such as metaverse has triggered radical changes in the global education landscape, especially in the context of the Fourth Industrial Revolution (IR 4.0). Metaverse has emerged as the most significant innovation that has the potential to change the methods, and philosophies of learning. This article discusses how metaverse as an immersive virtual space that combines Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), Artificial Intelligence (AI), and blockchain technology in revolutionizing future teaching and learning (T&L) approaches. The research methodology used is qualitative method- library research. Articles or journals were analyzed which related to research. The findings prove that metaverse transform the way knowledge delivered, the role of teachers, and content design that is more dynamic, and responsive to the needs of 21st century students. In addition, changes have also occurred in the student learning experience that is able to build active student engagement, build soft skills, and expand understanding of global cultures without physical boundaries. However, the implementation of this technology also involves various risks, and several strategies have been described based on the literature review conducted. This study hopes to be as reference in shaping the direction of policy development, and futuristic educational innovations. Overall, the metaverse revolution is believed to have the potential to form an educational ecosystem that is more dynamic, flexible, and relevant to future needs. Keywords: Metaverse, Disruptive Technology, Curriculum & 21st Century Learning
--	--

Pengenalan

Perkembangan teknologi digital yang pesat pada abad ke-21 telah membawa kepada kemunculan pelbagai inovasi disruptif yang mencabar norma, serta struktur sedia ada dalam pelbagai sektor, termasuk sektor pendidikan. Istilah “teknologi disruptif” merujuk kepada teknologi yang radikal mengubah cara operasi sistem tradisional, menggantikan model lama dengan pendekatan baharu yang lebih efisien, interaktif, dan bersifat masa hadapan (Christensen, 1997). Salah satu manifestasi teknologi disruptif yang sedang mendapat perhatian global adalah kemunculan ruang maya imersif yang dikenali sebagai metasemesta (*metaverse*), yang telah mula menunjukkan potensinya dalam membentuk semula ekosistem pendidikan secara menyeluruh (Lee et al., 2024). Seiring dengan perkembangan Revolusi Industri Keempat (IR 4.0), kini menyaksikan peralihan drastik daripada pendidikan konvensional ke arah pembelajaran digital yang lebih fleksibel, terbuka, dan berasaskan teknologi canggih.

Pandemik Covid-19 pada tahun 2020 juga telah menjadi pemangkin kepada transformasi digital secara besar-besaran dalam sistem pendidikan. Kita tidak dapat dinafikan bahawa sekolah, kolej, dan Institusi Pengajian Tinggi (IPT) terpaksa beralih kepada mod pengajaran jarak jauh atau secara dalam talian, sekali gus mendedahkan kelemahan, dan ketidaksediaan terhadap keperluan pembelajaran dalam talian (Barbour & Hodges, 2024). Dalam konteks ini,

kemunculan teknologi metasemesta dilihat sebagai satu alternatif yang lebih kukuh, dan lestari, kerana ia menawarkan persekitaran maya yang bersifat imersif, interaktif, serta pengalaman yang menyerupai dunia sebenar. Metasemesta berupaya menghubungkan elemen dunia fizikal, dan digital melalui integrasi teknologi seperti Realiti Maya (VR), Realiti Terimbuh (AR), Kecerdasan Buatan (AI), dan rangkaian blok (*blockchain*). Potensi gabungan ini telah membuka ruang kepada bentuk baharu pembelajaran yang melibatkan pengalaman secara langsung (*experiential learning*), penglibatan aktif pelajar, serta kolaborasi dalam ruang maya yang tidak terbatas oleh sempadan geografi atau masa (Dreamson & Park, 2023).

Persekitaran yang semakin kompleks, dan mencabar pada masa ini, institusi pendidikan tidak lagi dapat bergantung kepada pendekatan pengajaran tradisional semata-mata. Tuntutan terhadap kebolehsesuaian teknologi, kemahiran digital, serta keperluan untuk melahirkan pelajar yang bersedia menghadapi cabaran global, menuntut sistem pendidikan agar lebih inklusif, dan responsif terhadap perubahan (UNESCO, 2021b). Kini, pelajar juga lebih cenderung kepada gaya pembelajaran yang lebih visual, interaktif dan, berpusatkan pelajar, yang sejajar dengan generasi asli digital yang mahir menggunakan teknologi dalam kehidupan seharian (Prensky, 2001). Melalui hal ini, metasemesta telah muncul sebagai satu ruang baharu yang bukan sahaja menyediakan Alat Bantu Mengajar (ABM), malahan berfungsi sebagai ekosistem pembelajaran yang membolehkan interaksi sosial, pembangunan identiti digital, dan penciptaan pengalaman pembelajaran yang lebih bermakna.

Tambahan pula, landskap pekerjaan pada masa hadapan dijangka akan dipengaruhi oleh automasi, AI dan pekerjaan baharu yang belum wujud pada masa ini. Jadi, sistem pendidikan perlu menyesuaikan diri dengan memberikan pengalaman pembelajaran yang melibatkan kemahiran abad ke-21 seperti pemikiran kritis, kreatif, kolaborasi, serta literasi teknologi (World Economic Forum, 2020). Penggunaan teknologi metasemesta berpotensi menyumbang kepada matlamat ini, melalui penawaran persekitaran maya yang mampu disesuaikan mengikut keperluan individu, serta kurikulum sedia ada, dengan memberi simulasi pembelajaran yang bersifat dunia sebenar. Berdasarkan perkembangan ini, ia adalah penting untuk mengkaji bagaimana metasemesta sebagai satu teknologi disruptif yang mampu mengubah bentuk, fungsi, serta peranan pendidikan pada masa hadapan.

Secara kesimpulannya, teknologi metasemesta bukan hanya sebagai satu inovasi teknologi, tetapi merupakan satu revolusi paradigma dalam pendidikan. Ia menuntut pendekatan pedagogi baharu yang berpusatkan pelajar, fleksibel, kontekstual, dan bersifat global. Melalui reka bentuk pembelajaran yang sesuai, metasemesta mampu memperkayakan pengalaman pembelajaran, meningkatkan penglibatan pelajar, serta menyediakan mereka dalam dunia pekerjaan yang semakin kompleks, dan digital. Melalui dapatan kajian lepas, dasar pendidikan serta perkembangan teknologi global semasa, artikel ini menggariskan keperluan untuk memahami, dan menyesuaikan diri dengan perubahan yang sedang berlaku agar pendidikan kekal relevan, serta berdaya saing menghadapi masa depan yang semakin digital, dan berhubung.

Latar Belakang

Landskap pendidikan global semakin dipengaruhi oleh integrasi teknologi yang canggih secara tidak langsung mempercepatkan transformasi sistem Pengajaran dan Pembelajaran (PdP). Ia adalah seiring dengan perkembangan IR 4.0, di mana teknologi disruptif seperti AI, Internet Pelbagai Benda (IoT), VR, dan *blockchain* mula mencorak hala tuju pendidikan ke arah yang lebih terbuka, fleksibel, dan bersifat masa hadapan (OECD, 2018). Kebangkitan teknologi

metasemesta dilihat sebagai kemuncak kepada sinergi antara teknologi-teknologi ini, sehingga melahirkan satu ekosistem digital yang mampu menggabungkan elemen interaktif, imersif, yang bersifat berbilang dimensi. Metasemesta, pada asalnya dikaitkan dengan dunia hiburan, dan permainan digital, malahan kini mencorakkan IPT melalui keupayaannya dengan membentuk semula ruang, dan pengalaman pembelajaran secara radikal (Singh, 2024).

Kepentingan penerokaan terhadap revolusi metasemesta dalam pendidikan disokong oleh perkembangan dasar, dan inisiatif global. UNESCO (2021b) melalui laporan *Reimagining Our Futures Together* menekankan bahawa pendidikan masa hadapan perlu bersifat transformasional, kolaboratif, dan menggunakan pendekatan berasaskan teknologi yang mampu membina kemahiran adaptif, serta keupayaan pembelajaran sepanjang hayat. Teknologi disruptif telah mengubah cara manusia memperoleh, memproses, dan berkongsi maklumat. Dalam konteks pendidikan, teknologi ini bukan sahaja bertindak sebagai Alat Bantu Pengajaran (ABM), tetapi juga berperanan sebagai pemacu perubahan struktur sistem pendidikan itu sendiri (Zhang et al., 2022). Justeru itu, kemunculan teknologi metasemesta ini dilihat adalah seiring dengan tuntutan untuk mewujudkan ruang pembelajaran baharu yang lebih inklusif, imersif, dan responsif terhadap keperluan pelajar kini.

Keperluan pembangunan pendidikan yang berteraskan teknologi diperkukuhkan oleh perubahan demografi pelajar, dan harapan masyarakat terhadap sistem pendidikan yang lebih holistik. Penglibatan pelajar dalam ruang pembelajaran tradisional yang berpusatkan guru dan kurang interaksi telah menjadi persoalan terhadap keberkesanan model pendidikan konvensional. Melalui hal ini, metasemesta dilihat sebagai jawapan kepada cabaran tersebut, bukan sekadar sebagai platform teknologi, tetapi sebagai pendekatan pedagogi baharu yang menyokong pembelajaran sendiri, kolaborasi, dan berasaskan pengalaman (Mystakidis & Lympouridis, 2024). Di samping itu, dari perspektif ekonomi, dan sosial, kemunculan teknologi metasemesta dijangka turut menyumbang kepada pembangunan modal insan negara. World Economic Forum (2020) melaporkan bahawa pekerjaan masa hadapan akan banyak bergantung kepada kebolehan individu menguasai teknologi digital dan kemahiran adaptif seperti pemikiran kritis, kreatif dan empati. Jadi, sistem pendidikan perlu bersedia dalam membentuk pelajar yang mampu bersaing, serta bekerja dalam dunia yang hibrid antara fizikal, dan maya. Penyesuaian kepada pendekatan baharu seperti teknologi metasemesta bukan lagi satu pilihan, tetapi merupakan satu keperluan yang strategik agar pendidikan kekal relevan, dan kompetitif dalam persekitaran global yang berubah dengan pesat.

Selain itu, kajian kini menunjukkan bahawa integrasi teknologi imersif dalam bidang pendidikan dapat meningkatkan keaktifan, motivasi, dan keberkesanan pembelajaran pelajar, terutamanya dalam bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM), dan Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (*Technical and Vocational Education and Training- TVET*) (Radianti et al., 2020). Ia telah menunjukkan bahawa teknologi ini bukan hanya sesuai digunakan dalam konteks pendidikan umum, malah juga mampu memperkasakan pendidikan teknikal, dan vokasional yang memerlukan pengalaman pembelajaran praktikal secara maya. Ketersediaan teknologi ini juga membuka satu peluang kepada penyertaan lebih luas dari komuniti yang terpinggir akibat jurang geografi, sosial, atau ekonomi, sekali gus menyokong agenda pembelajaran sepanjang hayat, dan keterangkuman digital.

Kesimpulannya, penyelidikan mengenai revolusi metasemesta dalam pendidikan bukan sahaja relevan, malahan penting untuk merangka strategi, dan model pelaksanaan yang bersesuaian dengan konteks tempatan. Kajian ini akan meneliti secara kritis bagaimana teknologi disruptif

seperti metasemesta mampu membentuk semula ekosistem pendidikan masa hadapan, serta mengenal pasti potensi, cabaran, dan strategi pelaksanaannya dalam kalangan pendidik, pelajar, dan IPT secara menyeluruh. Oleh itu, pentingnya untuk meneroka secara kritikal bagaimana metasemesta sebagai teknologi disruptif dalam membentuk semula pendekatan pendidikan, nilai, budaya, dan struktur pembelajaran dalam dekad akan datang.

Kajian Literatur

Konsep Metasemesta Dalam Pendidikan

Konsep metasemesta dalam pendidikan merujuk kepada penggunaan ruang maya bersepadu yang membolehkan pelajar, dan pendidik berinteraksi antara satu sama lain dengan menggunakan avatar, mengakses bahan pembelajaran interaktif, dan menyertai aktiviti PdP secara langsung dalam persekitaran tiga dimensi. Menurut Asrifan & Aini (2025), metasemesta berpotensi untuk meningkatkan penglibatan pelajar, memupuk pembelajaran aktif, dan menyokong pembangunan kemahiran abad ke-21 seperti kreativiti, pemikiran kritis, serta kolaborasi. Melalui bantuan teknologi seperti VR, AR, dunia cermin, dan perekodan kehidupan, pelajar dapat menjalani pembelajaran berbentuk simulasi yang realistik- contohnya, menjalankan eksperimen kimia, meneroka anatomi tubuh manusia atau melawat tapak sejarah- tanpa kekangan lokasi dan kos yang tinggi (Hutson & Hutson, 2024).

Menurut Dwivedi et al. (2022), metasemesta mempunyai potensi besar dalam menyokong pembelajaran konstruktivisme, kolaboratif, dan berpusatkan pelajar dengan menyediakan ruang maya untuk menjalankan eksperimen, eksplorasi, dan komunikasi antara pengguna dalam masa nyata. Ia membolehkan pembelajaran menjadi lebih bermakna, menyeronokkan, dan diperibadikan mengikut keperluan individu. Metasemesta bukan hanya menawarkan teknologi canggih dalam pendidikan, tetapi membentuk semula falsafah, pendekatan, dan amalan PdP pada masa hadapan.

Jenis-Jenis Teknologi Metasemesta

Realiti Maya (VR)

Teknologi VR membolehkan pengguna berinteraksi dalam dunia maya yang sepenuhnya dimodelkan oleh komputer. VR muncul sebagai teknologi era ketiga dalam *Human-Computer Interaction*. Walaupun istilah “VR” dikembangkan secara formal oleh Jaron Lanier pada tahun 1989, idea awal mengenainya telah muncul seawal tahun 1860-an apabila Antonin Artaud menyebut konsep dunia maya dalam buku *The Theatre and Its Double* (Lanier, 2017). Osberg (1997) mentakrifkan VR sebagai medium di mana persekitaran 3D sintetik yang berwarna dan bersuara dapat diterokai dari pelbagai perspektif seolah-olah dalam dunia sebenar. Dalam konteks pendidikan, VR membuktikan bahawa ia mampu meningkatkan pengalaman pembelajaran melalui persekitaran imersif yang menyerupai realiti. Penggunaan peranti *Head-Mounted Display* (HMD), avatar, serta komunikasi maya membolehkan pembelajaran lebih autentik dan imersif. Namun, kekangan seperti visual kurang realistik, dan interaksi terhadap masih menjadi cabaran utama (Hamilton et al., 2021). Platform seperti *Roblox*, *Minecraft*, dan *Zepeto* telah menunjukkan potensi VR dalam pembelajaran abad ke-21, walaupun kajian lanjut tentang keberkesanannya masih diperlukan.

Realiti Terimbuh (AR)

AR ialah teknologi yang menggabungkan unsur dunia nyata dengan elemen digital bagi memperluaskan perspektif pengguna terhadap persekitaran. Menurut Syed et al. (2022), AR menggunakan sistem dan antara muka (interfaces) yang peka terhadap lokasi serta maklumat dalam ruang harian pengguna. Tiga antara muka utama AR termasuk Sistem Kedudukan Global (GPS), berasaskan penanda (marker-based), dan berasaskan tembus pandang (invisibility-based). Teknologi ini memperkayakan deria manusia melalui maklumat digital seperti imej, audio, video, dan sentuhan dalam dunia sebenar. Apabila berbanding dengan VR, AR masih memaparkan dunia nyata secara visual, seperti Head-Up Display (HUD) yang memberi maklumat digital kepada juruterbang. Sejarah AR bermula dengan Sensorama pada 1962 dan Sword of Damocles pada 1968. Istilah “Augmented Reality” diperkenalkan pada 1992 oleh Tom Caudell dan David Mizell (Vertucci et al., 2023). AR berkembang dengan pesat pada awal 2000-an melalui penciptaan ARToolKit, AR-Quake, dan sistem AR berbilang pengguna, manakala kini ia digunakan dalam pendidikan melalui peranti mudah alih, membantu pelajar memahami konsep abstrak secara interaktif.

Dunia Cermin (Mirror World)

Dunia cermin merujuk kepada ciptaan digital yang memantulkan dunia sebenar secara maya. Ia menggunakan teknologi seperti GPS untuk membina peta dan model digital, serta aplikasi seperti *Upland* yang membolehkan pengguna membeli hartanah maya yang dipetakan kepada lokasi sebenar. Konsep ini diasaskan oleh Gelernter (1993) melalui buku “*Mirror World*” yang menerangkan dunia maya dengan makna, dan fungsi semirip dunia sebenar. Dunia cermin juga melibatkan penggunaan aplikasi seperti *Airbnb*, *Grab*, dan *Google Maps* yang mencerminkan fungsi dunia sebenar ke dalam platform digital. Dalam konteks pendidikan, dunia cermin memberi peluang kepada pelajar melawat lokasi sejarah secara digital, dan belajar dalam persekitaran simulasi yang selamat, dan interaktif. Semasa pandemik Covid-19, ia telah menjadi penyelamat kepada bidang pendidikan melalui dengan melakukan kelas secara maya seperti aplikasi *Microsoft Teams*, dan *Google Meet*. Secara keseluruhan, dunia cermin menggabungkan dunia sebenar ke dalam dunia digital, memperluas potensi dalam pendidikan, perniagaan, dan hiburan.

Perekodan Kehidupan (Lifelogging)

Teknologi perekodan kehidupan merujuk kepada teknologi yang mampu mengumpul, menyimpan, serta berkongsi data berkaitan individu, dan objek dalam kehidupan seharian. Ia melibatkan dokumentasi aktiviti harian, lokasi, komunikasi, dan pengalaman peribadi seseorang secara digital melalui media sosial seperti aplikasi *Instagram*, dan *Facebook*. Gelernter (1993) menyifatkannya sebagai satu bentuk pengkomputeran yang menyeluruh dengan merekod pengalaman individu, dan disimpan sebagai arkib multimedia peribadi. Tiga komponen utamanya ialah: penyimpanan maklumat secara privasi, dokumentasi pengalaman, serta penggunaan sensor digital. Kini, peranti seperti *Microsoft SenseCam* dan jam tangan pintar digunakan untuk tujuan sebagai perekodan kehidupan. Menurut Zhang (2024), teknologi ini membolehkan komunikasi pantas, akses data berterusan, analisis data berbentuk visual, dan merangsang pemikiran produktif melalui media sosial. Ia secara tidak langsung juga memperluas dunia dalaman seseorang melalui rakaman kehidupan harian secara digital dengan menggunakan peranti pintar.

Ciri-Ciri Metasemesta Sebagai Teknologi Disruptif

Imersif

Salah satu ciri utama adalah keupayaannya mencipta pengalaman pembelajaran yang imersif, dan interaktif. Metasemesta membolehkan pelajar berinteraksi secara langsung dengan persekitaran dan objek maya, di mana bukan seperti kaedah tradisional yang menjadikan pelajar sebagai penerima maklumat yang pasif. Teknologi VR, dan AR yang digabungkan dalam metasemesta mencipta suasana yang nyata, membolehkan pelajar menyentuh, memanipulasi, dan mengubah elemen digital dalam ruang tiga dimensi (Singh et al., 2024). Pengalaman ini mendorong pelajar untuk membina pengetahuan melalui eksplorasi, dan pembelajaran berasaskan pengalaman (experiential learning). Menurut Al-Bahri (2023), kajian membuktikan bahawa interaktiviti yang tinggi dalam metasemesta mampu meningkatkan sebanyak 79% tahap penglibatan pelajar, dan membantu dalam penguasaan konsep yang sukar difahami secara konvensional. Contohnya, dalam subjek sains, pelajar boleh meneroka struktur molekul, atau sistem badan manusia melalui ruang maya dengan perincian yang sukar dicapai di dunia sebenar. Justeru itu, elemen imersif, dan interaktif ini dapat memperkukuh kedudukan teknologi metasemesta ini sebagai alat transformasi pembelajaran yang aktif, holistik, dan mendalam, serta selari dengan keperluan pedagogi abad ke-21.

Penggunaan Avatar

Dalam ruang pembelajaran maya, seseorang boleh mencipta, dan menyesuaikan avatar yang mencerminkan identiti mereka dengan kreatif. Penggunaan avatar dalam dunia maya membolehkan interaksi yang lebih terbuka, dan serta bebas dari batasan fizikal, sosial, atau budaya, secara tidak langsung memupuk pembelajaran yang inklusif, dan menyeluruh. Dalam konteks pembelajaran maya, pelajar yang bersikap pasif dalam bilik darjah tradisional akan menjadi lebih berani memberi pandangan, menyertai perbincangan, serta berkolaborasi secara aktif. Tambahan pula, penggunaan avatar dalam proses PdP juga boleh mencerminkan pelbagai persona, menjadikan suasana pembelajaran lebih fleksibel, dan kurang terikat kepada stereotaip. Menurut Lee et al. (2024), penggunaan avatar meningkatkan rasa kehadiran sosial (social presence), iaitu faktor yang penting dalam interaksi maya yang berkesan. Ia turut membuka peluang dalam memperkenalkan elemen gamifikasi, dan personalisasi bagi pembelajaran. Dalam konteks pendidikan inklusif, pelajar yang berkeperluan khas juga mampu menyesuaikan pengalaman pembelajaran mereka mengikut kemampuan, serta keperluan mereka. Oleh itu, avatar, atau identiti digital bukan sebagai alat visual sahaja, tetapi juga merupakan medium yang memperkasa kebebasan pelajar untuk belajar, serta penyertaan aktif dalam komuniti pendidikan maya.

Kolaborasi Global

Teknologi metasemesta juga mampu memperkukuh pembelajaran global melalui pembukaan ruang kepada kolaborasi antara pelajar dan pendidik dari pelbagai negara, dan latar belakang budaya. Ciri-ciri ini membuka peluang kepada pembentukan komuniti pembelajaran antarabangsa yang bersifat terbuka, dan dinamik, yang membolehkan pertukaran idea, pandangan, serta budaya yang biasanya berlaku dalam masa nyata. Pelajar juga boleh melakukan aktiviti secara berkumpulan dalam suasana maya, menyertai bengkel antarabangsa, atau menyertai projek global dalam ruang metasemesta yang tidak terbatas dengan halangan geografi (Dwivedi et al., 2022). Interaksi ini menggalakkan keterangkuman, toleransi, serta kefahaman antara budaya- ia merupakan elemen penting dalam pembentukan warganegara global. Kajian oleh Stanoevska-Slabeva (2022) menunjukkan bahawa metasemesta dapat meningkatkan keberkesanan pembelajaran kolaboratif dengan menyediakan ruang interaktif,

dan alat komunikasi visual yang mampu mempercepat pemahaman konsep secara bersama. Di samping itu, kolaborasi maya ini turut menyokong pembangunan kemahiran insaniah seperti komunikasi rentas budaya, kerjasama, dan kepimpinan. Dalam jangka masa yang panjang, kebolehan bekerjasama dalam ruang global ini mampu menyediakan pelajar bersedia menyertai pasaran kerja antarabangsa, dan berkeupayaan adaptasi dalam persekitaran yang kompleks, dan pelbagai. Jadi, penggunaan teknologi metaseesta bukan sahaja memudahkan pembelajaran, tetapi turut membentuk nilai, serta sikap pelajar dalam dunia kini yang semakin berhubung secara digital.

Pembelajaran Kendiri Atau Personalisasi

Teknologi ini mendukung konsep pembelajaran sendiri, dan personalisasi secara mendalam melalui integrasi AI dan analitik data. Ia mampu mengenal pasti gaya pembelajaran, kekuatan, kelemahan, serta minat pelajar secara individu dalam pembelajaran, dengan menyesuaikan kandungan, dan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan kebolehan pelajar. Melalui hal ini, pelajar dapat mengatur pembelajaran mereka (self-paced learning) dengan memilih kandungan yang sesuai, dan mencapai matlamat akademik dengan lebih berkesan. Berdasarkan kajian Ahmad et al. (2023) menunjukkan bahawa sistem pembelajaran dalam metaseesta yang digerakkan oleh AI mampu memberi cadangan kandungan, penilaian formatif, serta maklum balas pantas melalui analisis tingkah laku pengguna. Ia secara tidak langsung telah mewujudkan suasana pembelajaran yang mesra pengguna, dan responsif terhadap keperluan mereka. Tambahan pula, pelajar juga mempunyai kawalan penuh terhadap interaksi dalam ruang maya, memperkukuh motivasi intrinsik, dan autonomi mereka. Ia adalah selaras dengan falsafah pembelajaran sepanjang hayat, serta prinsip pembelajaran berpusatkan pelajar. Teknologi ini adalah pemangkin kepada revolusi pembelajaran yang lebih fleksibel, inklusif, dan diperibadikan.

Metodologi Kajian

Kaedah kualitatif yang berbentuk kajian kepustakaan merupakan metodologi yang digunakan dalam kajian ini. Data dikumpul dengan dijalankan analisis kritikal terhadap sumber sekunder seperti jurnal akademik, laporan dasar pendidikan, artikel ilmiah, dan dokumen organisasi antarabangsa seperti UNESCO, dan *World Economic Forum* yang membincangkan integrasi teknologi disruptif dalam pendidikan. Pemilihan sumber dilakukan secara purposif, terhadap terbitan yang relevan dan terkini. Analisis data dijalankan secara tematik dengan mengenal potensi perubahan dalam pedagogi, persekitaran pembelajaran, serta peranan pendidik dalam era metaseesta.

Dapatan Kajian

Perubahan Dalam Konteks Pendidikan

Perubahan E-Pembelajaran Ke Metaseesta

Metaseesta merupakan evolusi semula jadi kepada e-pembelajaran yang telah mendominasi landskap pendidikan secara dalam talian sejak beberapa dekad yang lalu. Transformasi ini lebih ketara adalah selepas pandemik Covid-19 yang telah memaksa atau mempercepatkan institusi pendidikan di seluruh dunia beralih kepada pembelajaran jarak jauh atau dalam talian secara besar-besaran. Menurut Jie & Kamrozzaman (2024), pandemik telah menjadi pemangkin kepada transformasi digital dengan mempercepatkan penggunaan teknologi seperti *Learning Management System* (LMS), video persidangan, dan platform e-pembelajaran secara meluas.

Walaupun e-pembelajaran telah memperluaskan akses pendidikan, tetapi terbatas dari segi interaksi sosial, penglibatan emosi, serta pengalaman pembelajaran yang mendalam. Teknologi metasemesta mengambil peranan sebagai platform lanjutan yang menggabungkan kelebihan VR, AR, dan AI dengan menghasilkan persekitaran pembelajaran yang imersif dan holistik (Lee et al., 2024). Apabila pelajar dalam perkitaran metasemesta, mereka bukan sahaja berinteraksi melalui skrin, tetapi mereka adalah dalam ruang pembelajaran maya yang menggalakkan aktiviti kolaborasi masa nyata, eksplorasi objek 3D, serta simulasi berasaskan dunia sebenar. Melalui hal ini, ia secara tidak langsung telah membuka peluang kepada pembelajaran berasaskan pengalaman, dan pembelajaran sendiri yang lebih efektif. Menurut Radianti et al. (2020), platform VR, dan AR yang digunakan dalam pembelajaran telah membuktikan ia mempunyai keupayaan untuk meningkatkan pemahaman, ingatan jangka panjang, serta penglibatan pelajar. Oleh itu, teknologi ini telah menjadi kesinambungan, dan pelengkap kepada e-pembelajaran, dengan mengatasi batasan dua dimensi kepada tiga dimensi, serta memperkayakan lagi proses PdP dalam era IR 4.0. Peralihan ini juga menandakan perubahan paradigma dalam pendidikan, iaitu dari penyampaian maklumat kepada penciptaan pengalaman yang bermakna dengan membina kefahaman mendalam, serta kemahiran abad ke-21 secara lebih berkesan.

Perubahan Peranan Pendidik

Kemunculan teknologi ini telah merombak peranan pendidik dalam sistem pendidikan masa ini. Seperti kita sedia tahu, pendidik berfungsi sebagai penyampai ilmu, dan pengawal bilik darjah. Tetapi, peranan pendidik dalam konteks metasemesta yang menampilkan pembelajaran adaptif, interaktif, serta berpusatkan pelajar, peranan mereka telah berubah menjadi fasilitator, pembimbing, serta pereka pengalaman pembelajaran maya yang kompleks. Teknologi AI dalam metasemesta membolehkan kandungan disesuaikan atau diperibadikan mengikut gaya pembelajaran, keupayaan, dan minat individu pelajar, sekali gus menyokong kepada konsep pembelajaran diperibadikan (personalized learning). Kajian Li, Wang & Gu (2025) telah menegaskan bahawa para pendidik perlu menguasai kemahiran reka bentuk pengajaran yang berasaskan VR atau teknologi imersif bagi menjamin keberkesanan proses pembelajaran. Tidak dapat dinafikan bahawa mereka juga perlu celik teknologi untuk mengurus interaksi bersama pelajar dalam ruang persekitaran maya yang lebih kompleks, dan bersifat kolaboratif. Di samping itu, dalam konteks metasemesta, para pendidik juga perlu memantau pembelajaran dalam masa nyata, penggunaan data analitik untuk menilai kemajuan pelajar, serta memberi maklum balas secara langsung melalui avatar digital atau platform komunikasi maya. Berdasarkan kajian Salmon (2019), pendidik masa hadapan perlu menggabungkan peranan sebagai jurulatih, mentor, dan pereka pengalaman pembelajaran untuk mengoptimumkan potensi teknologi disruptif dalam pendidikan. Jadi, pemerkasaan profesionalisme pendidik dalam era metasemesta menjadi agenda yang paling utama dalam memastikan mereka bukan sahaja celik teknologi, tetapi juga mampu beradaptasi dengan perubahan yang berlaku dalam landskap pendidikan. Ia secara tidak langsung telah mewujudkan satu ekosistem pembelajaran yang responsif, fleksibel, dan bersifat lebih manusiawi meskipun dalam ruang maya digital.

Perubahan Kurikulum

Perubahan turut membawa implikasi yang besar terhadap reka bentuk, dan pelaksanaan kurikulum dalam pendidikan. Kurikulum tradisional yang berstruktur linear, berorientasi peperiksaan, serta berfokus kepada kandungan kini adalah semakin tidak relevan dalam dunia pembelajaran digital yang dinamik, dan berasaskan pengalaman. Dalam konteks metasemesta, kurikulum perlu dirancang secara fleksibel, modular, dan bersifat terbuka agar dapat menyokong pendekatan pembelajaran sendiri, kolaboratif serta multidisiplin. Menurut Chang

& Hwang (2024), pengajaran dalam metaseemesta memberi penekanan kepada pengalaman pembelajaran yang bersifat interaktif, kontekstual, dan berasaskan simulasi dunia sebenar. Melalui hal ini telah membuktikan bahawa kurikulum yang dihasilkan harus mengandungi elemen teknologi seperti VR, pengaturcaraan, reka bentuk 3D, literasi digital, dan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT). Tambahan pula, kemahiran insaniah seperti kepimpinan, empati, komunikasi, dan aktiviti berpasukan juga perlu diterapkan melalui aktiviti kolaboratif dalam ruang maya melalui projek digital, simulasi sosial, atau permainan pendidikan. Kita tidak dapat dinafikan bahawa kurikulum tersebut juga perlu disokong oleh penilaian autentik yang merangkumi pembinaan portfolio digital, tugasan berasaskan projek serta rubrik bersepadu AI. Menurut OECD (2019), kurikulum pada masa hadapan harus mampu membina daya tahan pelajar dalam menghadapi ketidakpastian teknologi serta melatih mereka menjadi pengguna, serta pencipta teknologi yang bertanggungjawab. Penyepaduan kurikulum bersama keperluan industri, dan ekosistem digital global membolehkan pembelajaran lebih relevan, berasaskan kemahiran, dan bersedia untuk masa depan. Jadi, perubahan kurikulum ke arah pendekatan berasaskan teknologi metaseemesta bukan sekadar mengemas kini kandungan, tetapi ia juga merupakan satu transformasi yang menyeluruh terhadap falsafah, metodologi, serta matlamat pendidikan yang sejajar dengan tuntutan era digital yang disruptif.

Pengayaan Pengalaman Pembelajaran Holistik Melalui Teknologi Metaseemesta

Pembelajaran Berasaskan Gamifikasi (Game-Based Learning)

Teknologi metaseemesta telah memperkenalkan dimensi baharu dalam pedagogi melalui integrasi pembelajaran berasaskan gamifikasi yang menekankan kepada penglibatan aktif pelajar secara interaktif, dan menyeronokkan. Teknologi ini menyediakan persekitaran maya yang menyerupai dunia sebenar di mana pelajar dapat menyertai simulasi, eksplorasi maya, serta cabaran permainan yang menyokong penguasaan konsep secara mendalam. Menurut Radianti et al. (2020), penggunaan teknologi VR, dan AR dalam proses PdP secara signifikan mampu meningkatkan motivasi, pemahaman konsep, dan penglibatan pelajar berbanding pendekatan konvensional atau tradisional. Dalam persekitaran metaseemesta, elemen seperti avatar, pencapaian, ganjaran maya, atau sistem mata digunakan adalah untuk merangsang minat, motivasi serta mengekalkan fokus pelajar dalam pembelajaran berasaskan permainan. bin Nordin & bin Abd Hamid (2024) telah menekankan bahawa integrasi AI, dan analitik pembelajaran dalam dunia metaseemesta secara tidak langsung membolehkan sistem menyesuaikan tahap kesukaran, kandungan, dan aktiviti berdasarkan keperluan serta prestasi individu. Pernyataan tersebut telah menyokong kepada pendekatan pembelajaran diperibadikan yang lebih fleksibel, dan responsif. Tambahan pula, elemen gamifikasi yang terdapat dalam metaseemesta mampu menyokong pembelajaran sendiri, meningkatkan daya tahan mental, serta meningkatkan semangat persaingan sihat dalam kalangan pelajar. Hal ini dikatakan demikian kerana pelajar dapat berinteraksi, dan bersaing secara masa nyata, menyelesaikan misi bersama-sama, serta membina kemahiran sosial melalui kolaborasi berasaskan permainan. Ia telah membuktikan bahawa pembelajaran adalah tidak terhad kepada buku teks, dan kuliah, sebaliknya dapat ditransformasikan menjadi pengalaman yang lebih menarik, bermakna, dan holistik melalui penggunaan teknologi disruptif- metaseemesta. Justeru itu, gamifikasi telah menjadi salah satu pendekatan utama dalam memperkayakan pengalaman pembelajaran, dengan menjadikan proses pendidikan lebih relevan berdasarkan gaya pembelajaran generasi digital masa ini.

Pembangunan Kemahiran Insaniah (Soft Skills)

Metasemesta bukan sahaja berfungsi sebagai medium pembelajaran kognitif, malahan juga berperanan penting dalam pembangunan kemahiran insaniah, dan kecerdasan emosi pelajar. Melalui persekitaran maya yang direka semirip dengan dunia nyata, pelajar boleh berinteraksi dalam situasi sosial yang kompleks, berkomunikasi dengan rakan sekelas dari latar belakang berbeza, serta menjalankan tugas berkumpulan dalam konteks yang menyerupai dunia pekerjaan sebenar. Pelajar yang terlibat dalam simulasi dan permainan pendidikan mampu membangunkan kemahiran menyelesaikan masalah, membuat keputusan dan pemikiran kritis secara lebih efektif kerana mereka belajar melalui pengalaman yang bersifat imersif dan kontekstual (Judijanto et al., 2025). Dalam dunia metasemesta, pelajar digalakkan berperanan sebagai pemimpin, penyelesaian masalah atau konflik, serta rakan sekumpulan dalam pelbagai senario yang memerlukan kemahiran komunikasi, dan kerjasama. Kita tidak dapat dinafikan bahawa interaksi dalam persekitaran maya ini turut membantu dalam membentuk sikap empati, dan pemahaman terhadap perbezaan budaya, menjadikan teknologi ini sebagai alat yang penting dalam membina toleransi, dan kefahaman antara budaya. Bilik darjah maya dalam dunia metasemesta dapat menghimpunkan pelajar dari lokasi geografi yang berbeza, dengan membolehkan mereka berkongsi pandangan, pengalaman, serta nilai. Jadi, melalui pengalaman ini secara tidak langsung telah menyumbang kepada keseimbangan perkembangan intelektual, dan emosi pelajar. Di samping itu, suasana pembelajaran yang imersif, dan bebas tekanan fizikal juga memberi pelajar perasaan lebih yakin dalam menyuarakan pendapat, serta berani mencuba dengan melibatkan diri dalam penyelesaian masalah tanpa rasa takut. Jelaskan bahawa teknologi metasemesta berperanan besar dalam memperkukuh pembangunan pelajar secara menyeluruh, yang sejajar dengan aspirasi pendidikan holistik abad ke-21. Ia tidak hanya menumpukan kepada pencapaian akademik pelajar, tetapi juga terhadap kebolehan berinteraksi, berfikir secara kritis, dan beretika dalam dunia global yang semakin berhubung.

Pendidikan Berasaskan Lokasi Dan Budaya

Pendidikan yang mengintegrasikan teknologi metasemesta dalam proses PdP telah membuka peluang yang besar ke arah pembelajaran yang bersifat kontekstual, dan berasaskan lokasi, serta budaya. Teknologi ini membolehkan pembelajaran berlaku dalam persekitaran maya yang dibina berdasarkan latar budaya tempatan, atau lokasi bersejarah tertentu, sekali gus menjadikan pelajar lebih dekat dengan kandungan pembelajaran walaupun berlaku secara maya. Penggunaan aplikasi VR atau dunia cermin membolehkan pelajar “melawat” lokasi tertentu seperti tapak arkeologi, muzium, atau komuniti etnik tanpa perlu berada secara fizikal di tempat tersebut. Ia bukan sahaja menjimatkan kos, dan masa, tetapi juga memperkaya pemahaman pelajar terhadap sesuatu topik secara lebih mendalam, dan bermakna. Menurut kajian Abd Samad & Khalid (2024), pembelajaran yang berasaskan lokasi maya mampu meningkatkan penglibatan pelajar, motivasi, serta memberi pengalaman autentik yang sukar dicapai melalui buku teks. Pembelajaran yang menekankan kepada unsur budaya, dan warisan tempatan mampu memupuk identiti nasional, jati diri, serta perasaan tanggungjawab terhadap pemeliharaan nilai tradisional dalam diri pelajar. Melalui penggunaan teknologi metasemesta, pendidik boleh membina kandungan pembelajaran berdasarkan konteks setempat seperti bahasa, adat, dan sejarah untuk menyokong pembelajaran berasaskan komuniti. Yeganeh et al. (2025) telah menekankan bahawa teknologi ini memberi ruang kepada pembelajaran bersifat inklusif yang boleh disesuaikan dengan latar belakang pelajar berdasarkan kawasan, dengan menjadikannya lebih relevan, dan adil. Tambahan pula, pelajar juga boleh mengakses pengalaman budaya, yang secara tidak langsung membuka peluang kepada perbandingan silang budaya, dan membina wawasan global. Jadi, metasemesta bukan sahaja menghidupkan semula nilai tempatan, malahan turut membawa pendidikan ke tahap global dengan menjadikan

budaya sebagai medium penghubung antara masyarakat dari pelbagai latar melalui platform maya yang dinamik, dan terbuka.

Risiko Pelaksanaan Metasemesta Dalam Pendidikan

Seperti yang telah dijelaskan, teknologi metasemesta menawarkan pelbagai kelebihan dengan memperkayakan pengalaman pembelajaran, serta pelaksanaannya dalam konteks pendidikan, malahan turut menimbulkan beberapa risiko yang perlu diberi perhatian. Antara risiko utama merupakan isu ketidaksamarataan akses digital dalam kalangan pelajar, dan institusi pendidikan. Penggunaan metasemesta memerlukan infrastruktur teknologi yang tinggi seperti peranti VR atau AR, sambungan Internet berkelajuan tinggi, dan keupayaan perisian yang mantap. Menurut UNESCO (2021b), jurang digital yang wujud antara kawasan bandar, dan luar bandar, serta antara negara maju dengan negara yang sedang membangun akan mewujudkan ketidaksamaan peluang pembelajaran.

Seterusnya, terdapat juga kebimbangan terhadap keselamatan data, dan privasi pengguna dalam ruang maya. Metasemesta sebagai ruang siber interaktif berpotensi terdedah kepada serangan siber, penyalahgunaan identiti, dan penjejakan data secara tidak sah (Park & Kim, 2022). Ia memerlukan dasar perlindungan data yang ketat, serta literasi digital yang tinggi dalam kalangan pendidik, dan pelajar untuk menjamin keselamatan dalam penggunaan platform tersebut. Selain itu, terdapat juga risiko yang berkaitan kesihatan mental, dan fizikal pelajar. Isu ini wujud apabila pelajar lama terdedah kepada persekitaran maya yang imersif. Kajian membuktikan bahawa penggunaan peranti VR dalam tempoh yang panjang boleh menyebabkan keletihan mata, masalah keseimbangan, dan keterasingan sosial sekiranya tidak diurus dengan bagus (Rebenitsch & Owen, 2016). Tambahan pula, terdapat juga kebimbangan terhadap kebergantungan terhadap teknologi sehingga mengabaikan hubungan manusiawi dalam pembelajaran, seperti komunikasi bersemuka, sifat empati, dan interaksi sosial sebenar. Oleh itu, pelaksanaan metasemesta dalam pendidikan memerlukan pendekatan yang berhemah, pelan pelaksanaan yang menyeluruh, serta latihan menyeluruh kepada semua pihak yang terlibat, supaya pengintegrasian teknologi ini mampu menyokong matlamat pendidikan holistik tanpa menimbulkan implikasi negatif yang besar terhadap kesejahteraan pelajar, dan ekosistem pendidikan secara keseluruhan.

Cadangan Ke Arah Masa Hadapan

Kini, bagi menghadapi gelombang transformasi teknologi disruptif seperti metasemesta dalam pendidikan, beberapa langkah yang strategik perlu diambil dalam memastikan integrasi teknologi ini dapat dimanfaatkan secara optimum, dan lestari. Pertama sekali, pihak institusi perlu merangka dasar, dan garis panduan yang komprehensif untuk penyepaduan metasemesta dalam kurikulum. Dasar yang dirangka perlu mengambil kira aspek teknikal, pedagogi, etika, keselamatan data, dan kesaksamaan akses agar pengintegrasian metasemesta mampu dimanfaatkan oleh semua lapisan pelajar secara adil (Butvilas & Kolodziejski, 2024).

Langkah yang kedua merupakan pelaburan dalam infrastruktur digital seperti kemudahan VR atau AR, rangkaian Internet berkelajuan tinggi, serta peranti canggih ditingkatkan agar mampu menyokong pelaksanaan persekitaran pembelajaran maya yang efektif. Berdasarkan laporan UNESCO (2021a), akses yang tidak seimbang terhadap teknologi akan menyebabkan jurang digital, dan menjejaskan keadilan pendidikan, terutamanya dalam kalangan pelajar luar bandar. Seterusnya, pembangunan terhadap profesional pendidik perlu diutamakan. Para pendidik memerlukan latihan yang berterusan untuk reka bentuk pembelajaran digital, pengurusan interaksi maya, dan penggunaan alat metasemesta seperti avatar, AR, dan AI dalam proses PdP.

Seperti yang ditegaskan oleh Miswar et al. (2023), kejayaan pengajaran dalam metasemesta adalah bergantung kepada kebolehan pendidik menyesuaikan pendekatan dengan keperluan pembelajaran abad ke-21.

Akhirnya, penyelidikan berterusan dalam bidang teknologi pendidikan perlu diutamakan untuk menilai keberkesanan, dan impak metasemesta terhadap hasil pembelajaran pelajar dari sudut kognitif, afektif, sosial, dan emosi. Bukti yang empirik, serta kukuh sahaja membolehkan inovasi teknologi atau teknologi disruptif ini dibangunkan secara lebih berkesan, dan bersesuaian dengan konteks tempatan. Kesimpulannya, metasemesta bukan sekadar satu trend teknologi, tetapi memberi potensi sebenar dalam merevolusikan pendidikan masa hadapan-malah ia hanya dapat dicapai melalui perancangan yang strategik, kerjasama pelbagai pihak, serta kesediaan dalam menerima perubahan yang menyeluruh.

Kesimpulan

Kemunculan teknologi metasemesta telah menandakan satu anjakan paradigma dalam bidang pendidikan bagi pendekatan pedagogi, dengan membolehkan pembelajaran berlaku dalam persekitaran maya yang bersifat autentik, kolaboratif, serta berpusatkan pelajar. Penggabungan elemen seperti VR, AR, AI dan persekitaran sosial digital bukan sahaja mencetuskan pengalaman pembelajaran yang lebih menarik, tetapi turut menyokong perkembangan emosi, dan sosial pelajar dalam konteks global. Pendekatan ini turut memacu kepada penyesuaian kurikulum, dan reka bentuk pembelajaran yang lebih dinamik, serta responsif terhadap keperluan individu pelajar. Jadi, teknologi metasemesta berperanan penting dalam menyokong transformasi pendidikan yang mampan, dan inklusif. Ia adalah penting bagi pihak institusi, pembuat dasar, dan pendidik untuk memahami potensi, serta cabaran teknologi ini dalam usaha untuk merealisasikan masa depan pendidikan yang lebih lestari, dan berimpak tinggi.

Penghargaan

Ucapan terima kasih kepada Universiti Antarabangsa UNITAR atas sokongan, dan dorongan dalam penghasilan artikel ini.

Rujukan

- Abd Samad, M. R., & Khalid, N. H. M. (2024). KEBERKESANAN APLIKASI MUDAH ALIH 'APPS STD 5' UNTUK MENINGKATKAN PENCAPAIAN MURID DALAM TOPIK TENAGA. *ReserachGate*.
- Ahmad, S., Umirzakova, S., Mujtaba, G., Amin, M. S., & Whangbo, T. (2023). Education 5.0: requirements, enabling technologies, and future directions. *arXiv preprint arXiv:2307.15846*.
- Al-Bahri, F. P. (2023). Comparative Study on the Effectiveness of Interactive Virtual Reality Simulations Integrating Acehnese Local Wisdom for Mobile-Based Problem-Based Learning. *Journal Mobile Technologies (JMS)*, 1(2), 87-96.
- Asrifan, A., & Aini, N. (2025). The Future of Education in the Metaverse: Immersive, Interactive, and Collaborative Learning. In *Harnessing Chatbots for Effective Language Teaching* (pp. 75-116). *IGI Global Scientific Publishing*.
- Barbour, M. K., & Hodges, C. B. (2024). Preparing teachers for effective K-12 online learning in the age of disruptions: A call for transforming teacher education. *Open Praxis*, 16(4), 583-594.
- bin Nordin, M. S., & bin Abd Hamid, M. Z. (2024). Mengintegrasikan Kecerdasan Buatan dalam Latihan Guru Pendidikan Teknikal dan Vokasional. In *SEMINAR KEBANGSAAN MAJLIS DEKAN PENDIDIKAN UNIVERSITI AWAM 2024* (p. 34).

- Butvilas, T., & Kołodziejski, M. (2024). Education Policy Strategies and Applications for Metaverse Environments in Teaching. *Multidisciplinary Journal of School Education*, 13(2 (26)), 169-190.
- Chang, C. C., & Hwang, G. J. (2024). Promoting students' real case-handling performance and higher order thinking in virtual contexts: a metaverse-facilitated collaborative learning approach. *Interactive Learning Environments*, 1-16.
- Christensen, C. M. (1997). *The Innovator's Dilemma*. Harvard Business School Press. Boston, MA Google Scholar.
- Dreamson, N., & Park, G. (2023). Metaverse-Based Learning Through Children's School Space Design. *International Journal of Art & Design Education*, 42(1), 125-138.
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., ... & Wamba, S. F. (2022). Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International journal of information management*, 66, 102542.
- Gelernter, D. (1993). *Mirror worlds: Or the day software puts the universe in a shoebox... How it will happen and what it will mean*. Oxford University Press.
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), 1-32.
- Hutson, J., & Hutson, P. (2024). Immersive technologies. In *Inclusive smart museums: Engaging neurodiverse audiences and enhancing cultural heritage* (pp. 153-228). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Jie, A. L. X., & Kamrozzaman, N. A. (2024). The Challenges of Higher Education Students Face in Using Artificial Intelligence (AI) against Their Learning Experiences. *Open Journal of Social Sciences*, 12(10), 362-387.
- Judijanto, L., Hartati, T., Apriyanto, A., Pamangin, W. W., & Haluti, F. (2025). *Pendidikan Abad 21:: Menyambut Transformasi Dunia Pendidikan di Era Society 5.0*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Lanier, J. (2017). *Dawn of the new everything: A journey through virtual reality*. Random House.
- Lee, L. H., Braud, T., Zhou, P. Y., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., ... & Hui, P. (2024). All one needs to know about metaverse: A complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda. *Foundations and trends® in human-computer interaction*, 18(2-3), 100-337.
- Li, Y., Wang, C., & Gu, X. (2025). Instructional design guidelines for virtual reality-based teacher training. *Educational Technology & Society*, 28(1), 338-358.
- Miswar, M. D., Sofyan, E., Rifqi, A. I., Wibowo, Y. A., Asri, S., & Darwis, M. A. (2023). *Peta Jalan Kepemimpinan HMI*. Nas Media Pustaka.
- Mystakidis, S., & Lympouridis, V. (2024). Immersive Learning Design in the Metaverse: A Theoretical Literature Review Synthesis. *Application of the Metaverse in Education*, 55-71.
- OECD, O. (2018). The future of education and skills: Education 2030. *OECD Education Working Papers*, 23. <https://www.oecd.org/education/2030-project/>
- OECD. (2019). *An OECD learning framework 2030* (pp. 23-35). Springer International Publishing.
- Osberg, K. M. (1997). *Constructivism in practice: The case for meaning-making in the virtual world*. Doctoral dissertation, University of Washington. *University of Washington Libraries*.

- Park, S. M., & Kim, Y. G. (2022). A metaverse: Taxonomy, components, applications, and open challenges. *IEEE access*, 10, 4209-4251.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 2: Do they really think differently?. *On the horizon*, 9(6), 1-6.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & education*, 147, 103778.
- Rebenitsch, L., & Owen, C. (2016). Review on cybersickness in applications and visual displays. *Virtual reality*, 20, 101-125.
- Salmon, G. (2019). May the fourth be with you: Creating education 4.0. *Journal of Learning for Development*, 6(2), 95-115.
- Singh, G., Singh, G., Tuli, N., & Mantri, A. (2024). Hyperspace AR: An augmented reality application to enhance spatial skills and conceptual knowledge of students in trigonometry. *Multimedia Tools and Applications*, 83(21), 60881-60902.
- Singh, M. (2024). Exploring the possibilities to implement metaverse in higher education institutions of India. *Education and Information Technologies*, 29(15), 20715-20728.
- Stanoevska-Slabeva, K. (2022). Opportunities and challenges of metaverse for education: a literature review. *14th International Conference on Education and New Learning Technologies, in Palma, Spain*. Edulearn22 Proceedings, 10401-10410.
- Syed, T. A., Siddiqui, M. S., Abdullah, H. B., Jan, S., Namoun, A., Alzahrani, A., ... & Alkhodre, A. B. (2022). In-depth review of augmented reality: Tracking technologies, development tools, AR displays, collaborative AR, and security concerns. *Sensors*, 23(1), 146.
- UNESCO. (2021a). *Global Education Monitoring Report 2021–Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia–Inclusion and education: All means all*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- UNESCO. (2021b). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Vertucci, R., D’Onofrio, S., Ricciardi, S., & De Nino, M. (2023). *History of augmented reality. In Springer Handbook of Augmented Reality* (pp. 35-50). Cham: Springer International Publishing.
- World Economic Forum. (2020). *Schools of the future: Defining new models of education for the fourth industrial revolution*. World Economic Forum.
- Yeganeh, L. N., Fenty, N. S., Chen, Y., Simpson, A., & Hatami, M. (2025). The future of education: A multi-layered metaverse classroom model for immersive and inclusive learning. *Future Internet*, 17(2), 63.
- Zhang, Q. (2024). Mediation/moderation effects of engagement, foreign language enjoyment, and ambiguity tolerance in metaverse-based foreign language learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 54.
- Zhang, X., Chen, Y., Hu, L., & Wang, Y. (2022). The metaverse in education: Definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics. *Frontiers in Psychology*, 13, 1016300.