

Permainan Realiti Maya Keris dan Model Penerimaan Sistem Bermotivasi Hedonik (HMSAM)

Keris Virtual Reality Game and the Hedonic Motivation System Acceptance Model (HMSAM)

Muhammad Waiz Hasyimi Muhammad Hidzer*

Department of Science Computer and Digital Technology, Faculty of Computing and Meta-Technology,
Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900, Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author: M20221001574@siswa.upsi.edu.my

ARTICLE HISTORY

Received: 20 November 2025
Revised: 11 December 2025
Accepted: 20 December 2025
Published: 31 December 2025

KEYWORDS

Permainan VR
Pengalaman Imersif
Pemeliharaan Warisan
Keris
SDG 4: Quality Education

ABSTRAK - Permainan realiti maya menawarkan pengalaman imersif yang menyerupai dunia sebenar, namun penggunaan peranti paparan kepala (HMD) dalam tempoh lama boleh menyebabkan kurangnya pengalaman imersif. Artikel ini melaporkan kajian yang bertujuan untuk mengukur tahap anggapan kebergunaan, rasa ingin tahu, keseronokan, dan kawalan bagi permainan realiti maya berkaitan dengan kesannya terhadap pengalaman imersif. Permainan realiti maya Keris dibangunkan menggunakan Unity3D dan dimainkan melalui Oculus Quest 2 berdasarkan model Prototaip Pantas. Kajian ini menggunakan HMSAM sebagai rujukan untuk menilai penerimaan teknologi. Permainan berbentuk bilik lepas yang memberikan maklumat mengenai keris. Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan sampel 19 pelajar diploma Universiti Pendidikan Sultan Idris. Soal selidik berasaskan HMSAM digunakan untuk mengumpul data. Analisis menunjukkan kebergunaan yang dirasakan tinggi ($M = 4.03$), rasa ingin tahu sangat tinggi ($M = 4.65$), kawalan tinggi ($M = 3.48$), dan keseronokan sederhana ($M = 3.13$). Kesimpulannya, pelajar menerima permainan VR Keris dengan baik dari segi kegunaan, rasa ingin tahu, kawalan dan keseronokan. Penemuan ini menunjukkan potensi permainan VR untuk pembelajaran warisan Melayu, khususnya keris.

ABSTRACT - Virtual reality (VR) games offer immersive experiences that resemble the real world; however, prolonged use of head-mounted display (HMD) devices can reduce the sense of immersion. This article reports a study aimed at measuring perceived usefulness, curiosity, enjoyment, and control in a VR game and their effects on the immersive experience. The Keris VR game was developed using Unity3D and played through Oculus Quest 2 based on the Rapid Prototyping model. The study employed the HMSAM framework to assess technology acceptance. The game is designed as an escape-room style experience that provides

information about the keris. A descriptive quantitative approach was used with a sample of 19 diploma students from Universiti Pendidikan Sultan Idris. An HMSAM-based questionnaire was used to collect data. Analysis showed high perceived usefulness ($M = 4.03$), very high curiosity ($M = 4.65$), high control ($M = 3.48$), and moderate enjoyment ($M = 3.13$). In conclusion, students accepted the Keris VR game well in terms of usefulness, curiosity, control, and enjoyment. The findings indicate the potential of VR games for learning about Malay heritage, particularly the keris.

PENGENALAN

Malaysia telah mengambil langkah proaktif untuk memperkukuh transformasi digital dan inovasi bagi merangsang pertumbuhan ekonomi serta meningkatkan daya saing global. Seiring dengan perkembangan Revolusi Perindustrian Keempat (IR 4.0), Malaysia telah memperkenalkan dasar Industry4WRD: Dasar Negara Industri 4.0 pada 31 Oktober 2018 bagi menyokong transformasi digital sektor pembuatan dan perkhidmatan berkaitan (Mahmud et. al, 2023). Dasar ini memberi penekanan kepada pembangunan infrastruktur digital, galakan inovasi dan penyelidikan, penggunaan teknologi baharu seperti kecerdasan buatan, robotik dan Internet Kebendaan (IoT), serta peningkatan kemahiran tenaga kerja.

Penerapan teknologi IR 4.0 bukan sahaja meningkatkan produktiviti dan daya saing, malah membuka peluang kepada model perniagaan baharu termasuk industri metaverse (Damianova & Berrezueta-Guzman, 2025; Jim et. al, 2023). Istilah *metaverse* mula diperkenalkan pada tahun 1992 (Nkoro et. al, 2025) dan merujuk kepada ruang maya bersama yang menggabungkan dunia fizikal dan digital. Ia membolehkan pengguna berinteraksi dalam persekitaran tiga dimensi menggunakan avatar. Walaupun definisinya berbeza-beza, metaverse secara umum merujuk kepada persekitaran maya imersif yang saling berhubung dan berkembang selari dengan teknologi.

Metaverse merangkumi teknologi realiti lanjutan atau *Extended Reality (XR)* seperti Realiti Terimbuh (AR), Realiti Maya (VR) dan Realiti Campuran (MR). AR memaparkan maklumat maya ke atas dunia sebenar secara masa nyata (Tlili et. al, 2022; Aburbeian, Owda, & Owda, 2022; Wang et. al, 2023). VR menyediakan pengalaman maya yang imersif seakan dunia sebenar, manakala MR menggabungkan elemen dunia sebenar dan maya secara interaktif.

Tahap kesedaran terhadap teknologi VR di Malaysia menunjukkan minat yang semakin berkembang, disokong oleh peningkatan penggunaan peranti VR serta pertumbuhan pasaran yang positif (Statista Market Insights, 2023). Kajian juga mendapati bahawa metaverse dilihat sebagai medium yang berpotensi meningkatkan interaksi sosial dan peluang baharu dalam persekitaran digital. Perkembangan ini mencerminkan peningkatan minat masyarakat terhadap pengalaman digital yang lebih imersif.

Dalam sektor permainan digital, teknologi VR telah mengubah cara pengguna berinteraksi dengan permainan melalui pengalaman yang lebih mendalam dan interaktif. Walau bagaimanapun, pembangunan permainan VR turut menghadapi cabaran, terutamanya isu penggunaan peranti paparan kepala (HMD) dalam tempoh lama yang boleh menyebabkan vertigo digital atau *cybersickness* (Chong, Lim, & Tan, 2020). Faktor seperti tempoh penggunaan, sudut pandangan, kelajuan peranti dan ciri pengguna turut menyumbang kepada isu ini (Thompson, 2021).

Pembangunan permainan VR yang imersif memerlukan persekitaran maya yang terancang, visual yang realistik dan kawalan yang mesra pengguna (Rebenitsch, 2015). Persekitaran maya yang direka dengan baik berupaya meningkatkan kehadiran ruang dan fokus pengguna, sekali gus menyokong motivasi dan pengalaman pembelajaran yang lebih berkesan (Wang et. al, 2023).

Artikel ini disusun seperti berikut: Bahagian seterusnya membincangkan sorotan kajian lepas dan jurang pengetahuan yang dikenal pasti. Selepas itu reka bentuk kajian dan pelaksanaan model Prototaip Pantas akan dibincangkan. Bahagian seterusnya membentangkan dapatan kajian berkaitan pengujian pengalaman imersif, manakala bahagian terakhir merumuskan keseluruhan kajian.

SOROTAN KAJIAN LEPAS

Bahagian ini membincangkan sorotan kajian berkaitan permainan realiti maya (VR) dan pengalaman imersif. Ia bermula dengan penerangan ringkas tentang permainan VR dan perkembangannya. Seterusnya, perbincangan tertumpu kepada isu penggunaan aplikasi VR, khususnya *cybersickness*. Bahagian berikutnya mengulas penggunaan teknologi VR dalam pemeliharaan warisan budaya. Akhir sekali, perbincangan meneliti peranan Model Penerimaan Sistem Bermotivasi Hedonik (HMSAM) dan empat faktornya dalam membantu pereka dan pembangun meningkatkan pengalaman imersif dalam permainan VR.

Evolusi Permainan VR

Realiti Maya (VR) mempunyai sejarah yang panjang dan berkembang seiring dengan kemajuan perkakasan, perisian dan aplikasinya. Konsep VR bermula sekitar tahun 1950 dan mula mendapat perhatian meluas pada akhir 1980-an hingga 1990-an. Pada tahun 1968, Ivan Sutherland memperkenalkan peranti paparan kepala (HMD) VR/AR pertama yang dikenali sebagai *Sword of Damocles*, yang membolehkan pengguna mengalami persekitaran maya yang dijana komputer (Dhillon & Tinmaz, 2024; Basu, 2019). Sistem ini dianggap sebagai asas kepada pembangunan aplikasi VR imersif.

Salah satu sistem VR interaktif terawal dikeluarkan oleh Myron Krueger pada tahun 1969 yang dikenali sebagai *VideoPlace* (Devarasetty, Balasai, & Martin, 2022). Sistem ini membolehkan pengguna berinteraksi dengan imej siluet maya yang meniru pergerakan mereka. Pada tahun 1993, Sega memperkenalkan SEGA Genesis dan SEGA VR (Peddie, 2023; Whitehouse, 2020), namun projek ini dihentikan kerana kebimbangan keselamatan dan kesan sampingan seperti pening dan ketidakselesaan, khususnya dalam kalangan kanak-kanak dan remaja.

Perkembangan pesat teknologi VR telah membolehkan pengguna menikmati pengalaman imersif dalam pelbagai bidang seperti permainan, pendidikan dan hiburan (Papanastasiou et. al, 2019). Teknologi ini berpotensi mengubah cara manusia berinteraksi dengan kandungan digital dan telah menarik minat ramai penyelidik. Kajian terdahulu menunjukkan bahawa tahap imersif yang tinggi dalam VR dapat meningkatkan kehadiran pengguna serta penglibatan emosi. Selain itu, aplikasi VR juga berpotensi meningkatkan pembelajaran dan ingatan melalui persekitaran multimedia yang imersif dan kaya dengan rangsangan deria

Permainan VR dan Pengalaman Imersif

Kemajuan teknologi VR telah menghasilkan sistem maklum balas sentuhan dan pengesanan pergerakan yang lebih canggih, sekali gus meningkatkan rasa imersif dan kehadiran pengguna dalam persekitaran maya. Perkembangan ini membuka peluang penggunaan VR dalam pelbagai bidang, termasuk aplikasi terapeutik seperti rawatan pendedahan bagi gangguan kebimbangan dan fobia.

Beberapa kajian terdahulu menunjukkan keberkesanan permainan VR dalam pendidikan dan latihan. Antaranya ialah permainan *MedChemVR* (Abuhammad et. al, 2021), yang dibangunkan untuk membantu pelajar memahami kimia perubatan melalui pendekatan gamifikasi yang interaktif dan menyeronokkan. Selain itu, permainan serius VR *FSCHOOL* (Mystakidis et. al, 2022) telah digunakan untuk melatih guru sekolah rendah dalam kesiapsiagaan kebakaran. Dapatan kajian menunjukkan permainan ini berkesan, realistik dan memberi nilai pembelajaran yang tinggi.

Permainan *Scrum VR* (Mayor & López-Fernández, 2021) pula dibangunkan untuk pendidikan kejuruteraan perisian bagi membantu pelajar memahami metodologi Agile melalui pengalaman pembelajaran yang imersif. Penilaian mendapati permainan ini meningkatkan motivasi dan pemahaman pelajar. Dalam bidang kesihatan, permainan VR *RabbitRun* (Alazba, Al-Khalifa & AISobayel, 2018) digunakan untuk pemulihan pesakit sakit belakang bawah, di mana persekitaran maya membantu mengurangkan kesakitan dan meningkatkan komitmen pesakit terhadap latihan.

Selain itu, permainan VR *Claustrophobia Game* (Rahani, Vard & Najafi, 2018) dibangunkan untuk rawatan klaustrofobia melalui pendedahan terkawal dalam persekitaran maya. Hasil penilaian

menunjukkan pengurangan tahap kebimbangan dan kebolegunaan permainan yang baik. Secara keseluruhan, peningkatan penerimaan dan penggunaan VR telah mendorong lebih banyak kajian dan pembangunan aplikasi VR dalam bidang pendidikan, latihan dan terapi.

Teknologi VR dan Pemeliharaan Warisan

Penggunaan realiti maya (VR) dalam pemeliharaan warisan budaya mula berkembang pada awal tahun 2000an, namun penggunaannya menjadi lebih meluas pada tahun 2010an hasil kemajuan perkakasan, perisian dan teknik pengimejan digital. Eksperimen awal pada akhir 1990an dan awal 2000an masih terhad oleh kekangan teknologi. Namun, kemajuan dalam teknik imbasan 3D dan pembinaan semula digital pada pertengahan 2000an membolehkan perwakilan artifak dan tapak warisan yang lebih tepat dan terperinci (Poux et. al, 2020).

Pengenalan set kepala (headset) VR pengguna seperti Oculus Rift dan HTC Vive pada awal 2010an (Borrego et. al, 2018) telah menjadikan aplikasi VR lebih realistik dan mudah diakses. Sejak itu, banyak projek dan kajian telah dijalankan bagi menggunakan VR dalam pendidikan dan pemeliharaan warisan budaya. Pada masa kini, pembangunan teknologi VR yang berterusan, peningkatan kesedaran terhadap pemeliharaan tapak warisan, serta kerjasama antara pakar teknologi, sejarawan dan institusi budaya telah memperluas penggunaan VR dalam bidang ini (Familoni & Onyebuchi, 2024; Alshalan, Alamri & Alabullhafith, 2023).

Beberapa kajian menunjukkan keberkesanan teknologi imersif dalam pendidikan budaya. Antaranya ialah aplikasi realiti terimbuh (AR) budaya Jawa yang memaparkan rumah tradisional, pakaian dan senjata dalam bentuk visual 3D bagi tujuan pembelajaran (Pratama et. al, 2022). Selain itu, permainan *Mystical Weapon of Nusantara* (Lailatul Husniah et. al, 2019) dibangunkan untuk memperkenalkan senjata tradisional Indonesia kepada golongan muda melalui permainan interaktif, dan kajian mendapati peningkatan pengetahuan serta minat pemain terhadap budaya dan sejarah.

Kajian lain turut meneliti penggunaan AR untuk mendidik masyarakat tentang senjata tradisional di Indonesia Timur (Rahaweman, Lumenta & Rumagit, 2023). Dapatan menunjukkan bahawa walaupun tahap pengetahuan awal pengguna adalah rendah, pendekatan pembelajaran berasaskan AR berjaya meningkatkan kefahaman dan minat mereka terhadap warisan budaya. Justeru, adalah wajar bagi kajian ini diadakan dengan menumpukan kepada menilai keberkesanan permainan VR yang dibangunkan dalam konteks pemeliharaan warisan budaya.

MODEL PENERIMAAN SISTEM BERMOTIVASI HEDONIK (HMSAM)

Model Penerimaan Teknologi merupakan satu teori yang satu model yang dibangunkan dan dibina khusus untuk memahami niat individu atau pengguna untuk menganalisis tahap penerimaan teknologi atau inovasi yang dikaji. Model ini sering digunakan untuk meramal dan menerangkan tingkah laku pengguna mengenai penggunaan teknologi berdasarkan dua faktor utama seperti anggapan kebergunaan (*perceived usefulness*) dan kemudahan penggunaan (*perceived ease of use*) (Loureiro, Guerreiro & Ali, 2020). Terdapat beberapa model yang sering digunakan dalam kalangan pengkaji seperti TAM (Technology Acceptance Model (TAM), Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) dan Hedonic-Motivation System Adoption Model (HMSAM).

Model TAM bertujuan untuk memahami mengapa sesuatu teknologi itu diterima pengguna dari aspek fungsi dan utiliti namun model ini tidak menekankan aspek emosi atau keseronokan pengguna. Model UTAUT pula menilai penerimaan teknologi berdasarkan prestasi dijangka, usaha dijangka, pengaruh sosial dan kemudahan sokongan. Model ini dilihat lebih sesuai untuk kajian organisasi dan penggunaan teknologi secara formal (Latif & Utomo, 2024). Namun, model ini kurang menekankan motivasi hedonik dan pengalaman emosi pengguna. Model HMSAM memberi penekanan kepada aspek keseronokan, rasa ingin tahu, kawalan dan kegunaan yang dirasakan dalam penggunaan sistem yang bersifat hiburan atau imersif. Model ini dilihat lebih sesuai untuk kajian VR games, di mana pengalaman emosi dan imersif memainkan peranan penting (Kaur, Abhinav & Pandey, 2021). Ini selaras dengan matlamat kajian ini untuk memahami motivasi hedonik pengguna bagi membolehkan pereka meningkatkan pengalaman imersif dan bukan hanya sekadar fungsi teknologi itu sendiri.

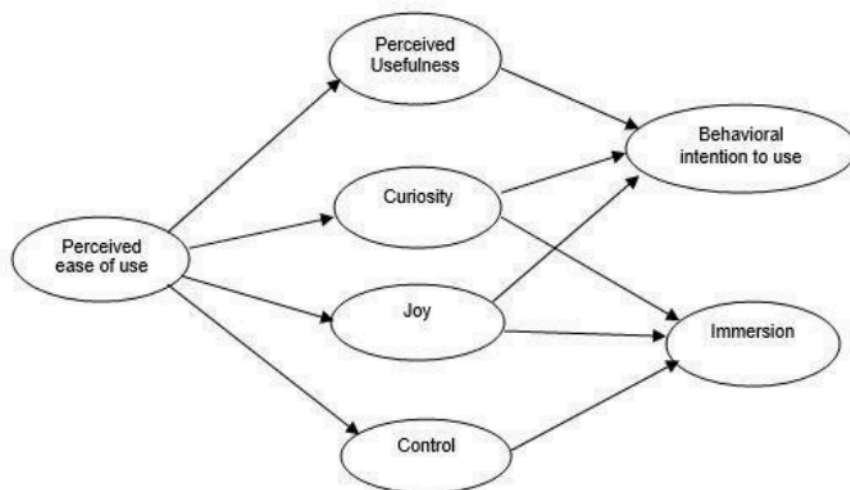
Perbandingan antara TAM, UTAUT dan HMSAM telah dilakukan untuk menilai model penerimaan teknologi yang lebih sesuai untuk diaplikasikan dalam kajian ini. Jadual 1 menunjukkan perbandingan model berkenaan. Hasil dari perbandingan dan pembacaan didapati HMSAM lebih sesuai digunakan dalam kajian ini kerana permainan VR Keris bertujuan memberikan pengalaman imersif dan menyeronokkan, di mana keseronokan, rasa ingin tahu, kawalan, dan kegunaan yang dirasakan adalah faktor utama yang mempengaruhi penerimaan dan penglibatan pengguna. TAM atau UTAUT kurang sesuai kerana mereka menumpukan kepada aspek utiliti atau sosial dan tidak menilai pengalaman emosi dan keseronokan secara menyeluruh, yang penting dalam permainan VR.

Jadual 1. Perbandingan antara Model TAM, UTAUT dan HMSAM

TAM	UTAUT	HMSAM
Tujuan: TAM ialah salah satu model terawal dan paling meluas digunakan untuk menerangkan penerimaan pengguna terhadap teknologi. Ia memberi tumpuan kepada meramalkan penerimaan dan penggunaan teknologi.	Tujuan: UTAUT dibangunkan dengan mensintesis unsur daripada lapan model berbeza, termasuk TAM. Ia bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh tentang penerimaan pengguna dan penggunaan teknologi.	Tujuan: HMSAM memanjangkan model penerimaan teknologi tradisional dengan memfokuskan pada sistem di mana keseronokan dan keseronokan (motivasi hedonik) adalah pemacu utama penggunaan, bukan hanya utiliti atau produktiviti.
Konteks: TAM biasanya digunakan pada sistem utilitarian yang produktiviti dan kecekapan menjadi kebimbangan utama.	Konteks: UTAUT digunakan untuk mengkaji penggunaan teknologi dalam pelbagai tetapan, termasuk konteks organisasi, pendidikan dan pengguna. Ia juga termasuk faktor penyederhana seperti jantina, umur, pengalaman dan kerelaan penggunaan.	Konteks: HMSAM digunakan pada sistem yang tujuan utamanya ialah hiburan, sosialisasi atau penggunaan bukan utilitarian lain, seperti permainan video, media sosial atau sistem maklumat hedonik yang lain

Model Penerimaan Sistem Bermotivasi Hedonik (HMSAM) adalah kerangka penting dalam kajian tingkah laku pengguna dan penerimaan teknologi. Model ini menekankan peranan motivasi hedonik, iaitu keseronokan atau kepuasan emosi yang diperoleh daripada menggunakan teknologi, melebihi faktor praktikal atau utiliti. HMSAM dibangunkan daripada Model Hedonic-Motivational Van der Heijden (Kari & Kosa, 2023) dan mengakui bahawa individu didorong bukan sahaja oleh keperluan praktikal, tetapi juga oleh kepuasan psikologi dan emosi. Model ini juga menekankan pengaruh sosial dan budaya terhadap motivasi hedonik, termasuk norma sosial dan pandangan orang lain terhadap keseronokan menggunakan teknologi.

HMSAM memberikan pandangan menyeluruh tentang faktor yang mempengaruhi penerimaan teknologi, khususnya sistem hedonik yang digunakan untuk hiburan, keseronokan, atau kepuasan, bukan tujuan utiliti. Merujuk kepada Rajah 1, terdapat empat faktor HMSAM digunakan untuk mengukur pengalaman imersif pemain dalam permainan Keris VR, iaitu anggapan kebergunaan (*perceived usefulness*), rasa ingin tahu (*curiosity*), keseronokan (*enjoyment*), dan kawalan (*control*). Manakala terdapat dua faktor sampingan yang penting dalam kajian ini iaitu imersif (*immersion*) dan niat untuk menggunakan (*behavioral intention to use*).



Rajah 1. Model Penerimaan Sistem Hedonik-Motivasi (Adaptasi dari Lowry et. al, 2013)

Anggapan Kebergunaan (*Perceived Usefulness*)

Kegunaan yang dirasakan bagi teknologi VR pemeliharaan warisan budaya merujuk kepada teknologi VR yang boleh meningkatkan nilai pendidikan dengan menyediakan pengalaman interaktif. Ianya dipercayai dapat menyokong pemeliharaan dan dokumentasi digital bagi tapak warisan serta artifak untuk penyelidikan dan perlindungan serta membolehkan warisan budaya dikongsi dengan masyarakat global termasuk mereka yang tidak dapat mengunjungi tapak warisan secara fizikal atau melihat artifak secara nyata.

Rasa Ingin Tahu (*Curiosity*)

Penggunaan teknologi VR untuk pemeliharaan warisan budaya dapat merangsang rasa ingin tahu pengguna melalui penerokaan tapak secara interaktif, penceritaan menarik tentang sejarah, dan pembelajaran interaktif seperti kuiz serta simulasi artifak.

Keseronokan (*Enjoyment*)

Teknologi VR meningkatkan keseronokan dalam pemeliharaan warisan budaya melalui pengalaman imersif dan interaktif, termasuk persekitaran realistik serta elemen seperti teka-teki dan tugas eksplorasi yang merangsang minat pengguna.

Kawalan (*Control*)

Kawalan merujuk kepada tahap pengguna dapat mengurus, berinteraksi, dan menyesuaikan pengalaman VR mereka melalui navigasi intuitif dan pilihan penyesuaian yang meningkatkan rasa kawalan dan penglibatan.

REKA BENTUK KAJIAN

Secara umum, artikel ini melibatkan perbincangan berkaitan kajian yang mengukur tahap kebergunaan anggapan, rasa ingin tahu, keseronokan dan kawalan permainan realiti maya Keris yang dapat meningkatkan pengalaman imersif melalui reka bentuk kajian kuantitatif berbentuk deskriptif. Analisis kajian yang dijalankan adalah analisis menggunakan statistik deskriptif, analisis kesahan instrumen soal selidik. Analisis untuk menentukan penerimaan pelajar terhadap teknologi realiti maya juga dijalankan.

Dalam kajian ini, 15 responden dipilih untuk kajian keperluan manakala 19 responden untuk pengujian permainan VR. Responden ialah pelajar aktif program Diploma Reka Bentuk dan Pembangunan Permainan yang mempunyai asas dalam realiti maya atau pengalaman menggunakan telefon pintar/HMD. Berdasarkan Roy dan rakannya (2025), 5–20 peserta sudah mencukupi untuk kajian pengguna formal. Persampelan bertujuan digunakan kerana kekangan masa dan sumber. Kajian dijalankan di Bangunan Teknologi Maklumat, Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI).

Metodologi Pembangunan Permainan VR

Bagi membina perisian permainan VR, pemilihan kaedah pembangunan perisian permainan VR bergantung pada keperluan projek, saiz pasukan, ciri permainan dan sumber yang tersedia. Pendekatan yang sesuai penting kerana ia mempengaruhi kejayaan pembangunan dan penerimaan permainan. Berdasarkan sorotan kajian lepas, metodologi Prototaip Pantas dipilih kerana bersifat iteratif dan sesuai dengan tempoh pembangunan permainan realiti maya Keris yang singkat.

Metodologi Prototaip Pantas menekankan pembangunan prototaip secara cepat dan berulang bagi memperoleh maklum balas awal serta membolehkan penambahbaikan dilakukan secara berterusan (Perri et al., 2021). Dalam pembangunan aplikasi permainan realiti maya Keris, pendekatan ini amat sesuai kerana ia membolehkan pengembang menguji dan menambah baik permainan dalam tempoh masa yang singkat (Md. Zain et. al, 2024; Mat Amin et. a., 2021). Melalui metodologi ini, prototaip awal permainan VR Keris dapat dibangunkan bagi menggambarkan idea dan ciri utama permainan. Prototaip tersebut tidak perlu lengkap atau sempurna, sebaliknya memadai untuk mempamerkan fungsi dan elemen teras permainan (Choong, Mohamad Yatim & Saad, 2023).

Terdapat empat fasa yang terlibat dalam Prototaip Pantas iaitu Fasa Analisis Keperluan, Fasa Reka Bentuk, Fasa Pembangunan Prototaip dan Fasa Penilaian. Berikut adalah penjelasan aktiviti yang dilaksanakan dalam setiap fasa:

- a) Fasa analisis keperluan merupakan langkah awal yang penting dalam pembangunan permainan realiti maya bagi memahami keperluan, keutamaan dan jangkaan pengguna sasaran. Proses ini melibatkan penilaian pengalaman pengguna, tahap imersif, kebolegunaan dan penggunaan teknologi VR. Dalam kajian ini, analisis keperluan dijalankan secara dalam talian melalui borang soal selidik Google Form yang diedarkan kepada responden yang pernah mengikuti program Reka Bentuk dan Pembangunan Permainan.
- b) Fasa reka bentuk bermula dengan pembangunan papan cerita yang berfungsi sebagai panduan aliran permainan. Papan cerita merangkumi skrip, seni konsep, dokumentasi reka bentuk dan elemen antara muka pengguna. Bagi permainan VR Keris, papan cerita digunakan untuk mereka bentuk menu utama, titik permulaan dan bahagian pengujian keris. Reka bentuk antara muka menggunakan paparan 360 darjah sebagai paparan utama, manakala interaksi permainan menggunakan konsep bilik melarikan diri (*escape room*) yang mudah dikawal. Konsep ini membolehkan pemain meneroka persekitaran maya, menyelesaikan teka-teki dan berinteraksi dengan objek secara imersif.
- c) Fasa pembangunan prototaip bertujuan untuk menguji dan menambah baik permainan melalui proses percubaan berulang. Prototaip membolehkan pembangun menilai permainan dengan cara memainkannya dan membuat penambahbaikan berdasarkan maklum balas. Pendekatan prototaip pantas memberi ruang kepada kreativiti serta memudahkan pengubahsuaian dalam tempoh masa yang singkat.
- d) Fasa ini melibatkan pengujian prototaip bagi memastikan reka bentuk dan fungsi permainan selari dengan objektif asal. Ujian alfa digunakan untuk menilai kefungsi ciri dan mekanisme permainan serta mengenal pasti sebarang masalah teknikal. Selain itu, teknik ujian kotak hitam digunakan untuk menilai prestasi permainan berdasarkan input dan output tanpa meneliti kod dalaman. Proses ini memastikan permainan dapat berfungsi dengan lancar sebelum diuji pada peringkat seterusnya.

Umumnya, permainan ini dibangunkan menggunakan metodologi prototaip pantas yang melibatkan empat fasa utama iaitu fasa analisis keperluan, fasa reka bentuk, fasa prototaip dan pembangunan, dan akhirnya fasa pengesahan dan penilaian. Setiap fasa dalam metodologi ini mempunyai penanda aras yang bakal menentukan tahap penggunaan permainan realiti maya Keris dalam kalangan responden yang telah direncanakan.

DAPATAN

Bilangan keseluruhan responden adalah seramai 19 orang dengan masing-masing terdiri daripada 12 orang lelaki dan tujuh orang perempuan yang terlibat dalam kajian pengujian prototaip permainan realiti maya Keris. Bagi menganalisis tahap bagi konstruk yang telah ditetapkan, Jadual 2 iaitu Jadual Interpretasi Skor Min yang digunakan dalam Ghazali & Sufean (2021) telah digunakan dalam kajian ini untuk menginterpretasikan skor purata bagi setiap aspek Model HMSAM iaitu anggapan kebergunaan, rasa ingin tahu, keseronokan dan kawalan.

Jadual 2. Jadual Interpretasi Skor Min (Sumber: Ghazali & Sufean, 2021)

Nilai Min	Interpretasi
1.00-1.80	Sangat Rendah
1.81-2.60	Rendah
2.61-3.40	Sederhana
3.41-4.20	Tinggi
4.21-5.00	Sangat Tinggi

Anggapan Kebergunaan (*Perceived Usefulness*)

Jadual 3 menunjukkan tahap penerimaan pelajar terhadap permainan realiti maya dari aspek anggapan kebergunaan. Pelajar melaporkan skor min yang sangat tinggi bagi kenyataan "*Permainan VR mengurangkan tekanan saya*" ($M = 4.42$), menunjukkan permainan VR berkesan dalam mengurangkan tekanan. Dapatan ini selari dengan kajian terdahulu yang menyatakan bahawa permainan VR dapat meningkatkan emosi positif dan mengurangkan kegelisahan. Selain itu, pelajar juga bersetuju bahawa permainan VR membantu mengurus masa ($M = 4.00$), menyediakan ruang melarikan diri yang bermanfaat ($M = 4.05$), dan meningkatkan kefahaman ($M = 4.11$). Kenyataan berkaitan rasa pembaharuan turut mencatat skor tinggi ($M = 3.58$). Secara keseluruhan, skor min keseluruhan yang tinggi ($M = 4.03$) menunjukkan bahawa permainan realiti maya diterima dengan baik dan memberi kesan positif terhadap pengalaman pengguna.

Jadual 3. Tahap Penerimaan Pelajar Terhadap Anggapan Kebergunaan Permainan Realiti Maya

Penyataan	Min (M)	Sisihan Piawai (SP)	Interpretasi
1. Permainan VR mengurangkan tekanan saya.	4.42	.507	Sangat tinggi
2. Permainan VR membantu saya meluangkan masa dengan lebih baik.	4.00	.577	Tinggi
3. Permainan VR menyediakan tempat untuk melarikan diri yang berguna.	4.05	.705	Tinggi
4. Permainan VR membantu saya berfikir dengan lebih jelas.	4.11	.315	Tinggi
5. Permainan VR membantu saya berasa seakan-akan remaja semula.	3.58	.838	Tinggi
6. Permainan VR mengurangkan tekanan saya.	4.42	.507	Sangat tinggi
Skor Purata	4.03	.588	Tinggi

Rasa Ingin Tahu (*Curiosity*)

Jadual 4 menunjukkan tahap penerimaan pelajar terhadap permainan realiti maya dari aspek rasa ingin tahu berada pada tahap sangat tinggi. Pelajar sangat bersetuju bahawa pengalaman permainan VR membangkitkan rasa ingin tahu ($M = 4.79$) serta mendorong mereka untuk meneroka dan belajar ($M = 4.58$). Selain itu, permainan VR juga didapati meningkatkan imaginasi pelajar ($M = 4.58$). Skor min keseluruhan yang sangat tinggi ($M = 4.65$) menunjukkan bahawa pengalaman realiti maya berkesan dalam merangsang rasa ingin tahu, imaginasi dan penglibatan kognitif pelajar. Dapatan ini selari dengan kajian terdahulu yang menyatakan bahawa pengalaman VR yang imersif dapat meningkatkan kreativiti melalui rangsangan rasa ingin tahu.

Jadual 4. Tahap Penerimaan Pelajar Terhadap Rasa Ingin Tahu Permainan Realiti Maya

Penyataan	Min (M)	Sisihan Piawai (SP)	Interpretasi
1. Pengalaman permainan VR membangkitkan rasa ingin tahu saya.	4.79	.419	Sangat tinggi
2. Pengalaman permainan VR membuatkan saya ingin tahu.	4.58	.507	Sangat tinggi
3. Pengalaman permainan VR membangkitkan imaginasi saya.	4.58	.507	Sangat tinggi
Skor Purata	4.65	.478	Sangat tinggi

Keseronokan (*Enjoyment*)

Jadual 5 menunjukkan tahap penerimaan pelajar terhadap permainan realiti maya dari aspek keseronokan adalah tinggi. Pelajar sangat bersetuju bahawa bermain permainan VR adalah menyeronokkan ($M = 4.32$) dan mereka berasa seronok semasa menggunakannya ($M = 4.58$). Sebaliknya, pernyataan negatif seperti permainan VR membosankan ($M = 1.79$) dan mengganggu ($M = 2.26$) menerima skor min yang rendah, menunjukkan pelajar tidak bersetuju dengan pandangan tersebut. Selain itu, pelajar turut menilai pengalaman permainan VR sebagai menyeronokkan ($M = 4.21$), manakala tahap ketidakpuasan hati adalah sangat rendah ($M = 1.63$). Secara keseluruhan, dapatan ini menunjukkan bahawa permainan realiti maya memberikan pengalaman yang menyeronokkan dan menghiburkan kepada pelajar, walaupun wujud variasi dalam persepsi kepuasan keseluruhan.

Jadual 5. Tahap Penerimaan Pelajar Terhadap Keseronokan Permainan Realiti Maya

Penyataan	Min (M)	Sisihan Piawai (SP)	Interpretasi
1. Saya dapati bermain permainan VR menyeronokkan.	4.32	.582	Sangat tinggi
2. Saya seronok ketika menggunakan permainan VR.	4.58	.507	Sangat tinggi
3. Menggunakan permainan VR membosankan.	1.79	.631	Sangat rendah
4. Permainan VR benar-benar mengganggu saya.	2.26	1.147	Rendah
5. Pengalaman permainan VR menyeronokkan.	4.21	.713	Sangat tinggi
6. Permainan VR menyebabkan saya tidak berpuas hati.	1.63	.684	Sangat rendah
Skor Purata	3.13	.711	Rendah

Kawalan (Control)

Jadual 6 menunjukkan tahap penerimaan pelajar terhadap permainan realiti maya dari aspek kawalan adalah tinggi. Pelajar merasakan mereka mempunyai kawalan yang baik semasa bermain permainan VR, seperti kebebasan memilih apa yang ingin dilihat atau dilakukan ($M = 4.58$) dan kawalan terhadap interaksi dalam permainan ($M = 4.47$ dan $M = 4.37$). Sebaliknya, pernyataan negatif berkaitan kekurangan kawalan menerima skor min yang rendah ($M = 1.53$ dan $M = 1.32$), menunjukkan pelajar tidak berasa terkekang semasa bermain. Secara keseluruhan, skor purata min ialah 3.48, menandakan bahawa permainan realiti maya memberikan pengalaman yang membolehkan pelajar berasa berkuasa, bebas dan mempunyai autonomi yang tinggi dalam persekitaran maya.

Jadual 6. Tahap Penerimaan Pelajar Terhadap Kawalan Permainan Realiti Maya

Penyataan	Min (M)	Sisihan Piawai (SP)	Interpretasi
1. Saya mempunyai banyak kawalan semasa bermain permainan VR.	4.47	.513	Sangat tinggi
2. Saya boleh memilih secara bebas apa yang saya mahu lihat atau lakukan semasa bermain permainan VR.	4.58	.507	Sangat tinggi
3. Saya mempunyai sedikit kawalan ke atas perkara yang boleh saya lakukan semasa bermain permainan VR.	1.53	.513	Sangat rendah
4. Saya berada dalam kawalan semasa bermain permainan VR.	4.37	.496	Sangat tinggi
5. Saya tidak mempunyai kawalan ke atas interaksi saya semasa bermain permainan VR.	1.32	.478	Sangat rendah
6. Saya dibenarkan mengawal interaksi saya semasa bermain permainan VR.	4.58	.507	Sangat tinggi
Skor Purata	3.48	.502	Tinggi

PERBINCANGAN

Dalam kajian pengujian permainan realiti maya Keris, tahap penerimaan pelajar bagi aspek kebergunaan anggapan adalah tinggi (min = 4.03, SP = .588). Dapatan ini menunjukkan bahawa pelajar menerima dan menganggap permainan realiti maya sesuai digunakan untuk mempelajari pengetahuan tentang keris. Selain itu, dua item mencatat tahap yang sangat tinggi, iaitu pernyataan bahawa permainan VR dapat mengurangkan tekanan, dengan skor min 4.42 (SP = .506), menunjukkan permainan ini memberi kesan positif kepada kesejahteraan pelajar.

Bagi aspek kedua iaitu rasa ingin tahu, tahap penerimaan pelajar terhadap penggunaan permainan realiti maya adalah sangat tinggi (min = 4.65, SP = .478). Dapatan ini menunjukkan bahawa permainan realiti maya Keris berjaya membangkitkan minat pelajar untuk mendapatkan maklumat lanjut berkaitan keris. Kesemua item dalam aspek ini mencatatkan tahap yang sangat tinggi.

Bagi aspek ketiga iaitu keseronokan, tahap penerimaan pelajar secara keseluruhan adalah sederhana. Walaupun terdapat item yang menunjukkan tahap keseronokan yang sangat tinggi seperti "Saya dapati bermain permainan VR menyeronokkan", "Saya seronok ketika menggunakan permainan VR", dan "Pengalaman permainan VR menyeronokkan", terdapat juga item yang mencatat skor sangat rendah, iaitu "Menggunakan permainan VR membosankan" dan "Permainan VR menyebabkan saya tidak berpuas hati". Dapatan ini menunjukkan bahawa walaupun pelajar menikmati pengalaman permainan VR, masih wujud aspek tertentu yang boleh ditambah baik untuk meningkatkan keseronokan keseluruhan.

Bagi aspek keempat iaitu kawalan, tahap penerimaan pelajar adalah tinggi. Ini menunjukkan bahawa pelajar merasakan mereka mempunyai kebebasan dan autonomi dalam mengawal pengalaman pembelajaran menggunakan permainan realiti maya Keris. Walau bagaimanapun, dua item berkaitan kekurangan kawalan mencatat skor yang sangat rendah, menunjukkan bahawa pelajar secara umumnya tidak berasa terkekang dalam interaksi dan tindakan semasa bermain permainan VR.

Secara keseluruhannya dalam kajian pengujian prototaip permainan realiti maya Keris, dapatan menunjukkan kebergunaan anggapan dan kawalan berada pada tahap tinggi, rasa ingin tahu pada tahap sangat tinggi, manakala keseronokan pada tahap sederhana. Justeru, semua aspek HMSAM mencerminkan penerimaan pelajar yang tinggi terhadap permainan realiti maya Keris.

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, berdasarkan pendekatan HMSAM, penerimaan pelajar terhadap permainan realiti maya Keris adalah tinggi. Ini menunjukkan generasi muda yang lebih celik teknologi bersikap terbuka dan positif terhadap penggunaan permainan realiti maya dalam pembelajaran. Teknologi ini membolehkan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif dan imersif, membolehkan pelajar memahami konsep atau situasi yang sukar dialami secara fizikal, seperti simulasi saintifik, sejarah, atau situasi sosial.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Fakulti Komputer dan Meta-Teknologi UPSI atas sokongan dan kemudahan yang diberikan sepanjang kajian ini dijalankan. Terima kasih juga ditujukan khas kepada pelajar yang sudi meluangkan masa serta memberi kerjasama sebagai responden, kerana tanpa mereka kajian ini tidak dapat dilaksanakan. Kajian ini dijalankan sebagai sebahagian daripada kursus DGQ1013: Pengurusan Projek Permainan dan tidak menerima sebarang pembiayaan penyelidikan daripada pihak dalaman atau luaran.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis mengisytiharkan tiada konflik kepentingan.

SUMBANGAN PENULIS

Penulis 1: Melaksanakan pembangunan permainan VR, menjalankan pengumpulan dan analisis data serta menyediakan draf awal manuskrip. **Penulis 2:** Menyemak manuskrip dan melakukan suntingan untuk meningkatkan kejelasan dan keseragaman serta kualiti penulisan akademik.

KETERSEDIAAN DATA DAN BAHAN

Data telah tersedia dalam artikel ini tanpa ada bahan tambahan yang disediakan.

PENGISYTIHARAN AI GENERATIF

Semasa penyediaan kerja ini, penulis telah menggunakan ChatGPT untuk memperjelas penulisan melalui penyusunan ayat agar lebih jelas, lancar dan mudah difahami. Ini dapat membantu meningkatkan kualiti penulisan akademik. Selepas menggunakan ChatGPT, penulis meneliti dan menyunting kandungan mengikut keperluan dan kelarasan bahasa penyampaian serta bertanggungjawab sepenuhnya terhadap kandungan penerbitan ini.

PENYATAAN ETIKA

Kelulusan etika dan kebenaran telah diperoleh daripada pihak berkuasa pendidikan yang terlibat sebelum kajian dijalankan. Persetujuan dimaklumkan telah diperoleh daripada penyertaan pelajar

secara sukarela dengan jaminan kerahsiaan. Semua data digunakan hanya untuk tujuan penyelidikan.

REFERENCES

- Abuhammad, A., Falah, J. F. M., AlFalah, S. F. M., Abu-Tarboush, M., Tarawneh, R. T., Drikakis, D., & Charissis, V. (2021). MedChemVR: A virtual reality game to enhance medicinal chemistry education. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(3), 10. <https://doi.org/10.3390/mti5030010>
- Aburbeian, A. M., Owda, A. Y., & Owda, M. (2022). A technology acceptance model survey of the metaverse prospects. *AI*, 3(2), 285-302. <https://doi.org/10.3390/ai3020018>
- Alazba, A., Al-Khalifa, H., & AlSobayel, H. (2018). RabbitRun: An Immersive Virtual Reality Game for Promoting Physical Activities Among People with Low Back Pain. *Technologies*, 7(1), 2. <https://doi.org/10.3390/technologies7010002>
- Alshalan, T., Alamri, G. & Alabullhafith, M. (2023). Altruistic ASD (Autism Spectrum Disorder) Virtual Reality Game. *The International Journal of Multimedia and Its Applications (IJMA)*, 15(3), 1-16. <https://doi.org/10.5121/ijma.2023.15301>
- Basu, A. (2019). A brief chronology of Virtual Reality. ARXIV <https://arxiv.org/abs/1911.09605>. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1911.09605>
- Bilgin, C., & Thompson, M. (2021). Processing presence: how users develop spatial presence through an immersive virtual reality game. *Virtual Reality*, 26, 649-658. <https://doi.org/10.1007/S10055-021-00528-Z>
- Borrego, A., Latorre, J., Alcañiz, M., & Llorens, R. (2018). Comparison of Oculus Rift and HTC Vive: feasibility for virtual reality-based exploration, navigation, exergaming, and rehabilitation. *Games for Health Journal*, 7(3), 151-156. <https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0114>
- Chong, H. T., Lim, C. K., & Tan, K. L. (2020). Users experience with VR system: Current state and development directions. *Test Engineering Management*, 82, 6429-6436. https://www.researchgate.net/publication/352819569_Users_Experience_with_VR_System_Current_State_and_Development_Directions
- Choong W. K., Mohamad Yatim, M. H., & Saad, N. (2023). A Preliminary Study on Multidisciplinary Design Framework in a Virtual Reality Learning Environment. *The International Journal of Multimedia and Its Applications (IJMA)*, 15(5), 1-13. <https://doi.org/10.5121/ijma.2023.15501>
- Damianova, N. & Berrezueta-Guzman, S. (2025). Serious Games supported by Virtual Reality: Literature Review *IEEE Access*, 13, 38548-38561. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3544022>
- Devarasetty, P., Balasai, A., & Martin, B. (2022). The Evolution of Virtual and Augmented Reality and its Various Practical Applications. *Journal of Student Research*, 11(3), 1-7. <https://doi.org/10.47611/jsrhs.v11i3.3509>
- Dhillon, P. K. S., & Tinmaz, H. (2024). Immersive realities: A comprehensive guide from virtual reality to metaverse. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 12(1), 29-45. <https://doi.org/10.17478/jegys.1406024>
- Familoni, B. T., & Onyebuchi, N. C. (2024). Augmented and virtual reality in US education: A review: Analyzing the impact, effectiveness, and future prospects of AR/VR tools in enhancing learning experiences. *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, 6(4), 642-663. <https://doi.org/10.51594/ijarss.v6i4.1043>
- Jim, J. R., Hosain, M. T., Mridha, M. F., Kabir, M. M., & Shin, J. (2023). Toward trustworthy Metaverse: Advancements and challenges. *IEEE Access*, 11, 118318-118347. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3326258>
- Kari, T., & Kosa, M. (2023). Acceptance and use of virtual reality games: an extension of HMSAM. *Virtual Reality*, 27(3), 1585-1605. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00749-4>

- Kaur, G., Abhinav, P. A., & Pandey, K. (2021). Virtual Reality – The present, the past & the future. *International Journal for Technological Research in Engineering*, 8(5). <https://ijtre.com/wp-content/uploads/2021/09/2021080538.pdf>
- Lailatul Husniah, Firdaus Fannaani, Ali Sofyan Kholimi, and Andika Eko Kristanto (2019). Game Development To Introduce Indonesian Traditional Weapons Using MDA Framework. *Kinetik Game Technology Information System Computer Network Computing Electronics and Control*, 4(1), 27-36. <https://doi.org/10.22219/kinetik.v4i1.713>
- Latif, M. Z., & Utomo, R. G. (2024). Analysis of factors affecting the use of digital paylater transactions using the Hedonic-Motivation System Adoption Model (HMSAM). *International Journal on Information and Communication Technology (IJOICT)*, 10(1), 28-40. <https://doi.org/10.21108/ijoict.v10i1.896>
- Loureiro, S. M. C., Guerreiro, J., & Ali, F. (2020). 20 years of research on virtual reality and augmented reality in tourism context: A text-mining approach. *Tourism management*, 77, 104028. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2019.104028>
- Lowry, P. B., Kaskin, J. E., Twyman, N., & Hammer, B. (2013). Taking "Fun and Games" Seriously: Proposing the Hedonic-Motivation System Adoption Model (HMSAM). *Journal of the Association for Information Systems*, 14(11), 617-671. <https://doi.org/10.17705/1jais.00347>
- Mahmud, M. F., Aripin, M. A., Junaidi, N. H., & Hazirah, N. (2023). Perspectives of Malaysian academics on the preparation of fourth industrial revolution for construction technology program. *International Journal Evaluation & Research Education*, 12(1), 114-120. <http://doi.org/10.11591/ijere.v12i1.24092>
- Mat Amin, M., Wan Idris, W. M. R., Rahim, N., Mohd Sapri, N. S., Ismail, I., Wan Isa, W. M., & Mohamad, M. H. (2021). Exploring Virtual Reality Application in Tourism: VR Bukit Puteri. *The International Journal of Multimedia and Its Applications (IJMA)*, 13(6), 13-26. <https://doi.org/10.5121/ijma.2021.13602>
- Mayor, J., & López-Fernández, D. (2021). Scrum VR: virtual reality serious video game to learn scrum. *Applied Sciences*, 11(19), 9015. <https://doi.org/10.3390/app11199015>
- Md Zain, M., Baniyamin, N., Ibrahim, I., Rashid, M. M., Zakaria, K., & Mohd Mustafah, Y. (2024). Designing immersive narratives of Jugra heritage site for cultural edutainment using mixed reality. *Journal of ICT in Education*, 11(1), 81-95. <https://doi.org/10.37134/jictie.vol11.1.6.2024>
- Muhammad Hidzer, M. W. & Mohamad Yatim, M. H. (2024). Utilizing Hedonic-Motivation System Acceptance Model (HMASM) in Developing a Keris Virtual Reality Game. *The International journal of Multimedia & Its Applications*, 16(3), 15-28. <https://doi.org/10.5121/ijma.2024.16302>
- Mystakidis, S., Besharat, J., Papantzikos, G., Christopoulos, A., Stylios, C., Agorgianitis, S., & Tselentis, D. (2022). Design, development, and evaluation of a virtual reality serious game for school fire preparedness training. *Education Sciences*, 12(4), 281. <https://doi.org/10.3390/educsci12040281>
- Nkoro, E. C., Njoku, J. N., Nwakanma, C. I., Lee, J. M., & Kim, D. S. (2025). MetaWatch: Trends, challenges, and future of network intrusion detection in the Metaverse. *IEEE Internet of Things Journal*, 12(16), 32469-32492. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2025.3568477>
- Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M.D. (2019). Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twenty-first century skills. *Virtual Reality*, 23(2), 425–436. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0363-2>
- Peddie, J. (2023). 1996–1999 Graphics Controllers on PCs. In *The History of the GPU-Steps to Invention* (pp. 265-332). Cham: Springer International Publishing.
- Perri, D., Fortunelli, M., Simonetti, M., Magni, R., Carloni, J., & Gervasi, O. (2021). Rapid prototyping of virtual reality cognitive exercises in a tele-rehabilitation context. *Electronics*, 10(4), 457. <https://doi.org/10.3390/electronics10040457>
- Poux, F., Valembois, Q., Mattes, C., Kobbelt, L., & Billen, R. (2020). Initial user-centered design of a virtual reality heritage system: Applications for digital tourism. *Remote Sensing*, 12(16), 2583. <https://doi.org/10.3390/rs12162583>

Pratama, P., Efendi, A., Rahmawati, F., Sholihin, M., & Susanto, M. (2022, September). Tracking Javanese Cultural Heritage through Augmented Reality and its Implications in Indonesian Language for Foreign Speakers (BIPA) Learning. In *3rd Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, <https://doi.org/10.46254/AP03.20220482>.

Rahani, V. K., Vard, A., & Najafi, M. (2018). Claustrophobia game: Design and development of a new virtual reality game for treatment of claustrophobia. *Journal of Medical Signals and Sensors*, 8(4), 231. https://doi.org/10.4103/jmss.jmss_27_18

Rahaweman, S., Lumenta, A. S., & Rumagit, A. M. (2023). Augmented Reality Pengenalan Senjata Tradisional Indonesia Timur. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 12(1), 67-74. <https://doi.org/10.35793/jtek.v12i1.43851>

Rebenitsch, L. (2015). Managing cybersickness in virtual reality. *XRDS: Crossroads, The ACM Magazine for Students*, 22(1), 46–51. <https://doi.org/10.1145/2810054>

Roy, T. Sparra, H. J., Skripnikov, A., & Gilchrist, S. (2025). Fostering environmental responsibility with JellyBean: A Google Cardboard VR-based case study on cultivating awareness in middle and high school students about marine ecology and the impact of everyday pollutants. *Frontiers Virtual Reality*, 6, 1469409. <https://doi.org/10.3389/frvir.2025.1469409>

Statista Market Insights (2023, Disember). VR Headsets Malaysia. Statista. <https://fr.statista.com/outlook/cmo/consumer-electronics/gaming-equipment/vr-headsets/malaysia>

Tlili, A., Huang, R., Shehata, B., Liu, D., Zhao, J., Metwally, A. H. S., Wang, H., Denden, M., Bozkurt, A., Lee, L., Beyoglu, D., Altinay, F., Sharma, R. C., Altinay, Z., Li, Z., Liu, J., Ahmad, F., Hu, Y., Salha, S., . . . Burgos, D. (2022). Is Metaverse in education a blessing or a curse: a combined content and bibliometric analysis. *Smart Learning Environments*, 9(24), 1-31. <https://doi.org/10.1186/s40561-022-00205-x>

Wang, H., Ning, H., Lin, Y., Wang, W., Dhelim, S., Farha, F., ... & Daneshmand, M. (2023). A survey on the metaverse: The state-of-the-art, technologies, applications, and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 10(16), 14671-14688. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2023.3278329>

Wang, H., Ning, H., Lin, Y., Wang, W., Dhelim, S., Farha, F., Ding, J., & Daneshmand, M. (2023). A survey on the metaverse: the State-of-the-Art, technologies, applications, and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 10(16), 14671–14688. <https://doi.org/10.1109/jiot.2023.3278329>

Whitehouse, R. (2020, November). SEGA VR Revived: Emulating an unreleased genesis accessory. Video Game History Foundation. <https://gamehistory.org/segavr/>