

PEMBANGUNAN PLATFORM KOLABORATIF REALITI MAYA UNTUK PENDIDIKAN SAINS KOMPUTER DALAM ERA PENDIDIKAN 4.0

DANISH NABIL BIN MOHD NAZRI

TENGGU SITI MERIAM BINTI TENGGU WOOK

*Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi,
Selangor Darul Ehsan, Malaysia*

ABSTRAK

Dalam era moden teknologi pendidikan 4.0, terdapat keperluan mendesak untuk mengubahsuaikan pengajaran dan pembelajaran yang lebih dinamik, interaktif, dan mendalam, terutamanya dalam bidang Sains Komputer, yang sering memerlukan pemahaman terhadap konsep yang kompleks. Realiti Maya (RM) telah muncul sebagai alat inovatif yang boleh mengubah pendidikan dengan menawarkan pengalaman pembelajaran yang mendalam, visual, dan interaktif. Ia juga memberi peluang yang luas untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan pelajar dalam pendidikan Sains Komputer. Matlamat utama projek ini adalah untuk mereka cipta dan menggabungkan platform pembelajaran kolaboratif berdasarkan RM dalam pendidikan Sains Komputer dengan tujuan menyediakan platform yang membolehkan pelajar dan pendidik bekerjasama secara efektif dalam ruang maya. Selain itu, ia memberi peluang yang unik kepada pelajar untuk menjelajah konsep Sains Komputer secara lebih mendalam. Projek ini menggunakan metodologi pembangunan hibrid yang menggabungkan pendekatan model Air Terjun dan Agile untuk merancang dengan teliti dan membolehkan pelarasan sepanjang fasa projek, membolehkan penggunaan, pembangunan, penilaian dan penambahbaikan pembangunan platform pembelajaran berasaskan realiti dalam RM sains komputer dengan lebih mudah. Hasil yang dijangka termasuk pembangunan platform pembelajaran RM untuk subjek IT, yang merangkumi pelbagai sumber pembelajaran, modul latihan interaktif dan peluang kerjasama dalam ruang maya. Penggunaan RM dalam pendidikan sains komputer akan meningkatkan pemahaman, motivasi dan kerjasama pelajar sambil menyediakan alat pengajaran yang lebih dinamik. Ini juga meningkatkan proses kepada pembelajaran sains komputer.

Kata kunci: Era Pendidikan 4.0, Realiti Maya (RM), kolaboratif

PENGENALAN

Projek platform kolaboratif Realiti Maya (RM) untuk pendidikan sains komputer dalam era Pendidikan 4.0 menekankan kepentingan kolaborasi dalam pembelajaran. Walaupun teknologi RM telah memperkaya pembelajaran individu, elemen kolaboratif sering diabaikan, menghalang pembangunan kemahiran sosial dan penyelesaian masalah penting

dalam bidang komputer sains. Projek ini bertujuan mengatasi isu tersebut dengan membangunkan platform RM yang menggalakkan interaksi dan kerjasama pasukan, dilengkapi dengan alat komunikasi yang sesuai untuk pembelajaran berpasukan. Pengajar juga akan dilatih untuk memudahkan interaksi dalam persekitaran RM. Selain itu, projek ini akan memperkenalkan projek realiti maya sosial untuk menggalakkan kerjasama dan komunikasi. Penilaian pembelajaran akan menekankan aspek kolaboratif, memastikan pelajar lebih cekap dan bersedia menghadapi cabaran industri IT yang semakin kompleks

Pengintegrasian Teknologi Realiti Maya (RM) dalam pendidikan 4.0 menawarkan peluang unik dan juga menghadapi cabaran penting yang memerlukan perhatian. Walaupun RM menyediakan pengalaman pembelajaran yang mendalam, ia sering kekurangan dimensi kolaboratif, yang penting dalam pendidikan tradisional, terutama dalam bidang sains komputer di mana kerjasama dan kerja berpasukan sangat penting (Xi et al., 2022; Technologies, 2023). Cabaran utama adalah potensi pengasingan yang mungkin timbul dari pembelajaran tunggal dalam RM, yang dapat menghalang perkembangan kemahiran penting seperti komunikasi, kerja berpasukan, dan penyelesaian konflik.

Untuk mengatasi hal ini, pendidik dan institusi harus mencari cara untuk menciptakan kembali atau meningkatkan pengalaman kolaboratif dalam RM (Xi et al., 2022; Technologies, 2023). Projek ini bertujuan untuk mengatasi cabaran ini dengan menerapkan pendekatan inovatif yang mengintegrasikan elemen kolaboratif dalam pembelajaran RM. Ini meliputi pengembangan mekanisme untuk kerjasama realiti maya, interaksi antar teman sebaya, dan projek kelompok, memastikan bahawa siswa siap untuk menghadapi tantangan karier dalam industri IT. Projek ini diharapkan dapat menyumbang pada pengembangan pendidikan komputer yang komprehensif dengan menggabungkan teknologi imersif dengan keterampilan kerja kelompok dan kolaborasi (Xi et al., 2022; Technologies, 2023).

Dalam menganalisis perbandingan antara platform kolaboratif realiti maya seperti Engage VR, Rumiii, dan Chat VR, projek ini bertujuan mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan utama setiap platform. Realiti maya ini menawarkan alat kerjasama yang kaya termasuk papan putih maya, manipulasi objek 3D, dan sembang teks. Kelebihannya termasuk mod interaksi serba boleh seperti gerak isyarat tangan, arahan suara, dan arahan. Engage VR memperluas keunggulan dengan ciri penciptaan kandungan yang pelbagai, membolehkan pengguna mengimport dan mencipta model 3D serta menulis skrip kod. Namun, kelemahannya terletak pada integrasi terhadap kurikulum sains komputer di sekolah. Rumiii juga menawarkan alat kerjasama yang komprehensif dan pilihan penciptaan kandungan yang kreatif seperti Engage VR, tetapi menghadapi cabaran yang serupa dalam integrasi ke kurikulum sains komputer. Kekuatan Rumiii terletak pada fleksibiliti kreatif yang diberikan kepada pengguna semasa membangunkan eksperimen. Sementara itu, Chat VR menonjol dengan antara muka pengguna yang ringkas dan fokus pada perdagangan, komunikasi, dan kerjasama. Walau bagaimanapun, seperti dua platform lain, Chat VR juga menghadapi cabaran integrasi ke dalam kurikulum sains komputer dan peluang pengembangan yang terhad. Dalam kesimpulannya, dengan memahami dengan mendalam kelebihan dan kekurangan masing-masing platform ini, pemilihan platform yang sesuai untuk pembangunan

realiti maya kolaboratif dalam pendidikan sains komputer dapat dibuat dengan lebih tepat dan sesuai dengan keperluan pengguna.

Platform yang dibangunkan akan memberi tumpuan kepada meningkatkan kemahiran kolaboratif dalam bidang sains komputer. Objektif projek ini adalah untuk mengenal pasti ciri-ciri kolaboratif dalam pembelajaran sains komputer, mereka bentuk dan membangunkan platform yang mempunyai ciri-ciri kolaboratif untuk pelajar dan pengajar dan menguji penggunaan platform kolaboratif realiti maya dalam pembelajaran sains komputer.

Kesimpulannya, projek "Pembangunan Platform Kolaboratif Realiti Maya untuk Pendidikan Sains Komputer dalam Era Pendidikan 4.0" bertujuan untuk mengatasi cabaran dalam penggunaan teknologi realiti maya (RM) dalam pendidikan sains komputer. Platform ini dirancang khusus untuk mendukung kerja berpasukan dan interaksi kolaboratif di dalamnya. Dengan menggunakan bahasa Melayu sebagai bahasa utama, sistem ini menyediakan alat komunikasi seperti sembang suara, sembang teks, dan alat visual untuk komunikasi efektif di dalam persekitaran RM. Pelajar dan pendidik dilatih secara khusus dalam penggunaan teknologi RM untuk memaksimumkan pengalaman pembelajaran yang menarik dan kolaboratif, dengan penilaian yang memberi tumpuan kepada aspek kolaboratif. Projek ini juga mencipta projek realiti maya sosial untuk menggalakkan kerjasama, komunikasi, dan penyelesaian masalah kolaboratif, mempersiapkan pelajar dengan kemahiran sosial dan komunikasi yang penting dalam sains komputer.

METODOLOGI KAJIAN

Metodologi yang digunakan dalam Pembangunan Platform Kolaboratif Realiti Maya untuk Pendidikan Sains Komputer dalam Era Pendidikan 4.0 dalam Komputer Sains ialah pendekatan hibrid yang menggabungkan elemen dua metodologi utama: Air Terjun (atau model fasa) dan Agile Scrum (Nozariyah Yahya dan Sites Sarah Maidin, 2022). Pendekatan hibrid ini bertujuan untuk menggabungkan kelebihan kedua-dua kaedah ini dan menyesuaikan dengan keperluan dan ciri-ciri projek pendidikan ini.

Fasa kajian

Fasa ini penting untuk memahami dengan lebih mendalam keperluan dan matlamat projek, serta untuk menilai bagaimana teknologi realiti maya (RM) boleh diintegrasikan secara efektif dalam pendidikan sains komputer. Aktiviti melibatkan pengumpulan maklumat dari pelbagai sumber untuk menentukan pendekatan terbaik yang akan digunakan dalam pembangunan platform.

Fasa strategi

Di sini, langkah strategik digariskan untuk memastikan ciri platform RM yang akan dibangunkan dapat menyokong pendidikan sains komputer secara kolaboratif dengan berkesan. Ini termasuk mereka bentuk pendekatan bersepadu untuk menggunakan sepenuhnya teknologi RM dalam konteks pembelajaran berpasukan.

Fasa reka bentuk

Fasa ini melibatkan reka bentuk terperinci tentang bagaimana platform RM akan dikonseptualisasikan dan dibangunkan untuk memenuhi keperluan unik pendidikan sains komputer. Selain reka bentuk struktur maya 3D dan alat komunikasi, ini juga melibatkan penyediaan latihan khusus kepada guru untuk memaksimumkan penggunaan teknologi dalam pembelajaran berpasukan.

Fasa pembangunan

Peringkat pembangunan ini merupakan titik di mana idea dan rancangan dalam fasa sebelumnya menjadi kenyataan. Pembangunan sebenar platform RM dan alatan yang direka bentuk bermula, termasuk penyepaduan teknologi terkini untuk memastikan pematuhan dengan keperluan pengguna..

Fasa pelaksanaan

Fasa penting di mana platform RM diperkenalkan kepada pengguna untuk digunakan dalam konteks pembelajaran sebenar. Di sini, pengajar dan pelajar menerima latihan dan sokongan untuk memanfaatkan sepenuhnya potensi platform RM dalam pembelajaran sains komputer secara kolaboratif.

Fasa penyelenggaraan

Fasa berterusan yang memastikan platform RM berfungsi dengan lancar dan tanpa masalah teknikal. Sokongan teknikal diberikan kepada pengguna untuk memastikan pengalaman pembelajaran yang tak terganggu, sambil terus memantau dan menilai prestasi platform untuk penambahbaikan masa depan.

Kaedah untuk mengumpulkan data atau mendapatkan keperluan pengguna ialah melalui soal selidik. Soal selidik telah dijalankan dari 2 Disember 2023 hingga 10 Disember 2023, melibatkan 22 orang responden yang terdiri daripada pelajar sains komputer dan bukan sains komputer. Hasil soal selidik menunjukkan kesedaran dan penggunaan RM dalam pendidikan masih rendah, dengan platform VRChat menjadi yang paling popular untuk kegunaan pembelajaran. Satu lagi bahagian soal selidik menunjukkan bahawa alat interaksi maya, seperti komunikasi masa nyata, adalah aspek penting dalam pembelajaran kolaboratif dalam sains komputer. Tindak balas positif diperolehi berkenaan kepentingan kerjasama dan aktiviti dalam RM. Aplikasi RM yang menyediakan antara muka yang baik dan alatan kolaboratif seperti sembang, sistem perhimpunan maya turut diiktiraf sebagai faktor penting oleh responden. Akhir sekali, responden memberi respons positif terhadap penerimaan maklum balas atau penilaian dalam pembelajaran RM maya, menunjukkan potensi besar untuk penggunaan yang lebih meluas dalam pendidikan pada masa hadapan.

Kaedah yang sama juga digunakan untuk pengujian kebolehgunaan. Pengujian dijalankan di tempat pembangunan dan diawasi oleh pembangun kerana realiti maya bukan perkara umum di dalam kalangan pelajar. Ujian kebolehgunaan telah dijalankan pada 13 Jun 2024. Seramai 13 orang responden mengambil bahagian dalam menjawab borang soalan kajian

yang terdiri daripada pelajar Fakulti Sains Teknologi dan Maklumat UKM. Ujian ini dijalankan di bawah seliaan dengan mengambil ulasan yang dibuat oleh responden apabila mereka mencuba aplikasi platform. Ini kerana terdapat sebahagian daripada mereka yang masih tidak pernah menggunakan realiti maya dan perkakas seperti MetaQuest 2. Terdapat dua ujian kebolehgunaan akan digunakan iaitu pra ujian dan pasca ujian. Dalam borang soalan, terdapat lima bahagian responden perlu menjawab iaitu kegunaan & kebolehgunaan, reka bentuk visual, status & komitmen, emosi positif, niat untuk menggunakan semula, dan pendapat atau maklum balas sistem. Ujian ini bertujuan untuk mendapatkan pandangan dan maklum balas daripada responden juga mengenal pasti sebarang kekurangan Platform kolaboratif Realiti Maya (RM) untuk pendidikan sains komputer.

Praujian digunakan untuk menilai tahap pemahaman pelajar sebelum mereka menggunakan platform pembelajaran baru. Ini membantu menentukan asas pengetahuan pelajar terhadap topik yang akan diajar. Dengan membandingkan hasil praujian dan pasca ujian, kita dapat mengukur sejauh mana pelajar telah memahami dan menguasai konsep yang diajar melalui platform. Pasca ujian menunjukkan tahap pengetahuan dan kemahiran pelajar selepas sesi pembelajaran. Analisis hasil praujian dan pasca ujian membantu dalam menentukan keberkesanan platform atau kaedah pembelajaran yang digunakan. Peningkatan skor yang signifikan dari praujian ke pasca ujian menunjukkan bahawa kaedah tersebut berkesan.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Platform Kolaboratif Realiti Maya Untuk Pendidikan Sain Komputer Dalam Era Pendidikan 4.0 telah berjaya dibangunkan dan semua dokumentasinya telah dilengkapkan. Semasa proses pembangunan, platform ini dibangunkan menggunakan enjin permainan Unity 3D dengan bahasa pengaturcaraannya C# dan menggunakan visual code sebagai kod editor. Pangkalan data yang digunakan ialah pangkalan data awan masa nyata oleh Normcore. Normcore bertujuan untuk membolehkan pengguna dari pelbagai platform untuk menyertai ruang kerjasama yang sama, merentas peranti. Fokus utama Normcore adalah mengoptimumkan komunikasi dalam masa nyata, memastikan interaksi dalam ruang maya adalah lancar dan konsisten, yang penting untuk aktiviti seperti perbualan kumpulan, projek bersama, dan sesi latihan interaksi. Blender, Adobe Photoshop dan Illustrator digunakan untuk mereka antara muka, elemen multimedia dan elemen 3D.

Apabila memasuki platform, pengguna akan disambut dengan skrin muka utama dalam Rajah 1. Terdapat 4 pilihan iaitu mulakan simulasi, pelajar, pengajar dan keluar. Butang mulakan simulasi adalah pengguna akan menyertai terus bilik kolaboratif seperti di dalam rajah 2. Butang pelajar akan keluar halaman antara muka pelajar seperti rajah 3 yang mempunyai butang bilik untuk menyertai bilik kolaboratif dan kembali ke antara muka utama. Manakala butang pengajar akan keluar antara muka seperti rajah 4 dan mempunyai butang sama seperti antara muka pelajar tetapi mempunyai butang penilaian kolaboratif untuk menilai pembelajaran di dalam rajah 5. Butang keluar untuk pengguna keluar daripada

platform tersebut.



Rajah 1 Antara Muka Utama

Apabila pengguna telah memasuki bilik kolaboratif di dalam rajah 2. Pengguna akan muncul dan akan bertemu pengguna lain di dalam bilik kolaboratif. Pengguna boleh berkomunikasi dengan pengguna lain dengan sistem komunikasi yang sedia ada. Bilik kolaboratif mempunyai 4 alat kolaboratif alat papan putih, alat kod pengaturcaraan, alat pembentangan dan video kolaboratif.



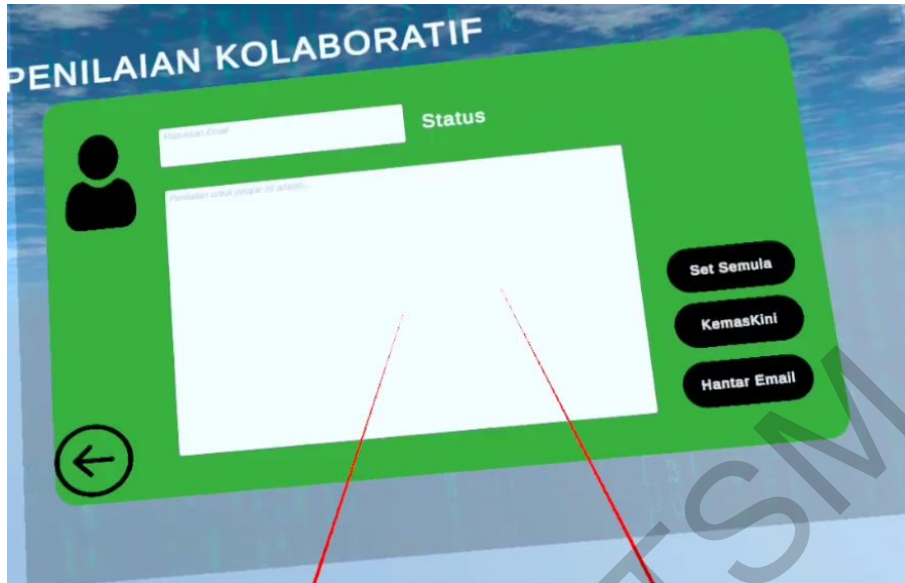
Rajah 2 Bilik Kolaboratif



Rajah 3 Antara Muka Pelajar

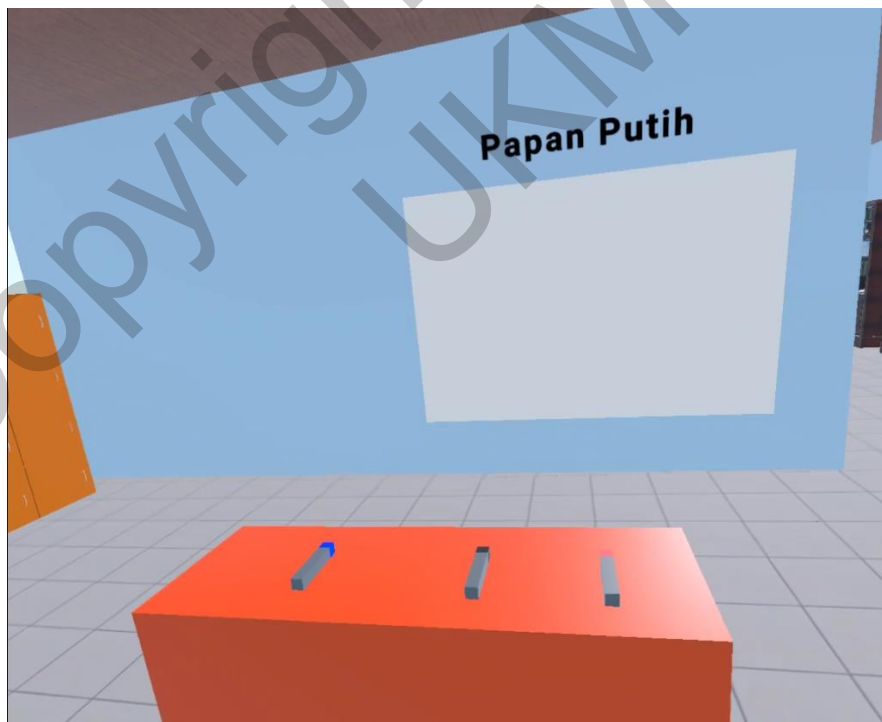


Rajah 4 Antara Muka Pengajar



Rajah 5 Antara muka penilaian kolaboratif

Rajah 5 menunjukkan pengajar boleh menilai pembelajaran kolaboratif pelajar setelah memasuki bilik kolaboratif. Pengajar perlu memasuki e-mel pelajar dan deskripsi penilaian. Pengguna boleh menekan butang semula sekiranya ingin mengisi penilaian baru. Pengguna perlu mengemaskini data penilaian dan akan menekan butang e-mel menghantar ke e-mel pelajar. Pelajar akan mendapat e-mel daripada sistem tersebut.



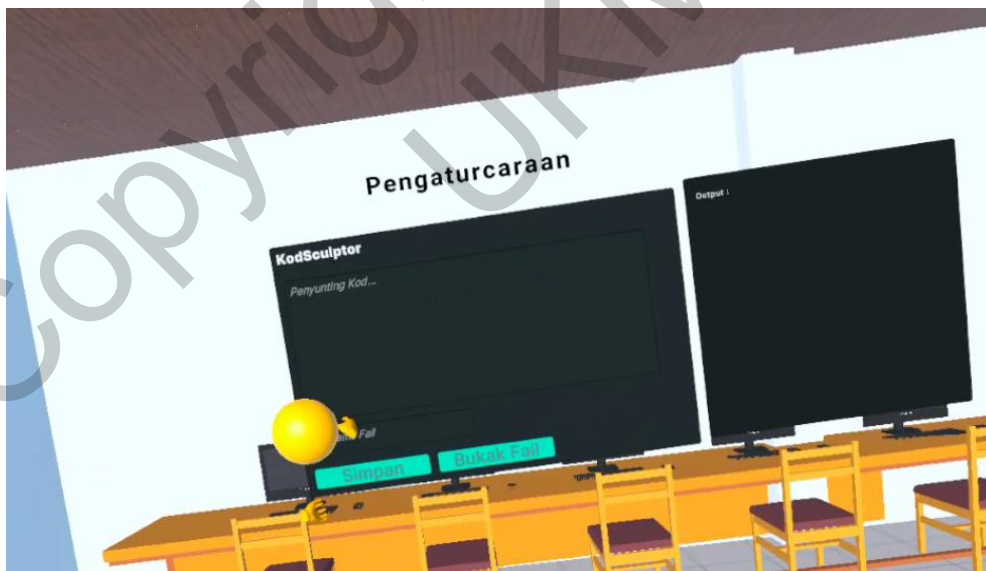
Rajah 6 Alat Kolaboratif Papan Putih

Rajah 6 menunjukkan penggunaan alat kolaboratif papan putih di mana pengguna boleh menggunakan penanda yang telah di sedia berwarna merah, biru dan hitam. Pengguna hanya menekan butang di pengawal realiti maya untuk memegang dan melukis di papan putih.



Rajah 7 Alat Kolaboratif Pembentangan

Pembentangan di dalam rajah 7 digunakan untuk pengguna membentangkan hasil reka bentuk, model atau poster untuk menerangkan konsep yang kompleks dalam pendidikan sains komputer. Pengguna hanya perlu menekan butang fail untuk memuat naik gambar yang ada di dalam peranti.



Rajah 8 Alat Kolaboratif Kod Pengaturcaraan

Kod editor di dalam bilik kolaboratif yang ditunjukkan di dalam rajah 8 untuk melatih pelajar bekerjasama untuk membuat pengaturcaraan. Pengguna hanya perlu mengisi di dalam ruang input yang disediakan. Setiap tulisan menunjukkan , bahasa pengaturcaraan yang telah disediakan dalam pengaturcaraan akan berwarna biru. Manakala untuk komen pengaturcaraan menjadi warna hijau. “Sting” dalam pengaturcaraan menjadi warna merah memudahkan pelajar untuk memahami konsep pengaturcaraan. Pengguna juga boleh membukak fail kod untuk menulis bersama-bersama dengan pengguna lain dan perlu menulis nama fail lalu menekan butang simpan fail.



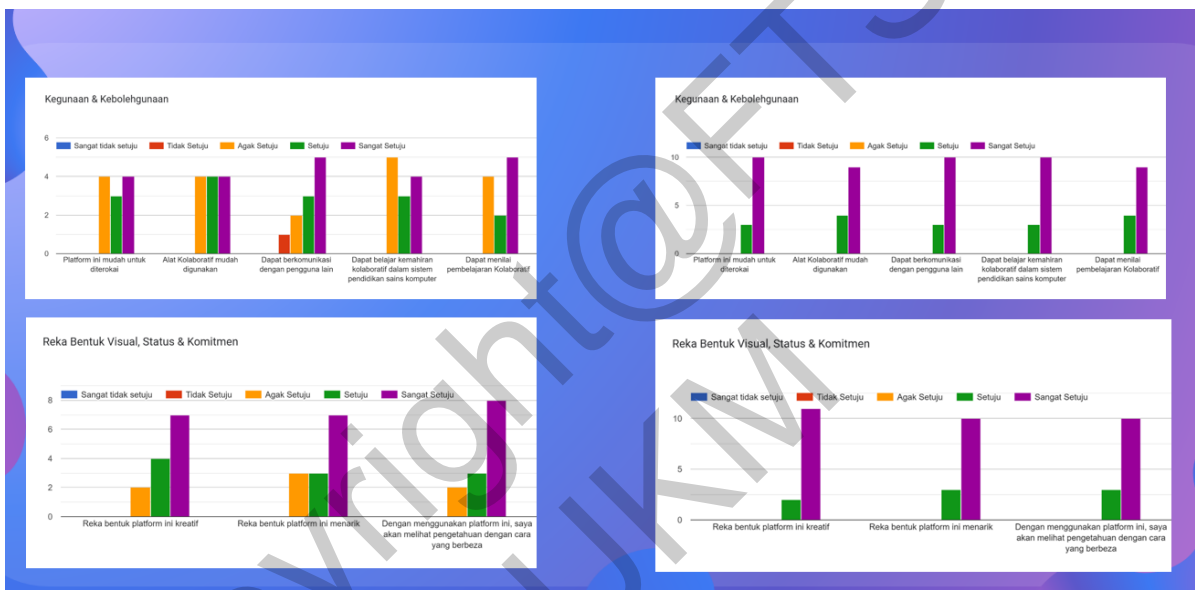
Rajah 9 Alat Kolaboratif Video

Dalam rajah 9, pengguna boleh menggunakan video untuk kolaboratif seperti langkah untuk menyediakan model atau konsep yang kompleks dalam sains komputer. Pengguna hanya perlu menekan butang bukap video untuk memuat naik video yang ada dalam peranti. Pengguna boleh menggunakan butang yang telah disedia untuk memulakan video atau berhenti video untuk mendalami dengan jelas.

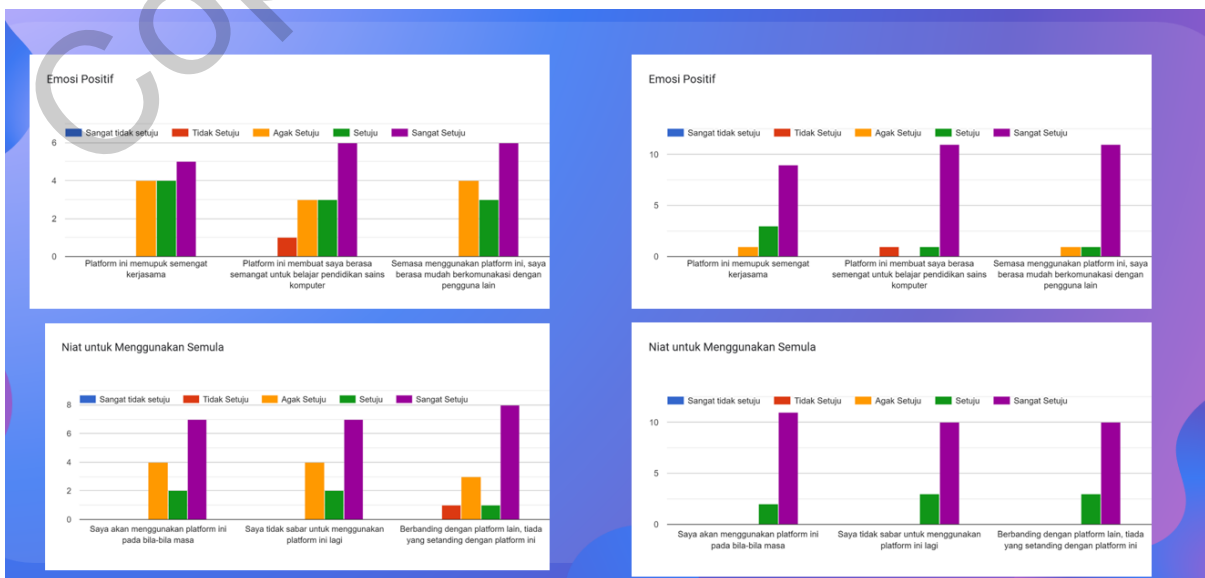
Pengujian Kebolehgunaan

Pengujian kebolehgunaan ialah satu proses yang melibatkan pengujian akhir yang dilaksanakan oleh wakil pengguna dan pihak berkepentingan untuk memastikan platform yang dibangunkan mampu menyediakan fungsi yang diperlukan sebelum ia dikeluarkan kepada umum. Tujuan pengujian kebolehgunaan adalah untuk menilai kebolehgunaan sistem, mengumpul data kuantitatif, dan menilai kepuasan pengguna.

Pengujian ini dihasilkan menggunakan praujian dan panca ujian. Daripada rajah 10 dan 11 menunjukkan peningkatan yang positif daripada 4 bahagian kegunaan & kebolehgunaan, reka bentuk visual, status & komitmen, emosi positif dan niat untuk menggunakan semula. Keseluruhan mempunyai skor yang tinggi di mana penguji sangat bersetuju dengan setiap kenyataan di dalam ujian tersebut



Rajah 10 Hasil Ujian Kebolehgunaan



Rajah 11 Hasil Ujian Kebolehgunaan

Jadual 1 Hasil Ujian Kebolegunaan Maklum Balas

No	Item	Pendapat Responden
1.	Pada pendapat anda ciri yang manakah membantu anda semasa simulasi kolaboratif untuk pendidikan sains komputer? Nyatakan Alasan Anda.	<ul style="list-style-type: none"> • Simulasi dan Animasi • Alat Kolaboratif Pengaturcaraan • Perkongsian halaman pengaturcaraan • Alat kolaboratif. Dapat menarik minat pengguna. • Pembentangan dan papan putih. Merasa seperti berada di kelas fizikal. • alat kolaboratif pengaturcaraan sangat membantu • video pembentangan • Bahagian video kerana Sains komputer sering melibatkan konsep-konsep abstrak seperti algoritma, struktur data, dan operasi logik. Video boleh memvisualisasikan konsep-konsep ini dengan cara yang lebih mudah difahami melalui animasi dan demonstrasi langsung.
2.	Jika anda boleh, bagaimanakah anda menambak baik platform kolaboratif dalam realiti maya?	<ul style="list-style-type: none"> • Penyesuaian Avatar dan Ruang • penyesuaian avatar • ruang penyesuaian avatar

Pendapat atau maklum balas adalah bahagian terakhir dalam soalan tinjauan ini. Bahagian ini meninjau pendapat responden tentang platform kolaboratif ini. Jadual 1 menunjukkan hasil analisis soalan terbuka platform menunjukkan terdapat banyak pendapat ciri membantu simulasi kolaboratif dalam pendidikan sains komputer. Kebanyakan mereka memilih ciri alat kolaboratif pengaturcaraan. Soalan 2 tentang 'Jika anda boleh, bagaimanakah anda menambak baik platform kolaboratif dalam realiti maya?' mempunyai pendapat sama iaitu tentang penyesuaian avatar dan ruang. Penyesuaian avatar menjadi salah satu ciri yang ditunggu oleh responden disebabkan pendapat mereka bahawa dengan avatar yang lebih disesuaikan, mereka dapat merasa lebih terhubung dan terlibat dalam pengalaman kolaboratif. Penyesuaian ruang juga penting bagi responden, kerana mereka percaya bahawa dengan ruang yang lebih disesuaikan, pengalaman kolaboratif dapat menjadi lebih intuitif dan efektif.

Cadangan Penambahbaikan

Cadangan tambahan untuk menambak baik platform termasuk penyesuaian avatar dan ruang untuk meningkatkan pengalaman pengguna dengan menawarkan lebih fleksibiliti dalam penampilan dan persekitaran maya. Selain itu, penambahbaikan diperlukan dalam alat kolaboratif dengan pengenalan papan putih interaksi dan alat pengaturcaraan kolaboratif untuk meningkatkan produktiviti dan impak pembelajaran. Kestabilan sistem perlu dipertingkatkan melalui peningkatan prestasi dan ujian yang ketat untuk memastikan

pengalaman pengguna yang lancar. Modul latihan yang komprehensif juga penting untuk membimbing pengguna dalam menggunakan platform dengan berkesan. Akhir sekali, untuk meningkatkan kebolehcapaian, adalah disyorkan untuk membangunkan versi platform yang boleh diakses melalui pelbagai peranti, termasuk yang lebih mudah diperolehi tanpa peralatan RM yang mahal. Langkah ini akan menjadikan pendidikan sains komputer dan boleh diakses oleh semua kumpulan.

KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, platform ini telah berjaya dibangunkan dengan menggunakan data yang telah dikaji dan diperolehi. Objektif kajian dan keperluan yang telah ditetapkan sebelum ini telah berjaya dicapai. Walaupun terdapat beberapa halangan, ia berjaya diatasi menggunakan pelbagai cara. Diharapkan platform ini dijadikan titik kajian untuk kajian lain pada masa hadapan.

Kekuatan Sistem

Sistem mempunyai beberapa kekuatan yang ketara. Pertama, sistem ini boleh disesuaikan, bermakna ia menawarkan pelbagai kegunaan dan konfigurasi yang fleksibel. Ini membolehkan pengguna menyesuaikan sistem mengikut keperluan dan pilihan mereka. Kedua, sistem ini direka bentuk dengan antara muka mesra pengguna, yang ringkas dan mudah digunakan. Ini memudahkan pengguna mengakses dan berinteraksi dengan sistem tanpa memerlukan banyak latihan atau pengetahuan teknikal yang mendalam. Di samping itu, sistem ini kaya dengan alat kerjasama yang sangat berguna dalam konteks pendidikan. Alat seperti papan putih, manipulasi objek 3D dan sembang teks meningkatkan pengalaman pembelajaran kolaboratif, membolehkan pelajar dan pendidik berinteraksi dan bekerjasama dalam ruang maya.

Kelemahan Sistem

Kebolehan untuk menyambung pengguna di peranti realiti maya yang berbeza telah membawa kepada kekangan platform ini, iaitu ia bergantung kepada talian Internet. Dari segi pembangunan pula, terdapat beberapa kelemahan seperti kekurangan pakar Realiti maya untuk memberi tunjuk ajar semasa pembangunan realiti maya. Akhir sekali, integrasi pangkalan data masa nyata ke dalam platform ini menimbulkan masalah teknikal. Fungsi ini penting untuk memastikan pengguna berhubung dengan pengguna lain. Namun, semua kekangan yang dinyatakan telah dapat diatasi.

PENGHARGAAN

Penulis kajian ini ingin ucapkan setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan terima kasih kepada Prof. Madya Dr. Tengku Siti Meriam Tengku Wook, penyelia penulis kajian ini yang telah memberi tunjuk ajar serta bimbingan untuk menyiapkan projek ini dengan jayanya.

Penulis kajian ini juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu secara langsung mahupun tidak langsung dalam menyempurnakan projek ini. Segala bantuan yang telah dihulurkan amatlah dihargai kerana tanpa bantuan mereka, projek ini tidak dapat dilaksanakan dengan baik. Semoga tuhan merahmati dan memberikan balasan yang terbaik.

RUJUKAN

- Benbelkacem, S., Zenati-Henda, N., Aouam, D., Izountar, Y. & Otmame, S. 2020. MVC-3DC: Software architecture model for designing collaborative augmented reality and virtual reality systems. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences* 32(4): 433–446.
- Jaehnig, J. 2022. A Hands-On Review Of ENGAGE | ARPost. <https://arpost.co/2021/03/29/a-hands-on-review-of-engage/>.
- Marougkas, A., Troussas, C., Krouska, A. & Sgouropoulou, C. 2023. Virtual Reality in Education: A Review of Learning Theories, Approaches and Methodologies for the Last Decade. *Electronics* 12(13): 2832
- Mohd Naw, M.Z. 2020. Transformasi Pengajaran dan Pembelajaran Multimedia dalam Pendidikan Islam: Satu Perbincangan. *Journal of ICT In Education* 7(2): 14–26.
- Norzariyah Yahya, & Siti Sarah Maidin (2022).
The Waterfall Model with Agile Scrum as the Hybrid Agile Model for the Software Engineering
- Roth, E. 2023. AltspaceVR is shutting down as Microsoft's mixed reality division shrinks. <https://www.theverge.com/2023/1/21/23565188/altspace-vr-shutting-down-microsoft-layoffs>.
- Sam Kavanagh, Andrew Luxton-Reilly, Buckhard Wuesche & Beryl Plimmer. 2017. A systematic review of Virtual Reality in education.
- Technologies, E. 2023. What are the current challenges and limitations of RM technology and content for education? <https://www.linkedin.com/advice/3/what-current-challenges-limitations-RM-technology>.
- Team, X.T. 2022. Rumii Review: Training For The Modern Age. <https://www.xrtoday.com/virtual-reality/rumii-review-training-for-the-modern-age/>.
- van der Meer, N., van der Werf, V., Brinkman, W.-P. & Specht, M. 2023. Virtual reality and collaborative learning: a systematic literature review. *Frontiers in Virtual Reality* 4.

Xi, N., Chen, J., Gama, F., Riar, M. & Hamari, J. 2022. The challenges of entering the metaverse: An experiment on the effect of extended reality on workload. *Information Systems Frontiers*

Danish Nabil bin Mohd Nazri (A189016)
Prof. Madya Dr. Tengku Siti Meriam Tengku Wook
Fakulti Teknologi & Sains Maklumat
Universiti Kebangsaan Malaysia

Copyright@FTSM
UKM