



**PERSEPSI DAN PENERIMAAN PELAJAR MATRIKULASI
TERHADAP *METaverse* BAGI SUBJEK KIMIA**

**[PERCEPTIONS AND ACCEPTANCE OF MATRICULATION
STUDENTS TOWARDS *METaverse* FOR CHEMISTRY]**

KHADIJAH ABDULLAH¹ & HELMI NORMAN¹

^{1*} Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, MALAYSIA.
E-Mail: p125445@siswa.ukm.edu.my

Correspondent Email: p125445@siswa.ukm.edu.my

Received: 21 June 2024

Accepted: 15 July 2024

Published: 5 August 2024

Abstrak: Kemajuan teknologi *metaverse* telah membawa kepada transformasi revolusi dalam pendidikan. Kemunculan teknologi baru berasaskan *metaverse* ini telah menarik perhatian pendidik untuk mengaplikasikannya melalui pembelajaran secara maya yang lebih interaktif. Namun begitu, pembelajaran secara maya berasaskan teknologi *metaverse* ini masih diperingkat awal dan ianya sesuatu yang baru bagi pelajar. Pengajaran dan pembelajaran kimia yang merupakan subjek teras dalam kurikulum matrikulasi masih menggunakan kaedah tradisional. Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk mengetahui dan meneroka faktor-faktor penerimaan pelajar matrikulasi terhadap *metaverse* bagi subjek Kimia. Instrumen soal selidik berskala likert yang digunakan adalah adaptasi dari kajian Wang & Shin (2022) merangkumi lapan konstruk telah diedarkan kepada pelajar. Kajian ini adalah kajian tinjauan berbentuk kuantitatif telah dijalankan ke atas 114 orang pelajar sains Kolej Matrikulasi Kelantan. Analisis dapatan kajian menggunakan perisian SPSS versi 29.0 untuk mendapatkan min bagi setiap item yang terlibat. Dapatan kajian menunjukkan faktor-faktor yang berada pada tahap yang tinggi adalah *personalized learning* (M=4.42, SD=.622), *situational teaching* (M=4.56, SD=.582), *perceived usefulness* (M=4.50, SD=.635), *perceived ease of use* (M=4.46, SD=.616), *social needs* (M=3.77, SD=.779) dan *social influence* (M=3.77, SD=.779), manakala faktor *technical maturity* (M=3.06, SD=.502) dan *perceived privacy risk* (M=3.07, SD=1.299) berada pada tahap sederhana. Secara keseluruhan, hasil kajian menunjukkan persepsi pelajar terhadap *metaverse* bagi subjek Kimia adalah tinggi. Oleh yang demikian, hasil kajian ini boleh dijadikan sebagai rujukan kepada pendidik untuk dimanfaatkan dengan potensi teknologi *metaverse* bagi meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran.

Kata kunci: *metaverse*, persepsi, kimia, pembelajaran secara maya, interaktif

Abstract: The advancement of metaverse technology has led to a revolutionary transformation in education. The emergence of this new technology based on metaverse has attracted the attention of educators who want to apply it through more interactive virtual learning. Nevertheless, this virtual learning based on technology is still early and new for students. The teaching and learning of chemistry which is a core subject in the matriculation curriculum still uses traditional methods. Therefore, this study is conducted to find out and explore the factors of admission of matriculation students to metaverse for chemistry subjects. The Likert scale survey instrument used is an adaptation the study of Wang &

Shin (2022) covering eight constructs that have been distributed to students. The study is a quantitative survey that has been conducted on 114 students of the Science College of Kelantan Matriculation. Analysis of study findings using SPSS software version 29.0 to get min for each item involved. The results of the study show that the factors at the highest level are personalized learning ($M=4.42$, $SD=.622$), situational teaching ($M=4.56$, $SD=.582$), perceived usefulness ($M=4.50$, $SD=.635$), perceived ease of use ($M=4.46$, $SD=.616$), social needs ($M=3.77$, $SD=.377$), and social influence ($M=3.777$, $SD=.779$), while the factors technical maturity ($M=3.06$, $SD=.502$) and perceived privacy risk ($M=3.07$, $SD=.299$) are at the lowest stage. Overall, the results of the study show that students' perception of metaverse for chemistry subjects is high. Thus, the results of this study can be used as a reference for educators to explore the potential of metaverse technology to improve the quality of teaching and learning.

Keywords: metaverse, perception, chemistry, virtual learning, interactive

Cite This Article:

Khadijah Abdullah & Helmi Norman. 2024. Persepsi dan Penerimaan Pelajar Matrikulasi Terhadap Metaverse bagi Subjek Kimia [Perceptions and Acceptance of Matriculation Students Towards Metaverse for Chemistry]. *International Journal of Contemporary Education, Religious Studies and Humanities (JCERAH)*, 4(3), 1-21.

PENGENALAN

Kebelakangan ini, bidang pendidikan telah menyaksikan transformasi pembelajaran secara maya yang ketara melalui peningkatan teknologi inovatif terkini (Al-Adhwan *et al.*, 2024). Pembelajaran secara maya adalah satu pendekatan yang memanfaatkan Teknologi Maklumat dan Komunikasi (ICT) telah menjadi signifikan untuk meningkatkan kualiti, kecekapan dan keberkesanan pendidikan. Perkembangan ini selari dengan Revolusi Industri 5.0 yang menekankan integrasi teknologi inovatif seperti *artificial intelligence*, *virtual reality*(VR), *mixed reality*(MR), *augmented reality*(AR), *big data*, *Internet of Things*(IoT), *computing technology*, *communication technology*, *blockchain* dan *Digital Twins* yang juga merupakan komponen utama satu inovasi teknologi terbaru yang akan memberikan impak dalam pendidikan iaitu *Metaverse* (Diaz *et al.*, 2020; Allam *et al.*, 2022; Geping *et al.*, 2022; Jiaxin Liu, 2022; S. Mystakidis, 2022; Cheng *et al.*, 2022). *Metaverse* adalah konsep dunia maya 3D menyerupai dunia nyata yang bersifat *immersif* menggabungkan elemen-elemen digital seperti *virtual reality* (VR) dan *augmented reality* (AR) dan *artificial intelligence* (AI) membolehkan pengguna melakukan pelbagai aktiviti seperti berinteraksi atau berkolaborasi dengan pengguna lain dalam persekitaran maya yang interaktif menggunakan *avatar* yang diciptakan disamping keupayaan mempelbagaikan kandungan, mengurangkan kos, meningkatkan kecekapan dan kualiti (Kaya *et al.*, 2023; Wu & Gao, 2022; Diaz *et al.*, 2020; Sim *et al.*, 2024).

Metaverse dalam pendidikan menjadi satu pelantar pembelajaran interaktif, memberikan pengalaman pembelajaran yang dipersonalisasikan, memudahkan kerjasama secara global dimana perkongsian pengetahuan antara pendidik dan pelajar dari lokasi yang berbeza untuk berkongsi idea serta mempunyai potensi yang besar untuk mengubah cara pengajaran dan pembelajaran mengikut arus perkembangan teknologi kini (Zhang *et al.*, 2022). Pembangunan teknologi inovatif *Metaverse* dalam pendidikan mampu mewujudkan lebih banyak pembelajaran secara atas talian dalam pelbagai subjek yang akan memberikan manfaat

kepada pelajar dan pengajar. Sebagai contoh, *Metaverse magic* yang diaplikasikan untuk subjek bahasa Inggeris di Yogyakarta, Indonesia (Hatmanto *et al.*, 2023). Selain itu, *Meta-STEM* iaitu aplikasi menggunakan teknologi *Metaverse* bagi *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Rachmadtullah *et al.*, 2023). Kajian Amirbekova *et al* (2023) menunjukkan bahawa pengajaran kimia dalam *Metaverse* dengan integrasi teknologi VR/AR telah meningkatkan prestasi keseluruhan, memudahkan asimilasi pengetahuan teori dan kemahiran praktikal, *self-actualization*, kemahiran pengurusan diri dan penglibatan aktif melalui komunikasi antara pelajar yang lebih tinggi berbanding kaedah konvensional dan berasaskan video. Begitu juga kajian Rahman *et. al* (2024) telah memanfaatkan teknologi *metaverse* dengan menghasilkan *Virtual Chemistry Classroom for Chemical Bonding*(VC3B) menunjukkan prestasi pelajar lebih baik berbanding kaedah konvensional.

Subjek kimia di matrikulasi terbahagi kepada kimia fizikal dan organik. Pelajar akan mempelajari konsep dan prinsip asas pada semester 1 dan akan dikembangkan dengan lebih mendalam pada semester 2. Aktiviti pengajaran dan pembelajaran sedia ada menggunakan bahan pengajaran dalam bentuk *powerpoint* yang interaktif dengan grafik dalam bentuk 2D sahaja. Perkembangan inovasi teknologi seperti *virtual reality* dan *augmented reality* dilihat dapat menjadikan medium pengajaran dan pembelajaran menjadi lebih interaktif untuk menarik minat pelajar terhadap subjek kimia. Kini, pengintegrasian beberapa teknologi telah menghasilkan satu inovasi baru yang boleh diaplikasikan bagi subjek kimia iaitu *metaverse*. Pengaplikasian teknologi *Metaverse* bagi subjek kimia boleh memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif, imersif, kolaboratif dan menyeronokkan dengan kelebihan *metaverse* yang inovatif berbanding kaedah konvensional.

Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk mengetahui persepsi dan mengenalpasti faktor-faktor penerimaan pelajar terhadap teknologi *Metaverse* bagi subjek kimia. Faktor-faktor yang mempengaruhi penerimaan pelajar merangkumi tujuh konstruk iaitu *personalized learning, situational teaching, perceived usefulness, perceived ease of use, social needs, social influence, technical maturity* dan *perceived privacy risk*. Melalui kajian ini, pengajaran dan pembelajaran dapat dipertimbangkan sebagai alternatif baru untuk mempelbagaikan medium pengajaran yang berasaskan teknologi.

KAJIAN LITERATUR

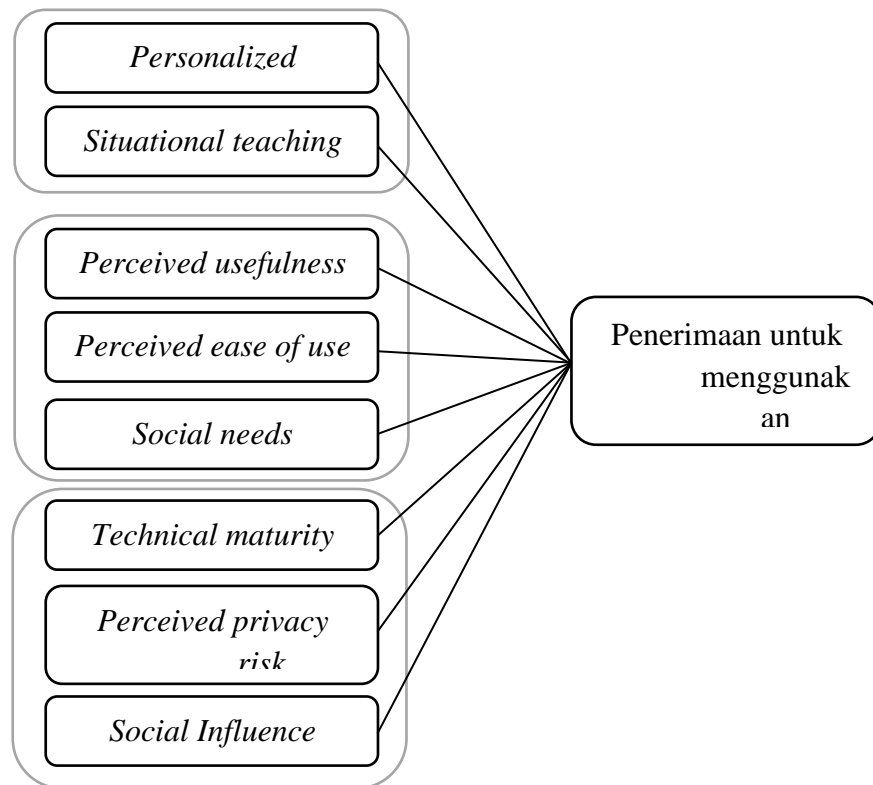
Sejak Mark Zuckerberg iaitu CEO Meta mengumumkan projek *Metaverse* pada tahun 2021, ianya telah menarik perhatian pelbagai pihak terhadap keupayaan aplikasi *metaverse* dalam semua bidang termasuklah pendidikan. Dalam bidang pendidikan, *Metaverse* telah menawarkan keupayaan untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang inovatif dan meneroka pendekatan pendidikan baru (Tlili *et al.* 2022; Di Natale *et al.*, 2024). Zhang *et al.* (2022) mendapati pendidikan berasaskan *Metaverse* mempunyai tahap kebebasan yang tinggi dan sekatan yang rendah dari segi masa dan ruang berbanding pembelajaran sendiri. Selain itu, pembelajaran jarak jauh berasaskan *metaverse* ini dilengkapi dengan penggunaan *avatar* sebagai identiti maya, memberikan pengalaman *immersif*, boleh dicipta dan mudah akses, keupayaan berinteraksi yang tinggi dan penilaian pengajaran yang menyeluruh. Aspek *immersif metaverse* ini telah menawarkan pelajar satu pendidikan yang dinamik dan inovatif menyokong

pembelajaran autonomi dan kolaboratif dengan akses kepada pelbagai bahan pengajaran dan pembelajaran seterusnya menarik minat pelajar (Muthmainnah *et al.*, 2023; Al-Adwan *et al.*, 2024). Ianya juga dapat meningkatkan isi kandungan bervisualisasi bahan pembelajaran yang lebih efisien (Lin *et al.*, 2022). Media pembelajaran yang berasaskan *metaverse* ini berpotensi sebagai trend pendidikan masa depan yang membawa revolusi penting dalam industri pendidikan (Al-Adwan *et al.*, 2023b).

Konsep *metaverse* ini sesuai untuk diaplikasikan sebagai medium pengajaran dan pembelajaran bagi subjek sains. Ini adalah kerana aktiviti pengajaran bagi subjek sains memerlukan situasi sebenar dalam pembelajaran melalui pengalaman kepada pelajar berbanding subjek lain. Oleh itu, *metaverse* memberikan impak yang besar kepada pengajaran bagi subjek sains iaitu: mencipta persekitaran pengajaran dan pembelajaran secara maya untuk menyediakan bahan pengajaran kepada guru dan pelajar; mengubah kaedah pengajaran dengan aktiviti pengajaran baru untuk meningkatkan gaya pengajaran dan inovasi interaksi dalam pengajaran dengan kaedah interaktif terkini (Jiaxin Liu, 2022). Menurut Ren *et al* (2022), inovasi konsep *metaverse* adalah satu pemikiran baru yang berpotensi menggunakan teknologi *metaverse* sebagai alat untuk mencipta persekitaran pengajaran secara atas talian.

Namun begitu, kajian terhadap penerimaan *metaverse* dalam pendidikan masih di peringkat awal dan hanya tertumpu kepada aplikasi dalam bidang tertentu sahaja (Al-Adhwan *et al.*, 2023). Teknologi *metaverse* mempunyai potensi meningkatkan kesan pengalaman pembelajaran secara atas talian tetapi pembangunan dan pelaksanaan dalam pendidikan berasaskan *metaverse* masih lagi baru. Kajian Amirbekova *et al* (2024) menunjukkan pembelajaran menggunakan *virtual reality* dan *augmented reality* lebih efektif berbanding pembelajaran kimia secara tradisional. Selain itu, kebimbangan terhadap tahap kebebasan yang tinggi atau tiada *privasi* kerana *metaverse* mengumpul dan memproses sejumlah besar data peribadi. Ia adalah isu penting bahawa *privasi* dan keselamatan pengguna sama ada internet 2D atau secara virtual 3D (Kye *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2022). Interaksi dalam *metaverse* menjadi kurang sah kerana pengguna akan menggunakan versi yang ideal sebagai identiti diri. Pengguna mungkin tertipu dengan identiti sebenar dan identiti virtual (Kye *et al.*, 2021; Xi *et al.*, 2022). Tambahan lagi, *Metaverse* merupakan teknologi yang baru berkembang dan komponen teknologi belum matang sepenuhnya. Akses terhadap kepada internet berkelajuan tinggi dan keperluan seperti alat komputer dengan spesifikasi yang sesuai penting untuk terus menggunakan *metaverse* yang akan mempengaruhi faktor penerimaan pelajar terhadap teknologi *metaverse*. Pengguna perlu mengambil kira beberapa aspek seperti untuk memenuhi keperluan akses secara percuma, kesetiaan tinggi untuk menggunakannya, visualisasi, *immersif* dan interaksi multi-sensor *metaverse* (Zhang *et al.*, 2022).

KERANGKA KONSEP



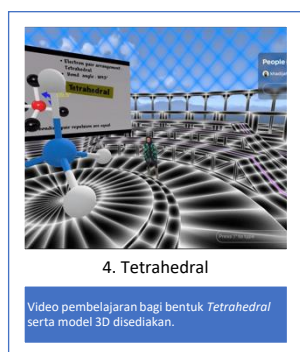
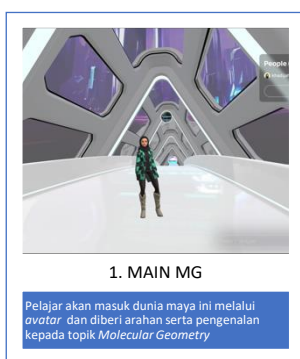
Rajah 1 Model Kerangka Konsep bagi faktor yang mempengaruhi penerimaan pelajar terhadap *metaverse*

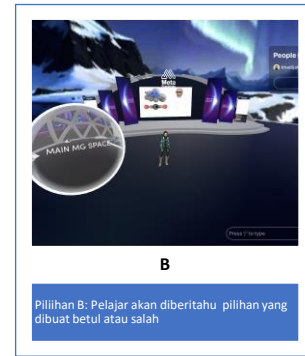
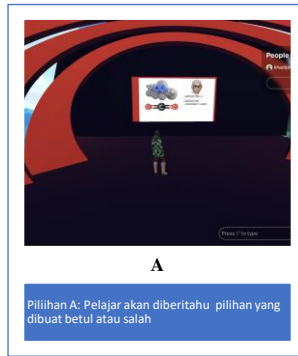
METODOLOGI

Kajian ini berbentuk tinjauan yang menggunakan data kuantitatif dan soal selidik yang diedarkan dalam bentuk *google forms* berskala likert sebagai instrumen kajian. Pemilihan responden dilakukan secara rawak mudah di Kolej Matrikulasi Kelantan seramai 114 orang. Responden terdiri daripada tiga modul iaitu Modul 1, Modul 2 dan Modul 3. Ketiga-tiga modul ini adalah aliran sains. Modul 1 adalah responden yang mengambil semua subjek sains. Modul 2 adalah pelajar yang tidak mengambil subjek biologi dan Modul 3 adalah pelajar yang tidak mengambil subjek fizik. Dapatan yang diperolehi di dalam kajian ini dianalisis menggunakan perisian SPSS versi 29.0 untuk mendapatkan min bagi setiap item yang terlibat. Soal selidik terbahagi kepada dua bahagian. Bahagian A adalah maklumat demografi responden manakala bahagian B mengandungi tujuh konstruk dengan 34 item soalan berkaitan faktor-faktor yang mempengaruhi penerimaan pelajar terhadap *metaverse*.

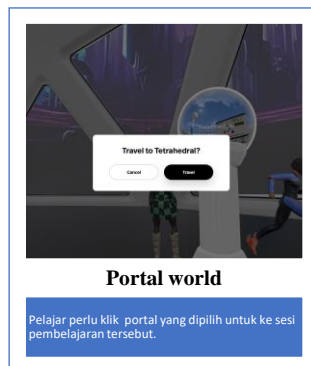
PEMBELAJARAN SUBJEK KIMIA BERASASKAN *METaverse*

Pada pertengahan Oktober 2024, pengkaji telah membangunkan dunia maya berasaskan *metaverse* bagi subjek kimia iaitu *Chemverse* menggunakan aplikasi Spatial.io. *Chemverse* ini merupakan platform pembelajaran secara maya salah satu topik dalam subjek Kimia di peringkat matrikulasi iaitu *Molecular Geometry*. Beberapa dunia maya *Chemverse* ini telah dibangunkan berdasarkan lima bentuk asas sesuatu molekul iaitu *Linear*, *Trigonal Planar*, *Tetrahedral*, *Trigonal bipyramidal* dan *Octahedral* yang mengandungi bahan pembelajaran dalam bentuk video serta dilengkapi dengan model 3D. Bahan pembelajaran dalam video menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) bagi setiap bentuk asas molekul. Dunia maya untuk pengenalan kepada topik *Molecular Geometry*, *Main MG Space* dibangunkan sebagai permulaan pengembaraan pelajar dengan maklumat ringkas secara keseluruhan topik. Akhir sekali, pelajar akan diuji dengan soalan kuiz di dalam dunia maya iaitu *MG Adventure Space*. Rajah 2 menunjukkan dunia maya yang telah dibina oleh pengkaji. Dalam setiap dunia maya yang dibangunkan, pelajar boleh berinteraksi dan berkolaborasi di antara responden dengan *avatars* masing-masing (Rajah 3).





Rajah 2 Dunia maya untuk pembelajaran topik *Molecular Geometry*



Rajah 3 Sesi pembelajaran menggunakan *Metaverse* bagi topik *Molecular Geometry*

UJIAN RINTIS

Seterusnya, kebolehpercayaan instrumen kajian diukur menggunakan nilai pekali *Alpha Cronbach*. Nilai kebolehpercayaan instrumen kajian sepatutnya melebihi 0.7 ke atas bagi menentukan instrumen boleh diterima. Kebolehterimaan instrumen kajian adalah berpandukan Bond dan Fox(2007)dalam Faizal, Bekri, Ruhizan dan Ridzwan (2014).

Jadual 1: Interpretasi Skor *Alpha Cronbach*

Skor <i>Alpha Cronbach</i>	Tahap Kebolehpercayaan
0.9 hingga 1.0	Sangat baik dan efektif dengan tahap konsisten
0.7 hingga 0.8	Baik dan boleh diterima
0.6 hingga 0.7	Boleh diterima
<0.6	Item perlu dibaiki
<0.5	Item perlu digugurkan

Sumber: F & Fox 2007 dalam Faizal, Bekri, Ruhizan dan Ridzwan (2014)

Nilai *alpha Cronbach* melebihi 0.6 mengesahkan bahawa instrumen kajian adalah sah, boleh diterima serta mencapai kebolehpercayaan yang tinggi dan boleh dibuat ke atas sampel sebenar. Menurut F & Fox (2015), nilai untuk mengukur kebolehpercayaan item yang boleh mencapai tahap boleh diterima adalah 0.7 ke atas.

Dapatan kajian mendapati item *Personalized Learning*(PL) dengan nilai (N=4, α =.832), *Situational Teaching*(ST) dengan nilai (N=5, α =.832), *Perceived Usefulness* (PU) (N=4, α =.791), item *Perceived Ease of Use*(PE) (N=3, α =.886), item *Social Needs*(SN) (N=4, α =.869), item *Technical Maturity*(TM) (N=3, α =.820), *Perceived Privacy Risk*(PR) (N=5, α =.976), item *Social Influence* (SI) (N=3, α =.831) dan *Intention of Use* (IU) (N=4, α =.830). Keseluruhannya pada item ini menunjukkan bahawa item yang dikaji ini mempunyai tahap kebolehpercayaan yang sangat baik dan efektif dengan nilai α = .851. Perincian seperti Jadual 2 di bawah.

Jadual 2: Kebolehpercayaan Item

Konstruk Item	N	Nilai Alpha Cronbach
<i>Personalized Learning</i> (PL)	4	α =.832
<i>Situational Teaching</i> (ST)	5	α =.832
<i>Perceived Usefulness</i> (PU)	4	α =.791
<i>Perceived Ease of Use</i> (PE)	3	α =.886
<i>Social Needs</i> (SN)	4	α =.869
<i>Technical Maturity</i> (TM)	3	α =.820
<i>Perceived Privacy Risk</i> (PR)	5	α =.976
<i>Social Influence</i> (SI)	3	α =.831
<i>Intention of Use</i> (IU)	4	α =.830
Keseluruhan item	26	α =0.851

DAPATAN & PERBINCANGAN

Analisis data kajian ini diperolehi melalui borang kaji selidik yang telah diedarkan kepada responden. Data mentah yang diperolehi daripada responden dianalisis dan dibincangkan dalam bentuk statistik deskriptif.

Demografi Kajian

Demografi dalam kajian ini merangkumi jantina, bangsa, modul dan pengetahuan tentang teknologi *Metaverse*. Responden lelaki seramai 45 orang (39.5%) manakala perempuan lebih ramai iaitu 69 orang (60.5%). Responden yang berbangsa Melayu seramai 99 orang (86.8%), Cina 11 orang (9.6%) manakala India pula 4 orang (3.5%). Responden yang menggunakan modul (1) sebanyak 29 orang (25.4%), modul (2) 83 orang (72.8%) dan modul (3) 2 orang (1.8%). Pelajar yang mengetahui tentang teknologi *Metaverse* ini paling banyak menyatakan Ya adalah 100 orang (87.7%) manakala Tidak adalah 14 orang (12.3%). Responden yang menggunakan *Metaverse* untuk pembelajaran seperti *Second Life* sebanyak 32 orang (28.1%), *Minecraft* 17 orang (14.9%), *Roblox* 7 orang (6.1%), *Zepeto* 40 orang (35.1%) dan tidak pernah menggunakannya sebanyak 18 orang (15.8%). Dapatan terperinci seperti Jadual 3.

Jadual 3: Analisis Demografi

Demografi		Frekuensi (N)	Peratus (%)
Jantina	Lelaki	45	39.5%
	Perempuan	69	60.5%
Bangsa	Melayu	99	86.8%
	Cina	11	9.6%
	India	4	3.5%
Modul	1	29	25.4%
	2	83	72.8%
	3	2	1.8%
Pengetahuan <i>Metaverse</i>	Ya	100	87.7%
	Tidak	14	12.3%
Pengalaman menggunakan <i>Metaverse</i> untuk pembelajaran	<i>Second Life</i>	32	28.1%
	<i>Minecraft</i>	17	14.9%
	<i>Roblox</i>	7	6.1%
	<i>Zepeto</i>	40	35.1%
	<i>None</i>	18	15.8%

Ujian Deskriptif

Bagi menentukan nilai min, pengkaji menggunakan interpretasi min dengan menentukan tahap pengkaji menggunakan min dan sisihan piawai. Dapatan kajian ini diukur dengan nilai min pada tahap tinggi (3.68-5.00), tahap sederhana (2.34-3.67) dan tahap rendah (1.00-2.33).

Jadual 4: Nilai Skor Min

Nilai Min	Tahap
3.68-5.00	Tinggi
2.34-3.67	Sederhana
1.00-2.33	Rendah

Berdasarkan dapatan analisis deskriptif menunjukkan bahawa nilai skor yang paling tinggi adalah pada konstruk *Situational Teaching* (ST) dengan N=114, nilai skor min M =4.56, SD=.582 diikuti dengan *Perceived Usefulness*(PU) N=114, nilai skor min M=4.50, SD=.635, *Perceived Ease of Use* (PE) N=114, nilai skor min M=4.46, SD=6.16, *Personalized Learning* (PL) N=114, nilai skor min M=4.42, SD=.622, *Intention of Use*(IU) N=114, nilai skor min M=4.10, SD= .699 dan *Social Needs* (SN) N=114, nilai skor min M= 3.77, SD= .779. Pada keseluruhannya, item ini berada pada tahap yang tinggi.

Terdapat dua konstruk yang menunjukkan berada pada nilai yang sederhana, iaitu *Technical Maturity*(TM) N=114, nilai skor min M=3.06, SD=.502 dan *Perceived privacy risk* (PR) N=114, nilai skor min M=3.07, SD=1.299. Secara keseluruhan item-item, nilai skornya adalah ditahap yang tinggi.

Jadual 5: Analisis Deskriptif

Pembolehkan	N	Mean	SD	Tahap
<i>Personalized Learning</i> (PL)	114	4.42	.622	Tinggi
<i>Situational Teaching</i> (ST)	114	4.56	.582	Tinggi
<i>Perceived Usefulness</i> (PU)	114	4.50	.635	Tinggi
<i>Perceived Ease of Use</i> (PE)	114	4.46	6.16	Tinggi
<i>Social Needs</i> (SN)	114	3.77	.779	Tinggi
<i>Technical Maturity</i> (TM)	114	3.06	.502	Sederhana
<i>Perceived Privacy Risk</i> (PR)	114	3.07	1.299	Sederhana
<i>Social Influence</i> (SI)	114	3.77	.779	Tinggi
<i>Intention of Use</i> (IU)	114	4.10	.699	Tinggi
Min Keseluruhan	114	3.96	1.339	Tinggi

Secara terperinci, konstruk *Personalized Learning* (PL) mempunyai 4 item(Jadual 6). Dapatan kajian mendapati item ini mempunyai nilai skor tertinggi pada item PL4 Saya dapat menggunakan kaedah pembelajaran yang sesuai melalui pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* dengan N=114, nilai min M=4.50, SD=.694, diikuti dengan PL1 Saya boleh dapat bahan

pembelajaran yang diperlukan melalui pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* N=114, nilai min M=4.44, SD=.705 dan item PL3 Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* boleh mengatasi kelemahan dengan berkesan N=114, nilai min M=4.39, SD=.724. Min keseluruhan bagi konstruk PL adalah tinggi iaitu 4.42.

Ini menunjukkan pelajar boleh menerima pengajaran dan pembelajaran dengan pendekatan *Personalized Learning*. *Personalized learning* memperkenalkan idea individualisasi dimana pelajar mempunyai kebebasan dan inisiatif dalam proses pembelajaran. Pendekatan pembelajaran ini mengikut tahap pengetahuan pelajar, tahap budaya, minat terhadap *personalised learning* dan keperluan pembelajaran. Aspek-aspek ini digabungkan dengan sistem pengetahuan, keupayaan pembelajaran semasa pelajar, sumber pembelajaran untuk penyediaan *personalized learning*. *Personalized learning* merangsang kecenderungan pelajar secara bebas dan berkesan untuk mencapai kesan pembelajaran yang baik (Wang, 2020).

Kajian Hatmonto *et al.* (2023) menyatakan *personalised learning* adalah pedagogi tambahan yang mempunyai potensi dengan penggunaan persekitaran *metaverse* dalam pengajaran bahasa Inggeris. Dalam persekitaran *metaverse*, pelajar boleh mengawal pendidikan mereka dengan memilih aktiviti mengikut keperluan dan motivasi. Pendekatan ini meningkatkan kecekapan pembelajaran bahasa di *metaverse* dengan membolehkan pelajar untuk belajar mengikut kelajuan sendiri. Manakala kajian oleh Wang dan Lv (2022) menunjukkan 96.67% pelajar menyatakan kepuasan dengan keberkesanan pendidikan model *personalized learning*, 100% pelajar pula berpuas hati dengan pelbagai bentuk sumber pendidikan yang ditawarkan melalui model ini.

Jadual 6: Skor min dan sisihan piawai bagi konstruk *Personalized Learning*

<i>Personalized Learning</i> (PL)					
No	Item	N	Mean (M)	SD	Tahap
PL1	Saya boleh dapat bahan pembelajaran yang diperlukan melalui pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i>	114	4.44	.705	Tinggi
PL2	Saya boleh membuat perancangan mengikut keperluan sendiri melalui pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i>	114	4.35	.752	Tinggi
PL3	Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> boleh mengatasi kelemahan dengan berkesan	114	4.39	.724	Tinggi
PL4	Saya dapat menggunakan kaedah pembelajaran yang sesuai melalui pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i>	114	4.50	.694	Tinggi
	Min keseluruhan		4.42	2.875	Tinggi

Bagi *Situational Teaching*(ST) pula menunjukkan nilai skor tertinggi pada item ST5 Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* boleh menjadi menarik dan seronok untuk pendidikan dengan N= 114, nilai min M=4.71, SD=.617, diikuti dengan item ST2 Saya fikir

rekabentuk bilik darjah melalui pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* lebih pelbagai N=114, nilai min M=4.64, SD=.611 dan item ST4 Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* boleh mencipta peranan yang berbeza N=114, nilai min M=4.56, SD=.638. Min keseluruhan bagi konstruk ST adalah tinggi iaitu 4.558. Ini menunjukkan pelajar boleh menerima pengajaran dan pembelajaran dengan *situational teaching* dengan rekabentuk berasaskan *metaverse*.

Dapatan kajian AlSaleem (2023) menunjukkan kebanyakan pelajar ingin menggunakan teknologi *metaverse* dalam kelas kerana memberikan pengalaman pembelajaran yang bermakna dan berterusan. Tambahan lagi, pembelajaran menggunakan teknologi *metaverse* menjadikan persekitaran kelas seronok dan menggalakkan penglibatan aktif pelajar (Lee *et al.*, 2022). Selain itu, dapat membina kemahiran pelajar menggunakan teknologi (Ortega-Rodriguez, 2022). Kajian Ding & Qi(2022) membuat perbandingan mode pengajaran yang menggunakan gabungan 5G dan teknologi *virtual reality* (VR) dengan mode pengajaran biasa yang tidak menggunakan teknologi ke atas dua kumpulan data eksperimen. Hasilnya, terdapat peningkatan kepada pelajar dari segi fokus, keberkesanan pembelajaran dan minat pelajar.

Jadual 7: Skor min dan sisihan piawai bagi konstruk *Situational Teaching*

Situational Teaching(ST)						
No	Item	N	Mean (M)	SD	Tahap	
ST1	Saya fikir kandungan bilik darjah dalam pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> mudah difahami	114	4.46	.789	Tinggi	
ST2	Saya fikir rekabentuk bilik darjah melalui pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> lebih pelbagai	114	4.64	.611	Tinggi	
ST3	Saya fikir konteks bilik darjah melalui pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> lebih jelas	114	4.42	.797	Tinggi	
ST4	Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> boleh mencipta peranan yang berbeza	114	4.56	.638	Tinggi	
ST5	Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> boleh menjadi menarik dan seronok untuk pendidikan	114	4.71	.617	Tinggi	
Min Keseluruhan			4.558	3.452	Tinggi	

Seterusnya, item *Perceived Usefulness*(PU) menunjukkan bahawa item yang mempunyai nilai skor tertinggi pada item PU3 Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* boleh menyediakan lebih banyak bahan pembelajaran N=114, nilai min M=4.63, SD=.681, diikuti dengan item PU4 Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* boleh

mengembangkan skop pengetahuan saya N=114 nilai min M=4.57, SD=.677 dan item PU2 Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* boleh menambahbaik kekurangan pengetahuan di dalam bilik darjah dengan N=114, nilai min M=4.41, SD=.762. Min keseluruhan bagi konstruk PU adalah tinggi iaitu 4.505. Ini menunjukkan kebolegunaan teknologi *metaverse* bagi subjek kimia.

Jadual 8: Skor min dan sisihan piawai bagi konstruk *Perceived Usefulness*

Perceived Usefulness(PU)					
No	Item	N	Mean (M)	SD	Tahap
PU1	Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> dalam pendidikan adalah berkualiti tinggi	114	4.41	.762	Tinggi
PU2	Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> boleh menambahbaik kekurangan pengetahuan di dalam bilik darjah	114	4.41	.762	Tinggi
PU3	Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> boleh menyediakan lebih banyak bahan pembelajaran	114	4.63	.681	Tinggi
PU4	Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> boleh mengembangkan skop pengetahuan saya	114	4.57	.677	Tinggi
	Min Keseluruhan		4.505	2.882	Tinggi

Item *Perceived Ease of Use*(PE) pula menunjukkan bahawa nilai skor paling tinggi pada item PE3 Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* akan memberikan manfaat kepada pelajar dengan N=114, nilai min M= 4.57, SD=.728, diikuti dengan item PE1 Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* mudah digunakan N=114, nilai min M=4.41, SD=.701 dan item PE2 Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* murah dan boleh dibiayai dengan nilai N=114, nilai min M=4.40 dan SD=.806. Min keseluruhan bagi konstruk PE adalah tinggi iaitu 4.46.

Dapatan ini juga adalah selari dengan hasil kajian Al-Adwan *et al.*(2024) iaitu PU dan PE adalah antara komponen utama yang menentukan sikap pelajar menggunakan *meta-education*. Dalam kajian Al-Adwan(2024), pelajar menjadi lebih bermotivasi apabila menggunakan *meta-education* kerana ia boleh digunakan dan mudah digunakan seterusnya meningkatkan motivasi, pembelajaran, pencapaian akademik dan penglibatan aktif pelajar. Ini menunjukkan teknologi *metaverse* mudah digunakan oleh pelajar untuk pengajaran dan pembelajaran bagi subjek kimia. *Perceived usefulness* dan *perceived ease of use* adalah komponen *technology acceptance model* (TAM) iaitu antara faktor-faktor yang digunakan dalam kajian ini untuk mengetahui persepsi dan penerimaan pelajar terhadap *metaverse*. Apabila teknologi *metaverse* boleh digunakan dan mudah digunakan, ini akan memberikan pengaruh positif kepada niat tingkah laku (Aburbeian *et al.*, 2022).

Jadual 9: Skor min dan sisihan piawai bagi konstruk *Perceived Ease of Use*

Perceived Ease of Use(PE)							
No	Item	N	Mean (M)	SD	Tahap		
PE1	Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> mudah digunakan	114	4.41	.701	Tinggi		
PE2	Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> murah dan boleh dibiayai	114	4.40	.806	Tinggi		
PE3	Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> akan memberikan manfaat kepada pelajar	114	4.57	.728	Tinggi		
Min Keseluruhan			4.46	0.745	Tinggi		

Social Needs (SN) pula menunjukkan nilai item yang tertinggi pada item SN1 Saya fikir menggunakan pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* dengan rakan-rakan N=114, nilai min M=4.46, SD=.766, diikuti dengan SN2 Saya fikir berkomunikasi dengan rakan-rakan melalui pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* N=114, nilai min M=4.48, SD=.778 dan SN4 Saya fikir berkongsi maklumat yang diperolehi melalui pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* dengan rakan-rakan N=114, nilai M= 4.52, SD=.731 dan juga SN1 Saya fikir menggunakan pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* dengan rakan-rakan N=114, nilai min M=4.46, SD=.766. Min keseluruhan bagi konstruk SN adalah tinggi iaitu 4.46. Ini menunjukkan teknologi *metaverse* boleh digunakan oleh pelajar sebagai medium pembelajaran bagi subjek kimia untuk berkolaborasi dengan rakan-rakan dalam persekitaran yang interaktif.

Dapatan Aburbeian(2022) menunjukkan norma sosial secara signifikan mempengaruhi pelajar untuk menggunakan teknologi *metaverse*. *Metaverse* memberikan tahap kebebasan yang tinggi untuk mencipta *avatar* dan berkongsi aktiviti pembelajaran serta menyediakan pelajar dengan pembelajaran kolaboratif yang boleh akses dimana-mana tanpa mengira masa (Srisawat & Piriyasurawong, 2022). Oleh itu, pelajar boleh menggunakan *avatar* sebagai identiti diri untuk melibatkan diri dalam perbincangan, berkongsi maklumat, bekerjasama dalam tugas serta meningkatkan pengalaman pembelajaran melalui interaksi dan kerja berpasukan.

Jadual 10: Skor min dan sisihan piawai bagi konstruk *Social Needs*

Social Needs(SN)						
No	Item	N	Mean (M)	SD	Tahap	
SN1	Saya fikir menggunakan pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> dengan rakan-rakan	114	4.46	.766	Tinggi	

SN2	Saya fikir berkomunikasi dengan rakan-rakan melalui pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i>	114	4.48	.778	Tinggi
SN3	Saya fikir mempunyai ramai kawan melalui pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i>	114	4.38	.792	Tinggi
SN4	Saya fikir berkongsi maklumat yang diperolehi melalui pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> dengan rakan-rakan	114	4.52	.731	Tinggi
	Min Keseluruhan		4.46	0.767	Tinggi

Bagi item *Technical Maturity*(TM) pula menunjukkan nilai skor tertinggi pada item TM1 Saya tak fikir pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* masa kini adalah cukup matang N=114, nilai min M=3.11, SD=1.497 dan item TM2 Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* hanya untuk hiburan N=114, nilai min M=2.70, SD=1.498 dan seterusnya item TM3 Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* belum diperluaskan N=114, nilai min M=3.38, SD=1.300. Min keseluruhan bagi konstruk TM adalah sederhana iaitu 3.06. Teknologi *metaverse* adalah satu inovatif teknologi yang masih baru. Aplikasi teknologi ini dalam pendidikan masih diperingkat awal. Kajian Bale *et al.* (2022) menunjukkan penyelidikan agak terhad oleh kekurangan data pada *metaverse*. Ini adalah kerana pembangunan teknologi *metaverse* masih belum mencapai pasaran pengguna. Tambahan lagi, didapati pelajar kurang kesedaran terhadap teknologi *metaverse*.

Jadual 11: Skor min dan sisihan piawai bagi konstruk *Technical Maturity*

Technical Maturity(TM)					
No	Item	N	Mean (M)	SD	Tahap
TM1	Saya tak fikir pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> masa kini adalah cukup matang	114	3.11	1.497	Sederhana
TM2	Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> hanya untuk hiburan	114	2.70	1.498	Sederhana
TM3	Saya fikir pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> belum diperluaskan	114	3.38	1.300	Sederhana
	Min Keseluruhan		3.06	1.432	Sederhana

Item *Perceived Privacy Risk*(PR) pula menunjukkan item PR4 Saya bimbang pihak ketiga mengumpul maklumat pengguna melalui pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* N=114, nilai min M=3.11, SD=1.418, diikuti dengan item PR2 Saya bimbang kebocoran maklumat peribadi apabila menggunakan pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* N=114, nilai min

M=3.07, SD=1.367 dan PR1 Saya bimbang pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* mengumpul banyak maklumat peribadi N=114, nilai min M=3.06, SD=1.318. Min keseluruhan bagi konstruk PR adalah sederhana iaitu 3.07. Aplikasi *metaverse* memerlukan pelajar perlu mendaftar sebagai pengguna. Oleh itu, pelajar mungkin bimbang dengan kebocoran maklumat peribadi. Kajian Teng *et al.* (2022) menunjukkan keinginan pelajar untuk menggunakan *metaverse* berkurang setelah menyedari risiko walaupun pelajar berpuas hati dengan platform *metaverse*. Ini adalah kerana perkhidmatan platform *metaverse* memerlukan pengguna untuk memberikan maklumat asas peribadi semasa pendaftaran. Namun, keraguan ini dapat diatasi dengan perjanjian *privasi* yang boleh melindungi maklumat pengguna. Dapatan Al-Adwan *et al* (2023) menunjukkan *perceived cyber risk* memberikan kesan negatif kepada kebolegunaan dan niat tingkahlaku untuk menggunakan *metaverse*. Jadi, *perceived cyber risk* menyebabkan pelajar kurang untuk menggunakan teknologi *metaverse*.

Jadual 12: Skor min dan sisihan piawai bagi konstruk *Privacy Risk*

<i>Privacy Risk</i> (PR)					
No	Item	N	Mean (M)	SD	Tahap
PR1	Saya bimbang pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> mengumpul banyak maklumat peribadi	114	3.06	1.318	Sederhana
PR2	Saya bimbang kebocoran maklumat peribadi apabila menggunakan pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i>	114	3.07	1.367	Sederhana
PR3	Saya bimbang maklumat peribadi digunakan secara tidak sah oleh pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i>	114	3.03	1.362	Sederhana
PR4	Saya bimbang pihak ketiga mengumpul maklumat pengguna melalui pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i>	114	3.11	1.418	Sederhana
	Min Keseluruhan		3.07	1.37	Sederhana

Bagi item *social influence* (SI) menunjukkan nilai skor tertinggi pada item SI2 Saya akan dipengaruhi persekitaran umum atau berita dalam menggunakan pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* dengan N=114, nilai min M=4.14, SD=.930, diikuti dengan item SI3 Saya akan mendedahkan identiti maya yang digunakan dalam pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* kepada rakan-rakan dengan N=114, nilai min M=3.98, SD=.949 dan SI1 Saya terpengaruh dengan rakan-rakan untuk menggunakan pelantar aplikasi pendidikan *metaverse* N=114, nilai min M=3.19 SD=1.355. Min keseluruhan bagi konstruk SI adalah tinggi iaitu 3.77. Persekitaran pembelajaran *metaverse* yang *immersif* dan menggalakkan pembelajaran secara kolaborasi mempengaruhi pelajar untuk menggunakan teknologi *metaverse* bagi subjek kimia.

Hasil dapatan kajian ini selari dengan kajian Aburbeian *et al* (2022) menunjukkan norma sosial secara signifikan mempengaruhi pelajar untuk menggunakan platform teknologi *metaverse* iaitu pendapat rakan-rakan mempengaruhi pelajar untuk menggunakan teknologi *metaverse*. Kajian Teng *e tal* (2022) menunjukkan bahawa pelajar Cina menggunakan platform *Eduverse* dipengaruhi oleh kumpulan sosial. Di China, pihak pengurusan seperti guru, sekolah dan institusi akan menetapkan platform pembelajaran tertentu untuk pelajar. Dapatan kajian ini juga konsisten dengan kajian lepas (Ong *e tal.*, 2023; Alshammari, 2024). Rakan-rakan dan persekitaran sosial yang terdekat mempengaruhi niat pelajar untuk menggunakan teknologi *metaverse*.

Jadual 13: Skor min dan sisihan piawai bagi konstruk *Social Influence*

<i>Social Influence</i> (SI)					
No	Item	N	Mean (M)	SD	Tahap
SI1	Saya terpengaruh dengan rakan-rakan untuk menggunakan pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i>	114	3.19	1.355	Sederhana
SI2	Saya akan dipengaruhi persekitaran umum atau berita dalam menggunakan pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i>	114	4.14	.930	Tinggi
SI3	Saya akan mendedahkan identiti maya yang digunakan dalam pelantar aplikasi pendidikan <i>metaverse</i> kepada rakan-rakan	114	3.98	.949	Tinggi
Min Keseluruhan			3.77	1.078	Tinggi

KESIMPULAN

Teknologi *metaverse* merevolusikan pendidikan dengan menawarkan pengalaman pembelajaran dengan meningkatkan penglibatan pelajar, menyediakan platform untuk pembelajaran yang interaktif dan *personalized learning*. Penyepaduan teknologi *metaverse* dalam pendidikan bukan sahaja mengurangkan beban kognitif tetapi juga meningkatkan motivasi dan kecekapan pelajar pada abad ke-21. Banyak kajian berkaitan pembelajaran melalui platform teknologi *metaverse* yang memberikan kesan positif seperti pembelajaran bahasa dan pendidikan STEM. Penggunaan platform teknologi *metaverse* sebagai salah satu metodologi pembelajaran dan pengajaran adalah satu dimensi baru dalam pendidikan. Kajian ini dijalankan untuk mengetahui persepsi dan penerimaan pelajar terhadap teknologi *metaverse* bagi subjek kimia. Sehingga kini, penggunaan dan kajian terhadap teknologi *metaverse* bagi subjek sains masih diperingkat awal dan baru terutama subjek kimia. Oleh itu, kajian ini fokus kepada penggunaan teknologi *metaverse* bagi subjek kimia di Kolej Matrikulasi Kelantan. Didapati, empat faktor iaitu *personalized learning*, *situational teaching*, *perceived usefulness*, *perceived ease of use*, *social needs* dan *social influence* menunjukkan tahap tinggi manakala faktor

technical maturity dan *perceived privacy risk* berada pada tahap sederhana. Ini menunjukkan persepsi dan penerimaan pelajar terhadap teknologi *metaverse* adalah tinggi. Berdasarkan analisis menunjukkan penggunaan teknologi *metaverse* sebagai medium pengajaran dan pembelajaran bagi subjek kimia memberikan manfaat yang signifikan kepada pelajar. Namun begitu, terdapat limitasi semasa menjalankan kajian ini iaitu terdapat pelajar tidak dapat menyertai platform *metaverse* kerana telefon mudah alih tidak sesuai atau tidak stabil dengan perisian *aplikasi metaverse*. Talan & Kalikara(2022) menyatakan bahawa pelajar menghadapi masalah dari segi teknikal dan peralatan, keperluan internet dan kekurangan akses kepada teknologi. Walaubagaimanapun, kajian ini adalah penting untuk mengenalpasti keupayaan pendekatan baru mengikut perkembangan terkini teknologi inovatif yang boleh digunakan sebagai medium pengajaran dan pembelajaran dalam pendidikan masa kini.

RUJUKAN

- Aburbeian, A.M., Owda, A.Y. & Owda, M.(2022). A Technology Acceptance Model Survey of the Metaverse Prospects. *AI MDPI*, 3, 285–302. <https://doi.org/10.3390/ai3020018>
- Amirbekova, E., Shertayeva, N. & Mironova, E.(2024). Teaching chemistry in the metaverse: the effectiveness of using virtual and augmented reality for visualization. *Front. Edu* 8, 1184768. doi:10.3389/educ.2023.1184768
- Alshammari, S. H. & Alrashidi, M. E. (2024). Factors Affecting the Intention and Use of Metaverse: A Structural Equation Modeling Approach. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)*, 20(1), 1-14. <http://doi.org/10.4018/IJICTE.342591>
- Allam, Z., Ayyoob, Sharifi., Simon, Elias, Bibri., David, Jones., John, Krogstie. (2022). TheMetaverse as a Virtual Form of Smart Cities: Opportunities and Challenges for Environmental, Economic, and Social Sustainability in Urban Futures. *Smart cities*, doi: 10.3390/smartcities5030040
- Almulla, M.A.(2024). Investigating Students' Intention to use M-learning: The Mediating Role of Mobile Usefulness and intention to use. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 20(1), 1-26. <https://orcid.org/0000-0002-7846-8098>
- Al-Adwan, A.S. & M.M. Al-Debei.(2023a). The determinants of Gen Z's metaverse adoption decisions in higher education: integrating UTAUT2 with personal innovativeness in IT. *Education and Information Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12080-1>
- Al-Adwan, A.S., N. Li, A. Al-Adwan, G.A. Abbasi, N.A. Albelbisi & A. Habibi.(2023b). Extending the technology acceptance model (TAM) to Predict University Students' intentions to use metaverse-based learning platforms. *Education and Information Technologies*, 28, 15381-15413, <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11816-3>.
- Al-Adwan, A.S., Alsoud, M., Li, N., Majali, T. Smedley, J. & Habibi, A.(2024). Unlocking future learning: Exploring higher education students' intention to adopt meta education. *Heliyon*. 10(e29544). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29544>

- AlSaleem, B.I.A. (2023). The Efficiency of Metaverse Platforms in Language Learning Based on Jordanian Young Learners' Perceptions. *Arab World English Journal*.14(1). 334-348. DOI: <https://dx.doi.org/10.24093/awej/vol14no1.21>
- Bale, A.S., Ghorpade, N., Hashim, M.F., Vaishnav, J., & Almaspoor,Z. (2022). A Comprehensive Study on Metaverse and its Impacts on Humans. *Advances in Human Computer Interaction*, 3247060. <https://doi.org/10.1155/2022/3247060>
- Cheng, X., Zhang, S., Fu, S., Liu, W., Guan, C., Mou, J., Ya, Q. & Huang, C.(2022). Exploring the metaverse in the digital economy: an overview and research framework. *Journal of Electronics Business & Digital Economics*, Vol.1(1/2), 206-224.
- Díaz, J., Saldaña, C., & Avila, C. (2020). Virtual world as a resource for hybrid education. [iJET]. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(15), 94–109. doi:10.3991/ijet.v15i15.13025
- Di Natale, A. F., Repetto, C., Costantini, G., Riva, G., Bricolo, E., & Villani, D. (2024). Learning in the Metaverse: Are University Students Willing to Learn in Immersive Virtual Reality? *Cyber- psychology, Behavior, and Social Networking*, 27(1), 28-36. DOI: 10.1089/cyber.2022.0395
- Ding, H. & Qi,M.(2022). Situational English Teaching Experience and Analysis Using Distributed 5G and VR. *Hindawi Mobile Information Systems*. Vol. 2022. 1-8. <https://doi.org/10.1155/2022/7022403>
- Geping, L.,Nan, G., Hanling, H., Yuchao, Q.(2022). Edu-Metaverse: Characteristic, mechanism and application scenarios. *Open Educ. Res*, 1, 24–33.
- Hatmanto. E. D., Pratolo. B. W., & Intansari, M. (2023). Metaverse Magic: Unveiling the Pedagogical Potential and Transformative Effects on Intercultural Communication in English Language Teaching. *English Language Teaching Educational Journal*, 6 (1), 15-32. <https://doi.org/10.12928/eltej.v6i1.8627>
- Jiaxin Liu.(2022). Exploration and Prospect of future science teaching mode in the field of Metaverse. *Advances in educational technology and psychology*, 6(9), 10-141.
- Lee, H., Woo, D., & Yu, S. (2022). Virtual Reality Metaverse System Supplementing Remote Education Methods: Based on Aircraft Maintenance Simulation. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(5). doi:10.3390/app12052667
- Lin X, Chien S-W, Hung C-W, Chen S-C and Ruangkanjanases A.(2021). The Impact of Switching Intention of Telelearning in COVID-19 Epidemic's Era: The Perspective of Push-Pull-Mooring Theory. *Front. Psychol.* 12:639589. doi:10.3389/fpsyg.2021.639589
- Kaya, D., Kutluca, T. & Dağhan, G. (2023). Transforming education with augmented reality, metaverse and virtual reality technologies in the 21st century. *Hacettepe University Journal of Education*, 38(4), 470-497. doi: 10.16986/HUJE.2023.503
- Muthmainnah, Al Yakin, A. & Seraj, P.M.I.(2023). Impact of metaverse technology on studentengagement and academic performance: The Mediating Role of Learning Motivation. *Internasional Journal of Computations, Information and Manufacturing*.3(1).10-17

- Kye, B., Han, B., Kim, E., Park, Y. & Jo, S. (2021). Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 18(32). <https://doi.org/10.3352/jeehp.2021.18.32>
- Ong, A. K. S., Prasetyo, Y. T., Robas, K. P. E., Persada, S. F., Nadlifatin, R., Matillano, J. S. A., Macababba, D. C. B., Pabustan, J. R., & Taningco, K. A. C. (2023). Determination of factors influencing the behavioral intention to play “Mobile Legends: Bang-Bang” during the COVID-19 pandemic: Integrating UTAUT2 and system usability scale for a sustainable e-sport business. *Sustainability (Basel)*, 15(4), 3170. doi:10.3390/su15043170
- Ortega-Rodríguez, P. J. (2022). From Extended Reality to The Metaverse: A Critical Reflection on Contributions to Education. *Teoria de La Educacion*. doi:10.14201/teri.27864
- Rachmadtullah, R., Setiawan, B., Wasesa, A. J. A., Wicaksono, J. W., & Rasmitadila. (2023). The utilization of metaverse technology applications based on science, technology, engineering and mathematics (Meta-STEM) to improve critical thinking skills. *Journal of Education and E-Learning Research*, 10(4), 778–784. 10.20448/jeelr.v10i4.5203
- Ren, L., Yang, F., Gu, C., Sun, J. & Liu, Y. (2022). A study of factors influencing Chinese college students’ intention of using metaverse technology for basketball learning: Extending the technology acceptance model. *Front. Psychol.* 13:1049972. doi: 10.3389/fpsyg.2022.1049972
- Rahman, H., Wahid, S.A., Ahmad, F. & Ali, N.(2024). Game-based learning in metaverse: Virtual chemistry classroom for chemical bonding for remote education. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12575-5>
- Srisawat, S. & PiriyaSurawang, P.(2022). Metaverse Virtual Learning Management Based on Gamification Techniques Model to Enhance Total Experience. *International Education Studies*. Vol. 15(5). 153-163.
- Sim, J.K., Xu, K.W., Jin, Y., Lee, Z.Y., Teo, Y.J., Mohan, P., Huang, L., Xie, Y., Li, S., Liang, N. & et al.(2024). Designing an Educational Metaverse: A Case Study of NTUniverse. *Applied Sciences*.MDPI, 14(2559), 1-14. <https://doi.org/10.3390/app14062559>
- Teng, Z., Cai, Y., Gao, Y., Zhang, X. & Li, X.(2022). Factors Affecting Learners’ Adoption of an Educational Metaverse Platform: An Empirical Study Based on an Extended UTAUT Model. *Hindawi Mobile Information Systems*, 2022, 1-14, <https://doi.org/10.1155/2022/5479215>.
- Tlili, A. Huang, R., Shehata, B., Liu, D., Zhao, J., Metwally, A.H.S., Wang, H., Denden, M., Bozkurt, A., Lee, L. & et al. (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. & Fu, W.(2020). Personalized Learning Resources Recommendation Method Based on Dynamic Collaborative Filtering. *Mobile Networks and Applications*. 26. 473-487. <https://doi.org/10.1007/s11036-020-01673-6>

- Wang, G.; Shin, C. (2022). Influencing Factors of Usage Intention of Metaverse Education Application Platform: Empirical Evidence Based on PPM and TAM Models. *Sustainability*, *14*, 17037. <https://doi.org/10.3390/su142417037>
- Wang, M., and Lv, Z. (2022). Construction of personalized learning and knowledge system of chemistry specialty via the internet of things and clustering algorithm. *J. Supercomput.* *78*, 10997–11014. doi: 10.1007/s11227-022-04315-8
- Wu, J. & Gao, G.(2022). Edu-Metaverse: Internet Education Form with Fusion of Virtual and Reality. *Advances in social science, education and humanities research*, vol. 664, 1082-1085.
- Xi, N., Chen, J., Gama, F., Riar, M., and Hamari, J. (2022). The challenges of entering the metaverse: An experiment on the effect of extended reality on workload. *Information Systems Frontiers* 1–22. doi: 10.1007/s10796-022-10244-x
- Mystakidis, S. M. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, *2*(1), 486–497. doi:10.3390/encyclopedia2010031
- Zhang, X., Chen, Y., Hu, L., & Wang, Y. (2022). The metaverse in education: Definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1016300>