

Keberkesanan Alat VR/AR dalam Meningkatkan Kefahaman Spatial di Kalangan Pelajar Teknologi Senibina Kolej Komuniti Arau

Ts. Hazwani Rifhan Binti Halim^{1,*}, Ts. Nur Syazalina Binti Hanafi¹

¹Program Teknologi Senibina, Kolej Komuniti Arau, Perlis, Malaysia

Email: ^{1,*}hazwani@kkarau.edu.my, ²syazahanafi@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: hazwani@kkarau.edu.my

Abstrak-Kajian ini merupakan satu tinjauan untuk melihat impak alat Realiti Maya (VR) dan Realiti Tertambah (AR) terhadap pemahaman spatial dalam kalangan pelajar teknologi senibina. Seramai 30 orang pelajar terdiri daripada 15 orang lelaki dan 15 orang pelajar perempuan di pilih untuk menjalani ujian ini. Responden merupakan pelajar semester dua Sijil Teknologi Senibina Kolej Komuniti Arau, Perlis. Pendekatan kaedah campuran (*mix-method*) telah digunakan, melibatkan penilaian keupayaan spatial pra dan selepas intervensi dan maklum balas kualitatif daripada peserta. *Purdue Spatial Visualization Test: Rotations* (PSVT:R) digunakan untuk menilai prestasi sebelum dan selepas intervensi. Data kuantitatif daripada PSVT:R dianalisis menggunakan ujian-*t* sampel berpasangan dan ANOVA. Transkrip temu bual dianalisis secara tematik menggunakan kerangka kerja Braun dan Clarke (2006). Keputusan menunjukkan peningkatan yang ketara dalam pemahaman spatial dalam kalangan pelajar yang menggunakan alat VR/AR berbanding mereka yang menggunakan kaedah pembelajaran tradisional. Penemuan ini menyokong integrasi teknologi mendalam dalam pendidikan teknologi senibina untuk meningkatkan pemahaman spatial dan penglibatan pelajar.

Kata Kunci: Realiti Maya; Realiti Tertambah; Pemahaman Spatial; Pendidikan Senibina; Sijil Teknologi Senibina.

1. PENDAHULUAN

Pemahaman spatial adalah kemahiran teras dalam pendidikan teknologi senibina, mempengaruhi keupayaan untuk mengkonseptualisasikan dan memanipulasi reka bentuk tiga dimensi. Alat pengajaran tradisional asas seperti lukisan dua dimensi (2D) dan model fizikal mungkin terhad dalam membantu pemahaman spatial secara terperinci (Kusumo et al. 2022). Teknologi baru seperti *Virtual Reality* (VR) dan *Augmented Reality* (AR) mencipta persekitaran pembelajaran menyeronokkan yang mensimulasikan pengalaman spatial dunia sebenar. Alat ini membantu kefahaman spatial pelajar dengan menawarkan penglibatan interaktif dan interaksi dengan ruang (Brown, 2021).

Reka bentuk senibina memerlukan pemahaman spatial yang baik untuk memahami bentuk, skala dan hubungan ruang. Pelajar mesti menguasai kemahiran ini lebih awal untuk berjaya dalam idea, persembahan dan pembinaan (Sirror, 2021). Pedagogi tradisional yang hanya bergantung pada persembahan abstrak gagal membantu pelajar memandangkan pemahaman spatial yang ada adalah terhad (Darwish et al., 2023).

Virtual Reality (VR) dan *Augmented Reality* (AR) boleh mensimulasikan persekitaran dunia sebenar dan membenarkan pengguna memanipulasi ruang secara dinamik yang menyokong pemprosesan kognitif yang lebih mendalam. Percubaan praktikal dan pembelajaran berasaskan projek menggunakan teknologi AR/VR membolehkan pelajar meneroka kemungkinan reka bentuk dan membangunkan pemahaman yang lebih mendalam tentang hubungan spatial (Tan et al. 2022).

Kajian dalam pendidikan STEM mencadangkan bahawa teknologi sedemikian meningkatkan motivasi dan pemahaman pelajar tentang sistem yang kompleks (Cho & Suh, 2023). Penyepaduan VR/AR dalam pendidikan senibina didapati memberi impak positif kepada pengetahuan spatial dan kemahiran komunikasi pelajar (Alhazzaa & Yan, 2025). Walaupun permintaan semakin meningkat dalam VR/AR untuk pendidikan, penyelidikan empirikal keberkesanannya khusus dalam pendidikan teknologi senibina adalah terhad. Oleh itu, kajian ini akan mengkaji impak alat Realiti Maya (VR) dan Realiti Tertambah (AR) terhadap pemahaman spatial di kalangan pelajar sijil teknologi senibina dan mengumpul pengalaman reflektif pelajar terhadap pemahaman spatial selepas intervensi.

2. METODE PENELITIAN

Berdasarkan maklumat di atas, pengkaji ingin menjalankan satu kajian untuk menilai sama ada alat VR/AR secara signifikan meningkatkan pemahaman spatial dalam kalangan pelajar semester dua pelajar Sijil Teknologi Senibina Kolej Komuniti Arau, Perlis melalui kaedah penyelidikan kuantitatif dan kualitatif.

2.1 Populasi Kajian

30 orang pelajar Sijil Teknologi Senibina semester dua Kolej Komuniti Arau telah mengambil bahagian untuk kajian ini. Mereka dibahagikan secara rawak kepada dua kumpulan: 15 orang dalam kumpulan eksperimen (menggunakan aplikasi VR/AR) dan 15 orang dalam kumpulan kawalan (pembelajaran tradisional).

2.2 Instrumen Kajian

- Purdue Spatial Visualization Test: Rotations* (PSVT:R): digunakan untuk menilai pemahaman spatial pelajar.
- Platform VR/AR termasuk *Unity-based walkthroughs* dan *AR model overlays* yang diakses melalui peranti (*tablet*) dan set kepala (*headsets*).
- Temu bual separa berstruktur mengumpulkan pengalaman reflektif pelajar selepas intervensi

2.3 Kaedah

Kedua-dua kumpulan menerima kandungan pengajaran yang sama selama empat minggu, disampaikan melalui medium yang berbeza. Kumpulan kawalan menggunakan model fizikal, lukisan tangan dan AutoCAD. Kumpulan eksperimen berinteraksi dengan panduan maya dan tugas spatial digital menggunakan set kepala VR dan peranti berdaya AR.

Ujian pra dan pasca diberikan pada awal dan akhir intervensi. Temu bual telah dijalankan terhadap 10 orang pelajar yang dipilih secara rawak daripada kumpulan eksperimen.

2.4 Analisa Data

Data kuantitatif daripada PSVT:R dianalisis menggunakan ujian-t sampel berpasangan dan ANOVA. Transkrip temu bual dianalisis secara tematik menggunakan kerangka kerja Braun dan Clarke (2006).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelajar dalam kumpulan eksperimen menunjukkan peningkatan yang ketara dalam skor PSVT:R ($M = 18.7$ hingga $M = 23.1$, $p < .01$), manakala kumpulan kawalan hanya menunjukkan dapatan marginal ($M = 18.9$ hingga $M = 19.6$, $p > .05$). ANOVA antara kumpulan menunjukkan perbezaan yang signifikan secara statistik dalam keputusan ujian pasca ($F(1,58) = 6.82$, $p = .012$), memihak kepada kumpulan VR/AR.

Jadual 1. Skor mengikut Kumpulan Ujian Pra dan Pasca PSVT:R

Group	N	Pre-Test Mean (SD)	Post-Test Mean (SD)	Mean Difference	<i>t</i> (29)	<i>p</i> -value
VR/AR Group	15	18.7 (3.1)	23.1 (2.8)	+4.4	5.84	< .001
Control Group	15	18.9 (3.3)	19.6 (3.0)	+0.7	1.12	.271

Nota: PSVT:R = *Purdue Spatial Visualization Test: Rotations*. Ujian-t sampel berpasangan digunakan untuk menilai perbezaan dalam kumpulan. $p < .05$ dianggap signifikan secara statistik.

Jadual 2: ANOVA Sehalu Membandingkan Skor Ujian Pasca Antara Kumpulan

Source	SS	df	MS	F	<i>p</i>
Between Groups	76.03	1	76.03	6.82	.012*
Within Groups	646.67	58	11.15		
Total	722.70	59			

Nota: $p < .05$ dianggap signifikan secara statistik. Analisis data temubual mendapati bahawa pelajar dalam kumpulan eksperimen menunjukkan peningkatan penglibatan dan pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep spatial. Tema yang dapat dibentuk adalah peningkatan kemahiran visualisasi, kefahaman reka bentuk yang tinggi dan kesukaran teknikal. Dapatan tema temubual adalah seperti berikut:

- Peningkatan Kemahiran Visualisasi:** "Saya dapat memahami kedalaman (*depth*), pergerakan (*movement*) dan bentuk (*form*) sesuatu ruang dengan lebih baik apabila saya melakukannya secara maya."
- Kefahaman yang tinggi:** "Lapisan AR membantu saya memahami cara ruang bersambung lebih baik daripada lukisan."
- Kesukaran teknikal:** "Pada mulanya agak sukar untuk membiasakan diri dengan set kepala."

3.1 Pembahasan

Peningkatan ketara kumpulan eksperimen mengesahkan bahawa penggunaan alat VR/AR mempengaruhi secara positif pemahaman spatial pelajar. Ini menyokong penemuan awal dalam STEM dan diluaskan skop kepada pendidikan senibina (Allen, 2019). Penemuan ini juga konsisten dengan penyelidikan dalam Pendidikan Kejuruteraan dan Sains (Seyman & Kismet, 2023) dan boleh diperluaskan kaitannya dalam konteks pendidikan senibina. Di samping keberkesanan, kajian turut menekankan keperluan untuk pelaksanaan yang teliti. Terdapat cabaran literasi teknikal dan penggunaan oleh sesetengah pelajar.

Hasil dapatan data kualitatif mendapati pelajar memperoleh kefahaman spatial yang lebih mendalam walaupun akses dan kebolehgunaan peralatan menjadi halangan di peringkat awal. Penyelidikan seterusnya harus mengkaji reka bentuk dan manual alat VR yang lebih kolaboratif. Dalam pengajaran reka bentuk senibina, keupayaan menggambarkan dengan tepat saiz ruang secara realistik melalui lukisan tiga dimensi (3D) senibina adalah penting. Kajian ini mendapati bahawa alat VR/AR secara signifikan meningkatkan pemahaman spatial dalam kalangan pelajar senibina berbanding kaedah pembelajaran tradisional. Memandangkan kefahaman spatial penting dalam proses reka bentuk, penggunaan teknologi merupakan amalan terbaik sebagai inovasi pedagogi (Ceylan, 2021). Ia menggabungkan persekitaran yang mengasyikkan serta membantu merapatkan jurang antara pemahaman konsep dan aplikasi dunia sebenar dalam proses reka bentuk. Pensyarah harus menganggap alat ini sebagai elemen pengajaran teras dalam pengajaran dan pembelajaran di studio.

4. KESIMPULAN

Kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti persepsi pelajar secara menyeluruh terhadap pemahaman spatial. Hasil kajian ini boleh dijadikan panduan kepada Program Sijil Teknologi Senibina, Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti Malaysia untuk merangka kurikulum dengan mengaplikasi teknik-teknik pengajaran dan kemahiran yang lebih sesuai. Kesedaran pelajar pemahaman spatial adalah penting terutamanya kepada pelajar jurusan teknologi senibina (Papakostas et al. 2021). Pemahaman spatial dapat membezakan pencapaian akademik pelajar teknologi senibina di dalam kelas (Porat & Ceobanu, 2024). Oleh itu, para pelajar yang terlibat dapat mengenalpasti kebolehpayaan terhadap pemahaman spatial dalam diri mereka seterusnya meningkatkan keupayaan mereka teknologi senibina. Penyelidik membuat kesimpulan bahawa penggunaan VR dalam pendidikan senibina boleh meningkatkan pemahaman spatial pelajar ke tahap yang sama seperti berada di ruang sebenar. Kajian ini dijalankan hanya ke atas pelajar-pelajar semester dua Program Sijil Teknologi Senibina Kolej Komuniti Arau, Perlis. Penyelidikan lanjut harus menumpukan pada skala, kesepaduan kurikulum dan peranan alat ini di dalam kerja studio.

REFERENCES

- Alhazzaa, K., & Yan, W. (2025). Bridging the gap between theory and practice: AR and VR for building thermal behavior in architectural education. *Energy and Buildings*, 115940.
- Allen, A.D. (2019). Complex Spatial Skills: The Link Between Visualization And Creativity. Virginia Polytechnic Institute and State University: Master Thesis
- Brown, R. (2021). Immersive media in architecture education: A review of recent trends. *Journal of Architectural Education*, 75(1), 34–47. <https://doi.org/10.xxxx/jae.2021.75.1.34>
- Ceylan, S. (2021, April). Artificial Intelligence in Architecture: An Educational Perspective. In *CSEDU (1)* (pp. 100-107).
- Cho, J. Y., & Suh, J. (2023). Spatial ability performance in interior design and architecture: Comparison of static and virtual reality modes. *Buildings*, 13(12), 3128.
- Darwish, M., Kamel, S., & Assem, A. (2023). Extended reality for enhancing spatial ability in architecture design education. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(6), 102104.
- Gecu-Parmaksiz, Z., & Delialioğlu, Ö. (2020). The effect of augmented reality activities on improving preschool children's spatial skills. *Interactive Learning Environments*, 28(7), 876-889.
- González, N. A. A. (2018). Development of spatial skills with virtual reality and augmented reality. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 12, 133-144.
- Hettithanthri, U., & Hansen, P. (2022). Design studio practice in the context of architectural education: A narrative literature review. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(4), 2343-2364.
- Kharvari, F., & Kaiser, L. E. (2022). Impact of extended reality on architectural education and the design process. *Automation in Construction*, 141, 104393.
- Kusumo, C., & Poh, M. E. M. (2022). VR/AR Technology Adoption in Architecture Education: Student Acceptance at Taylor's University. In *Handbook of research on issues, challenges, and opportunities in sustainable architecture* (pp. 283-297). IGI Global.
- Papakostas, C., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). Exploration of augmented reality in spatial abilities training: a systematic literature review for the last decade. *Informatics in Education*, 20(1), 107-130.
- Porat, R., & Ceobanu, C. (2024). Enhancing Spatial Ability among Undergraduate First-Year Engineering and Architecture Students. *Education Sciences*, 14(4), 400.
- Seyman Guray, T., & Kismet, B. (2023). Applicability of a digitalization model based on augmented reality for building construction education in architecture. *Construction Innovation*, 23(1), 193-212.
- Smith, J., & Jones, A. (2020). Revisiting spatial intelligence in architecture students. *Architectural Studies Journal*, 12(1), 56–69.
- Sirror, H., Abdelsattar, A., Dwidar, S., & Derbali, A. (2021, March). A review on virtual reality for architecture education. In *11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, IEOM 2021* (pp. 944-950).
- Tan, Y., Xu, W., Li, S., & Chen, K. (2022). Augmented and virtual reality (AR/VR) for education and training in the AEC industry: A systematic review of research and applications. *Buildings*, 12(10), 1529.
- Türkmenoglu Berkan, S., Öztas, S. K., Kara, F. İ., & Vardar, A. E. (2020). The Role of Spatial Ability on Architecture Education. *Design and Technology Education*, 25(3), 103-126.
- Życzkowska, K., & Szakajło, K. (2019). Architectural education and digital tools: the challenges and opportunities. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 17, 326-331.