

## BAB II KAJIAN LITERATUR

Para peneliti telah menunjukkan bahwa metode intervensi berbasis VR memiliki beberapa manfaat penting dibandingkan metode tradisional. Metode tradisional terdiri dari serangkaian rangsangan yang telah ditentukan sebelumnya yang disampaikan dalam lingkungan terkendali melalui kertas dan pensil atau sistem komputer (Wilson et al., 1989; Negut dkk., 2016); namun, validitas ekologis dalam memprediksi kinerja dunia nyata masih terbatas (Alvarez dan Emory, 2006; Parsons, 2015). Untuk mengatasi keterbatasan ini, para peneliti telah mengadopsi pendekatan VR untuk mengembangkan program neuropsikologis yang mengevaluasi partisipan dalam situasi yang sedekat mungkin dengan kehidupan nyata.

Penelitian telah menunjukkan bahwa platform VR (Virtual Reality) memiliki potensi untuk meningkatkan kemampuan memori. Contoh platform VR yang dikembangkan untuk tujuan ini termasuk karya Castelnuovo et al. (2003), Armstrong et al. (2013), Gamito et al. (2016), dan Lee et al. (2018). Platform VR ini memungkinkan pengguna untuk mensimulasikan aktivitas sehari-hari, seperti berbelanja atau mengingat rute dalam kota virtual (Dores et al., 2012; Parsons dan Barnett, 2017). Hasil penelitian menunjukkan bahwa platform VR dapat bermanfaat untuk penilaian kognitif (Faria et al., 2016; Gamito et al., 2018).

Namun, pengembangan platform VR membutuhkan investasi yang besar, baik dalam hal perangkat lunak maupun perangkat keras. Hal ini menjadi salah satu tantangan utama dalam pemanfaatan VR untuk pelatihan memori. Salah satu tren terkini di bidang teknologi adalah teknologi 360° (Huang et al., 2017). Kamera 360° dapat merekam lingkungan ke segala arah, memungkinkan pengguna untuk melihat ke atas dan ke bawah, ke kiri dan ke kanan, seperti yang dapat dilakukannya dalam situasi kehidupan nyata. Terlebih lagi, biayanya terjangkau dan tidak memerlukan keterampilan teknis khusus untuk penggunaan dasar (Parsons, 2015; Serino dkk., 2017). Karena keserbagunaannya, teknologi 360° telah digunakan di berbagai bidang seperti pendidikan (McKenzie et al., 2019), jurnalisme imersif (Schutte dan Stillinovič, 2017), dan periklanan (Habig, 2016). Makalah ini menyajikan studi kasus tentang kelayakan pendekatan alternatif untuk membuat konten VR untuk penilaian memori.

Secara khusus, alih-alih membuat skenario VR berbasis grafis (Slater dan Sanchez-Vives, 2016), teknologi 360° digunakan untuk merekam lingkungan yang sudah dikenal sebelum memutarkannya kepada peserta di layar yang dipasang di kepala (HMD). Video 360° dapat dinikmati melalui media imersif dan non-imersif (Negro-Cousa et al., 2019). Media imersif dan non-imersif berbeda-beda berdasarkan sudut pandang peserta dan pengalaman yang dihasilkan selama penggunaan.

Melalui teknologi 360° yang imersif, peserta dapat melihat panorama penuh dengan dukungan HMD VR, menciptakan sensasi kehadiran dan pencelupan yang tinggi, seolah-olah mereka benar-benar berada di dalam lingkungan tersebut. Melalui lingkungan 360° non-immersive, peserta dapat melihat konten panorama 360° dengan menggerakkan atau memutar perangkat tempat konten diputar, seperti PC, ponsel pintar, atau tablet (Repetto et al., 2018). Dalam pandangan ini, partisipan hanyalah pengamat eksternal. Perbedaan antara lingkungan immersive dan non-immersive dapat diperjelas dengan lebih baik melalui konsep kehadiran spasial

## **2.1 PEMBELAJARAN DARING**

### **2.1.1. Dampak Pembelajaran Daring**

Pandemi COVID-19 menandai suatu krisis global yang bersifat unik dan tidak terduga, representatif dari peristiwa sebesar ini yang belum pernah dialami oleh sebagian besar individu yang masih hidup pada masa kini (Birmingham et al., 2023). Hal ini memberi dampak signifikan di berbagai aspek dan bidang, khususnya pada dunia pendidikan. (Merola et al., 2023) (Bahasoan et al., 2020). Pada sektor pendidikan, pandemi COVID-19 mempengaruhi berbagai pihak seperti pembuat kebijakan, pendidik, orang tua, dan siswa untuk mengadakan sistem pembelajaran daring. Kebijakan penutupan sekolah dan universitas di berbagai negara telah mengganggu jalannya proses pembelajaran dan kehidupan siswa. (Anugrahana, 2020) (Hassan, 2022) (Hong et al., 2021). Hal ini selaras disampaikan bahwa pembelajaran dengan sistem online saat pandemi Covid-19 sebagai kebijakan merdeka belajar selama penerapannya berjalan tidak efektif menurut riset yang sudah dilakukan. (Hardinata et al., 2020).

### **2.1.2. Peningkatan Pembelajaran Daring melalui *Virtual Reality***

Dalam upaya meningkatkan efektivitas sistem pembelajaran daring, pemanfaatan teknologi virtual reality (VR) telah diidentifikasi sebagai salah satu solusi yang menjanjikan, sebagaimana telah ditunjukkan oleh beberapa penelitian sebelumnya (Brazley, 2019). Hasil-hasil penelitian ini secara konsisten telah mengonfirmasi bahwa penggunaan teknologi VR dapat secara signifikan meningkatkan pengalaman belajar dan juga tingkat partisipasi peserta didik (Cai, 2017). Selain itu, penerapan teknologi VR juga memiliki potensi yang luar biasa dalam memberikan kontribusi yang nyata terhadap peningkatan pemahaman dan optimalisasi proses pembelajaran secara keseluruhan (E. A.-L. Lee & Wong, 2008). Dengan keunggulan-keunggulannya yang jelas, teknologi VR mampu memberikan pengalaman pembelajaran yang jauh lebih baik dan lebih efektif jika dibandingkan dengan metode-metode pembelajaran konvensional seperti video atau buku (Allcoat & von Mühlennen, 2018). Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi VR dapat dianggap sebagai langkah strategis yang dapat memberikan perubahan positif yang signifikan dalam lingkup pembelajaran daring.

## **2.2 RUANG VIRTUAL**

### **2.2.1 Ruang Virtual sebagai Pembelajaran**

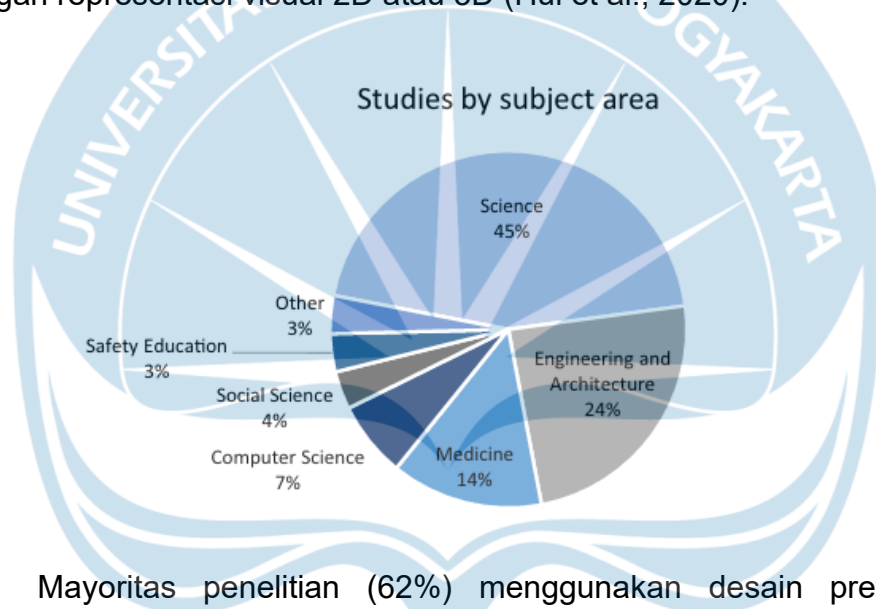
Virtual Reality (VR) umumnya merujuk pada konsep fiksi ilmiah futuristik dan perangkat keras yang mutakhir. Namun, sebenarnya VR terkait erat dengan proses neurokognitif di dalam otak manusia yang tidak memerlukan penggunaan peralatan khusus. Manusia memiliki kemampuan untuk mengalami realitas alternatif melalui penggunaan imajinasi, meliputi pemikiran, khayalan, dan proses kognitif yang berimbas pada perkembangan pikiran konseptual dan kreatif (Dwivedi dkk, 2022). Seiring dengan evolusi peradaban manusia sejak masa prasejarah yang jauh, pengembangan dunia maya telah menjadi aspek integral dari pengalaman kemanusiaan. Sebagai seorang praktisi atau akademisi di bidang teknologi, memiliki pemahaman yang tajam dan mendalam terhadap sejarah dan perjalanan media virtual sangatlah krusial, guna mengembangkan visi masa depan yang kreatif dan menyusun

solusi inovatif dalam menangani persoalan kompleks melalui pemanfaatan teknologi imersif. Pengetahuan mendalam ini dianggap sebagai landasan krusial dalam mengaplikasikan konsep Metaverse yang direncanakan untuk masa depan (Blascovich, J & Bailenson, J, 2011).

Industri realitas virtual (VR) telah berkembang pesat selama beberapa tahun terakhir. VR, sebagai teknologi yang sangat menjanjikan, telah diterapkan di berbagai bidang, dan kemungkinan besar akan terus berkembang lebih jauh, salah satunya VR yang mampu memberikan pengalaman dengan tingkat imersi tertinggi dibandingkan teknologi lainnya (Angelov et al., 2020). Hal ini selaras ditemukan pada bidang pendidikan bahwa ruang virtual khususnya penggunaan VR Headset efektif untuk meningkatkan pembelajaran. Contohnya pada sebuah penelitian sebelumnya penggunaan headset VR bersama dengan aplikasi seluler yang dirancang untuk lingkungan pembelajaran virtual memberikan solusi yang sederhana dan biaya efektif. Dengan kesempatan untuk membentuk alat dan materi pendidikan untuk dipersonalisasi dan lebih sesuai dengan kebutuhan siswa serta pandangan pendidik, solusi yang diusulkan berupa headset VR dari kardus yang dapat didaur ulang yang dipasangkan dengan konten perangkat lunak yang berfokus pada kurikulum lokal memungkinkan kreativitas yang luar biasa di dalam kelas (Pun, 2024).

Penggunaan headset VR yang memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi, menafsirkan, dan merespons elemen realitas pengguna telah menjadi fokus penelitian melalui evaluasi 2 prototipe (O'Hagan & Williamson, 2020). Dalam konteks pembelajaran, teknologi ini dapat diintegrasikan untuk menciptakan lingkungan pembelajaran virtual yang responsif dan disesuaikan dengan kebutuhan siswa. Potensi perilaku headset VR yang telah diselidiki melalui prototipe dapat memberikan kontribusi positif terhadap pengalaman belajar, memungkinkan personalisasi materi pembelajaran, dan meningkatkan keterlibatan siswa. Namun, perlu diingat bahwa penggunaan headset VR dalam pembelajaran juga perlu memperhatikan aspek kesehatan dan mengurangi risiko terkait, seperti yang telah disebutkan sebelumnya.

Dalam kontesktual pembelajaran arsitektur uji VR headset juga pernah dilakukan seperti pembelajaran pada dunia arsitektur. Meskipun presentasi arsitektur biasanya dilakukan dengan berbagai media tradisional, VR menjadi alternatif yang valid dan lebih efektif. Media seperti ini memungkinkan pengguna yang berada di luar maupun di dalam praktik AEC (Arsitektur, Rekayasa, dan Konstruksi) untuk dengan mudah memahami kompleksitas desain, serta memungkinkan setiap pemangku kepentingan untuk secara intensif memeriksa dan menyempurnakan fitur yang dibagikan oleh semua proposal. Dalam pengaturan studio arsitektur yang tipikal, komponen presentasi akhir melibatkan gambar arsitektur dan model fisik, yang dilengkapi dengan representasi visual 2D atau 3D (Hui et al., 2020).



Mayoritas penelitian (62%) menggunakan desain pretest-posttest dengan membandingkan skor tes sebelum intervensi dengan skor setelah pengalaman I-VR. Penelitian lainnya cenderung menilai skor pasca intervensi saja, biasanya dengan membandingkan perbedaan hasil pembelajaran antara I-VR dan satu atau lebih kelompok kontrol. Cara perbandingan pasca intervensi yang kurang konvensional kadang-kadang digunakan, seperti Johnston dkk. (2018) membandingkan skor rata-rata pada soal ujian tertentu yang berkaitan dengan pengalaman I-VR yang dilakukan atau tidak dilakukan oleh beberapa siswa. Ada empat penelitian yang meneliti tingkat retensi informasi dan pembelajaran jangka pendek hingga menengah melalui penilaian tindak lanjut. Rentang waktunya mulai dari 1 hari setelah penggunaan I-VR awal (Babu dkk. 2018), hingga 6 bulan pasca intervensi (Smith dkk. 2018). Olmos-Raya dkk.

(2018) dan Stepan dkk. (2017) melakukan penilaian tindak lanjut masing-masing pada 1 minggu dan 8 minggu.

Penerapan sistem pembelajaran online di lingkungan Metaverse diyakini mampu mengatasi batasan-batasan konektivitas sosial dan memperkaya pengalaman belajar secara informal. Dengan kehadiran fitur-fitur seperti telepresence, bahasa tubuh avatar, dan kemampuan untuk mengekspresikan emosi dan ekspresi wajah secara realistis, pertemuan virtual diperkirakan akan memiliki efektivitas yang setara dengan interaksi tatap muka secara langsung, sehingga menghadirkan pengalaman yang sama menariknya dengan kehadiran fisik dalam ruang kelas.

### 2.2.2. Elemen dan Kriteria Desain dalam Pembelajaran Ruang Virtual

Selama proses peninjauan artikel, ditemukan bahwa elemen desain VR untuk pendidikan muncul sebagaimana halnya dalam kerangka pembelajaran (Wohlgenannt et al, 2019). Adapun aspek dan kategori elemen desain dalam pembelajaran ruang virtual sebagai berikut (Lihat tabel 1)

Aspek	Kategori	Penjelasan
<b>Tampilan</b>	<b>Realistic surroundings</b> (Lingkungan yang realistis)	Lingkungan virtual menawarkan kualitas grafis yang superior dan telah dirancang secara khusus untuk menggambarkan dengan detail lingkungan dalam dunia nyata. (Wohlgenannt et al, 2019)
<b>Presence</b>	<b>Passive observation</b> (Pengamatan pasif)	Siswa dapat melihat-lihat lingkungan sekitar virtual. Sepanjang perjalanan untuk berpindah dari ruang ke ruang pengguna ditentukan juga melalui elemen desain yang dirancang sepanjang jalur. Namun, mereka juga tidak dapat bergerak sendiri untuk berinteraksi dengan objek virtual lain. (Wohlgenannt et al, 2019)

<b>Navigation</b>	<b>Moving around</b> (Pergerakan sekitar)	Siswa dapat mengeksplor lingkungan virtual dengan (teleportasi atau mode terbang) . (Wohlgenannt et all, 2019)
<b>Interaction</b>	<b>Basic interaction with objects</b> (Interaksi dasar dengan objek)	Siswa dapat memilih objek virtual dan berinteraksi dengannya dengan berbagai cara. Mulai dari mengambil informasi tambahan tentang suatu objek dalam bentuk tertulis atau lisan, mengambil dan memutarnya, memperbesar objek untuk melihat lebih banyak detail, dan mengubah warna atau bentuk objek. (Wohlgenannt et all, 2019)
<b>Interaction</b>	<b>Assembling objects</b> (Merakit objek)	Siswa dapat memilih objek virtual dan menggabungkannya, termasuk pembuatan objek baru dengan cara merakit beberapa objek tunggal. (Wohlgenannt et all, 2019)
<b>Presence</b>	<b>Interaction with other users</b> (Interaksi dengan sesama)	Siswa dapat berinteraksi dengan siswa lain atau guru. Interaksi dapat dilakukan dalam bentuk avatar dan melalui alat komunikasi seperti pesan instan atau obrolan suara. Elemen desain ini juga mencakup kemungkinan siswa mengunjungi ruang belajar virtual satu sama lain. (Radianti et al., 2020)
<b>Monitoring/ Control</b>	<b>Role management</b> (Pengaturan karakter)	Aplikasi VR menawarkan fungsionalitas yang berbeda untuk peran yang berbeda. Perbedaan dibuat antara peran siswa dan peran guru. Untuk seorang guru, aplikasi VR menawarkan fungsionalitas

		yang diperluas, seperti menugaskan dan mengevaluasi tugas pembelajaran atau melihat kemajuan pembelajaran siswa. (Wohlgenannt et al, 2019)
<b>Interaction</b>	<b>Screen sharing</b>  (Berbagi layar)	Aplikasi VR memungkinkan siswa dan guru untuk menggunakan aplikasi dan file dari desktop lokal mereka ke layar virtual. Mulai dari berbagi dan mengedit konten dari desktop lokal mereka dengan pengguna lain di lingkungan virtual (mis., PowerPoint, Google Drive, dan Google Dokumen). (Wohlgenannt et al, 2019)
<b>Personalisation</b>	<b>User-generated content</b>  (Konten buatan)	Siswa dapat membuat konten baru, seperti model 3D, dan mengunggah konten baru ini ke lingkungan virtual. Seperti elemen desain juga berlaku ketika konten buatan pengguna dapat dibagikan dengan pengguna lain sehingga mereka dapat menggunakannya di lingkungan virtual mereka juga. Elemen desain ini tidak berlaku ketika siswa hanya dapat mengakses secara virtual objek yang dibuat oleh pengembang dan disediakan oleh perpustakaan di lingkungan virtual. (Wohlgenannt et al, 2019)
	<b>Instructions</b>  (Intruksi)	Siswa memiliki akses ke tutorial atau petunjuk tentang cara menggunakan aplikasi VR dan cara melakukannya (mengerjakan dan mengumpulkan tugas). (Wohlgenannt et al, 2019)



	<p><b>Immediate feedback</b> (Saran)</p>	<p>Siswa menerima umpan balik tekstual, pendengaran, atau secara langsung. Umpan balik memberi tahu siswa tentang apakah mereka telah menyelesaikan tugas pembelajaran dengan benar dan apakah interaksi dengan objek virtual berhasil. Dalam beberapa kasus, umpan balik juga dapat diberikan dengan mensimulasikan hasil interaksi dengan objek virtual, misalnya, saat reaksi kimia yang sesuai disimulasikan setelah bahan kimia dicampur di laboratorium virtual. (Wohlgenannt et al, 2019)</p>
	<p><b>Knowledge test</b> (Tes pengetahuan)</p>	<p>Siswa dapat melakukan progress belajar melalui tes pengetahuan, kuis, dan praktik tugas mandiri (Wohlgenannt et all, 2019)</p>
	<p><b>Virtual rewards</b> (Hadiah)</p>	<p>Siswa dapat menerima hadiah virtual saat menyelesaikan tugas. (Wohlgenannt et all, 2019)</p>
	<p><b>Making meaningful choices</b></p>	<p>Siswa belajar di lingkungan virtual melalui partisipasi dalam skenario (permainan peran) yang dapat berakhir dengan cara yang berbeda. Dalam skenario ini, mereka harus membuat keputusan yang memengaruhi hasil skenario. (Wohlgenannt et all, 2019)</p>

**Tabel. 4** Elemen dan Kriteria Desain

**Sumber:** Data Analisis Penulis

Dalam desain ruang virtual dengan tampilan lingkungan yang realistis, elemen-elemen seperti "pengamatan pasif" dan "pergerakan sekitar" sangat penting. Pengamatan pasif memungkinkan pengguna untuk melihat sekitar dan merasakan lingkungan secara nyata, sementara pergerakan sekitar memungkinkan mereka untuk menjelajahi ruang tersebut dengan bebas. Kedua elemen ini berkontribusi pada penciptaan pengalaman yang lebih imersif dan mendalam.

### **2.3 RUANG IMERSIF DALAM PEMBELAJARAN**

Virtual Reality atau Ruang Virtual memiliki keunikan dibandingkan dengan teknologi media lainnya karena sifat teknis yang menyerap serta dampaknya terhadap penggunaannya. Meskipun terdapat perbedaan dalam terminologi (Skarbez, Brooks, F, & Whitton, 2017), banyak penelitian menggunakan istilah imersi untuk menjelaskan fitur teknis sistem dan istilah kehadiran untuk merujuk pada respons psikologis yang dirasakan saat menggunakan sistem imersif (misalnya, Slater & Sanchez-Vives, 2016). Imersi mengimplikasikan bahwa sistem tersebut memblokir persepsi sensorial pengguna terhadap dunia fisik dan menggantikannya dengan aliran konten digital audiovisual yang bereaksi terhadap tindakan pengguna dengan cara yang meniru realitas fisik (misalnya, jika pengguna menggerakkan tangan mereka, tangan avatar mereka mereplikasi gerakan tersebut secara real-time).

Kehadiran telah didefinisikan sebagai perasaan "berada di sana," secara fisik ditempatkan di dalam lingkungan virtual (Slater & Sanchez-Vives, 2016). Ini melibatkan ilusi perseptual tanpa mediasi (Lombard & Ditton, 1997) yang membuat pengguna merasakan - dan seringkali bereaksi terhadap lingkungan VR seolah-olah itu nyata, meskipun mengetahui bahwa sebenarnya tidak (Hartmann & Hofer, 2022). Daripada memperlakukan kehadiran sebagai konsep tunggal, beberapa penelitian sering membedakan beberapa jenis kehadiran, termasuk kehadiran spasial, perwujudan atau kehadiran diri, dan kehadiran sosial (misalnya, Hartmann & Fox, 2021; Lee, 2004; Skarbez dkk., 2017). Kehadiran spasial merujuk pada perasaan berada secara fisik di dalam lingkungan virtual, perwujudan (atau kehadiran diri) menggambarkan sensasi

pengguna bahwa tubuh virtual avatar mereka adalah tubuh nyata mereka, dan kehadiran sosial merujuk pada persepsi berada dalam satu tempat dan terhubung dengan orang lain (Biocca, Harms, & Burgoon, 2003).

Imersi mengacu pada tingkat keterlibatan pengguna dalam lingkungan virtual yang begitu dalam, sehingga mereka seolah-olah 'ada' di sana. Dalam kondisi ini, pengguna sering kali kehilangan kesadaran akan waktu dan dunia nyata, sepenuhnya terfokus pada pengalaman virtual yang mereka rasakan. Freina dan Ott (2015) mendefinisikan istilah ini sebagai 'persepsi berada secara fisik di dalam dunia non-fisik melalui lingkungan pengguna sistem VR yang diciptakan dengan gambar, suara, atau rangsangan lainnya' sehingga peserta merasa seolah-olah benar-benar 'ada' di sana.

Pengertian persepsi sendiri adalah proses mental di mana individu mengorganisir, menginterpretasi, dan memberikan makna kepada informasi yang diterima melalui panca indera mereka. Rangsangan dari lingkungan diubah menjadi sinyal saraf yang diolah di otak dan diterjemahkan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman individu. Ini memengaruhi cara kita merespons situasi, membuat keputusan, dan berinteraksi dengan orang dan lingkungan, sementara pengaruh budaya, latar belakang, dan pengalaman pribadi dapat menyebabkan perbedaan dalam persepsi antara individu (Rahmania, 2023).

Dalam pembelajaran ruang virtual, penting untuk memahami bahwa terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi terkait dengan mencapai persepsi visual yang realistis. Sebagaimana dijelaskan (Gerschütz, et al), perbedaan antara persepsi dalam dunia nyata dan dunia virtual, terutama dalam estimasi ukuran dan jarak, merupakan salah satu masalah utama yang harus diatasi. Untuk mengatasi tantangan tersebut, paper tersebut membahas beberapa pendekatan, termasuk pengaturan jarak interpupillary dan posisi pupil. Melalui pendekatan-pendekatan ini, diharapkan bahwa pengalaman pembelajaran dalam ruang virtual dapat ditingkatkan dan mendekati realitas sebanyak mungkin.

## **2.5 ELEMEN VISUAL DALAM RUANG VIRTUAL**

Terdapat perbedaan signifikan antara efek pelatihan ruang nyata dan ruang VR dengan membandingkan rata-rata tingkat ketidakakuratan di ruang uji menggunakan uji-t, untuk mengidentifikasi apakah mungkin mengajarkan mahasiswa arsitektur untuk meningkatkan rasa skala mereka dengan menggunakan ruang VR daripada ruang nyata untuk mencapai efek yang sama seperti saat menggunakan ruang nyata. Secara bersamaan, kami mengidentifikasi pada tingkat pengajaran arsitektur universitas mana penggunaan ruang VR paling efektif untuk meningkatkan rasa skala mahasiswa, dengan membandingkan pengurangan tingkat ketidakakuratan antara ruang nyata dan ruang VR.

## **2.6 UJI MANN-WHITNEY**

Uji Mann-Whitney, atau dikenal juga sebagai Uji Wilcoxon-Mann-Whitney, merupakan metode statistik non-parametrik yang digunakan untuk membandingkan dua kelompok independen. Metode ini sangat bermanfaat ketika data yang dianalisis tidak memiliki distribusi normal, yang sering terjadi pada data skala ordinal atau data yang tidak memenuhi asumsi normalitas.

Berbeda dengan uji statistik parametrik yang mengandalkan rata-rata data, uji Mann-Whitney berfokus pada median, yaitu nilai tengah data yang diurutkan. Uji ini mengukur perbedaan median antara dua kelompok dan menghasilkan nilai p yang menunjukkan probabilitas perbedaan tersebut terjadi secara acak. Jika nilai p lebih kecil dari tingkat signifikansi yang ditentukan (misalnya 0,05), maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara median kedua kelompok.

Uji Mann-Whitney menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan uji statistik parametrik, terutama dalam hal fleksibilitas dan ketahanan terhadap pelanggaran asumsi normalitas. Hal ini menjadikannya alat yang berharga untuk menganalisis data yang tidak memiliki distribusi normal, memungkinkan peneliti untuk menarik kesimpulan yang valid tentang perbedaan antar kelompok. Dalam konteks aplikasi teknologi Virtual Reality (VR) pada pembelajaran, uji Mann-Whitney menjadi instrumen analisis yang relevan. Sejumlah penelitian, seperti yang dijelaskan dalam ringkasan di atas, telah memanfaatkan metode ini untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan VR

dalam konteks pembelajaran dan evaluasi keterampilan. Moorthy et al. (2003) menilai keefektifan simulator bronkoskopi VR dengan melibatkan pemula dan ahli bronkoskopi, sementara Etemadpour et al. (2019) menganalisis perakitan manual dalam VR dan lingkungan non-immersive dengan 10 peserta. Fussell dan Hight (2021) melakukan uji kegunaan program pelatihan penerbangan VR dengan melibatkan 14 mahasiswa, sedangkan Ebert dan Tutschek (2019) meneliti penggunaan objek VR dalam pengajaran USG janin dengan melibatkan 51 peserta. Meskipun jumlah responden bervariasi, uji Mann-Whitney memberikan kerangka analisis yang konsisten dalam menghadapi perbedaan signifikan di antara kelompok-kelompok tersebut.

