PENGEMBANGAN METODE PEMBELAJARAN TEKNOLOGI *VIRTUAL REALITY* UNTUK MAHASISWA ARSITEKTUR TAHUN PERTAMA

Berbasis Praktik Penggunaan *Software Enscape for Sketchup*

Cininta, M.[1*]

1. Program studi Sarjana Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Indonesia
*Correspondent Author: mutiara.cininta@uajy.ac.id

Tanggal masuk naskah:29 Maret 2023 • Tanggal review: 29 &30 Maret 2023 • Tanggal revisi: 2 April 2023 • Tanggal review II: 2 & 3 April 2023 • Tanggal Terbit: 4 April 2023
DOI: 10.24167/joda.v2i2.10122

Abstrak: *Virtual Reality* (VR) berkembang sangat pesat dan menjadi teknologi yang semakin populer dalam beberapa tahun terakhir. Manfaatnya di bidang arsitektur mencakup aspek yang luas, mulai dari desain dan pengembangan, presentasi dan komunikasi, pembelajaran dan pelatihan, hingga evaluasi dan pengujian. Calon arsitek masa depan penting untuk dapat mengenal bagaimana konsep kerja VR, mempraktekkan dan mengintegrasikan pemanfaatan teknologi ini dalam proses perancangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pembelajaran teknologi VR yang cocok untuk mahasiswa arsitektur tahun pertama. Metode yang digunakan adalah penelitian pengembangan dengan model ADDIE. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Menggunakan sebuah studi kasus, evaluasi terhadap pemanfaatan software *Enscape for Sketchup* sebagai alat bantu dalam pembelajaran VR dilakukan dengan melibatkan 172 mahasiswa sebagai responden. Dokumentasi hasil pekerjaan 33 kelompok dianalisis untuk mengevaluasi efektivitas model pembelajaran dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan mahasiswa dalam menggunakan teknologi VR untuk presentasi arsitektural. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran yang dikembangkan dapat meningkatkan pemahaman atas konsep kerja VR dan kebermanfaatannya dalam mempresentasikan ruang dan desain arsitektur secara lebih efektif, efisien, realistis dan interaktif. Namun, masih terdapat beberapa kendala yang perlu diperhatikan dalam pembelajaran berikutnya, seperti masalah teknis, kecukupan waktu untuk mengeksplorasi, serta keterbatasan hardware komputer yang digunakan. **Kata Kunci:** *Virtual Reality*, Enscape, Sketchup, Media Pembelajaran, Presentasi Arsitektural, Pendidikan Arsitektur

Abstract: *Virtual Reality (VR) is developing rapidly and has become an increasingly popular technology in recent years. Its benefits for architecture cover a wide range of aspects, from design and development, presentation and communication, learning and training to evaluation and testing. Prospective future architects need to learn how the VR concept works, practice and integrate this technology into the design process. This study aims to develop a VR technology learning model suitable for first-year architecture students. The method used is development research with the ADDIE model. Data were collected through observation, interviews, and documentation. Using a case study, an evaluation of the Enscape for Sketchup software as a tool in VR learning was carried out by involving lecturers and students as respondents. Documentation of the work of 33 groups was analyzed to evaluate the effectiveness of the learning model in increasing students' understanding and skills in using VR technology for architectural representation. The study results show that the learning model developed can increase understanding of the concept of VR work and its usefulness in displaying space and architectural designs more effectively, efficiently, realistically, and interactively. However, some obstacles still need to be considered in subsequent lessons, such as technical problems, sufficient time for*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

exploration, and limitations of the computer hardware used. **Keywords:** *Virtual Reality, Enscape, SketchUp, Learning Media, Architectural Presentation, Architectural Educati*

1. Pendahuluan

Pesatnya perkembangan teknologi disruptif, telah mengubah gaya hidup dan cara kita bekerja akhir-akhir ini. Virtual Reality (VR) merupakan salah satu dari 10 teknologi pendorong era revolusi industri ke-4 (*Ten Exponential 4IR Technologies*) yang kehadirannya perlu diantisipasi, selain *Augmented Reality* (AR), Internet of Things (IoT), *Artificial Intelligence*, blockhain, *automated vehicles*/drone, robot dan *3D printing* [1]. Kita perlu bersiap akan dampak positif maupun negatif dari fenomena digital ini. Aspek sosial tentu tidak terlepas dari imbas perkembangan ini, salah satunya adalah ketersediaan lapangan pekerjaan terutama di negara berkembang [2]. Perubahan sistemik ini menuntut dunia pendidikan untuk cepat beradaptasi terhadap perubahan jaman dalam mencetak lulusan yang kompeten dan memiliki prospek karir yang cerah.

Proses perkuliahan harus membekali lulusan dengan keterampilan yang relevan, tidak secara pemahaman teoritis konseptual namun juga keterampilan teknis yang dapat diterapkan. Menurut Khodeir et.al penerapan teknologi dalam kegiatan pembelajaran akan mendorong dan memotivasi mahassiswa untuk membangun keterampilan-keterampilan yang relevan sesuai kebutuhan di abad ke-21 ini [3]. Kurikulum pendidikan arsitektur perlu terus diperbaharui untuk memastikan keterampilan siswa tetap terkini dan relevan dengan konteks Revolusi Industri 4.0. Kolaborasi lintas bidang seperti misalnya Arsitektur, Teknologi Informasi, Ilmu Lingkungan, dan Teknik dapat menjadi peluang yang bisa dimanfaatkan [4].

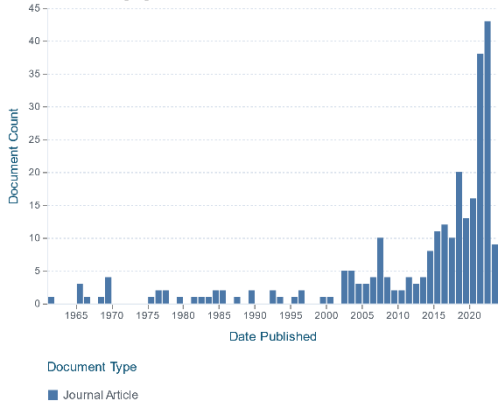


Diagram 1.Karya ilmiah dari waktu ke waktu terkait "VR" dan "architecture" pada The Lens.

Dialog terkait teknologi VR yang pada mulanya berada di domain informatika, khususnya di bidang *human-computer interaction*, kini semakin merambah disiplin arsitektur selama 5 tahun terakhir. Diagram 1. menunjukkan kuantitas publikasi jurnal di biang arsitektur dengan keyword "VR" dan "arsitektur" yang ditelusuri pada *database* The Lens (https://www.lens.org/). Jumlahnya semakin meningkat sejak tahun 2017-2018 hingga sekarang. Lini waktu perkembangan VR tersebut semakin pesat bersamaan dengan adanya era pandemi Covid-19 yang membuat semakin diperlukannya solusi atas *physical distancing*.

Topik VR erat dikorelasikan dengan metaverse, AR dan mixed reality [5]. Schumacher berpendapat bahwa di era mendatang, kemunculan metaverse akan menjadi peluang bagi para arsitek [6]. Melihat prospek menjamurnya *VR empowered cyberspace* yang menjanjikan, penting bagi calon arsitek masa depan untuk menguasai konsep dan alur kerja VR. Diharapkan, kompetensi ini nantinya akan sangat bermanfaat untuk menjemput peluang dalam merancang ruang-ruang virtual di era internet 3D yang imersif. Namun sayangnya, walaupun penggunaan VR di ranah praktek profesional sudah marak, belum banyak penelitian yang mengembangkan metode pembelajaran VR untuk pemula. Oleh karena itu, masih dibutuhkan pengembangan lebih lanjut tentang cara mengenalkan VR yang mudah diterima dan dipraktekkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut melalui pengembangan sebuah model pembelajaran berbasis praktik yang sesuai untuk mahasiswa arsitektur tahun pertama. Diharapkan hasilnya dapat mempercepat adaptasi dan penerimaan atas teknologi ini.

2. Tinjauan Pustaka

Virtual Reality Dalam Arsitektur

Virtual Reality (VR) adalah lingkungan sintetik yang dihasilkan komputer, yang sepenuhnya terpisah dari kenyataan. Saat seseorang mengakses VR, mereka merasa benar-benar tenggelam dan hadir di dunia yang berbeda, dan mereka dapat berinteraksi dengannya dengan cara yang mirip dengan

lingkungan fisik [7]. Sensasi/pengalaman imersif ini akan semakin maksimal jika menggunakan peralatan multisensori khusus seperti *immersion helmets*, headset VR, dan juga *omnidirectional treadmill*. Sensasi ini dibangun dengan menggunakan berbagai modalitas seperti penglihatan, suara, sentuhan, gerakan, dan interaksi yang natural dengan objek virtual untuk memperkuat rasa/pengalaman seakan-akan berada di ruang tersebut [8][9].

Teknologi VR memiliki lingkup peran yang cukup luas di bidang arsitektur, adapun beberapa contoh pemanfaatannya antara lain:

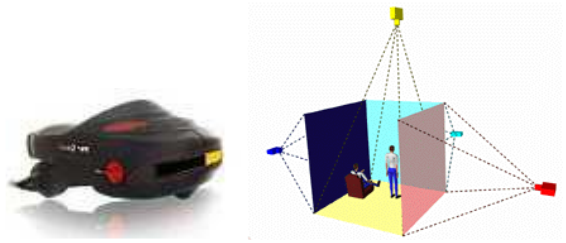
- **Desain dan Pengembangan:** VR dapat digunakan untuk melengkapi pengumpulan data kualitatif dan kuantitatif tentang preferensi pengguna dalam desain bangunan [10]. VR memvisualisasikan ide-ide desain dalam ruang 3D yang interaktif dan realistis. Kombinasi ini dapat membantu arsitek dan desainer dalam merancang dan mengembangkan bangunan yang lebih optimal.
- **Evaluasi dan Pengujian:** Teknologi VR dapat digunakan untuk mensimulasikan lingkungan bangunan dan memungkinkan pengujian virtual untuk mengevaluasi kinerja bangunan dalam kondisi yang berbeda. Misalnya dari segi performa pencahayaan maupun keselamatan bangunan [11], [12].
- **Presentasi dan Komunikasi:** Teknologi VR dapat digunakan untuk membuat presentasi visual yang menarik dan realistis tentang rancangan bangunan. VR dapat membantu arsitek dalam mempresentasikan ide-ide mereka secara lebih efektif dalam 3D sehingga lebih mudah dipahami klien yang awam [13].
- **Pembelajaran dan Pelatihan:** Teknologi VR memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan lingkungan bangunan dalam ruang 3D Contohnya, VR membantu dalam pembelajaran [14], pengenalan lingkungan baru, maupun simulasi situasi berbahaya [15], [16].

Kehadiran VR sangat berpotensi mengubah cara seorang arsitek bekerja, terutama dari segi mempresentasikan gagasan. Selain itu, teknologi ini juga manfaat bagi proses kolaborasi. Kedepannya, kolaborasi lintas geografis dan negara mungkin akan semakin terjembatani dengan adanya VR melalui dimungkinkannya kehadiran secara virtual (*telepresence*). *Telepresence* adalah ilusi perseptual dari pengalaman nonmediasi (*nonmediated*), dimana seseorang mulai tidak menyadari adanya media perantara yang mengkomunikasikan pengalaman tersebut [17], [18]. Akhir akhir ini marak dikembangkan platform maupun software collaborative VR seperti Arkio [19] dan Gravity Sketch [20]. Arkio mampu memfasilitasi beberapa pengguna untuk dapat berinteraksi pada sebuah area kerja yang sama dalam bentuk 3D. Masing-masing pengguna direpresentasikan oleh sebuah avatar yang menggambarkan seluruh gestur gerakan mereka. Sehingga respon satu sama lain dapat dilihat secara real-time. Contoh lainnya adalah, LandingPad dari Gravity Sketch memungkinkan pengguna untuk saling berbagi file 3D [21]. Dalam konteks pendidikan, penggunaan Gravity Sketch di studio ternyata berkorelasi positif terhadap motivasi dalam berproses kreatif [22].

Tipe-Tipe Pengalaman VR

Terdapat beberapa jenis virtual reality, dengan kelebihan dan keterbatasannya masing-masing. Berdasarkan tingkat imersi dan kemampuan teknisnya, terutama kemampuannya dalam menciptakan imersi visual, VR dibagi menjadi tiga kategori: *fully-, semi-, and non-immersive VR* [23], [24]. Semakin tinggi *level of presence* dan *level of immersion* maka semakin canggih [25], [26]. Hal ini mempengaruhi alat yang diperlukan untuk mengakses pengalaman VR tersebut (Gambar 1).

Head Mounted Display (VR headset) merupakan contoh sistem VR yang *fully immersive* karena memungkinkan penggunanya untuk terpisah dari dunia nyata. Pada umumnya digunakan oleh 1 orang *(single user)* [27]. Sedangkan, semi-immersive VR paling sering ditemui dalam bentuk proyeksi gambar pada permukaan sebuah ruang, misalnya pada dinding atau lantai. Umumnya tipe ini ditujukan untuk penggunaan bersama dalam group/*multi-user* disertai dengan *binaural audio* [24]. Terakhir dan yang paling umum, mudah, dan sederhana ada *non-immersive VR* seperti misalnya *desktop-based VR* yang diakses hanya melalui layar [28].

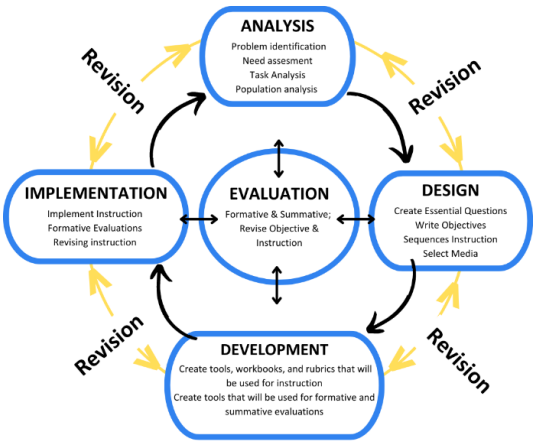


Gambar 1. (a) *Head Mounted Display* (b) semi-imersif VR: skematik *CAVE system* **[23]**

Kebutuhan Alat Pembuatan Presentasi VR

Untuk membuat VR diperlukan kelengkapan piranti khusus yang secara garis besarnya diklasifikasikan menjadi dua yaitu: *modelling tools* dan *development tools* [29]. Software pemodelan digunakan untuk membuat aset-aset 3D yang merepresentasikan obyek maupun menyusun sebuah lingkungan virtual. 3DS Max, Unity, Maya, dan Zbrush merupakan beberapa contohnya. Kemudian, *development tools* diperlukan untuk mengintegrasikan antara pemrograman dengan model tersebut untuk mengatur interaksi yang diharapkan. Terdapat beberapa tipe yang dapat digunakan: *native, game development tools* dan *web-based* VR. Unreal Engine, Unity, dan Blender merupakan beberapa contoh program pembuat aplikasi VR berbasis game yang paling sering dipakai. Sedangkan untuk WebVR, contohnya adalah Mozilla Spoke dan Google VR.

3. Metode Penelitian



Gambar 2. Model Pengembangan ADDIE **[30]**

Penelitian ini mengadaptasi metode pengembangan media pembelajaran 5 langkah, yaitu metode ADDIE. Tahapan yang ditempuh terdiri dari: Analisis, Desain, Pengembangan *(Development)*, Implementasi dan Evaluasi. Hubungan antar tahap dapat divisualisasikan oleh Gambar 2, dapat diamati jika proses pengembangannya bersifat sekuensial yang di mana atas masing-masing tahap sangat jelas, dan suatu tahap memberikan informasi bagi tahap setelahnya [31]. Namun, prosesnya tetap iteratif yang memungkinkan adanya revisi untuk mengulang langkah sebelumnya.

3.1 Populasi dan sampel penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan studi kasus mata kuliah Teknologi Digital 02 yang merupakan mata kuliah pendamping *capstone* bagi mahasiswa semester kedua Program Studi Sarjana Arsitektur UAJY. Pengamatan dilakukan selama proses pembelajaran materi *Virtual Reality* yang dilakukan pada minggu ketiga pembelajaran Semester Genap T.A. 2023-2023. Pembelajaran diterapkan secara hibrid paralel pada 6 kelas. Dalam proses pembelajaran, sebanyak 172 peserta dibagi dalam kelompok yang terdiri dari 4-6 orang. Sehingga, terdapat total 33 karya kelompok yang menjadi obyek pengamatan dalam penelitian ini.

3.2 Waktu dan Prosedur Pengamatan

Pengamatan dilakukan sepanjang bulan Maret 2023. Analisis, desain dan penyusunan materi pembelajaran dilakukan di 1 minggu awal, dilanjutkan implementasi pada minggu selanjutnya. Tugas evaluasi dikerjakan oleh mahasiswa selama 3 hari dan bebasis praktik.

3.3 Teknik pengumpulan data

Kajian teoritis dilakukan untuk menyusun kerangka konsep pembelajaran. Survey literatur, observasi dan pemetaan *software* maupun *platform* dilakukan untuk mendapatkan informasi terkait pendekatan teknis yang dapat mendukung tercapainya tujuan pembelajaran. Evaluasi tingkat kesesuaian penggunaan *Enscape* sebagai media pengenalan VR diukur dari rasio keberhasilan karya tugas presentasi yang dihasilkan selama proses pembelajaran. Kemudian analisis data secara kualitatif dilakukan untuk memahami secara mendetail terkait faktor-faktor yang menjadi penghambat maupun yang berdampak positif dalam pemanfaatan media *Enscape for Sketchup* dalam pembelajaran.

4. Pembahasan Hasil

4.1 Tahap Analisis

Pada model ADDIE diperlukan adanya tahap analisis terlebih dahulu, karena secara umum untuk mengembangkan mode pengajaran hybrid, penting untuk menilai keadaan pembelajaran lebih awal. Berdasarkan teori ADDIE, tahapan ini dilakukan untuk

mengidentifikasi permasalahan yang ditemui dalam pembelajaran dan juga rumusan tujuan pembelajaran. Aspek yang perlu diketahui antara lain: 1. karakteristik peserta, 2. pengetahuan yang sudah dikuasai, 3. kompetensi dan kemampuan berpikir yang perlu dikuasai, 4. fakta, konsep, prinsip dan prosedur materi yang akan diajarkan [32].

Analisis Kebutuhan Peserta Didik (*Audience*)
Pembelajaran mata kuliah Teknologi Digital 02 yang diamati pada penelitian ini merupakan penerapan tahun kedua setelah diadakannya penyesuaian kurikulum baru. Berdasarkan dokumentasi hasil evaluasi pelaksanaan mata kuliah yang dilakukan pada lokakarya akhir semester T.A. 2021-2022, secara umum diperlukan adanya penyesuaian terhadap urutan rencana pembelajaran mingguan. Pada tahun pelaksanaan sebelumnya, bahan kajian AR dan VR disampaikan pada minggu yang sama, yaitu pada pertemuan kedua. Secara teknis, praktik pangenalan AR dulunya membutuhkan software utama Rhino+Grasshopper dengan plugin Fologram kemudian masih ditambah dengan Sketchup dan Enscape untuk pengenalan VR. Hal ini berdampak pada beratnya beban pembelajaran pada pertemuan tersebut dan semakin pendeknya waktu untuk mengeksplorasi dua basis teknologi yang berbeda, disamping kebutuhan waktu yang tersita untuk mempersiapkan beberapa software dengan alur kerja yang berbeda. Disimpulkan, penyampaian materi AR dan VR harus dipisah.

Adapun hasil evaluasi pembelajaran tahun lalu lainnya adalah:

1. Diperlukannya teknis asesmen yang fleksibel untuk menghadapi jika terjadi kendala tidak kompatibelnya hardware yang dimiliki oleh masing-masing individu.
2. Diperlukan model pembelajaran dan asesmen yang memungkinkan adanya *peer-learning* untuk mempercepat peserta memahami banyak konsep baru yang dibebankan dalam mata kuliah.
3. Diperlukannya media pembelajaran yang dapat dilihat kembali untuk memandu mahasiswa untuk mempraktekkan kembali secara mandiri di rumah, menggunakan komputer masing-masing.
4. Diperlukannya pengenalan software yang bertahap, berangkat dari yang sudah dikuasai terlebih dahulu kemudian diperkaya dengan software/plugin pendukung, kemudian barulah dikenalkan dengan software dengan alur kerja yang berbeda.

Analisis Capaian Pembelajaran
Dikutip langsung dari Buku Pedoman Kurikulum, capaian pembelajaran yang dibebankan pada topik bahasan ini adalah CP 2.1. yaitu: "*Memahami berbagai variasi teknik presentasi penelitian dan rancangan konseptual arsitektur dan desain inovatif berbasis teknologi digital*." Setelah menempuh Teknologi Digital 2, mahasiswa akan memiliki kompetensi Sub CPMK 2, yaitu: "*Mampu membuat komunikasi visual secara kreatif dan inovatif dengan teknologi digital.*" Adapun khususnya pada topik kajian ini, indikator yang digunakan untuk mengukur keberhasilan pembelajaran ialah mahasiswa mampu membuat presentasi visual inovatif dengan teknologi VR menggunakan software pendukung (*SketchUp* dan *Enscape).*

Analisis Kebutuhan Hardware dan Software
Diperlukan pembelajaran berbasis praktek yang memungkinkan mahasiswa mengaplikasikan keterampilan yang dipelajari untuk mendukung mata kuliah inti studio dan juga dalam jangka pandang diintegrasikan dalam proses perancangan masing-masing individu. Oleh karena itu, diperlukan pemilihan media pembelajaran berupa *software* yang memenuhi kriteria kemudahan akses, kemudahan pengoperasian dan kebutuhan spesifikasi *hardware* yang tidak terlalu tinggi.

4.2 Tahap Desain Materi Pembelajaran
Pada tahap ini dihasilkan rancangan atas beberapa hal seperti: 1. rancangan bahan ajar yang kontekstual berdasarkan fakta, prinsip, prosedur, konteks dan alokasi waktu pembelajaran. 2. rancangan materi dan alat evaluasi yang sesuai dengan pendekatan pembelajaran.

Dari Tahap Analisis sebelumnya, diketahui jika metode pembelajaran untuk mahasiswa tingkat awal memerlukan pemahaman yang mendalam terhadap karakter mahasiswa yang masih pemula. Hal ini penting untuk menjadi dasar informasi yang menjadi bekal dalam memilih pendekatan yang mudah diterima namun tetap mencapai tujuan pembelajaran yang dibebankan.

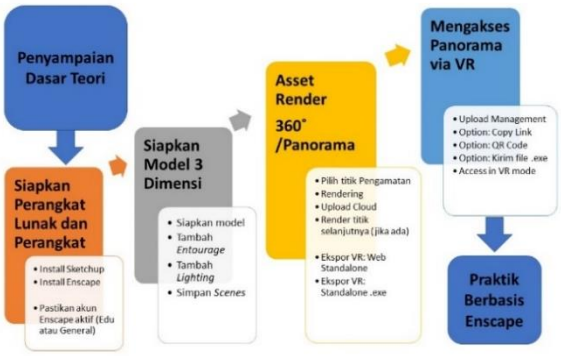


Diagram 2. Desain Alur Pembelajaran
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Tahapan dan durasi penyampaian

Materi disampaikan di pertemuan minggu ke-3 perkuliahan dengan struktur dan alokasi waktu sesuai standar [33] sebagai berikut: 1). kelas umum perkuliahan dari tim dosen/pemaparan materi sepanjang 200 menit, 2). tugas terstruktur 240 menit, dan 3) belajar mandiri 240 menit. Diagram 2 menunjukkan urutan dan detail dari setiap tahapan.

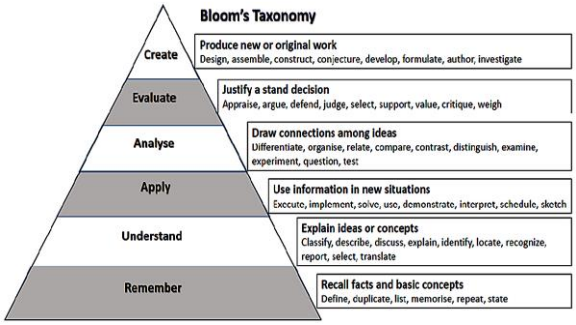
Penggunaan *Enscape for Sketchup*

Dalam mengembangkan pengalaman VR, penting untuk memilih software yang kompatibel baik dengan hardware maupun jenis file yang dihasilkan [29]. Terlebih pada penerapannya di arsitektur, diperlukan pemilihan alur kerja yang dapat memproses ekstensi/format model 3D yang dihasilkan software CAD arsitektural. Beberapa program rendering yang dapat digunakan untuk visualisasi VR arsitektur adalah 3DS, Enscape, Lumion, dan Twinmotion [12][34]. Dari sekian pilihan yang tersedia, Enscape merupakan salah satu alternatif software rendering dan visualisasi yang kompatibel dengan Sketchup selain Lumion dan Vray.

Enscape for Sketchup dipilih dengan pertimbangan bahwa Sketchup sudah diajarkan pada semester sebelumnya. Faktor lainnya adalah tampilan dan alur kerja yang sederhana. Pemanfaatannya cukup luas bahkan dapat dioperasikan oleh orang awam yang tidak berlatar belakang pendidikan arsitektur. Software ini juga tersedia gratis, serta didukung library yang open source berbasis komunitas sehingga koleksi model 3D yang tersedia cukup bermacam-macam. Karena kemudahan penggunaan dan lengkapnya koleksi baik material maupun aset digital, Enscape banyak digunakan pelajar dan praktisi [35].

Desain Asesmen Berbasis Praktik

Setelah mengikuti sesi tutorial, mahasiswa kemudian diberi tugas untuk dapat mempraktekkan pengetahuan teknis yang didapat. Asesmen dirancang untuk memfasilitasi rentang kompetensi yang berbeda antar peserta. Level terendah diindikasikan dengan mahasiswa hanya dapat menunjukkan cara mengakses beberapa jenis format VR (link 360 Panorama, Web Standalone, Standalone .EXE) melalui beberapa file sampel yang tersedia. Di level ini mahasiswa setidaknya menguasai kemampuan paling dasar dari taksonomi Bloom yaitu mengingat kembali dan paham atas konsep kerja VR. Sedangkan, peserta yang mampu menghasilkan presentasi VR menggunakan 3D model rancangannya sendiri maka akan dianggap setara dengan level *Create.* Bloom menandai tingkat kompetensi ini dengan indikator "*produce new or original work*" yang merupakan tingkat tertinggi dari kategori tersebut.



Gambar 3. Taksonomi Bloom **[36]**

4.3 Tahap Pengembangan (*Development)*

Bagian yang paling krusial pada tahap ini adalah: 1. memproduksi atau memodifikasi materi pembelajaran, 2. Memilih bahan ajar yang paling sesuai dengan rancangan capaian pembelajaran.

Tabel 1. Rancangan Aktivitas Praktek dan Identifikasi Piranti Lunak yang dibutuhkan.

Aktivitas	Piranti Lunak /*Platform*	Keterangan
Persiapan piranti keras dan lunak	Sketchup, Enscape for Sketchup	Dibutuhkan email universitas untuk akses *Educational License (valid full version 2 tahun)*
Persiapan model 3D rancangan dan pemilihan sudut pandang utama	Sketchup, 3D warehouse	Menggunakan Sketchup > Window> Scene
Pengaturan *lighting* dan material.	Enscape for Sketchup	Menggunakan fitur Enscape Object

Penambahan *entourage* (manusia, vegetasi, obyek aksesoris).	Enscape for Sketchup	Menggunakan fitur Enscape Assets Library
Pengaturan rendering *(render setting, skybox)*	Enscape for Sketchup, polyhaven.com	Terdapat skybox bawaan *default* dari Enscape. Alternatif HDRI tersedia online.
Pembuatan presentasi dalam format VR	Enscape for Sketchup Theasys.io	Format eksport dapat berupa: JPEF, web link, QR code, web standalone, dan .EXE Dibutuhkan akses internet dan pembuatan akun Theasys.io

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Penyiapan Materi

Tahap ini dimulai dengan pemetaan aktivitas dan juga *software/platform*. Selain itu, penting untuk dipastikan bahwa akses dari seluruh program yang digunakan dalam pembelajaran tersedia gratis maupun dalam bentuk *educational license* (Tabel 1). Materi dibuka dengan dasar teori VR yang mencakup alur kerja, jenis dan alat dan juga pemanfaatannya di bidang arsitektur. Kemudian, dilanjutkan dengan sesi tutorial dilakukan yang dilakukan secara *live demo*. Hal ini mempertimbangkan supaya mahasiswa mendapatkan gambaran terkait step-by-step yang jelas saat praktik mandiri dalam kelompok.

4.4 Tahap Implementasi Pembelajaran

Pada tahap ini materi disampaikan kepada mahasiswa kemudian bagaimana respon terhadap materi yang telah dirancang pada tahap-tahap sebelumnya akan diamati untuk mengevaluasi keberhasilan metode yang telah dibuat. Kegiatan-kegiatan yang terkait dalam tahap ini adalah antara lain: 1).Persiapan instrumen atau alat pendukung, 2). Penyampaian materi. Selain itu, tahap ini juga perlu disertai dengan perencanaan dan evaluasi lebih lanjut jika terjadi kendala teknis. Hal ini bertujuan agar masalah atau kendala yang muncul dapat segera diatasi.

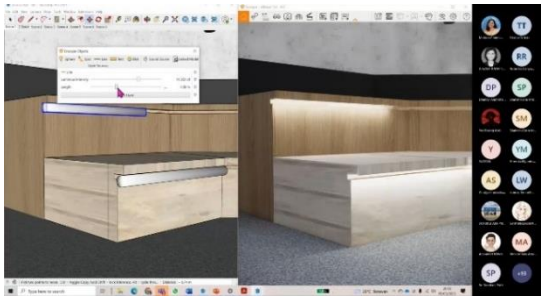
Sesi tutorial dilakukan secara *live demo/workshop* pada platform Teams dengan metode hybrid dengan tujuan *benchmarking* atau penyelarasan materi antar 6 kelas. Selain itu, materi juga dapat direkam untuk diputar ulang. Secara garis besar, materi mencakup: pengaturan Sketchup, penggunaan *Enscape Object (lighting* dan *material),* penggunaan *Enscape Assets Library (entourage)* dan eksport 4 format VR.

Tutorial Pengaturan Sketchup

Modelling 3D dan pengelolaan sudut pandang dilakukan menggunakan fitur dasar/bawaan Sketchup. Misalnya pembuatan gambar kerja denah menggunakan *parallel view* dan sudut-sudut pandang yang terpilih untuk VR disimpan menggunakan *Scene*.

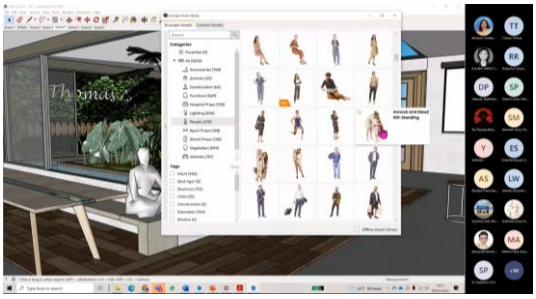
Tutorial Enscape untuk Visualisasi VR

Program ini memiliki fitur yang sangat memudahkan dalam visualisasi, yaitu *Enscape Object* [37][38] dan *Enscape Assets Library* [39]. Keduanya memungkinkan penambahan elemen pembentuk suasana baik yang diterapkan pada desain itu sendiri seperti pencahayaan dan material (Gambar 4), maupun obyek-obyek *entourage* lainnya (Gambar 5).



Gambar 4. Demonstrasi penambahan pencahayaan menggunakan *Enscape Object: Linear Lighting.*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Elemen *entourage* pada presentasi arsitektural umumnya berfungsi menghidupkan gambar rancangan, adapun contohnya antara lain: vegetasi, furnitur, dan obyek pelengkap lainnya. Elemen ini dapat bersifat statis maupun berupa animasi. Aseeri et.al merekomendasikan penggunaan *entourage* dalam visualisasi arsitektur untuk memberikan gambaran (impresi) secara subyektif bagaimana suasana sebuah ruang ketika nantinya digunakan [40]. *Entourage* seperti figur manusia akan dapat memberikan gambaran informasi skala ruang terutama pada bangunan publik skala besar seperti rumah sakit, sekolah dan perpustakaan, sehingga perannya sama pentingnya dengan informasi ukuran dimensional yang didapatkan pada gambar kerja.



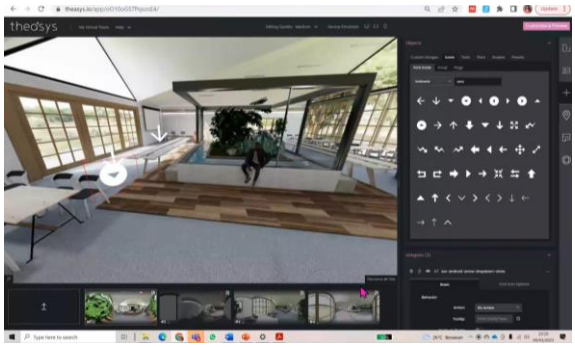
Gambar 5. Demonstrasi penambahan entourage skala manusia menggunakan *Enscape Assets Library* (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Tutorial Pengaturan Render di Enscape VR

Setelah 3D model dan suasana sudah dilengkapi. Tutorial dilanjutkan dengan membahas bagaimana mengatur render melalui pengaturan umum Enscape. Diawali dengan menyesuaikan *skybox* dan *general illuminance*. Materi juga membahas sumber-sumber alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan hasil render seperti Polyhaven [41] untuk sumber HDRI dan 3D Warehouse untuk 3D modelnya.

Tutorial Ekspor Presentasi VR

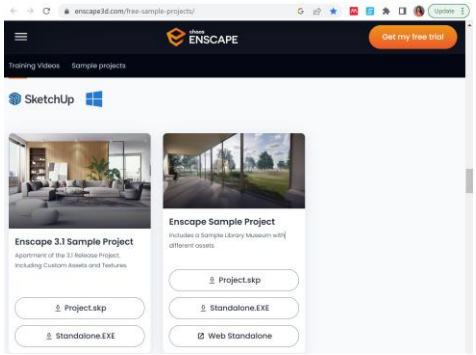
Mahasiswa diajarkan cara menyajikan hasil akhir dalam bentuk pengalaman imersif. Terdapat 4 tipe yaitu 360 Panorama, Web Standalone, Standalone (.exe) dan Virtual Tour Theasys.io (Gambar 6).



Gambar 6. Demonstrasi pembuatan presentasi VR menggunakan platform virtual tour pihak ketiga: Theasys.io. (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Mitigasi kendala teknis

Visualisasi VR memerlukan spesifikasi laptop yang khusus. Terkadang, belum semua mahasiswa tahun pertama sudah memiliki laptop dengan spesifikasi sistem yang memenuhi. Maka, sebagai langkah mitigasi jika ada kendala teknis sejenis, aspek evaluasi pembelajaran tetap memfasilitasi mahasiswa yang menghadapi kendala. Dengan tetap mempertimbangkan capaian pembelajaran, tugas yang diberikan tetap memungkinkan mahasiswa untuk dapat berlatih dengan file contoh. Enscape termasuk supportif dan komunikatif dalam pembuatan tutorial penggunaannya. Beberapa file contoh yang tersedia (Gambar 7), digunakan dalam pembelajaran ini [42] dan mahasiswa diminta mempraktekkan cara penggunaannya. Sehingga, aspek penilaian dapat lebih ke pemahaman mereka terhadap konsep VR.



Gambar 7. File contoh VR dari Enscape **[42]**

4.5 Tahap Evaluasi Pembelajaran

Tabel 2. Aspek Penilaian dan Indikator Capaian

Aspek 1: Mampu memberikan pendapat terhadap pengalaman pemanfaatan teknologi VR			
Kurang 0-54	Cukup 55-69	Baik 70-84	Baik Sekali 85-100
Durasi kurang dan atau Narasi seadanya,	Durasi sesuai dan atau Narasi hanya menunjukkan cara akses dan tidak menganalisis secara kritis terkait kelebihan dan kekurangan VR.	Durasi sesuai, Narasi menunjukkan cara akses, menganalisis secara kritis terkait kelebihan dan kekurangan VR.	Durasi sesuai, Narasi menunjukkan cara akses, menganalisis secara kritis dan orisinal terkait kelebihan dan kekurangan VR.

Aspek 2: Mampu mengenali dan menunjukkan cara akses 3 jenis VR			
Kurang 0-54	Cukup 55-69	Baik 70-84	Baik Sekali 85-100
Menunjukkan cara akses dari link 360 Panorama dan QR code saja.	Menunjukkan cara akses file VR dari beberapa format: link 360 Panorama, Web Standalone	Menunjukkan cara akses file VR dari 3 format: link 360 Panorama, Web Standalone, Standalone EXE	Menunjukkan cara akses file VR dari 4 format: 360 Panorama, Web Standalone, Standalone EXE dan Virtual Tour

Aspek 3: Mampu menciptakan pengalaman VR dengan menggunakan desain sendiri.			
Kurang 0-54	Cukup 55-69	Baik 70-84	Baik Sekali 85-100
Menggunakan sebagian besar file sample, dan sedikit desain sendiri,	Menggunakan sebagian besar desain sendiri, ditambah figur manusia	Menggunakan sebagian besar desain sendiri, ditambah figur manusia ditambah pohon dan obyek lain	Menggunakan hasil VR dengan menggunakan desain sendiri yang sudah ditambahkan figure manusia, obyek dan lighting.

Aspek 4: Menyajikan pengalaman VR dalam sebuah dokumen presentasi arsitektural			
Kurang 0-54	Cukup 55-69	Baik 70-84	Baik Sekali 85-100
Mencantumkan link langsung pada situs kuliah	Merangkum dalam sebuah dokumen presentasi namun kurang lengkap	Merangkum dalam sebuah dokumen presentasi secara lengkap.	Merangkum dalam sebuah dokumen presentasi secara lengkap, terstruktur dan kreatif.

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Pada tahap ini dilakukan evaluasi efektifitas dan efisiensi dari pembelajaran yang telah dilakukan untuk melakukan perbaikan dan peningkatan. Tingkat capaian dikur dari 4 aspek yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Evaluasi tingkat keberhasilan mahasiswa dalam membuat presentasi VR

Evaluasi dilakukan secara kuantitatif dengan mengamati tingkat keberhasilan pembuatan presentasi VR berdasarkan 4 aspek penilaian yang dapat dilihat pada Tabel 2.

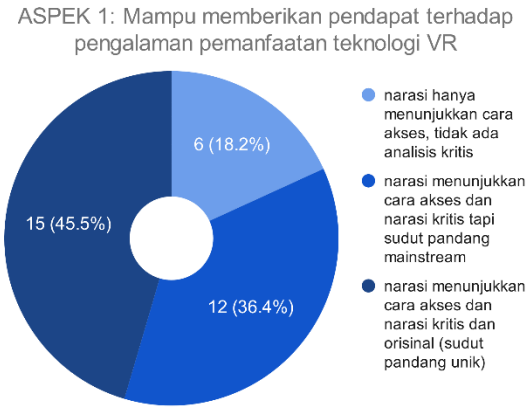
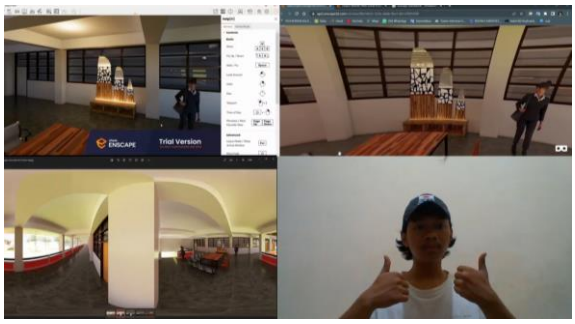


Diagram 3. Hasil rekapitulasi pemenuhan aspek penilaian 1. (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

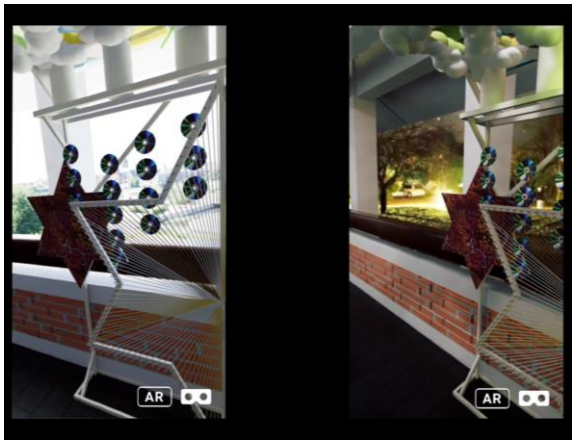
Seluruh peserta mampu mempresentasikan karyanya sesuai durasi minimum yang ditentukan. Dua puluh tujuh kelompok (81,9%) menganalisis pengalaman praktik mereka secara kritis, dan 6 sisanya hanya mengulas cara akses VR yang dibuat menggunakan Enscape. Ulasan kritis tersebut meninjau perbedaan antar format VR, kelebihan dan kekurangan yang ditemui pada masing-masing tipe. Beberapa sudut pandang yang unik mampu mengkorelasikan pengalaman dengan potensi kebermanfaatan tipe VR tersebut di konteks presentasi arsitektural. Seperti misalnya pendapat kelompok F3: *"..dengan adanya teknologi VR ini mempresentasikan karya arsitektur menjadi mudah di rasakan walaupun bangunan belum selesai , memang dengan adanya maket presentasi menjadi baik namun jika ada VR orang lain bisa merasakan berada di sekitar bangunan yang kita bangun.."* dan juga kelompok F1: *"..bisa dipakai untuk membantu dalam mereview desain sendiri.."*. Dapat disimpulkan, kegiatan praktik yang difasilitasi media Enscape ini mampu memberikan *hands-on experience* yang efisien dan efektif.



Gambar 8. Mahasiswa merefeksikan kelemahan dan keunggulan ketiga format VR Enscape
(Sumber: Dokumentasi Alexander David. dkk.)

Hampir separuh dari 33 kelompok sudah dapat membandingkan dan menganalisis secara kritis terkait perbedaan antar jenis pengalaman VR. Bahkan, beberapa diantaranya telah mencapai tahap *compare/contrast* pada Taksonomi Bloom [36]. Analisis kritis terhadap perbedaan konsep kerja dipresentasikan dengan cara membandingkan antara ketiga versi VR, dilengkapi dengan argumen-argumen yang berdasarkan pada dinamika yang dialami masing-masing kelompok (Gambar 8). Selain itu, Enscape juga memungkinkan mahasiswa untuk mensimulasikan kondisi siang dan malam secara cukup realistis (Gambar 9). Kelompok tersebut juga berpendapat jika visualisasi VR ini pembuatannya cukup praktis dan dapat diakses tanpa menggunakan komputer. Sehingga memudahkan siapa saja untuk

mengaksesnya, walau terkadang berat untuk memuatnya di awal.



Gambar 9. Contoh karya mahasiswa yang mampu menggunakan VR untuk menganalisis perbandingan antara tampilan siang dan malam hari.
(Sumber: Dokumentasi Josefa Foscha. dkk.)

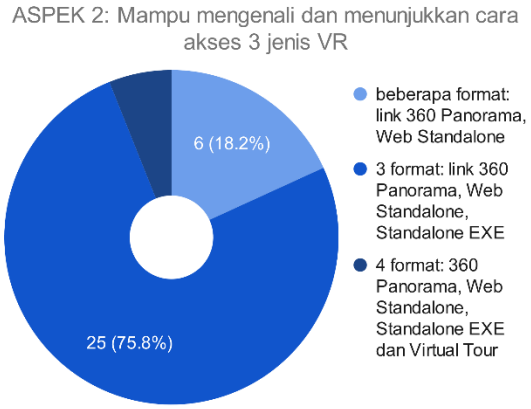


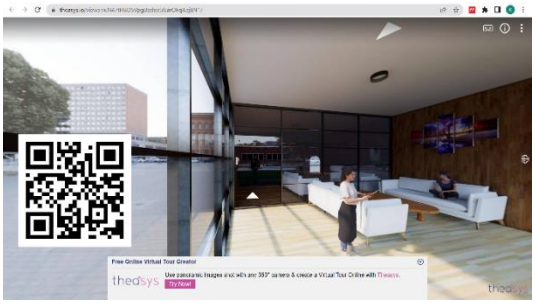
Diagram 4. Hasil rekapitulasi pemenuhan aspek penilaian 2. (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Aspek ke-2 mengukur kompetensi mahasiswa dalam mempraktekkan pembuatan beberapa jenis VR yang dapat diprooduksi dengan memanfaatkan Enscape, baik secara langsung maupun menggunakan media tambahan/ *platform* pihak ketiga seperti Theasys.io. Dari Diagram 4. diketahui jika mayoritas kelompok (75,8%) sudah berhasil mempraktekkan pembuatan 3 jenis presentasi VR yang terintegrasi langsung pada Enscape. Hanya tersisa 6 kelompok yang tidak mempraktekkan versi standalone, baik versi web maupun .exe. Bahkan, tidak ada kelompok yang hanya berhenti mencoba di 360 Panorama saja. Hal ini menunjukkan jika proses pembuatan presentasi VR melalui software Enscape mudah untuk dipraktekkan dan dipelajari dalam waktu singkat.

Hanya ada 2 kelompok dari total 33 kelompok yang menyempatkan diri untuk menghasilkan VR tour pada Theasys, sebagaimana yang telah dicontohkan pada sesi tutorial. Gambar 11. merupakan salah satu contoh karya yang menggunakan 5 gambar panorama yang dijadikan 1 rangkaian virtual tour. Rendahnya persentase kelompok yang membuat virtual tour rupanya menarik untuk diamati. Padahal, di video masing-masing, kebanyakan kelompok sudah mampu menunjukkan cara mendownload panorama 360 dalam bentuk JPEG, dan juga telah menghasilkan beberapa titik sudut pandang. Namun, tidak banyak yang melanjutkan untuk membuatnya menjadi sebuah rangkaian tur virtual. Hal ini sangat disayangkan, karena peluang pemanfaatan *skill* ini semakin marak dan dibutuhkan setelah masa pandemi Covid-19 lalu. Peluang pemanfaatannya cukup luas, miisalnya di dunia marketing properti [43], pembelajaran [44][45], konservasi heritage [46], [47], kampanye pelestarian lingkungan [48]. Oleh karena itu, temuan evaluasi ini perlu dipertimbangkan untuk penyempurnaan pembelajaran selanjutnya agar lebih menekankan atau memberi kesempatan mahasiswa untuk mempraktekkan pembuatan VR jenis ini.



Gambar 10. Contoh Karya Presentasi VR yang Dihasilkan Peserta Mata Kuliah.
(Sumber: Dokumentasi Distheana Sembiring. dkk.)



Gambar 11. Contoh virtual tour yang dihasilkan menggunakan Theasys.io
(Sumber: Dokumentasi Distheana Sembiring. dkk.)

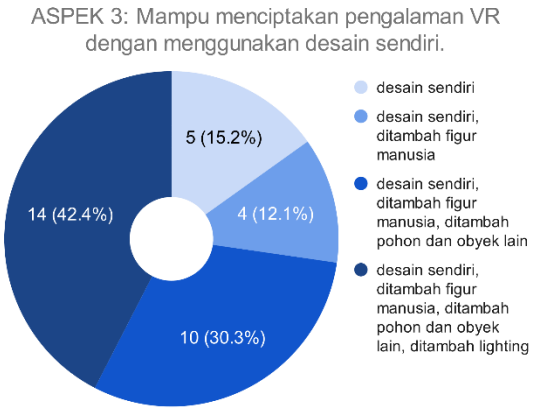
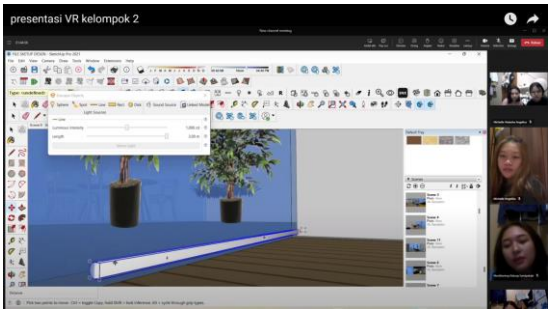


Diagram 5. Hasil rekapitulasi pemenuhan aspek penilaian 3. (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Sebagian besar peserta (84,8%) sudah menerapkan penambahan *entourage* pada karya yang dibuat, lihat Diagram 5. Hanya 5 kelompok (15.2%) yang tidak menambahkan elemen pembentuk suasana yang didapatkan dari Enscape Object Library. Jumlah ini sudah termasuk beberapa kelompok menambahkan model pelengkap suasana dari 3D warehouse. Bahkan, mayoritas 14 kelompok peserta (42,4%) sudah mampu mempresentasikan desain yang mereka buat sendiri dalam bentuk pengalaman VR lengkap dengan pencahayaannya. Hal ini mengindikasikan bahwa fitur *Encape Object* yang menyediakan beberapa jenis lampu dan obyek suara, cukup mudah dipergunakan oleh pemula.

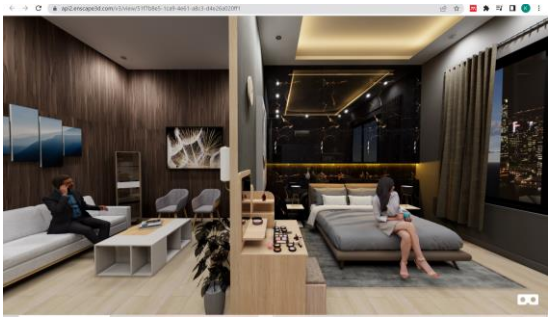


Gambar 12. Eksplorasi desain *lighting* menggunakan *Enscape Object*.
(Sumber: Dokumentasi Nadia Nonita dkk.)



Gambar 13. Eksplorasi penggunaan beberapa jenis *lighting* yang tersedia di *Enscape*. (Sumber: Dokumentasi Nadia Nonita dkk.)

Pada *Enscape for Sketchup*, terdapat 5 jenis lampu yang dapat digunakan untuk menggambarkan impresi tata pencahayaan [37]. Beberapa kelompok menampilkan proses mereka mengeksplorasi fitur *Enscape Object* ini. Tidak hanya mengulang dari apa yang diajarkan dari sesi tutorial, namun mereka juga dapat menerapkannya pada konteks rancangan masing-masing. Contohnya pada Gambar 12 dan 13. Kelompok tersebut menggunakan lampu garis seperti yang dicontohkan, tetapi kelompok ini berkreasi dengan mengubahnya menjadi *accent lighting* yang membentuk kekhasan ruang tersebut. Selain jenis lampu, software ini juga memungkinkan peserta untuk dapat mengubah suhu warna lampu, sebagaimana terlihat pada Gambar 14. Dimana kelompok tersebut menggunakan *cool and warm tones* pada satu sudut pandang yang sama. Dapat disimpulkan jika integrasi pengenalan Enscape dalam pembelajaran bagi mahasiswa tahun pertama sangat direkomendasikan karena kemudahan penggunaannya untuk mendukung proses visualisasi desain mereka dalam berkarya, terutama di mata kuliah studio.



Gambar 14. Contoh karya yang memvisualisasikan *tone lighting* hangat dan dingin.
(Sumber: Dokumentasi Hans Silaen dkk.)



Gambar 15. Contoh karya yang sudah menerapkan VR untuk memvisualisasikan *lighting*.
(Sumber: Dokumentasi Wahyu Hanavira dkk.)



Gambar 16. Contoh Karya Presentasi VR yang Dihasilkan Peserta Mata Kuliah.
(Sumber: Dokumentasi Erlando Solossa. dkk.)

Walaupun jika secara kuantitas sudah banyak kelompok yang memanfaatkan Enscape Object maupun Enscape Assets Library untuk membangun gambaran tata pencahayaan dan material, dari segi kualitas hasil karya peserta masih perlu ditingkatkan. Lebih dari separuh kelompok yang menambahkan komponen pencahayaan masih belum menggunakan fitur ini secara maksimal, sehingga hasilnya belum optimal dan tampak realistis. Beberapa contohnya antara lain: lighting yang terlalu terang, lampu yang belum diatur tingkat iluminasinya, material yang masih bawaan (*default*) dari Sketchup sehingga belum muncul teksturnya dan terkesan kasar (Gambar 16). Hal ini tentunya perlu menjadi masukan dalam revisi materi selanjutnya supaya presentasi VR yang dihasilkan lebih estetis dan meyakinkan.

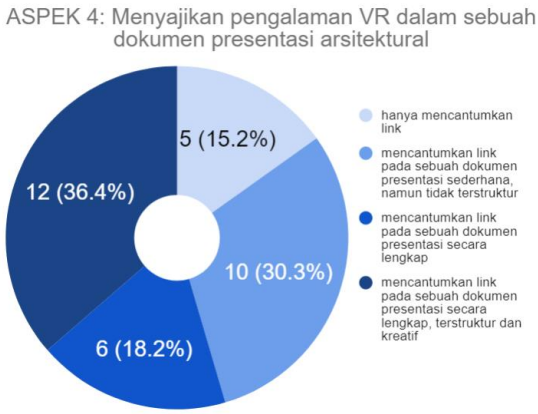


Diagram 6. Hasil rekapitulasi pemenuhan aspek penilaian 4. (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Dari segi kemampuan mengintegrasikan pengalaman VR dalam dokumen presentasi, sekitar separuh kelompok (54,6%) mampu menyajikan secara baik dan lengkap. Walaupun, hanya 12 kelompok yang menyajikannya secara kreatif. Namun, selain itu separuh peserta lainnya juga hanya menyantumkan link secara seadanya. Sehingga hal ini perlu menjadi catatan dalam penyempurnaan selanjutnya, bahwa materi dapat lebih menekankan pemanfaatan konten VR untuk melengkapi presentasi dokumen kerja.

Evaluasi Implementasi Masing-Masing Tipe VR

Secara kualitatif, beberapa mahasiswa menyebutkan bahwa mereka mengalami beberapa kesulitan dalam menggunakan Enscape VR, seperti masalah teknis dan kesulitan memahami fungsionalitas fitur yang digunakan dalam pembuatan VR. Sebagai contoh, munculnya watermark "TRIAL" pada hasil render panorama muncul dan dialami oleh kelompok F1 dan F3 (Gambar 17). Namun, sebagian besar mahasiswa tetap merasa antusias dan tertarik dalam menggunakan VR untuk mengembangkan keterampilan mereka dalam desain arsitektur. Sebagaimana yang diungkapkan kelompok A4, B4, B5, B6, D3 berpendapat VR 360 Panorama "*..berpotensi bagus untuk menyampaikan desain secara jelas karena hanya perlu membuka link website..*" (Lihat Tabel 4). Selain itu, kelompok A1, A5, B4, B6, C2, C3, E2, F3 juga berpendapat Web Standalone lebih efisien ketika ingin membagikan projek dengan client karena memungkinkan melihat desain secara keseluruhan (Tabel 6).

Tabel 3. Kekurangan dari VR tipe Panorama 360 berdasarkan Persepsi Peserta

Kekurangan	Responden dan Jumlah Kemunculan	
Pengguna hanya bisa berdiri di satu titik, sehingga tidak bisa terlalu mengeksplor environment lebih jauh. Tidak dapat dizoom	A1, A2, A4, B2, B3, B6, C1, C2, C3, C4, C5, D3, D5, F1, F3, F4, F5	17
Hanya dapat diakses menggunakan internet	B6, F3, F5	3
Proses menampilkan hasil render lumayan lama	A1, A5, E2	3
Tidak dapat melakukan pengaturan waktu	A1, D5	2
Tidak 3D sehingga informasi kurang detail	A1, E2	2
Karena render hanya per titik, gerak perpindahan titik sangat lambat	B2, B4	2
Tidak ada pilihan navigasi ke arah lain. Terpaku pada 360 dan tidak bisa bergerak kearah yang lain seperti gerakan vertikal.	B5, D5	2
Watermarknya masih ada saat sudah selesai. Panorama muncul watermarknyatrial	F1, F3	2
Akses agak membingungkan.	A1	1
Kurang dapat mengatur rendering qualitynya atau rendering stylenya	B1	1

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 17. Panorama 360 yang terkena *watermark*. (Sumber: Dokumentasi Clementius Brando. dkk.)

Tabel 4. Kelebihan dari VR tipe Panorama 360 berdasarkan Persepsi Peserta

Kekurangan	Responden dan Jumlah Kemunculan	
Filenya sangat detail, terlihat dari meja, kursi, dan orang-orang, bahkan yang jauh sekali pun seperti jendela terlihat sangat detail	A2, A3, A5, B1, B2, B3, B4, B6, E2, F4, F5	11
Dapat melihat semua arah dalam 1 foto saat rendering	A1, A4, B2, C3, C5, E4, F1	7
Tidak perlu menggunakan laptop dengan spesifikasi tinggi karena hasil dapat dibuka melalui internet,	A1, D5, F3, F4, F5	5
Berpotensi bagus untuk menyampaikan desain secara jelas karena hanya perlu membuka link website	A4, B4, B5, B6, D3	5
Aksesibel dan dengan mudah menggerakkan tampilan layar (memanfaatkan gyro handphone) sedangkan di laptop gerakan memakai "click and drag" mouse	D1, D2, D3, D4	4
Export Panorama cenderung mudah dan proses rendering cepat	A1, D1, D5, E2	4
Dapat disimpan dalam bentuk file	E2	1

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Tipe VR 360 Panorama lebih mudah ditautkan dalam gambar kerja dikarenakan pembuatan link dan QR code akses sudah terintegrasi dengan Enscape. Gambar 18 dan 19 menunjukkan beberapa kelompok yang sudah menautkan VR sudut pandang andalan pada dokumen presentasi. Walaupun jika dibandingkan dengan tipe Web dan EXE Standalone tipe ini mudah untuk diakses di HP tanpa membutuhkan komputer, render ini memiliki kelemahan yaitu kurang praktis dalam mengakses. Sebanyak 17 kelompok menyampaikan pendapat yang seragam yaitu "..pengguna hanya bisa berdiri di satu titik, sehingga tidak bisa terlalu mengeksplor environment lebih jauh.." dan juga "...Tidak dapat dizoom..." (Lihat Tabel 3).



Gambar 18. Dokumen Presentasi yang mengintegrasikan konten VR dengan gambar kerja. (Sumber: Dokumentasi Erlando Solossa. Dkk.)



Gambar 19. Dokumen Presentasi yang mengintegrasikan konten VR dengan gambar kerja. (Sumber: Gabriele Louise. Dkk)

Tabel 5. Kekurangan dari VR tipe Web Standalone berdasarkan Persepsi Peserta

Kekurangan	Responden dan Jumlah Kemunculan	
Render terputus-putus karena proses rendering berasal dari server. Motion blur yang terlalu tinggi ketika digerakkan, dapat menyebabkan pusing	A1, A4, B1, B2, B3, B4, B5, C5, D2, D3, D4, F4	12
Loading cukup membutuhkan waktu lama ketika sedang merender	A1, A2, A3, B5, D5, F1, F3, F4, F5	9
Membutuhkan koneksi internet yang memadai untuk mengaksesnya	A4, B6, E2, F3, F5	5
Membutuhkan browser yang kompatibel (tidak bisa di HP)	A4, A5, C3, D2	4
Belum terlihat seperti asli/realistis walau material cukup detail	B3, D5, F1	3
Terjadinya crash pada gambar yang sudah di rendering	D4, E5	2
Pengoperasian web ini masih membingungkan bagi kami sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama	F1	1

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Hambatan terkait spesifikasi komputer kerap muncul ketika praktik pembuatan VR Standalone baik untuk tipe Web maupun Exe. Namun, selain itu ada faktor lain yang penting untuk diperhatikan yaitu koneksi internet. Walaupun dampaknya pada masing-masing tipe akan berbeda. Misalnya pada Tabel 5., hambatan yang sering muncul pada Web Standalone adalah render yang terputus-putus dan waktu loading yang lama, masing masing disampaikan oleh 12 (36,36%) dan 9 (27,27%) kelompok. Selain karena performa grafis komputer, hal ini mungkin disebabkan frame-rate-per-second dari tampilan akan sangat bergantung pada kecepatan koneksi internet yang digunakan. Sedangkan pada tipe Exe, internet akan berpengaruh pada kemudahan mengakses karena VR ini harus diunduh dulu secara keseluruhan, barulah kemudian diakses pengalaman imersifnya. Kedua tipe ini memang lebih berat dan perlu spesifikasi khusus jika dibandingkan VR 360 Panorama.

Tabel 6. Kelebihan dari VR tipe Web Standalone berdasarkan Persepsi Peserta

Kekurangan	Responden dan Jumlah Kemunculan	
Dapat mengeksplor desain tidak hanya pada satu titik melihat 360 derajat, tetapi dapat bergerak	A2, A3, A4, B2, B4, C1, C2, C3, C4, C5, D1, D5, F3, F4, F5	15
Dapat diakses dari berbagai perangkat dan lokasi dengan akses internet yang memadai tanpa harus mendownload	A3, A4, A5, C4, C5, C6, E2,F1, F3, F5	11
Lebih efisien ketika ingin membagikan projek dengan client. Memungkinkan melihat desain secara keseluruhan	A1, A5, B4, B6, C2, C3, E2, F3	8
Tidak perlu menggunakan device yang berspesifikasi tinggi	A1, A4, A5, B1, B5, D3, E2	7
Dapat mengatur jenis visual maupun input rendering, seperti jenis rendering terdapat 3 yaitu none, White Mode, Polystyrol	A1, A4, B2, D4, F5	5
Dapat mengatur waktu dari siang sampai malam dan lighting keseluruhan.	A2, C1, D1, D5	4
Gambar jelas dan detail.	B6, D5, F4	3
Memudahkan review desain	E2, F1	2
Bisa mengatur ketinggian mata pengamat	B3	1

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

VR tipe Exe lebih unggul dari segi interaktivitas. Beberapa kelompok (A1, A2, A4, A5, B2, B3, B5, C2, D3, F3) menyatakan jika pergerakan di dalam VR tipe ini mereka rasakan lebih halus. Khususnya dari aspek ketersediaan *shorcut* seperti W-A-S-D yang memungkinkan pergerakan yang mudah. Keunggulan lainnya adalah adanya 2 mode movement: berjalan dan melayang menembus obyek. Beberapa kelompok mendemokan bagaimana mereka mengeksplorasi perpindahan ini untuk mensimulasikan desain 2 lantai dengan cara berjalan melewati tangga (Gambar 20).



Gambar 20. Cuplikan (*sequence*) perpindahan lantai.
(Sumber: Dokumentasi Wahyu Hanavira dkk.)

Tabel 7. Kekurangan dari VR tipe Standalone .Exe berdasarkan Persepsi Peserta

Kekurangan	Responden dan Jumlah Kemunculan	
Harus menggunakan device yang sesuai dengan speksifikasi Enscape.	A1, A3, B1, B4, B5, B6, C3, F5	8
Size file besar dan harus didownload	A1, A2, B6, C1, D3, D5, F3, F5	8
Tidak efisien ketika dibagikan dengan client, perlu upload kemudian download	A1, B1	2
hanya dapat diakses melalui laptop yang memenuhi spesifikasi Enscape	D1, D2, D3	3
jika tidak menggunakan device yang cukup baik gambaran serta	D4	1

detailing yang akan di tampilkan nantinya akan terlihat buram		
terjadinya crash pada gambar yang sudah di rendering	D4	1

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Tabel 8. Kelebihan dari VR tipe Standalone .Exe berdasarkan Persepsi Peserta

Kekurangan	Responden dan Jumlah Kemunculan	
Pergerakan lebih smooth dan interaktif	A1, A2, A4, A5, B2, B3, B5, C2, D3, F3	10
Ada shortcut, dapat bergerak dengan tombol W-A-S-D	A2, A5, B2, B6, C1, C3, C5, F5	8
Menghasilkan hasil dengan kualitas visual yang tinggi	B1, B2, B3, B5, B6, C2, F1	7
Proses loading dan render lebih cepat	A1, A2, A3, A4, F4	5
Dapat memilih berbagai macam settingan: quality, style dan menyambungkan dengan VR headset	B1, B6, D3, D4, F5	5
Terdapat 2 mode movement, terbang melayang dan menembus objek, dan berjalan.	A3, B4, C3, D1	4
Dapat mengatur pencahayaan	B3, B6, C3, F5	4
Tanpa menggunakan koneksi internet	A1, F4	2
Dapat menciptakan pengalaman imersif sebagai tempat berkomunikasi antar arsitek dan klien	C5, F1	2
Mudah digunakan	A4	1

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Catatan lain yang menarik untuk diamati dari karya yang dihasilkan oleh mahasiswa adalah terkait estetika. Secara umum, karya-karya yang dihasilkan masih belum menarik dari segi kualitas desain. Misalnya, kombinasi material kurang *matching*, belum terbentuk unity dari elemen-elemen pembentuk desain. Contoh lainnya, render lampu yang dihasilkan masih kasar karena lumen lampu belum tepat. Hal ini menarik diamati karena walaupun secara teknis mahasiswa sudah dapat memenuhi capaian pembelajaran yaitu membuat presentasi VR, namun perlu dipertimbangkan bagaimana VR ini dapat membantu mahasiswa mengasah kepekaan desain.

5. Kesimpulan

Dari penilitian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Secara umum, mahasiswa arsitektur tahun pertama dapat menguasai software *Enscape for Sketchup* dengan cepat. Terlihat dari banyaknya kelompok yang mampu menerapkan keterampilan membuat presentasi VR pada desainnya sendiri.
- Hal ini didukung dengan adanya penguasaan terhadap Sketchup yang mendasari keterampilan yang dibutuhkan, karena sudah diajarkan terlebih dahulu di semester sebelumnya. Sehingga pada modul kali ini mahasiswa dapat lebih fokus memahami tentang konsep kerja VR dan mempraktikkannya dalam membuat presentasi arsitektural.
- Beberapa kendala masih membatasi proses pembelajaran. Misalnya, spesifikasi laptop menghambat kemudahan penggunaan teknologi VR. Kendala teknis tersebut menyebabkan beberapa kelompok mengalami kesulitan dalam mengoperasikan software dan membuat presentasi VR menggunakan desain mereka sendiri.
- Sebagian besar mahasiswa menilai teknologi VR dapat membantu dalam memvisualisasikan desain arsitektur dengan lebih realistis dan memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik.
- Pembelajaran selanjutnya perlu mempertimbangkan waktu yang cukup untuk mahasiswa mencoba keempat tipe VR dan juga bagaimana mengintegrasikannya dalam dokumen presentasi yang terkonsep dan professional.

Oleh karena itu, disarankan untuk terus memperkenalkan teknologi VR pada mahasiswa arsitektur, memberikan saran terkait spesifikasi laptop yang dibutuhkan untuk memaksimalkan penggunaan teknologi VR, dan meningkatkan fasilitas teknis yang mendukung penggunaan teknologi VR di lingkungan perkuliahan.

Keterampilan praktis mahasiswa dapat diasah melalui pemanfaatan software yang mudah alur kerjanya. Salah satu pendekatan yang direkomendasikan penelitian ini adalah melalui penggunaan basis software yang sudah dikuasai seperti Sketchup yang diintegrasikan dengan Enscape for Sketchup. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menggunakan teknologi VR untuk presentasi desain arsitektur mereka dan mempersiapkan mereka untuk memasuki dunia profesional di masa depan.

Pustaka

[1] V. Huff Eckert, C. Curran, and S. C. Bhardwaj, 'Tech breakthroughs megatrend: how to prepare for its impact', *Pwc*, p. 18, 2016, [Online]. Available: www.pwc.com/techmegatrend%0Ahttps://www.pwc.com/gx/en/issues/technology/tech-breakthroughs-megatrend.pdf.

[2] B. Combes, D. Nassiry, L. Fitzgerald, and T. Moussa, 'Emerging and exponential technologies : New opportunities for low-carbon development', *London CDKN*, no. November, pp. 1–32, 2017, [Online]. Available: https://cdkn.org/sites/default/files/files/CDKN-emerging-tech_Final-amended_WEB.pdf.

[3] L. M. Khodeir and A. A. Nessim, 'Changing skills for architecture students employability: Analysis of job market versus architecture education in Egypt', *Ain Shams Eng. J.*, vol. 11, no. 3, pp. 811–821, 2020, doi: 10.1016/j.asej.2019.11.006.

[4] K. Bingham and G. Porter, 'The Preparedness of Master of Architecture Graduates for the Fourth Industrial Revolution (4IR)', *Energy Water*, no. December, pp. 154–163, 2021, [Online]. Available: https://researchspace.csir.co.za/dspace/bitstream/handle/10204/12275/De Jager_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=153.

[5] S. Mystakidis, 'Metaverse', *Encyclopedia*, vol. 2, no. 1, pp. 486–497, 2022, doi: 10.3390/encyclopedia2010031.

[6] P. Schumacher, 'The metaverse as opportunity for architecture and society: design drivers, core competencies', *Archit. Intell.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–20, 2022, doi: 10.1007/s44223-022-00010-z.

[7] M. Slater and M. V. Sanchez-Vives, 'Enhancing our lives with immersive virtual reality', *Front. Robot. AI*, vol. 3, no. DEC, pp. 1–47, 2016, doi: 10.3389/frobt.2016.00074.

[8] N. Pellas, S. Mystakidis, and I. Kazanidis, 'Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A systematic review of the last decade scientific literature', *Virtual Real.*, vol. 25, no. 3, pp. 835–861, 2021, doi: 10.1007/s10055-020-00489-9.

[9] N. Pellas, A. Dengel, and A. Christopoulos, 'A Scoping Review of Immersive Virtual Reality in STEM Education', *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 13, no. 4, pp. 748–761, 2020, doi: 10.1109/TLT.2020.3019405.

[10] S. (PWC) Likens, 'The Essential Eight technology trends: PwC', *PWC Emerging Technologies*, 2022. https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/emerging-tech/essential-eight-technologies.html (accessed Mar. 29, 2023).

[11] A. O. Sawyer and J. Xie, 'Shaping Light: An Integrative Approach to Teaching Lighting Design in Architecture', no. September, 2022, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/363667936.

[12] S. Eloy, A. Kreutzberg, and I. Symeonidou, *Virtual aesthetics in architecture: Designing in mixed realities*. Routledge, 2021.

[13] 'Architectural Virtual Reality | VR Rendering | Enscape™'. https://enscape3d.com/features/architectural-virtual-reality/ (accessed Mar. 29, 2023).

[14] A. K. Bashabsheh, H. H. Alzoubi, and M. Z. Ali, 'The application of virtual reality technology in architectural pedagogy for building constructions', *Alexandria Eng. J.*, vol. 58, no. 2, pp. 713–723, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.aej.2019.06.002.

[15] R. Lovreglio, X. Duan, A. Rahouti, R. Phipps, and D. Nilsson, 'Comparing the effectiveness of fire extinguisher virtual reality and video training', *Virtual Real.*, vol. 25, no. 1, pp. 133–145, Mar. 2021, doi: 10.1007/s10055-020-00447-5.

[16] E. Kwegyir-Afful, T. O. Hassan, and J. I. Kantola, 'Simulation-based assessments of fire emergency preparedness and response in virtual reality', *Int. J. Occup. Saf. Ergon.*, vol. 28, no. 2, pp. 1316–1330, 2022, doi: 10.1080/10803548.2021.1891395.

[17] M. Lombard and T. Ditton, 'At the heart of it all: The concept of presence', *Journal of Computer-Mediated Communication*, vol. 3, no. 2. Wiley Blackwell, Sep. 01, 1997, doi: 10.1111/j.1083-6101.1997.tb00072.x.

[18] A. Cruz, H. Paredes, L. Morgado, and P. Martins, 'Non-verbal aspects of collaboration in virtual worlds: A cscw taxonomy-development proposal integrating the presence dimension', *J. Univers. Comput. Sci.*, vol. 27, no. 9, pp. 913–954, 2021, doi: 10.3897/JUCS.74166.

[19] S. Chowdhury and J. Hanegraaf, 'Co-presence in Remote VR Co-design: Using Remote Virtual Collaborative Tool Arkio in Campus Design', in *Proceedings of the 27th Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA) [Volume 2]*, 2022, vol. 2, pp. 465–474, doi: 10.52842/conf.caadria.2022.2.465.

[20] H. P. Balzerkiewitz and C. Stechert, 'THE EVOLUTION of VIRTUAL REALITY towards the USAGE in EARLY DESIGN PHASES', in *Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference*, 2020, vol. 1, pp. 91–100, doi: 10.1017/dsd.2020.159.

[21] 'LandingPad launch - Gravity Sketch'. https://www.gravitysketch.com/blog/articles/landingpad-official-launch/ (accessed Mar. 29, 2023).

[22] S. Obeid and H. Demirkan, 'The influence of virtual reality on design process creativity in basic design studios', *Interact. Learn. Environ.*, 2020, doi: 10.1080/10494820.2020.1858116.

[23] M. Okechukwu and F. Udoka, 'Understanding

Virtual Reality Technology: Advances and Applications', in *Advances in Computer Science and Engineering*, IntechOpen, 2011.

[24] J. Beck, M. Rainoldi, and R. Egger, 'Virtual reality in tourism: a state-of-the-art review', *Tour. Rev.*, vol. 74, no. 3, pp. 586–612, Jun. 2019, doi: 10.1108/TR-03-2017-0049/FULL/XML.

[25] R. Dörner and F. Steinicke, 'Wahrnehmungsaspekte von VR', Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2013, pp. 33–63.

[26] J. Diemer, G. W. Alpers, H. M. Peperkorn, Y. Shiban, and A. Mühlberger, 'The impact of perception and presence on emotional reactions: A review of research in virtual reality', *Front. Psychol.*, vol. 6, no. JAN, p. 26, Jan. 2015, doi: 10.3389/FPSYG.2015.00026/BIBTEX.

[27] D. A. Guttentag, 'Virtual reality: Applications and implications for tourism', *Tour. Manag.*, vol. 31, no. 5, pp. 637–651, Oct. 2010, doi: 10.1016/J.TOURMAN.2009.07.003.

[28] Y. Liu, H. Liu, C. Chris, and R. Chen, 'An exploration of digital tourism design based on virtual reality', *Int. J. Simul. Syst. Sci. Technol.*, vol. 17, no. 2, pp. 15.1-15.6, 2016, doi: 10.5013/IJSSST.a.17.02.15.

[29] P. ČISAR and S. MARAVIĆ ČISAR, 'Development concepts of virtual reality software', *ACTA Tech. CORVINIENSIS – Bull. Eng.*, vol. 13, no. 3, pp. 23–29, 2020, Accessed: Mar. 29, 2023. [Online]. Available: http://acta.fih.upt.ro/.

[30] M. I. Bin Shahril, N. Bin Salimin, and G. a/l Elumalai, 'The Validity and Reliability of ISO Test towards the Performance Assessment of Future Physical Education Teachers in Teaching and Learning Process', *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 195, pp. 814–820, Jul. 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.06.184.

[31] A. Januszewski and M. Molenda, *Technology: A Definition With Commentary*. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 2008.

[32] R. A. H. Cahyadi, 'Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Addie Model', *Halaqa Islam. Educ. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 35–42, Jun. 2019, doi: 10.21070/halaqa.v3i1.2124.

[33] dkk. Junaedi, A., *Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi Di Era Industri 4.0 Untuk Mendukung Merdeka Belajar-Kampus Merdeka, Jakarta: Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.* Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, 2020.

[34] W. Setiadi and L. M. F. Purwanto, 'Teknologi Digital pada Pendidikan Arsitektur di Era Industri 4.0', *JoDA J. Digit. Archit.*, vol. 1, no. 1, p. 42, Sep. 2021, doi: 10.24167/joda.v1i1.3681.

[35] F. Setyaningfebry, S. Felasari, and B. Michelle, 'Developing a website for rendering based on renderers' experience', *grafica*, vol. 11, no. 21, pp. 23–36, Jan. 2023, doi: 10.5565/rev/grafica.235.

[36] M. A. A. Majumder, B. Sa, F. A. Alateeq, and S. Rahman, 'Teaching and Assessing Critical Thinking and Clinical Reasoning Skills in Medical Education', in *https://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/978-1-5225-7829-1.ch012*, IGI Global, 2019, pp. 213–233.

[37] 'Lighting - Enscape'. https://learn.enscape3d.com/blog/knowledgebase/sketchup_lighting/ (accessed Mar. 29, 2023).

[38] 'Enscape Best Practices: Lighting in SketchUp | SketchUp Lighting Tutorial'. https://blog.enscape3d.com/best-practices-lighting-in-sketchup (accessed Mar. 29, 2023).

[39] 'Best Practices: The Enscape Asset Library | Using 3D models in Enscape'. https://blog.enscape3d.com/best-practices-asset-library (accessed Mar. 29, 2023).

[40] S. Aseeri, K. Paraiso, and V. Interrante, 'Investigating the influence of virtual human entourage elements on distance judgments in virtual architectural interiors', *Front. Robot. AI*, vol. 6, no. JUN, 2019, doi: 10.3389/FROBT.2019.00044.

[41] 'Skybox as a background - Enscape'. https://learn.enscape3d.com/blog/knowledgebase/skybox-as-a-background/ (accessed Mar. 29, 2023).

[42] 'Enscape Free Sample Projects'. https://enscape3d.com/free-sample-projects/ (accessed Mar. 29, 2023).

[43] A. R. Fazar, A. Usman, and A. Budiman, 'Pembuatan Iklan Marketing Interior Rumah Menggunakan Sketchup 3D Berbasis Panorama 360', *JurnalIlmuKomputerdanSistem Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 145–157, 2023, [Online]. Available: https://jurnal.unity-academy.sch.id/index.php/jirsi/article/view/43.

[44] M. R. Fahmi, A. K. Putra, and B. Handoyo, 'Development of Web-Based Virtual Reality as Media Learning for Baluran Conservation Area with Geographical Characteristics', in *Proceedings of the 2nd International Conference on Social Knowledge Sciences and Education (ICSKSE 2022)*, Dec. 2022, pp. 332–346, doi: 10.2991/978-2-494069-63-3_30.

[45] A. Kurnia Putra, B. Handoyo, M. Naufal Islam, and S. Sumarmi, 'Pengembangan media inovatif Virtual field trips berbasis Geospatial technology dalam pembelajaran post-pandemi Covid-19', in *Pendidikan Karakter dan Ilmu Pengetahuan Menyongsong Era Society 5.0*, Malang: Universitas Negeri Malang, 2022, pp. 3–14.

[46] L. Brůha, J. Laštovička, T. Palatý, E. Štefanová, and P. Štych, 'Reconstruction of lost cultural heritage sites and landscapes: context of ancient objects in time and space', *ISPRS Int. J. Geo-Information*, vol. 9, no. 10, p. 604, Oct. 2020, doi:

10.3390/ijgi9100604.

[47] A. Donny, K. Mahendra, A. Wedi, A. Husna, and A. History, 'Pengembangan Desktop Virtual Reality Arsitektur Dan Seni Bangunan Peninggalan Hindu-Buddha Di Indonesia', *JKTP J. Kaji. Teknol. Pendidik.*, vol. 5, no. 4, pp. 412–422, Nov. 2022, doi: 10.17977/UM038V5I42022P412.

[48] W. Stone, J. Loizzo, J. Aenlle, and P. Beattie, 'Labs and Landscapes Virtual Reality: Student-Created Forest Conservation Tours for Informal Public Engagement', *J. Appl. Commun.*, vol. 106, no. 1, pp. 1–20, Mar. 2022, doi: 10.4148/1051-0834.2395.