

PENGEMBANGAN MOOC UNTUK PEMBUATAN ASET 3D DAN VIDEO VR 360° DALAM MENDUKUNG KOMPETENSI DIGITAL SKILL

Nuril Kusuma Wardani¹, Bunga Fefiana Mustikasari², Winda Istiandini³, Rosyi D.T. Maningtyas⁴

^{1,2}Fakultas Vokasi, ³Fakultas Sastra, ⁴Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Malang
Jl. Cakrawala No.5, Kota Malang, 65145
e-mail : nuril.kusumawardani.fs@um.ac.id

Paper received: 30-10-2025

revised: 05-11-2025

accepted: 30-11-2025

Abstract: *The rapid growth of the creative industry has highlighted a significant digital skills gap in Indonesia, exacerbated by a "hidden digital divide" involving hardware limitations, language barriers, and software costs. This study aimed to develop a Massive Open Online Course (MOOC) for 3D asset and VR 360 video creation and to evaluate its effectiveness in enhancing students' digital competencies. The research employed the ADDIE (Analysis, Design, Develop, Implement, Evaluate) model for development. Effectiveness was measured using a one-group pretest-posttest design with 30 participants, and the data were analyzed using Cohen's d. The results showed a significant improvement in participant competencies, with the mean score increasing from 81.10 (pre-test) to 83.77 (post-test). The calculated Cohen's d value of 0.50 indicates a medium effect size. Self-assessment data further confirmed substantial skill gains, particularly in complex technical areas. This study concludes that the developed MOOC, which integrates open-source software, Indonesian language instruction, and a Project-Based Learning pedagogy, serves as an effective and accessible solution to bridge the digital skills gap in Indonesia's creative sector.*

Keywords: *Massive Open Online Course (MOOC), 3D Asset Modelling, VR 360 Video, Digital Skills, Project-Based Learning*

Abstrak: *Pertumbuhan pesat industri kreatif telah menyoroti kesenjangan keterampilan digital yang signifikan di Indonesia, yang diperburuk oleh "kesenjangan digital tersembunyi" meliputi keterbatasan perangkat keras, kendala bahasa, dan biaya perangkat lunak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Massive Open Online Course (MOOC) untuk pembuatan aset 3D dan video VR 360 serta mengevaluasi efektivitasnya dalam meningkatkan kompetensi digital mahasiswa. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Develop, Implement, Evaluate). Efektivitas diukur menggunakan desain one-group pretest-posttest pada 30 partisipan, dan data dianalisis menggunakan Cohen's d. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kompetensi peserta yang signifikan, dengan nilai rata-rata meningkat dari 81,10 (pre-test) menjadi 83,77 (post-test). Nilai Cohen's d sebesar 0,50 mengindikasikan ukuran efek sedang. Data self-assessment mengonfirmasi peningkatan keterampilan yang substansial, terutama pada area teknis yang kompleks. Penelitian ini menyimpulkan bahwa MOOC yang dikembangkan, dengan mengintegrasikan perangkat lunak open-source, instruksi Bahasa Indonesia, dan pedagogi Project-Based Learning, menjadi solusi efektif dan aksesibel untuk menjembatani kesenjangan keterampilan digital di sektor kreatif Indonesia.*

Kata kunci: *Massive Open Online Course (MOOC), Modelling Asset 3D, Video VR 360, Kompetensi Digital, Project-Based Learning*

1. Pendahuluan

Transformasi digital menjadi pendorong terjadinya perubahan dalam ekonomi global dan nasional, hal ini menuntut adanya inovasi dalam sistem pendidikan tinggi yang harus mencetak individu yang siap bersaing dalam industri global saat ini. Kemampuan beradaptasi dengan kemajuan teknologi dan integrasi digital menjadi sebuah keharusan bagi institusi pendidikan untuk memastikan relevansi lulusan dan pembelajarannya memiliki skill yang

diperlukan dalam pasar kerja. Keberhasilan dalam mencetak lulusan serta peserta didik ini sangat bergantung pada pembelajaran yang mampu beradaptasi dengan kemajuan teknologi yang pesat (Yulando et al., 2024), dalam hal ini keterampilan digital seperti pembuatan aset 3D dalam industri kreatif.

Melalui data *Annual Growth Rate (CAGR)* dari *Grand View Research* memperkirakan proyeksi pasar untuk *Virtual Reality (VR)* global diperkirakan akan melonjak dari \$59.96 miliar pada tahun 2022 menjadi \$435.36 miliar pada tahun 2030 (Grand View Research, Inc, 2023). Hasil ini juga didukung dengan kemajuan dalam perkembangan teknologi AR (*Augmented Reality*), VR, MR (*Mixed Reality*), dan visualisasi 3D yang memperkaya pengalaman imersif untuk bisnis. Selain itu, integrasi teknologi seperti banyak munculnya *Digital Twins* dan *Smart Factories* semakin memanfaatkan teknologi visualisasi 3D untuk digunakan sebagai simulasi dan *prototype* dalam teknologi industri tersebut (Fortune Business Insights, 2025). Di Indonesia, pemanfaatan VR dalam pendidikan masih terbatas, namun potensinya sangat besar untuk mendukung pembelajaran kreatif, termasuk pembuatan modelling aset 3D yang relevan dengan kebutuhan industri kreatif. Aset 3D Model adalah karya visual berbentuk tiga dimensi yang digunakan dalam berbagai industry seperti game, animasi, AR dan juga simulasi VR. Dalam dunia Pendidikan, pembuatan aset 3D mendukung pembelajaran berbasis proyek dan meningkatkan *digital skill* peserta didik. Pengaplikasian aset 3D model mampu meliputi *environment*, *property* dan *character* ini mampu menciptakan pengalaman yang lebih realistis dalam pembelajaran. (Bucharest University of Economic Studies, Bucharest, Romania et al., 2023).

Namun ditengah perkembangan pesat teknologi ini, Indonesia menghadapi tantangan kesenjangan keterampilan lanjut. Data studi menunjukkan kurang dari 1% pekerja di Indonesia memiliki keterampilan digital tingkat lanjut (The SMERU Research Institute et al., 2024). Pada tahun 2030 negara diperkirakan membutuhkan sekitar 12 juta digital profesional. Namun, SDM yang tersedia saat ini hanya mencapai sekitar 3 juta yang sangat kurang untuk memenuhi kebutuhan talenta digital pertahun di seluruh spektrum (termasuk AI, Big Data, dan Kreatif Digital) mencapai antara 453.000 hingga 600.000 orang (Anton Santoso, 2025). Kesenjangan ini memperlihatkan adanya kebutuhan dalam Sumber Daya Manusia (SDM) yang mampu bersaing secara global dan mampu menarik investasi asing dalam ekonomi kreatif digital (Kementerian Komunikasi dan Digital, 2025).

Dalam Tingkat perguruan tinggi di Indonesia juga menghadapi problematika yang serupa. Salah satu studi kasus di Universitas Negeri Malang mengidentifikasi beberapa kendala yang dialami oleh mahasiswa, yaitu terkait keterbatasan perangkat keras untuk membuat modelling 3D dan keterbatasan dalam sumber belajar. Walaupun saat ini akses mengenai sumber belajar sudah banyak di platform media sosial, namun mayoritas tutorial dan sumber belajar berkualitas tinggi tersedia dalam Bahasa asing, khususnya Bahasa Inggris. Hal ini menjadi kendala bagi Sebagian mahasiswa dan juga Masyarakat umum untuk memahami konsep-konsep teknis yang kompleks Problem dan hambatan ini secara kolektif menciptakan "kesenjangan digital tersembunyi" (*hidden digital divide*) hal ini melampaui isu klasik mengenai akses internet, hal ini lebih membahas mengenai pengembangan *skill digital*, kapabilitas perangkat dan aksesibilitas media. Mahasiswa yang seharusnya secara teknis terhubung dalam dunia digital pun tetap terpinggirkan karena belum memiliki perangkat secara mumpuni ataupun tidak dapat mengakses sumber daya pengetahuan yang relevan secara Bahasa dan budaya. Kondisi ini menghambat pemerataan akses terhadap Pendidikan digital yang berkualitas dan memperlebar jurang kompetensi antara lulusan dan kebutuhan SDM yang ada di dunia kreatif.

Untuk menjawab tantangan tersebut, pengembangan sebuah *Massive Open Online Course (MOOC)* diposisikan sebagai Solusi strategis. Sifat MOOC yang masif dan terbuka memungkinkan jangkauan yang jauh lebih luas dibandingkan dengan model kelas tatap muka

tradisional, sejalan dengan kebutuhan nasional untuk melakukan peningkatan keterampilan *digital skill* mahasiswa dan Masyarakat dalam penguasaan modelling 3D dan pembuatan Video VR, dalam MOOC ini juga mengintegrasikan media belajar menggunakan video VR agar lebih memahami konsep pembuatan 3D dengan pengalaman belajar yang lebih real. Menurut Mystakidis dan Berki, pembangunan lingkungan virtual 3D di dalam *Massive Open Online Courses* yang digunakan oleh peserta didik dengan peningkatan rata-rata 54% keterlibatan dan pengalaman orang (Bucharest University of Economic Studies, Bucharest, Romania et al., 2023). MOOC ini menyediakan materi ajar dalam Bahasa Indonesia, menggunakan perangkat lunak *open-source* yang tidak memerlukan biaya lisensi, dan menyediakan aset 3D yang telah dioptimalkan untuk perangkat keras berspesifikasi rendah. MOOC ini secara langsung menargetkan dan berupaya mengatasi hambatan-hambatan yang telah diidentifikasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) untuk mengembangkan MOOC (*Massive Open Online Course*) untuk materi pembuatan aset 3D dan video VR 360⁰, dan (2) untuk mengevaluasi efektivitas MOOC yang dikembangkan dalam meningkatkan kompetensi *digital skill* peserta didik.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mendorong transformasi digital pendidikan di Indonesia. Dengan memanfaatkan teknologi VR, penelitian ini akan menjadi langkah awal menuju pengembangan model pembelajaran berbasis teknologi yang dapat diterapkan di berbagai institusi pendidikan, serta memperkuat relevansi pendidikan Indonesia dengan kebutuhan industri global.

2. Metode

Metode penelitian yang digunakan mengacu pada metode ADDIE (*Analysis-Design-Develop-Implement-Evaluate*). Model ini memungkinkan pengembangan media secara instruksional dengan pendekatan sistematis sesuai dengan kebutuhan pengembangan konten MOOC (Sutrisno et al., 2025).



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian dan Perancangan ADDIE Model

Tahap awal dalam proses pengembangan MOOC ini adalah analisis kebutuhan. Pada fase ini dilakukan identifikasi terhadap tujuan pembelajaran yang ingin dicapai, khususnya dalam meningkatkan keterampilan digital mahasiswa di bidang pembuatan Aset 3D dan Video VR 360. Telah dilakukan pra-asesmen berbasis survei yang melibatkan mahasiswa baru.

Setelah kebutuhan dianalisis, langkah berikutnya adalah merancang desain pembelajaran. Tahapan ini melibatkan perencanaan materi ajar interaktif, termasuk konten visual, video tutorial, dan simulasi yang mendukung penguasaan teknis mahasiswa dalam membuat Aset 3D dan video 360 derajat. Dalam proses ini, disusun pula instrumen evaluasi untuk mengukur keberhasilan proses pembelajaran dan pencapaian kompetensi digital mahasiswa. Rancangan pembelajaran diorientasikan agar dapat diterapkan dalam platform

MOOC secara fleksibel dan mampu menghadirkan pengalaman belajar yang menarik dan realistis melalui pendekatan visual dan imersif berbasis teknologi VR. Tahap pengembangan merupakan proses produksi dan penyempurnaan media pembelajaran. Dalam fase ini, dikembangkan berbagai bahan ajar digital, seperti modul interaktif, video pembelajaran dan Aset 3D yang akan digunakan dalam platform MOOC. Seluruh materi disusun agar mudah diakses dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran serta industri. Selain itu, dilakukan integrasi konten ke dalam platform MOOC yang mendukung interaktivitas dan fleksibilitas akses. Instrumen evaluasi juga disempurnakan pada tahap ini agar mampu secara akurat mengukur ketercapaian kompetensi mahasiswa. Pada tahap Implementasi, setelah konten dan media pembelajaran selesai dikembangkan, tahap selanjutnya adalah implementasi atau uji coba terbatas. MOOC yang telah dikembangkan diuji coba kepada sejumlah mahasiswa dalam konteks pembelajaran nyata. Pada fase ini, dilakukan pengujian fungsionalitas platform, pengamatan terhadap partisipasi dan keterlibatan mahasiswa, serta pengumpulan data hasil belajar melalui aktivitas proyek pembuatan Aset 3D dan Video VR 360. Proses implementasi bertujuan untuk menguji efektivitas pembelajaran, kemudahan navigasi, serta respons peserta terhadap penggunaan VR sebagai media belajar.

Tahap terakhir adalah evaluasi (*evaluation*), di mana penggunaan produk diujicobakan dalam sistem pembelajaran untuk menguji efektivitasnya. Eksperimen dilakukan terhadap 30 peserta. Evaluasi dilakukan melalui *pretest* (tes awal) situasi dan media pembelajaran masih seperti biasa, diikuti oleh *post-test* (tes akhir), situasi dan media pembelajaran dikendalikan untuk mengharuskan mahasiswa menggunakan media pembelajaran yang dikembangkan. Hasil *pre-test* dan *post-test* kemudian dibandingkan dan dianalisis menggunakan Cohen's D (*standardized mean difference*) untuk mengetahui dampak media pembelajaran yang dikembangkan terhadap hasil belajar mahasiswa. Selain itu juga melakukan self assessment untuk mendapatkan data yang lebih valid.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Kebutuhan

Tahap analisis dilakukan sebagai langkah awal dalam pengembangan MOOC untuk pembuatan aset 3D dan video VR 360 dengan pemanfaatan teknologi *Virtual Reality* (VR) untuk mendukung peningkatan kompetensi digital skill mahasiswa. Dalam tahap ini, dilakukan analisis kebutuhan dan kemampuan awal peserta didik melalui pra-asesmen berbasis survei kepada 18 mahasiswa angkatan baru tahun 2024 yang menjadi target pengguna utama dari konten MOOC yang akan dikembangkan.

Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa masih memiliki pengalaman yang terbatas dalam penggunaan VR maupun pembuatan aset 3D. Sebanyak 33% responden belum pernah menggunakan media atau teknologi pembelajaran berbasis VR, 17% pernah sekali, 22% kadang-kadang, 11% cukup sering, dan hanya 17% yang menjawab sangat sering. Dalam hal pembuatan model 3D, 50% mahasiswa mengaku belum pernah membuat model 3D sendiri, 11% pernah sekali, dan hanya 5% (1 mahasiswa) yang menjawab sangat sering. Adapun dalam konteks pembuatan video VR 360, mayoritas mahasiswa (72%) belum pernah mencobanya sama sekali, yang menunjukkan bahwa pengenalan dan pelatihan intensif pada teknologi ini sangat dibutuhkan.

Selain itu, survei juga mengidentifikasi berbagai minat dan kebutuhan spesifik keterampilan (*skills*) yang ingin dikembangkan oleh mahasiswa melalui program ini. Beberapa keterampilan teknis yang paling banyak disebutkan meliputi:

- 3D modeling, sculpting, dan texturing
- Retopology, UV mapping, shading, rigging, dan animasi
- Pengaturan kamera, lighting, framing, dan rendering di Blender
- Efisiensi dalam topology modeling serta penguasaan *shortcut* dalam Blender

- Pengembangan aset untuk *game*, termasuk karakter, *props*, dan *environment*
- Satu mahasiswa juga secara khusus menyebutkan ingin mendalami bitmap gambar 2D realistis sebagai fokus awal sebelum mempelajari jenis digital art lainnya.

Analisis ini menjadi dasar penting dalam menyusun struktur konten MOOC yang tidak hanya bertujuan memberikan pemahaman dasar, tetapi juga mendukung penguasaan teknis secara bertahap. Konten pembelajaran akan disusun secara modular berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) agar mahasiswa tidak hanya menerima teori, tetapi juga berlatih secara langsung dan menghasilkan produk digital yang nyata. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa pengembangan MOOC berbasis VR sangat relevan untuk membantu mahasiswa mengembangkan keterampilan digital yang sesuai dengan tuntutan industri kreatif masa kini.

3.2. Tahap Pengembangan Konten & Produk

Pada tahap ini, fokus utama penelitian adalah merancang struktur dan materi pembelajaran yang akan dikembangkan dalam *platform* MOOC untuk mendukung penguasaan keterampilan pembuatan aset 3D dan video VR 360. Kegiatan desain dimulai dengan koordinasi intensif bersama tim pengembang untuk memastikan bahwa arah konten dan pendekatan pembelajaran sesuai dengan kebutuhan mahasiswa dan tujuan pembelajaran berbasis kompetensi digital.

Tim melakukan penyusunan materi pembelajaran yang dirancang secara modular berdasarkan tahapan produksi 3D dan pembuatan video VR 360. Setiap sesi pembelajaran dalam MOOC dirancang agar mampu memberikan pengalaman bertahap yang mencakup pemahaman konsep, praktik langsung, serta proyek akhir. Materi disusun untuk mencakup pengenalan perangkat lunak (seperti Blender), teknik modeling dasar, texturing, hingga pengenalan proses rendering dan integrasi dalam media video VR 360. Pendekatan *Project-Based Learning* (PBL) menjadi dasar dalam penyusunan aktivitas pembelajaran, agar mahasiswa dapat langsung menerapkan konsep melalui tugas proyek. Bentuk materi disusun sesuai dengan RPS dan diintegrasikan menjadi slide presentasi, video explainer dan video tutorial.

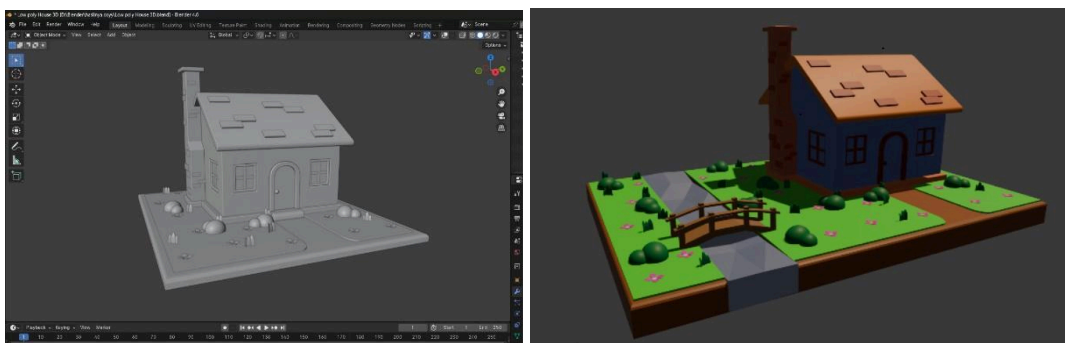
Sebagai bagian dari tahap desain, tim juga mulai merancang dan menyiapkan beberapa aset 3D yang akan digunakan sebagai bagian dari media pembelajaran dalam MOOC. Aset-aset tersebut meliputi *modeling environment* sederhana dan *props* bergaya *low poly*, bertemakan lingkungan yang dirancang dengan mempertimbangkan keterjangkauan kompleksitas bagi mahasiswa pemula. Aset ini akan digunakan untuk membantu mahasiswa memahami prinsip dasar modeling, pengaturan scene, dan proses pembuatan aset yang efisien dan optimal untuk produksi berbasis VR.

Dalam tahap ini, tim dosen dan pengembang konten menciptakan berbagai komponen pendukung pembelajaran, seperti:

- Rencana Pembelajaran Semester (RPS): berisi capaian, topik tiap sesi;
- Modul Ajar: panduan bagi dosen dan mahasiswa dalam proses belajar yang berisi materi dan tutorial tertulis;
- Slide Presentasi: berisikan materi sesuai dengan tema tiap sesi
- Model 3D Sederhana: *Modelling environment* dan *props low poly* bertema lingkungan untuk digunakan praktek sederhana seperti pada materi *UV Mapping*, *lighting* dan *compositing*, dll
- Ilustrasi tekstur : membuat gambar ilustrasi yang bisa diaplikasikan saat praktek sederhana pada materi *UV Texture*
- Media Pendukung: infografik dan motion graphic untuk menjelaskan konsep gerak yang kompleks;
- Alat Evaluasi: rubrik, kuis, tes performa, UTS dan UAS berbasis proyek dengan umpan

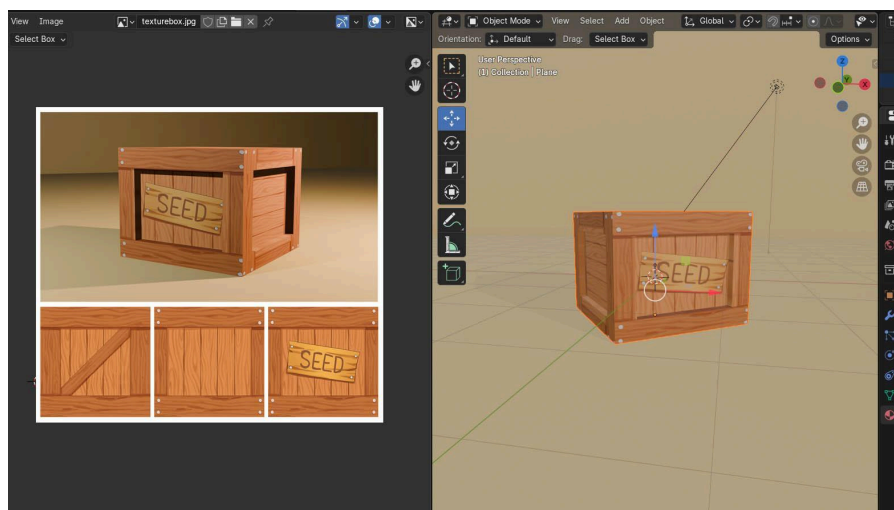
balik berkelanjutan.

Konten utama MOOC terdiri dari video tutorial yang disajikan dalam Bahasa Indonesia, simulasi interaktif untuk praktik pembuatan aset 3D, serta modul spesifik yang membahas alur kerja produksi video VR 360. Dalam pengembangan konten pembelajaran ini adalah pemilihan perangkat lunak Blender sebagai *platform* utama untuk praktik pembuatan aset 3D. Keputusan ini didasarkan pada pertimbangan bahwa Blender merupakan perangkat lunak sumber terbuka (*open-source*) yang tidak memerlukan lisensi berbayar, serta memiliki spesifikasi yang relatif ringan sehingga dapat diakses oleh pengguna dengan perangkat komputer yang beragam (Sutrisno et al., 2025). Hal ini secara langsung mengatasi salah satu kendala utama dalam pembelajaran digital, yaitu keterbatasan akses terhadap perangkat keras dan perangkat lunak berkinerja tinggi, sehingga memastikan inklusivitas dan aksesibilitas yang lebih luas bagi calon peserta.



Gambar 2. Desain Aset 3D Modelling

Dalam tahap ini dikembangkan pula media pendukung berupa infografis dan motion grafis yang berfungsi untuk memperkuat pemahaman peserta terhadap pembuatan model 3D secara ringkas dan menarik. Kemudian dibuat pula aset *texture image* dengan tema lingkungan agar peserta lebih faham saat mengaplikasikan dalam praktik *UV Mapping*.

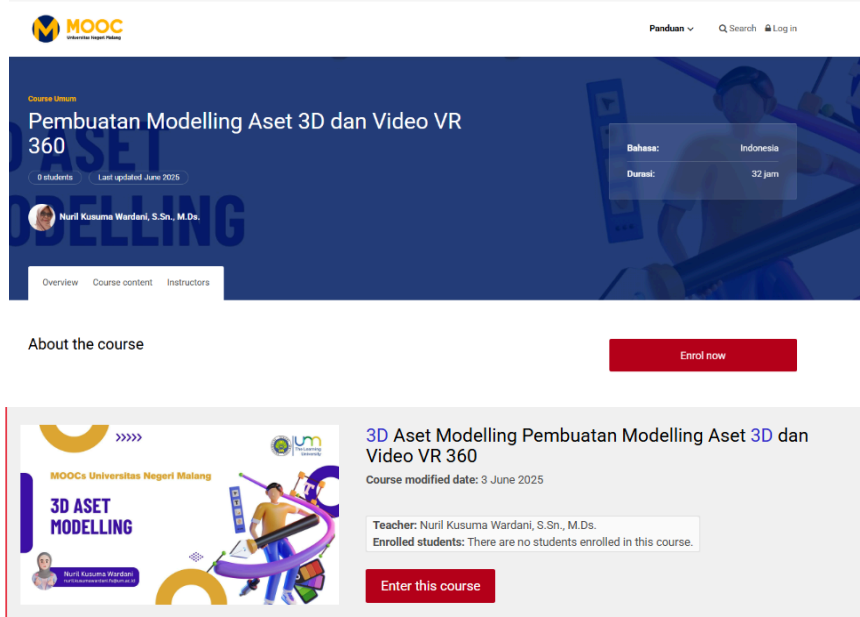


Gambar 3. Desain Texture Set

Tabel 1. Spesifikasi Konten Pembelajaran yang Ditargetkan

Pertemuan Ke	Topik	Isi Konten
1	Pengenalan MOOC dan Konsep Dasar-Dasar Pembuatan Aset 3D	RPS Project Based Learning, Slide Presentasi, Video Explanation
2	Pengenalan Software untuk Pembuatan Aset 3D	Slide Presentasi, Video Tutorial Instalasi dan Penggunaan Software Blender, Minigames
3	Proses Modeling Objek <i>Hardsurface</i> Proses Modeling Objek Organic	Video Tutorial Langkah Modeling, Modul Praktik, Slide Presentasi Video Tutorial Langkah Modeling, Modul Praktik, Slide Presentasi
5	Pemahaman UV <i>Texture & Texture Painting</i>	Slide Presentasi, Video Tutorial Teknik Texturing dan Rendering, Aset 3D untuk praktik, Texturing Set untuk Praktek
6	Pengaturan <i>Lightning & Compositing</i> pada program blender	Slide Presentasi, Video Tutorial, Infografis
7	Rendering dan Pembuatan Video VR 360 ⁰	Slide Presentasi, Video Tutorial Membuat Video 360
8	Editing dan Finalisasi Video VR 360	Video Tutorial Editing Video (Adobe Premiere), Slide Presentasi
9	Evaluasi dan Pengumpulan Proyek	Video Pengarahan Penyelesaian dan Pengumpulan Proyek, Rubrik Penilaian

Pada tahap ini juga dikembangkan desain evaluasi sebagai alat penilaian seperti rubrik, kuis, instrumen penilaian untuk Ujian Tengah Semester (UTS) dan Ujian Akhir Semester (UAS). Desain penilaian dibuat berdasarkan pendekatan *Project-Based Learning (PjBL)* yang disesuaikan pula dengan kebutuhan di industri sehingga mampu meningkatkan skill peserta sesuai dengan daya saing yang dibutuhkan di dunia industri kreatif (Yulando et al., 2024).



Gambar 4. Tampilan Course Pada Website MOOC UM

Tahap akhir dalam pengembangan konten ini adalah mengintegrasikan konten kedalam

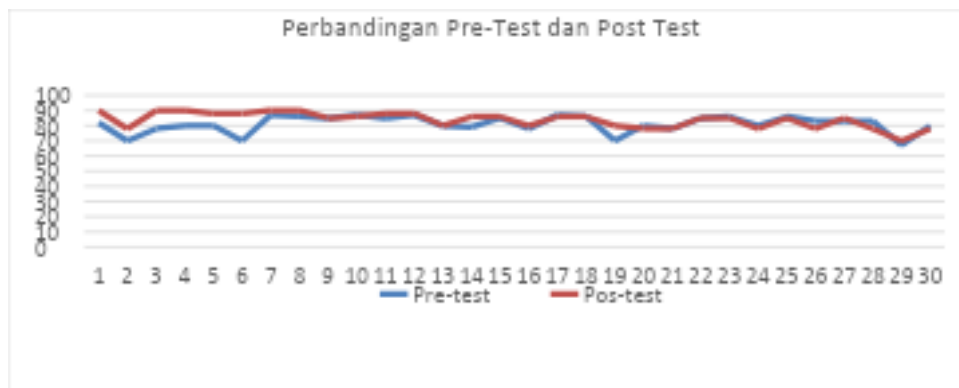
platform belajar MOOC, namun untuk uji coba penulis mengintegrasikan ke LMS SIPEJAR agar bisa dicoba oleh peserta dalam skala kecil sebelum di rilis dalam MOOC. Seluruh konten dapat diakses secara daring oleh mahasiswa. Proses ini mencakup pengunggahan modul ajar, slide presentasi, video penjelasan, infografis, *motion graphic*, serta perangkat asesmen. Karena SIPEJAR dan MOOC memiliki sistem yang serupa dengan Moodle, dosen dapat dengan mudah mengelola konten pembelajaran dengan membuat kategori pertemuan, mengunggah berkas, dan mengatur jadwal rilis materi. Materi pembelajaran disusun berdasarkan rps sesi mingguan sehingga peserta dapat mengikuti jalur pembelajaran secara jelas. Dosen juga dapat memanfaatkan fitur forum diskusi dan assignment untuk tugas serta melakukan interaksi dua arah serta memberikan umpan balik terhadap tugas secara rutin. Dengan konten yang tersusun rapi di dalam LMS, proses pembelajaran menjadi lebih terstruktur, fleksibel, dan mendukung kemandirian belajar peserta, tanpa mengurangi interaksi dengan dosen dan teman sekelas (Sutrisno et al., 2025).

3.3. Uji Coba dan Evaluasi

Tahap uji coba produk ini bertujuan untuk mengatur efektifitas penggunaan konten pembelajaran dalam meningkatkan keterampilan digital peserta. Dalam tahap ini ada beberapa desain evaluasi, yang pertama adalah one menggunakan desain *one-group pretest-posttest* yang melibatkan 30 orang partisipan. Kompetensi peserta diukur sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) mereka mengikuti seluruh rangkaian pembelajaran. Kedua Adalah Self assessment yang dilakukan oleh peserta didik untuk menilai peningkatan ketrampilan diri dari awal pembelajaran hingga akhir pembelajaran. Yang ketiga Adalah peer group assessment yaitu peserta menilai project akhir dari teman sesama pesertanya.

Pada tahap evaluasi, dilakukan uji coba penerapan media dan konten yang telah dikembangkan untuk menilai efektivitas proses pembelajaran Pembuatan modeling 3D aset dan Video VR 360⁰. Evaluasi ini melibatkan pembelajaran berbasis simulasi yang dilaksanakan pada pertemuan ke-7 dan ke-11 guna mengamati respons mahasiswa terhadap materi, media, dan metode pembelajaran. Pada tahap *pre-test*, peserta diminta untuk membuat modeling sederhana, pada tahap awal instruksi diberikan secara minimal dengan dibekali pengenalan software saja. Pada tahap ini peserta membuat secara mandiri dan tidak ada diskusi dengan dosen ataupun teman sejawat. Pada tahap *post-test*, mahasiswa menerima bimbingan langsung di kelas mengenai pembuatan modelling sederhana mempraktekkan secara langsung. Selama proses ini, mahasiswa memperoleh umpan balik langsung dari dosen yang membantu memperbaiki kesalahan dan memperdalam pemahaman terhadap Teknik modelling. Setelah itu, mahasiswa membentuk kelompok belajar kecil untuk melanjutkan tahap *polishing* secara mandiri di luar kelas dengan menggunakan media pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini.

Pada pertemuan ke-11, baik *pre-test* maupun *post-test* dilakukan menggunakan format evaluasi berbasis keterampilan. Mahasiswa membuat project modeling 3D yang briefingnya diperuntukkan untuk aset game dengan tema daerah lokal di Malang secara berkelompok. Peserta bisa berimprovisasi dalam bentuk model yang ada hingga tahap render Video VR 360⁰. Aktivitas ini dilaksanakan dalam batas waktu tertentu (4 jam tatap muka) dan dilakukan langsung di kelas. Temuan tersebut menunjukkan dampak positif dari umpan balik terstruktur dan media pembelajaran yang terarah terhadap peningkatan keterampilan teknis dan pemahaman mahasiswa dalam pembuatan aset 3D dan Video VR 360.



Gambar 5. Diagram Perbandingan Pre-Test dan Post -est

Berdasarkan hasil pengolahan data dari 30 peserta, diperoleh nilai rata-rata pre-test sebesar 81,10, sedangkan post-test sebesar 83,77. Dengan demikian terjadi peningkatan rata-rata sebesar 2,67 poin setelah peserta mengikuti pembelajaran.

Tabel 2. Hasil Perbandingan Pre-Test dan Post-Test

Statistik	Pre-test	Post-test
Jumlah Peserta (n)	30	30
Rata-rata (M)	81.10	83.77
Standar Deviasi (SD)	5.62	5.13
Kenaikan Rata-rata		+2.67

Peningkatan ini mengindikasikan adanya peningkatan pemahaman peserta terhadap materi setelah mereka berinteraksi dengan MOOC yang dikembangkan. Untuk mengukur seberapa besar pengaruh atau efek peningkatan tersebut, dilakukan analisis Cohen’s d yang dideskripsikan dalam (Lovakov & Agadullina, 2021) sebagai ukuran *effect size*. Untuk menilai besarnya pengaruh pembelajaran MOOC terhadap peningkatan hasil belajar peserta, digunakan metode Cohen’s d. Metode ini menghitung selisih rata-rata dua kelompok (*pre-test* dan *post-test*) yang dinormalisasi dengan deviasi standar gabungan (*pooled standard deviation*). Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut:

Rumus 1:

$$d = \frac{(M^2 - M^1)}{SD_{pooled}}$$

Rumus 2:

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)SD_1^2 + (n_2 - 1)SD_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Perhitungan:

M1 = 81.10 (Pre-test)

M2 = 83.77 (Post-test)

SD1 = 5.62

SD2 = 5.13

n1 = n2 = 30

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{(30-1)(5.62)^2 + (30-1)(5.13)^2}{30+30-2}} = \sqrt{\frac{1679.9}{58}} = 5.38$$

$$d = \frac{(83.77-81.10)}{5.38} = 0.495 = 0.50$$

Nilai Cohen's d sebesar 0,50 menunjukkan bahwa pengaruh pembelajaran berbasis MOOC terhadap peningkatan hasil belajar peserta termasuk dalam kategori sedang (medium effect size) menurut kriteria Cohen (1988) dalam (Lovakov & Agadullina, 2021):

Tabel 3. Kategori Kriteria Cohen

Rentang Nilai	Kategori Efek
0.20 – 0.49	Kecil (<i>small</i>)
0.50 – 0.79	Sedang (<i>medium</i>)
≥ 0.80	Besar (<i>large</i>)

(sumber : Lovakov & Agadullina, 2021)

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengembangan MOOC untuk pembuatan aset 3D dan video VR 360° memberikan pengaruh positif dengan efek sedang terhadap peningkatan kompetensi digital peserta. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran digital yang interaktif dan berbasis proyek (*project-based learning*) dalam format MOOC mampu meningkatkan pemahaman peserta, meskipun efek peningkatannya belum terlalu besar. Faktor lain seperti durasi belajar, motivasi peserta, serta kebiasaan belajar mandiri juga dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan.

Untuk melengkapi analisis efektivitas, dilakukan perbandingan penilaian diri (*self-assessment*) peserta terhadap kompetensi teknis spesifik sebelum (awal) dan sesudah (akhir) mengikuti MOOC. Peserta diminta menilai kemampuan mereka dalam skala 1-5. Hasil perbandingan rata-rata skor disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan Rata-Rata Skor Kompetensi Awal dan Akhir

Kompetensi Teknis	Rata-rata Skor Awal	Rata-rata Skor Akhir	Peningkatan
Pemodelan 3D	3.22	3.81	+0.59
Tekstur & Material	2.61	3.50	+0.89
Pencahayaan & Kamera	2.72	3.67	+0.95
Rendering	2.56	3.17	+0.61

Data pada Tabel 4.3 menunjukkan peningkatan positif pada seluruh area kompetensi yang diukur. Peningkatan paling signifikan terjadi pada area Pencahayaan & Kamera (+0.95 poin) dan Tekstur & Material (+0.89 poin). Temuan ini mengindikasikan bahwa MOOC sangat efektif dalam mengajarkan aspek-aspek teknis yang lebih spesifik dan mungkin kurang intuitif bagi pemula. Meskipun peningkatan pada Pemodelan 3D dan Rendering tidak setinggi dua area lainnya, skor akhirnya tetap menunjukkan tingkat penguasaan yang lebih baik secara signifikan dibandingkan sebelum pembelajaran.

Hasil kuantitatif ini sejalan dengan data kualitatif, di mana banyak peserta secara eksplisit menyatakan bahwa "Membuat model 3D" dan "Menambahkan tekstur dan material" adalah keterampilan yang paling berkembang setelah mengikuti kursus. Hal ini menegaskan

bahwa MOOC tidak hanya berhasil meningkatkan skor tes secara umum, tetapi juga secara spesifik membangun kepercayaan diri dan penguasaan peserta pada keterampilan teknis inti yang menjadi target pembelajaran.

3.4. Efektivitas Produk dan Media dalam Peningkatan Kompetensi Digital

Analisis data kuantitatif dari 30 peserta menunjukkan peningkatan kompetensi yang jelas setelah mengikuti intervensi pembelajaran. Nilai rata-rata *pre-test* sebesar 81,10 meningkat menjadi 83,77 pada *post-test*, menghasilkan peningkatan rata-rata sebesar 2,67 poin. Meskipun peningkatan absolut ini tampak sederhana, signifikansi praktisnya divalidasi oleh perhitungan ukuran efek (*effect size*). Nilai Cohen's *d* sebesar 0,50 mengindikasikan bahwa intervensi MOOC memiliki pengaruh dengan kategori sedang (*moderate effect*). Ukuran efek Cohen's *d* sebesar 0,50 menunjukkan bahwa perbedaan antara tingkat kompetensi sebelum dan sesudah intervensi cukup besar untuk dapat diamati dan dianggap relevan dalam konteks dunia nyata. Hal ini menegaskan bahwa konten dan media yang dikembangkan bukan hanya menghasilkan perubahan yang terdeteksi secara statistik, melainkan memberikan kontribusi yang bermakna terhadap peningkatan kapabilitas peserta. Temuan ini memvalidasi MOOC sebagai instrumen intervensi pendidikan yang efektif.

Media video tutorial yang dikembangkan menjadi media utama. Video tutorial di desain dengan ringkas yang ringkas dan *to-the-point* dan menekankan pada tips dan praktek secara langsung. Desain ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa video yang lebih pendek dapat meningkatkan waktu tonton rata-rata dan hasil belajar. Fokusnya adalah mendemonstrasikan "bagaimana," bukan hanya menjelaskan "apa," yang secara langsung mendukung proses praktik mandiri (Carmichael et al., 2018). Selain itu dengan menggunakan perangkat lunak *open-source* seperti Blender, MOOC ini menyediakan lingkungan praktik yang dapat diakses oleh semua peserta tanpa hambatan biaya. Platform MOOC berfungsi sebagai pusat sumber daya dan panduan, sementara Blender menjadi "kanvas" tempat pembelajaran aktif terjadi. Peserta dapat bereksperimen, melakukan *trial and error*, dan mendapatkan umpan balik visual secara instan, yang merupakan inti dari pembelajaran keterampilan kreatif (Tan & Kim, 2015).

Project yang dikembangkan dalam konten MOOC ini menggunakan desain pedagogis berupa tugas berbasis *Project-Based Learning* (PBL), pendekatan instruksional di mana peserta secara aktif mengeksplorasi masalah dunia nyata dan secara kolaboratif menghasilkan produk yang otentik (Morales et al., 2013). Peserta tidak hanya menonton video, tetapi secara aktif terlibat dalam proses penciptaan (*making*) membuat model 3D dari awal dan memproduksi video VR 360°. Pendekatan ini sejalan dengan teori pembelajaran aktif, yang menekankan bahwa peserta didik harus menganalisis, mensintesis, dan menerapkan pengetahuan, bukan sekadar menyerapnya. Penelitian secara konsisten menunjukkan bahwa metode pembelajaran aktif atau "belajar sambil melakukan" (*learning-by-doing*) dapat meningkatkan retensi pengetahuan hingga 75-90% , jauh melampaui metode pasif seperti menonton video yang tingkat retensinya hanya berkisar 5-30% (Tan & Kim, 2015). Dengan demikian, desain MOOC ini merupakan sebuah tindakan balasan (*countermeasure*) strategis terhadap titik kegagalan yang paling umum pada MOOC generasi awal, yaitu ketidakmampuannya mengubah pengetahuan pasif menjadi keterampilan aplikatif (Godwin-Jones, 2014).



Gambar 6. Hasil Karya PBL Peserta

Pada tahap evaluasi terdapat *peer-assessment*, setiap kelompok mempresentasikan karya mereka, baik dalam bentuk miniatur fisik maupun melalui kode QR yang dapat dipindai dan terhubung ke video VR yang telah mereka buat. Mahasiswa dari kelompok lain kemudian memberikan evaluasi melalui pemungutan suara, saran, dan kritik yang membangun. Salah satu hasil proyek yang mendapatkan apresiasi besar dari teman sejawat adalah Futuristik Daerah Tidar. Momen ini tidak hanya menjadi ajang untuk menampilkan karya mereka, tetapi juga berfungsi sebagai forum penilaian antar rekan yang kaya akan umpan balik.

Efektivitas dari sinergi antara desain produk dan pedagogi PBL ini tercermin secara gamblang pada data *self-assessment* kompetensi teknis. Peningkatan paling signifikan pada area "Pencahayaan & Kamera" (+0.95) dan "Tekstur & Material" (+0.89) adalah bukti langsung dari keberhasilan pendekatan PBL. Keterampilan ini bersifat prosedural dan sangat bergantung pada intuisi artistik yang hanya dapat dibangun melalui praktik, eksperimen, dan iterasi berulang. Dalam model pembelajaran pasif, konsep-konsep ini akan tetap abstrak. Namun, karena proyek akhir menuntut peserta untuk menghasilkan visual yang menarik, mereka "dipaksa" untuk secara aktif memanipulasi pencahayaan, mencoba berbagai material, dan mengamati hasilnya secara langsung. Peningkatan skor yang dramatis ini bukanlah hasil dari penyerapan informasi, melainkan hasil dari ratusan keputusan mikro yang dibuat selama proses pengerjaan proyek. Peserta tidak hanya berhasil meningkatkan skor mereka, tetapi mereka juga *merasakan* dan *menyadari* pertumbuhan kompetensi tersebut. Ini mengindikasikan bahwa pendekatan PBL yang diimplementasikan melalui media MOOC ini berhasil mencapai hasil belajar tingkat tinggi: peningkatan kompetensi teknis dan efikasi diri (*self-efficacy*) secara simultan (LocoRobo, 2024).

3.5. Potensi MOOC sebagai Akselerator Kompetensi Digital

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengembangan MOOC memberikan efek sedang (Cohen's $d = 0.50$) terhadap peningkatan hasil belajar. Efek ini menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis MOOC cukup efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta, meskipun peningkatannya belum mencapai kategori besar.

Beberapa faktor yang dapat menjelaskan hal ini antara lain:

1. Variasi kemampuan awal peserta. Peserta dengan kemampuan awal tinggi menunjukkan peningkatan yang relatif kecil karena sudah memahami sebagian besar materi sebelum pelatihan.
2. Durasi dan intensitas penggunaan MOOC. Tidak semua peserta mungkin memanfaatkan seluruh fitur interaktif, seperti forum diskusi atau video penjelasan mendalam.
3. Kesiapan belajar mandiri. MOOC menuntut kemandirian dan disiplin belajar yang tinggi, yang bisa mempengaruhi hasil akhir.

Meskipun demikian, hasil ini memperkuat argumentasi bahwa MOOC berpotensi

menjadi alternatif efektif untuk meningkatkan digital skill mahasiswa di bidang animasi dan media interaktif. Melalui pembelajaran daring yang fleksibel dan adaptif, peserta dapat memperdalam keterampilan teknis seperti pembuatan aset 3D, pengaturan pencahayaan, serta penyusunan *video panoramic* 360° secara mandiri.

Ukuran efek sedang (Cohen's $d = 0,50$) harus diinterpretasikan dengan hati-hati. Alih-alih dilihat sebagai keterbatasan dari konten atau media pembelajaran, hasil ini lebih akurat jika dipandang sebagai cerminan dari interaksi antara desain instruksional dan karakteristik internal peserta. Dalam lingkungan belajar yang sangat otonom seperti MOOC, keberhasilan peserta tidak hanya ditentukan oleh kualitas materi, tetapi juga oleh kemampuan mereka untuk mengatur proses belajar mereka sendiri, sebuah konsep yang dikenal sebagai *Self-Regulated Learning* (SRL) (Vilkova, 2019).

Penelitian mencatat bahwa mahasiswa dengan skor awal yang lebih rendah, meskipun mengalami peningkatan, cenderung tetap berada di rentang skor yang lebih rendah dibandingkan rekan-rekan mereka.¹ Hal ini menyoroti perlunya mekanisme dukungan terdiferensiasi. MOOC harus menawarkan jalur pembelajaran yang disesuaikan, seperti:

- Pra-penilaian diagnostik untuk mengidentifikasi mahasiswa yang membutuhkan dukungan tambahan.
- Penyediaan modul tambahan dengan perancah (*scaffolding*) yang lebih intensif bagi mereka yang memiliki skor awal rendah.
- Memungkinkan siswa untuk memilih tingkat kompleksitas proyek yang sesuai dengan tingkat keterampilan mereka.

Keunggulan utama dari model MOOC yang dikembangkan ini terletak pada desainnya yang secara presisi menjawab tantangan-tantangan spesifik yang dihadapi dalam pendidikan digital di Indonesia. Terdapat hubungan kausal yang jelas antara masalah yang diidentifikasi dan solusi yang diimplementasikan. Keterbatasan perangkat keras, sebagai masalah utama, diatasi melalui kombinasi strategis penggunaan perangkat lunak *open-source* (Blender) yang lebih ringan dan penyediaan aset 3D yang telah dioptimalkan. Hal ini memungkinkan partisipasi yang lebih luas dari mahasiswa dengan berbagai latar belakang kemampuan perangkat. Kendala bahasa, yang sering kali menjadi penghalang tersembunyi dalam penyerapan pengetahuan teknis, dieliminasi dengan menyajikan 100% konten instruksional dalam Bahasa Indonesia (Johnston et al., 2025). Preferensi pembelajar terhadap konten visual dan pembelajaran praktik dijawab dengan fokus pada video tutorial ringkas dan kurikulum yang berorientasi proyek menjawab preferensi pembelajar digital modern.

Pilihan-pilihan desain ini sangat signifikan jika dilihat dari perspektif global. Banyak penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti akses teknologi, bahasa, dan relevansi budaya merupakan penghalang utama yang menyebabkan platform MOOC global gagal menjangkau audiens di negara berkembang secara luas, sehingga mayoritas penggunaanya tetap berasal dari kalangan terdidik di negara-negara Barat (Johnston et al., 2025). MOOC ini, sebaliknya, dirancang dari awal untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan mengevaluasi efektivitas sebuah *Massive Open Online Course* (MOOC) yang dirancang secara spesifik untuk meningkatkan kompetensi pembuatan aset 3D dan video VR 360 di kalangan mahasiswa Indonesia. Temuan utama menunjukkan bahwa intervensi pembelajaran melalui MOOC ini memberikan dampak positif yang signifikan terhadap peningkatan keterampilan digital peserta. Secara kuantitatif, hal ini dibuktikan dengan adanya peningkatan nilai rata-rata dari 81,10 pada *pre-test* menjadi 83,77 pada *post-test*. Analisis statistik lebih lanjut menggunakan Cohen's d menghasilkan nilai ukuran efek (*effect size*) sebesar 0,50, yang mengindikasikan bahwa MOOC yang dikembangkan memiliki pengaruh dengan kategori sedang (*medium effect*) terhadap hasil belajar peserta.

Kontribusi utama dari penelitian ini terletak pada desain MOOC yang secara strategis menjawab tantangan "kesenjangan digital tersembunyi" (*hidden digital divide*) yang lazim ditemui di Indonesia. Dengan mengimplementasikan tiga pilar solusi—penggunaan perangkat lunak sumber terbuka (*open-source*) Blender untuk mengatasi keterbatasan akses finansial dan perangkat keras, penyajian seluruh materi instruksional dalam Bahasa Indonesia untuk meniadakan kendala bahasa, dan penerapan pendekatan pedagogis *Project-Based Learning* (PBL)—penelitian ini menawarkan sebuah model intervensi pendidikan yang kontekstual dan inklusif. Efektivitas pendekatan PBL secara khusus tervalidasi melalui data *self-assessment*, di mana peningkatan kompetensi tertinggi tercatat pada area teknis yang kompleks seperti "Pencahayaan & Kamera" (+0,95 poin) dan "Tekstur & Material" (+0,89 poin), yang membuktikan bahwa metode "belajar sambil melakukan" (*learning-by-doing*) berhasil mengubah pengetahuan teoritis menjadi keterampilan aplikatif.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, terutama pada penggunaan desain *one-group pretest-posttest* yang tidak melibatkan kelompok kontrol, sehingga membuka ruang untuk pengaruh variabel eksternal. Oleh karena itu, penelitian di masa depan disarankan untuk mengadopsi desain eksperimental yang lebih kuat, seperti *randomized controlled trial*, untuk mengisolasi dampak MOOC secara lebih akurat. Rekomendasi lainnya adalah melakukan studi longitudinal untuk melacak dampak jangka panjang dari penguasaan keterampilan ini terhadap portofolio dan prospek karier lulusan, serta mengembangkan jalur pembelajaran adaptif di dalam MOOC untuk mengakomodasi tingkat kemampuan awal peserta yang beragam. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa MOOC yang dirancang dengan baik berpotensi besar menjadi akselerator kompetensi digital yang efektif dan dapat diskalakan untuk mendukung ekonomi kreatif Indonesia.

Daftar Rujukan

- Anton Santoso. (2025, August 22). Indonesia pushes AI talent training as it faces digital skills gap. *Antara News*.
<https://en.antaranews.com/news/374873/indonesia-pushes-ai-talent-training-as-it-faces-digital-skills-gap>
- Bucharest University of Economic Studies, Bucharest, Romania, Stan, M., Săracu, A. F., Dunarea de Jos" University, Galati, Romania, & Ciobotea, M. (2023). E-learning Platforms and European Digital Society. *New Trends in Sustainable Business and Consumption*, 80–88.
<https://doi.org/10.24818/BASIQ/2023/09/037>
- Carmichael, M., Reid, A.-K., & Karpicke, J. D. (2018). *Assessing the Impact of Educational Video on Student Engagement, Critical Thinking and Learning: The Current State of Play* [White Paper]. SAGE Publishing.
<https://us.sagepub.com/sites/default/files/hevideolearning.pdf>
- Fortune Business Insights. (2025). *3D Printing Market Size, Share & Industry Analysis, By Component, By Technology, By Application, By End-User, and Regional Forecast*. Fortune Business Insights.
<https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/3d-printing-market-101902>
- Godwin-Jones, R. (2014). Global reach and local practice: The promise of MOOCs. *Language Learning & Technology*, 18(3), 5–15. <https://doi.org/10.64152/10125/44377>
- Grand View Research, Inc. (2023). *Virtual Reality (VR) Market (2023-2030): Size, Share & Trends Analysis Report by Technology, Device, Component, Application, Region, and Segment Forecasts* [Market Research Report]. Grand View Research.
<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/virtual-reality-vr-market/segmentation>

- Johnston, J. S., Skinner, N. A., Tokar, A., Arabi, E., Ndiaye, N. Y., Strehlow, M. C., & Utunen, H. (2025). Global Use, Adaptation, and Sharing of Massive Open Online Courses for Emergency Health on the OpenWHO Platform: Survey Study. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e52591. <https://doi.org/10.2196/52591>
- Kementerian Komunikasi dan Digital. (2025). *Laporan Kinerja Kementerian Komdigi 2024*. Kementerian Komunikasi dan Digital. <https://eppid.komdigi.go.id/attachments/481790ce3d3cdee90683cc53c004be8a30ab6b27bb3ad13f934a5e29bcc4630d/055c89fe9b532767a524481e9df16711c5071adb1c24c6cd024e30d5a08429f5.pdf>
- LocoRobo. (2024). *Passive vs. Active learning: How technology helps build essential learning skills*. <https://locorobo.co/passive-vs-active-learning-how-technology-helps-build-essential-learning-skills/>
- Lovakov, A., & Agadullina, E. R. (2021). Empirically derived guidelines for effect size interpretation in social psychology. *European Journal of Social Psychology*, 51(3), 485–504. <https://doi.org/10.1002/ejsp.2752>
- Morales, T. M., Bang, E., & Andre, T. (2013). A One-year Case Study: Understanding the Rich Potential of Project-based Learning in a Virtual Reality Class for High School Students. *Journal of Science Education and Technology*, 22(5), 791–806. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9431-7>
- Sutrisno, A., Mustikasari, B. F., & Wardani, N. K. (2025). Development of team-based project learning media for 3D body mechanics animation course. *Jurnal Inovasi Dan Teknologi Pembelajaran*, 11(3), 160–174. <https://doi.org/10.17977/um031v11i32024p169>
- Tan, L., & Kim, B. (2015). Learning by Doing in the Digital Media Age. In T.-B. Lin, V. Chen, & C. S. Chai (Eds.), *New Media and Learning in the 21st Century* (pp. 181–197). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-287-326-2_12
- The SMERU Research Institute, GIZ, & Blavatnik School of Government, University of Oxford. (2024). *Analisis Pengembangan Keterampilan Digital di Sektor Publik Indonesia* (No. Laporan Penelitian SMERU No. 2/2024). The SMERU Research Institute. https://smeru.or.id/sites/default/files/publication/final_rr_digital_skills_ind_2024-12-16.pdf
- Vilkova, K. (2019, May). *Self-regulated learning and successful MOOC completion*.
- Yulando, S., Suryanto, A. E., Supatra, I. M., & Supriyadi, S. (2024). TRANSFORMASI DIGITAL DALAM MENINGKATKAN KESIAPAN KERJA LULUSAN PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN UNIVERSITAS PALANGKA RAYA. *Steam Engineering*, 6(1), 72–78. <https://doi.org/10.37304/jptm.v6i1.18194>