



DIGITALISASI PENGEMBANGAN HUMA GANTUNG DAN PEMANFAATAN EQUALIZER DALAM ASESMEN AWAL KESIAPAN BELAJAR SISWA SMKN-2 KASONGAN

Ria Martallata¹, Iin Nurbudiyani², Ady Ferdian Noor³

Universitas Muhammadiyah Palangka Raya^{1,2,3}

e-mail: ria.martallata@gmail.com

Diterima: 23/12/2025; Direvisi: 6/1/2026; Diterbitkan: 16/1/2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kesenjangan kemampuan dasar menggambar siswa kelas X Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (DPIB) di SMK Negeri 2 Kasongan melalui pengembangan strategi pembelajaran berjenjang HUMA GANTUNG dan instrumen asesmen awal *equalizer* digital. Latar belakang masalah berakar pada variasi kompetensi siswa dalam membaca gambar, memahami ukuran standar, dan menggunakan skala yang menghambat penguasaan materi esensial. Menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE, penelitian ini melibatkan siswa, guru, serta validator ahli materi dan media. Proses pengembangan mencakup analisis kebutuhan, perancangan materi dari konkret ke abstrak, pengembangan produk berbasis digital, implementasi bertahap, dan evaluasi. Temuan menunjukkan bahwa HUMA GANTUNG efektif memfasilitasi alur belajar yang sistematis, didukung oleh *equalizer* digital yang mampu memetakan profil kesiapan belajar siswa secara komprehensif. Hasil validasi ahli menunjukkan kelayakan produk dengan skor 81–85%, sementara uji kepraktisan mencapai 88–95%. Secara signifikan, uji efektivitas memperlihatkan peningkatan nilai rata-rata dari 79 (pre-test) menjadi 95 (post-test) dengan N-gain 0,8367 (kategori tinggi), serta lonjakan pemahaman materi dari 60% menjadi 100%. Disimpulkan bahwa integrasi HUMA GANTUNG dan *equalizer* digital merupakan solusi layak, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kesiapan serta hasil belajar siswa vokasi.

Kata Kunci: *pembelajaran berjenjang, equalizer digital, kesiapan belajar siswa*

ABSTRACT

This study aims to address the gap in basic drawing skills among tenth-grade Building Information Modeling and Design (DPIB) students at SMK Negeri 2 Kasongan through the development of a tiered learning strategy, HUMA GANTUNG, and an initial assessment instrument using a digital equalizer. The problem stems from varying student competencies in reading drawings, understanding standard measurements, and using scales, which hinder mastery of essential material. Using a Research and Development (R&D) method with the ADDIE model, this study involved students, teachers, and expert material and media validators. The development process included needs analysis, material design from concrete to abstract, digital-based product development, phased implementation, and evaluation. The findings indicate that HUMA GANTUNG effectively facilitates a systematic learning flow, supported by a digital equalizer that comprehensively maps students' learning readiness profiles. Expert validation results indicated product feasibility with scores of 81–85%, while practicality tests reached 88–95%. The effectiveness test significantly increased the average score from 79 (pre-test) to 95 (post-test) with an N-gain of 0.8367 (high category), as well as a jump in material comprehension from 60% to 100%. It was concluded that the integration of HUMA



GANTUNG and a digital equalizer is a feasible, practical, and effective solution for improving the readiness and learning outcomes of vocational students.

Keywords: *tiered learning, digital equalizer, student learning readiness*

PENDAHULUAN

Pendidikan kejuruan di Sekolah Menengah Kejuruan atau SMK memegang mandat strategis dalam mencetak tenaga kerja terampil yang siap terjun ke dunia industri yang kompetitif. Secara spesifik, pada mata pelajaran dasar-dasar kejuruan, terdapat urgensi tinggi untuk mempersiapkan siswa agar dapat beradaptasi dengan konsentrasi keahlian yang mereka pilih, yakni Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan. Peran mata pelajaran ini sangat krusial sebagai fondasi awal yang menentukan kompetensi teknis siswa di masa depan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah pendekatan atau strategi pembelajaran yang bersifat berjenjang dan sistematis guna menciptakan suasana edukasi yang tidak hanya teoritis, tetapi juga dekat dengan realitas dunia kerja. Strategi ini harus mampu menghadirkan pembelajaran bermakna atau *meaningful learning* yang aplikatif, di mana siswa tidak hanya menghafal konsep tetapi memahaminya dalam konteks praktis. Melalui mekanisme pembelajaran bertingkat ini, diharapkan proses transfer pengetahuan dapat menjembatani pemahaman siswa secara bertahap namun pasti, mentransformasi mereka dari lulusan sekolah menengah pertama menjadi calon juru gambar arsitektur yang kompeten, profesional, dan memiliki daya saing tinggi di pasar tenaga kerja global (Isnandar et al., 2024; Latifah, 2024; Miftahusalimah et al., 2025).

Tantangan utama dalam fase awal pendidikan kejuruan adalah memastikan bahwa setiap siswa memiliki landasan kemampuan prasyarat yang kokoh sebelum mereka melangkah lebih jauh ke dalam materi inti yang lebih kompleks di kelas sepuluh. Penitikberatan pada penguasaan kemampuan dasar ini sangat vital karena akan menjadi batu pijakan bagi pengembangan *skill* lanjutan. Selain itu, terkait dengan kesiapan awal belajar siswa yang sering kali belum terpetakan dengan baik, guru dituntut untuk memiliki keterampilan pedagogis dan analitis untuk mengukurnya secara presisi. Pengukuran ini harus dilakukan agar waktu yang dialokasikan untuk administrasi asesmen awal dapat berjalan lebih efisien, efektif, dan terukur. Tanpa pemetaan yang akurat, proses pembelajaran berisiko menjadi tidak relevan bagi sebagian siswa. Oleh sebab itu, strategi asesmen diagnostik harus dirancang sedemikian rupa agar tidak membebani, namun tetap mampu memberikan data komprehensif mengenai posisi *start* masing-masing siswa, sehingga guru dapat merancang intervensi yang tepat sasaran sejak hari pertama pembelajaran dimulai (Sapriadi et al., 2023; Suhendra & Kurniawan, 2024; Umiati et al., 2024).

Realitas di lapangan menunjukkan bahwa kesiapan belajar siswa yang masuk ke kelas sepuluh sangatlah beragam dan heterogen, menciptakan dinamika kelas yang menantang. Disparitas atau perbedaan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor multidimensi, mulai dari tingkat ketuntasan belajar yang dicapai saat di bangku Sekolah Menengah Pertama (SMP), latar belakang sosial ekonomi keluarga yang mempengaruhi fasilitas belajar di rumah, kemampuan kognitif siswa dalam menyerap materi baru, hingga minat intrinsik belajar yang berbeda-beda antar individu. Menghadapi variasi yang begitu lebar ini, seorang pendidik harus mampu bertransformasi menjadi layaknya seorang detektif pendidikan yang jeli dalam menelusuri jejak kesiapan belajar setiap siswanya. Guru harus mampu meramu strategi pembelajaran yang adaptif, inklusif, dan efektif, serta mampu merancang skenario pembelajaran yang dapat mengeluarkan semua siswa dari jurang kesenjangan belajar yang ada. Tujuannya adalah memastikan bahwa tidak ada siswa yang tertinggal hanya karena perbedaan titik awal mereka,



sehingga keadilan dalam memperoleh pendidikan berkualitas dapat terwujud secara nyata di dalam kelas (Andari & Wiguna, 2023; Apriani et al., 2021).

Berdasarkan hasil observasi mendalam yang dilakukan di dalam kelas, ditemukan sejumlah permasalahan fundamental yang menghambat progres kompetensi siswa. Fenomena yang sering muncul adalah adanya sebagian besar siswa yang secara teknis terlihat sudah mahir menggambar atau membuat garis, namun ternyata pemahaman konseptual mereka masih sangat dangkal dan belum memadai sesuai standar teknis. Temuan ini telah dikonfirmasi validitasnya oleh peneliti melalui serangkaian wawancara intensif, baik kepada siswa maupun kepada rekan sejawat guru produktif di bidang keahlian tersebut. Dari penelusuran tersebut, peneliti berhasil mengidentifikasi dan mengangkat tiga poin krusial yang kemudian ditetapkan sebagai kemampuan prasyarat mutlak untuk kesiapan menggambar teknik yang sesungguhnya. Ketiga aspek fundamental tersebut meliputi kemampuan dalam membaca gambar kerja secara akurat, memahami standar ukuran dan notasi yang berlaku universal, serta keterampilan menggambar dengan menggunakan skala yang presisi. Tanpa penguasaan ketiga pilar ini, kemampuan menggambar siswa hanyalah sebatas aktivitas artistik semata, bukan kompetensi *engineering* yang dibutuhkan industri (Fadli & Supratman, 2024; Rawi & Karuppannan, 2020).

Implikasi dari lemahnya penguasaan konsep dasar ini sangat signifikan terhadap performa akademis dan mentalitas siswa. Pada kenyataannya, apabila fondasi konsep dasar menggambar teknik siswa rapuh, mereka akan tumbuh menjadi pembelajar yang kurang percaya diri, terutama saat harus menyajikan atau mempresentasikan hasil produk desain mereka di depan kelas. Rasa ketidakpastian akan akurasi gambar membuat mereka ragu dan pasif. Padahal, kemampuan memahami gambar teknik dasar merupakan jurus utama dan senjata paling ampuh untuk menaklukkan tantangan di dunia industri manufaktur maupun konstruksi yang menuntut presisi tinggi. Studi-studi terdahulu juga telah mengungkapkan bahwa lonjakan nilai siswa pada mata pelajaran konstruksi sangat dipengaruhi oleh dua aspek dominan, yaitu penguasaan teori dasar aplikasi gambar teknik seperti *AutoCAD* dan tingginya motivasi belajar siswa yang menyenangkan dunia rancang bangun (Saputro & Supratno, 2020; Vitri & Sularno, 2020). Korelasi positif ini menegaskan bahwa semakin kuat penguasaan teori dasar dan semakin tinggi motivasi intrinsik siswa, maka akan semakin baik pula hasil belajar gambar konstruksi bangunan yang akan mereka capai.

Merespons kesenjangan yang terjadi antara harapan industri dan realitas kemampuan siswa tersebut, diperlukan sebuah inovasi materi ajar yang solutif, yang diberi nama HUMA GANTUNG atau Himpunan Unggulan Materi Ajar Gambar Anak Teknik Urut-Berjenjang. Materi ajar ini dirancang secara khusus dan spesifik bagi siswa jurusan Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan yang masih berada di level pemula atau lulusan SMP yang sedang mempersiapkan diri memasuki konsentrasi keahlian ini. Struktur konsepnya disusun dengan alur yang sangat logis, diawali dari pembelajaran yang bersifat konkret menuju ke pemahaman abstrak, serta transisi dari metode manual menuju digitalisasi yang sistematis. Filosofi penamaan inovasi ini diambil dari nilai kearifan lokal Kalimantan Tengah, yang terinspirasi dari arsitektur rumah adat Dayak, Huma Betang. Simbolisme Huma Betang yang merepresentasikan kecerdasan strategis, kesiapan menghadapi tantangan alam, dan kekokohan struktur bangunan, diadopsi menjadi semangat utama materi ajar ini. Diharapkan, materi ini menjadi titik nol penerapan konsep dasar menggambar teknik yang kokoh, sekaligus memperkuat identitas kebanggaan sebagai "anak teknik" yang tangguh.

Guna mendukung implementasi materi ajar yang variatif tersebut, diperlukan sebuah pendekatan presisi untuk mengecek kesiapan belajar siswa sejak dini, yaitu dengan



menggunakan instrumen yang dianalogikan sebagai *equalizer*. Dalam dunia audio, *equalizer* berfungsi menyeimbangkan frekuensi agar suara terdengar harmonis; dalam pendidikan, alat ini memberikan guru kemampuan untuk mengelompokkan siswa berdasarkan kesiapan belajarnya secara akurat. Tombol-tombol metaforis pada *equalizer* ini memberikan guru perspektif seperti kaca mata khusus untuk mengukur seberapa siap peserta didik menerima materi kompetensi yang kompleks. Terkait dengan asesmen awal, *equalizer* memposisikan diri sebagai sahabat guru untuk memetakan disparitas kesiapan siswa dengan lebih tepat, teratur, dan berbasis data. Dengan demikian, instrumen ini menjadi komponen vital dalam menyukseskan praktik pembelajaran berdiferensiasi atau *differentiated learning* yang berpihak pada kebutuhan murid. Integrasi antara materi ajar yang terstruktur dan asesmen yang adaptif ini diharapkan mampu menciptakan ekosistem pembelajaran yang optimal bagi seluruh siswa calon arsitek muda.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan mengadopsi model prosedural ADDIE yang meliputi tahapan *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* untuk menghasilkan inovasi strategi pembelajaran HUMA GANTUNG serta instrumen asesmen *equalizer* digital. Lokasi penelitian dipusatkan di SMK Negeri 2 Kasongan dengan subjek utama penelitian adalah siswa kelas X pada konsentrasi keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (DPIB), peneliti yang bertindak sebagai guru pengampu, serta tim validator yang terdiri dari ahli materi dan ahli media. Prosedur pelaksanaan dilakukan secara longitudinal dan bertahap, dimulai dari analisis kebutuhan awal pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024 untuk memetakan masalah, dilanjutkan dengan perancangan dan pengembangan produk hingga November 2024. Tahap implementasi uji coba produk dilaksanakan dalam dua siklus, yakni sebelum dan sesudah revisi pada semester ganjil 2025/2026, guna menjamin kematangan intervensi sebelum dilakukan evaluasi akhir terhadap dampaknya pada kesiapan belajar siswa.

Teknik pengumpulan data dirancang secara triangulasi menggunakan metode observasi, wawancara mendalam, angket, dan tes terstandar untuk menghimpun data kualitatif dan kuantitatif yang valid. Observasi kelas dan wawancara terstruktur dengan guru sejawat serta siswa dilakukan pada tahap awal untuk mengidentifikasi akar permasalahan kompetensi menggambar teknik. Peneliti menggunakan instrumen angket validasi untuk menilai kelayakan konten dan desain media oleh para ahli, serta angket respon pengguna untuk mengukur aspek kepraktisan produk. Instrumen tes yang digunakan mencakup tes diagnostik untuk mengetahui gaya belajar, serta *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur capaian kognitif. Selain itu, dokumentasi berupa foto kegiatan, studi kurikulum Capaian Pembelajaran (CP), dan Tujuan Pembelajaran (TP) dikumpulkan sebagai data pendukung. Seluruh instrumen, termasuk format *equalizer* digital, telah dikembangkan secara spesifik untuk memastikan data yang diambil akurat dan representatif terhadap variabel kesiapan belajar yang diteliti.

Analisis data dilakukan secara komprehensif dengan menggabungkan teknik analisis deskriptif kualitatif dan analisis statistik kuantitatif. Data hasil observasi dan wawancara dianalisis melalui alur reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan untuk mendeskripsikan fenomena pembelajaran secara naratif. Sementara itu, data kuantitatif dari angket validasi diolah menggunakan skala *Likert* yang dikonversi menjadi persentase kelayakan untuk menentukan kualitas produk. Untuk menguji efektivitas pengembangan, data hasil tes dianalisis menggunakan rumus *N-gain score* guna mengukur tingkat peningkatan



pemahaman siswa secara signifikan, serta menghitung persentase ketuntasan belajar klasikal. Kualitas produk akhir dijamin melalui serangkaian revisi berdasarkan masukan validator ahli dan temuan empiris selama dua tahap implementasi lapangan. Pendekatan analisis ganda ini bertujuan untuk membuktikan bahwa integrasi strategi HUMA GANTUNG dan *equalizer* tidak hanya layak secara teoritis, tetapi juga praktis dan efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa vokasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tahap Analisis

Tahap analisis dan desain, dimulai dengan mengkaji karakter awal siswa melalui asesmen diagnostik dan wawancara guru-guru DPIB. Hasilnya menyatakan bahwa kemampuan dasar menggambar mereka sangat beragam, sementara sebagian besar memiliki gaya belajar visual-kinestetik. Karena itu, pembelajaran diarahkan dimulai dari hal konkret ke abstrak dan tetap kuat pada tampilan visual. Berdasarkan hasil analisis kurikulum, materi Gambar Teknik Dasar dipilih sebagai inti materi karena menjadi fondasi bagi kompetensi lain seperti BIM, statika, dan konstruksi. Kemampuan membaca gambar, menggunakan skala, dan mengingat ukuran standar sebagai kemampuan prasyarat yang relevan dengan materi menggambar teknik menjadi dasar pilihan materi 1-10. Kemampuan ini berkaitan langsung dengan dunia kerja konstruksi yang akan mereka hadapi karena sarannya adalah harus bisa menggambar teknik dengan produk berupa denah dan tampak sederhana pada aplikasi komputer (digital).

Untuk mempermudah pembelajaran, guru mengembangkan media digital “Huma Gantung” melalui Google Site. Media ini dibuat sederhana, menarik, dan mudah diakses sehingga siswa dapat belajar secara mandiri. Alasan lainnya adalah sebagian besar siswa memiliki gaya belajar gabungan visual. Selain itu, instrumen *equalizer* dirancang untuk membantu guru memetakan kesiapan belajar siswa secara lebih manusiawi dengan memperhatikan bukan hanya hasil, tetapi juga cara berpikir, kecepatan, dan tingkat kemandirian mereka. Hasil *equalizer* inilah yang menjadi dasar penentuan dukungan dan diferensiasi selama pembelajaran berlangsung.

Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan, Berdasarkan tabel 1 dan 2 validasi ahli materi menunjukkan skor 81% (kategori layak) menandakan bahwa isi, alur, dan tahapan pembelajaran berjenjang sudah dinilai sesuai dengan kebutuhan siswa SMK DPIB. Masukan yang diberikan lebih pada penguatan konteks dunia kerja, penerapan PjBL, serta digitalisasi *equalizer* lengkap yang lebih efisien.

Tabel 1. Hasil Skor Validasi Ahli Materi 1

No	Pernyataan	Skor (1-4)
1	Materi gambar teknik yang dipilih sesuai dengan kompetensi dasar siswa SMK DPIB.	3
2	Urutan materi dalam model pembelajaran berjenjang tersusun logis dari sederhana ke kompleks.	3
3	Materi esensial (gambar teknik) relevan dengan kebutuhan dunia kerja di bidang desain pemodelan dan informasi bangunan.	4
4	Konten yang disajikan sudah akurat dan tidak menimbulkan kesalahan konsep.	3
5	Setiap elemen materi mendukung ketercapaian kompetensi inti mata pelajaran.	3
6	Materi yang dipilih dapat diajarkan dalam alokasi waktu yang tersedia di kelas X SMK.	3
7	Keterkaitan materi dengan elemen lain (BIM, statika, spesifikasi bahan) jelas dan konsisten.	3
8	Contoh atau latihan yang disediakan mendukung pemahaman siswa pada setiap tahap pembelajaran.	3
9	Materi mudah dipahami siswa jika diterapkan melalui pendekatan bertahap (<i>scaffolding</i>).	3
10	Model pembelajaran berjenjang dengan fokus pada gambar teknik layak untuk diimplementasikan di SMK DPIB.	4
JUMLAH SKOR		32
RATA-RATA		3,2
HASIL PENILAIAN		80 %

REKOMENDASI VALIDATOR : materi ajar sebaiknya mengacu pada kebutuhan kerja/dunia nyata

Joni Prianto, S.T.,M.A.

Tabel 2. Hasil Skor Validasi Ahli Materi 1

No	Pernyataan	Skor (1-4)
1	Model pembelajaran berjenjang sesuai dengan karakteristik belajar siswa SMK.	3
2	Penggunaan equalizer tepat untuk memetakan kesiapan belajar siswa di awal pembelajaran.	3
3	Tahapan pembelajaran berjenjang mendukung pembelajaran berdiferensiasi di kelas.	3
4	Desain pembelajaran mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar.	3
5	Instrumen equalizer mudah digunakan guru dan tidak memerlukan pelatihan yang rumit.	3
6	Strategi pembelajaran berjenjang sesuai dengan prinsip pembelajaran mendalam (deep learning).	4
7	Model pembelajaran ini memungkinkan guru untuk mengelola kelas dengan kesiapan belajar yang beragam.	3
8	Instrumen pendukung (panduan equalizer, materi ajar) telah dirancang secara sistematis dan jelas.	4
9	Model ini memungkinkan siswa berkembang sesuai kemampuan awalnya (tidak membebani siswa dengan kesiapan rendah).	3
10	Model pembelajaran berjenjang dan equalizer layak diterapkan di berbagai kelas SMK, bukan hanya DPIB.	4
JUMLAH SKOR		33
RATA-RATA		3,3
HASIL PENILAIAN		82 %
REKOMENDASI VALIDATOR :		
Panduan equalizer sebaiknya disusun melibatkan aplikator (hasilnya dalam bentuk aplikasi)		

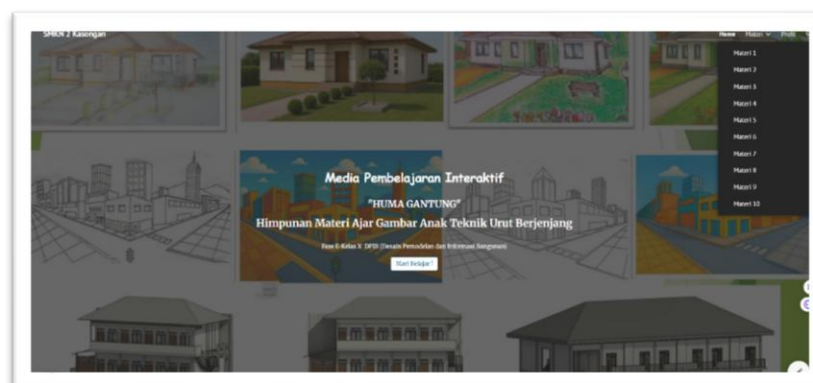
Joni Prianto, S.T.,M.A.

Tabel 3. Angket Validasi Ahli Media

No	Pernyataan	Skor (1-4)
1	Tampilan media pembelajaran menarik dan sesuai dengan karakteristik siswa SMK.	4
2	Tata letak (layout) teks, gambar, dan elemen visual tersusun rapi dan mudah dipahami.	3
3	Pemilihan warna, jenis huruf, dan ukuran huruf sesuai dan tidak mengganggu keterbacaan.	3
4	Navigasi dan alur penyajian media mudah digunakan oleh siswa maupun guru.	4
5	Media mampu memfasilitasi tahapan pembelajaran berjenjang secara jelas.	4
6	Komponen media mendukung penerapan equalizer pada asesmen awal kesiapan belajar.	3
7	Media berfungsi dengan baik tanpa kesalahan teknis (misalnya pada tautan, tombol, animasi, atau format tampilan).	3
8	Media pembelajaran menampilkan konten yang relevan dengan kompetensi dasar SMK DPIB.	4
9	Desain media mendorong interaksi dan partisipasi aktif siswa.	3
10	Media pembelajaran berjenjang dan equalizer ini layak digunakan sebagai alat bantu belajar di SMK.	4
JUMLAH		35
RATA-RATA		3,5
HASIL PENILAIAN		85 %
REKOMENDASI VALIDATOR:		
Layak.		
Kualitas visual dan interaktivitas media agar lebih menarik dan mudah digunakan; Aspek teknis dan panduan penggunaan untuk menjamin efektivitas penerapan di lapangan.		

Prof. Dr. Ir. Chandra
Anugrah Putra,
M.I.Kom.

Dari sisi media pada tabel 3, ahli memberikan skor 85% (kategori layak), menyatakan tampilan sudah menarik, navigasi mudah dipahami, dan alur tahapannya jelas, meskipun masih ada perbaikan kecil seperti proporsi teks–gambar, kontras warna, integrasi equalizer, dan uji tampil di berbagai perangkat. Berdasarkan dua penilaian tersebut, materi kemudian direvisi dengan menambah contoh nyata konteks industri, penguatan refleksi melalui pembuatan pelaporan dan tayangan powerpoint, dan penyempurnaan instrumen equalizer versi digital. Materi 1-4 yang direvisi dengan penambahan pemanfaatan AI dalam penyempurnaan produk gambar dan pelaporan. Media juga disempurnakan melalui perbaikan tata letak, konsistensi simbol dan warna, optimalisasi tampilan, serta penambahan tombol home/back agar lebih nyaman digunakan. Secara keseluruhan, masukan para ahli membantu menghasilkan materi dan media yang lebih matang, relevan, dan siap digunakan dalam pembelajaran vokasi.



Gambar 1. Tampilan Awal Google Site Media Interaktif “Huma Gantung”

Copyright (c) 2026 LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran

<https://doi.org/10.51878/learning.v6i1.8719>



Tahap Implementasi

Tahap implementasi, sebelum revisi dilaksanakan pada kelas X DPIB Tahun Pelajaran 2023/2024. Hasilnya menunjukkan bahwa 80% hasil penilaian mencapai paham utuh dan 20% berada pada paham sebagian. Jadi, alur pembelajaran berjenjang serta Equalizer awal mampu memetakan kesiapan belajar dengan cukup jelas. Setelah revisi di kelas X SMKN 2 Kasongan Tahun Pelajaran 2025/2026, hasilnya meningkat. Hal ini ditandai dengan pada materi perspektif isometri 60% siswa paham utuh dan 40% paham sebagian, perspektif dua titik hilang 70% paham utuh dan 30% paham sebagian, perspektif satu titik hilang 80% paham utuh dan 20% paham sebagian, sedangkan pengukuran elemen bangunan mencapai 100% paham utuh. Integrasi AI, Google Lens, dan Equalizer web membuat hasil lebih kreatif dan pemetaan lebih akurat, sehingga guru lebih mudah dalam memberi tantangan atau scaffolding sesuai kebutuhan siswa. Hasil tersebut juga memperkuat bukti kelayakan produk di mana terjadi kemajuan hasil belajar pada tiap tahapan materi dari 1 hingga 4.

Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi, uji kepraktisan dilakukan dengan memberikan angket kepada guru dan siswa setelah mereka menggunakan model pembelajaran berjenjang dan media Equalizer. Melalui angket ini, peneliti menilai apakah produk mudah dipahami, nyaman digunakan, serta benar-benar membantu alur pembelajaran. Hasilnya sangat positif, yaitu seluruh aspek mendapatkan persentase 88–95%, menunjukkan bahwa produk ini dinilai sangat praktis. Siswa merasa langkah-langkahnya jelas, tampilannya mudah diikuti, dan pembelajaran menjadi lebih terarah serta tidak membingungkan.

Uji efektivitas diperoleh dengan membandingkan nilai pre-test dan post-test. Data pada tabel 4 menunjukkan peningkatan yang kuat, dari rata-rata nilai 79 sebelum pembelajaran menjadi 95 setelahnya. Perhitungan N-Gain menghasilkan angka 0,8367 yang termasuk kategori tinggi, menandakan bahwa peningkatan pemahaman yang signifikan. Selain itu, lebih dari 85% siswa mencapai ketuntasan belajar. Secara keseluruhan, produk ini bukan hanya mudah digunakan, tetapi juga terbukti efektif dalam meningkatkan hasil dan pemahaman siswa.

Tabel 4. Rekap Nilai Pre-test, Post-test, dan N-Gain

Siswa	Pre (Benar)	Post (Benar)	Nilai Pre (0- 100)	Nilai Post (0- 100)	N- Gain
Am	14	15	93.33	100.00	1.00
A3	13	15	86.67	100.00	1.00
JSP	13	15	86.67	100.00	1.00
Je	12	15	80.00	100.00	1.00
Ju	11	14	73.33	93.33	0.75
Na	13	15	86.67	100.00	1.00
Nu	11	14	73.33	93.33	0.75
SSM	10	13	66.67	86.67	0.60
TSN	10	13	66.67	86.67	0.60
VCM	12	14	80.00	93.33	0.67
Rata-rata			79	95	0,8367
Kategori				Efektif	tinggi

Pembahasan



Pembandingan hasil penelitian ini dengan temuan Pratiwi (2021) menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berdiferensiasi pada jenjang SMP sebelumnya belum mampu memetakan kesiapan belajar siswa secara komprehensif. Pratiwi menekankan pada analisis kesalahan siswa dalam SPLDV tanpa menyediakan instrumen yang dapat menggambarkan profil belajar secara menyeluruh maupun perkembangan pemahaman secara kuantitatif.

Kekosongan tersebut dapat diatasi melalui pengembangan equalizer digital interaktif yang dalam penelitian ini mampu memetakan lima dimensi kesiapan belajar pada tataran kognitif, motivasional, sosial, reflektif, dan kecepatan belajar. Selain itu juga menampilkan perubahan pemahaman melalui kategori “belum paham”, “paham sebagian”, dan “paham utuh”.

Hasil awal menunjukkan bahwa hanya 60% pemahaman dasar siswa,. Namun setelah melalui pembelajaran berjenjang, capaian meningkat menjadi 80–100% paham utuh pada materi esensial ke-4 gambar teknik. Temuan ini memperkuat gagasan diferensiasi yang sebelumnya masih bersifat umum dalam penelitian Pratiwi (2021) dan kini dapat dioperasionalkan secara sistematis berbasis data.

Jika dibandingkan dengan Sugiarti (2022), lebih menekankan pada variasi konten, proses, dan produk pada pembelajaran berdiferensiasi di SD, namun belum menghadirkan data kuantitatif perkembangan pemahaman. Sedangkan penelitian ini telah menawarkan penguatan signifikan melalui integrasi asesmen digital dengan menggunakan equalizer. Misalnya, pada materi 1, kemampuan awal siswa sekitar 60% dan meningkat menjadi 100% setelah mengikuti tahapan konkret-semi abstrak pada materi 4. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengakomodasi gaya belajar sebagaimana ditekankan Sugiarti (2022), tetapi memperluasnya menjadi praktik data-driven differentiation, di mana guru menentukan intensitas scaffolding berdasarkan data objektif.

Perbandingan dengan penelitian Vina Melindah et al. (2024) juga menunjukkan pembaruan penting. Vina menggunakan model ADDIE untuk mengembangkan LKPD berbasis critical thinking, tetapi asesmen awalnya masih berupa tes diagnostik kognitif sederhana dan belum mengukur kesiapan belajar secara multidimensi. Penelitian ini menghadirkan inovasi melalui penggunaan equalizer enam dimensi yang memberikan gambaran lebih kaya tentang profil belajar siswa. Selain itu, tahap implementation pada penelitian Vina hanya menampilkan hasil post-test, sedangkan penelitian ini menyajikan data progresif dari tahap konkret, semi-abstrak, hingga abstrak-digital. Peningkatan pemahaman dari 60–65% pada tahap awal menjadi 75–85% di tahap semi-abstrak dan mencapai 80–100% di materi 4 menunjukkan level efektivitas yang tinggi pada strategi pembelajaran berjenjang ini. Integrasi AI, Google Lens dan AutoCAD pada materi tahap akhir juga mendukung tahap deep learning dan transfer, sehingga siswa mampu menerapkan konsep dalam konteks kejuruan yang autentik.

Temuan ini sejalan dengan teori *Differentiated Instruction* yang dikemukakan Tomlinson (2014), bahwa pembelajaran perlu disesuaikan dengan kesiapan, minat, dan profil belajar siswa. Selain itu, hasil equalizer memungkinkan guru untuk memberikan scaffolding secara presisi sesuai dengan Zona Perkembangan Proksimal (Vygotsky, 1978), sehingga siswa mendapatkan dukungan yang tepat pada saat yang tepat. Alur konkret, lalu semi-abstrak ke digital yang diterapkan dalam penelitian ini juga mencerminkan kerangka surface menuju deep hingga ke transfer sebagaimana yang dijelaskan Hattie dan Donoghue (2016). Dalam konteks vokasional, penggunaan media digital, praktik teknik, dan aplikasi lapangan semakin menguatkan pembelajaran kontekstual sebagaimana disarankan oleh Janssen et al. (2010).

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa equalizer digital mampu mengoperasikan teori diferensiasi, ZPD, scaffolding, dan pembelajaran kontekstual secara



terukur. Peningkatan pemahaman dari 60% menjadi 100% membuktikan bahwa model pembelajaran berjenjang adaptif terbukti efektif dalam memfasilitasi strategi deep learning dan memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan pembelajaran vokasional berbasis data yang personal dan mengedepankan progress.

Analisis mendalam terhadap tahap awal penelitian menunjukkan bahwa integrasi asesmen diagnostik yang komprehensif memegang peranan vital dalam keberhasilan pembelajaran vokasi, khususnya pada kompetensi keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan. Temuan mengenai keberagaman kemampuan dasar menggambar dan dominasi gaya belajar *visual-kinestetik* pada siswa menuntut adanya pergeseran strategi dari pendekatan klasikal yang seragam menuju pendekatan yang lebih adaptif. Keputusan untuk mengembangkan media *Huma Gantung* berbasis *Google Site* bukan sekadar respons terhadap tren digitalisasi, melainkan solusi strategis untuk memfasilitasi kemandirian belajar siswa yang memiliki kecepatan pemahaman bervariasi. Lebih jauh lagi, penggunaan instrumen *equalizer* sebagai alat pemetaan kesiapan belajar terbukti mampu memberikan data yang lebih manusiawi dan multidimensi, mencakup aspek kognitif hingga sosial-emosional. Hal ini memungkinkan guru untuk merancang intervensi yang presisi sejak awal, memastikan bahwa materi Gambar Teknik Dasar yang abstrak dapat dipahami melalui tahapan konkret yang relevan dengan fondasi *Building Information Modeling* dan kebutuhan industri konstruksi masa depan (Savio et al., 2024; Sedletska, 2020; Wardani et al., 2025).

Pada tahap pengembangan, validitas produk yang dinilai oleh para ahli materi dan media menegaskan bahwa desain pembelajaran berjenjang yang disusun telah memenuhi standar kelayakan akademis dan operasional untuk lingkungan SMK. Skor validasi yang berada pada kategori layak mengindikasikan bahwa struktur materi dan navigasi media telah selaras dengan kurikulum yang berlaku. Namun, masukan substantif mengenai penguatan konteks dunia kerja dan integrasi teknologi mutakhir seperti *Artificial Intelligence* menjadi poin krusial yang menyempurnakan kualitas produk akhir. Revisi yang dilakukan dengan menambahkan elemen refleksi dan pemanfaatan teknologi cerdas dalam penyempurnaan produk gambar menunjukkan responsivitas pengembangan terhadap dinamika teknologi konstruksi. Penyempurnaan instrumen *equalizer* ke dalam format digital juga meningkatkan efisiensi guru dalam memantau perkembangan siswa secara *real-time*. Proses pengembangan yang iteratif ini menjamin bahwa media tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga fungsional dalam memfasilitasi transisi pemahaman siswa dari konsep dasar menuju aplikasi praktis yang kompleks (Febriyanto et al., 2025; Maku et al., 2025; Simbolon & Samosir, 2025).

Efektivitas implementasi model pembelajaran berjenjang ini terbukti secara empiris melalui lonjakan data kuantitatif hasil belajar siswa yang signifikan antara tahap pra-revisi dan pasca-revisi. Peningkatan nilai rata-rata dari 79 pada *pre-test* menjadi 95 pada *post-test*, dengan perolehan skor *N-Gain* sebesar 0,8367, menempatkan efektivitas model ini pada kategori tinggi. Data ini mengonfirmasi bahwa pendekatan diferensiasi yang didukung oleh pemetaan *equalizer* mampu mengakselerasi pemahaman siswa secara merata, terlihat dari capaian ketuntasan belajar yang melampaui 85 persen. Analisis lebih rinci pada materi spesifik seperti perspektif isometri dan pengukuran elemen bangunan menunjukkan pergeseran dominan dari pemahaman sebagian menuju pemahaman utuh. Hal ini mengindikasikan bahwa integrasi alat bantu digital seperti *Google Lens* dan *AutoCAD* dalam alur pembelajaran berhasil membantu siswa memvisualisasikan objek ruang dengan lebih baik, mengatasi hambatan spasial yang sering menjadi kendala utama dalam mata pelajaran gambar teknik, serta memastikan standar



kompetensi tercapai secara optimal (Raharjo & Pitaloka, 2020; Tiwari et al., 2024; Yani et al., 2020).

Ditinjau dari perspektif pedagogis, keberhasilan model ini terletak pada operasionalisasi teori *Differentiated Instruction* yang didukung oleh data objektif dari instrumen *equalizer*. Berbeda dengan pendekatan diferensiasi konvensional yang seringkali hanya berbasis intuisi guru, penelitian ini menerapkan *data-driven differentiation*, di mana intensitas *scaffolding* disesuaikan secara dinamis dengan zona perkembangan proksimal atau *Zone of Proximal Development* setiap siswa. Alur pembelajaran yang bergerak dari tahap konkret, semi-abstrak, hingga abstrak-digital mencerminkan strategi *deep learning* yang efektif, memfasilitasi transfer pengetahuan dari memori jangka pendek ke jangka panjang. Siswa yang awalnya mengalami kesulitan pada konsep dasar mendapatkan dukungan yang tepat sasaran, sementara siswa yang lebih cepat dapat langsung melangkah ke tantangan yang lebih kompleks. Mekanisme ini menciptakan lingkungan belajar yang inklusif dan menantang, mencegah terjadinya kebosanan pada siswa berprestasi tinggi dan frustrasi pada siswa yang membutuhkan bimbingan lebih, sehingga kesenjangan hasil belajar dapat diminimalisir secara signifikan (Adriana et al., 2025; Dirman et al., 2025; Rizka et al., 2025).

Komparasi dengan penelitian terdahulu mempertegas posisi kebaruan dan kontribusi studi ini dalam literatur pendidikan vokasi. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang cenderung fokus pada analisis kesalahan tanpa instrumen pemetaan komprehensif, atau penelitian yang menekankan variasi konten tanpa data kuantitatif perkembangan pemahaman yang kuat, penelitian ini mengisi kekosongan tersebut dengan menghadirkan *equalizer* digital enam dimensi. Inovasi ini melampaui asesmen diagnostik kognitif sederhana yang umum digunakan, karena mampu memotret profil belajar siswa secara holistik. Selain itu, penyajian data progresif dari berbagai tahapan materi memberikan bukti empiris yang lebih meyakinkan mengenai efektivitas strategi berjenjang dibandingkan dengan studi yang hanya mengandalkan hasil akhir *post-test* semata. Integrasi teknologi dalam setiap tahapan, mulai dari pemetaan awal hingga produksi karya akhir, menunjukkan bahwa model ini relevan dengan tuntutan pendidikan abad 21 yang menekankan pada literasi digital dan kemampuan berpikir kritis dalam konteks kejuruan yang autentik.

Secara keseluruhan, penelitian ini menyimpulkan bahwa model pembelajaran berjenjang yang didukung media *Equalizer* dan *Huma Gantung* merupakan solusi efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di SMK DPIB. Implikasi praktisnya adalah perlunya adopsi sistem asesmen adaptif di sekolah kejuruan untuk mengakomodasi keragaman kemampuan siswa yang tinggi. Namun, keterbatasan penelitian juga perlu diakui, terutama terkait ketergantungan pada infrastruktur digital dan kesiapan literasi teknologi guru dalam mengelola instrumen berbasis web dan *AI*. Implementasi model ini menuntut guru untuk tidak hanya kompeten dalam materi teknik, tetapi juga lincah dalam manajemen data kelas digital. Penelitian lanjutan disarankan untuk menguji skalabilitas model ini pada mata pelajaran produktif lainnya atau pada populasi siswa yang lebih luas guna memvalidasi konsistensi efektivitasnya dalam berbagai konteks pendidikan vokasi, serta mengeksplorasi dampak jangka panjang terhadap kesiapan kerja lulusan di industri konstruksi.

KESIMPULAN

Penelitian pengembangan ini secara komprehensif berhasil menjawab permasalahan krusial mengenai kesenjangan kompetensi dasar menggambar teknik yang dialami siswa kelas X Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan di SMKN 2 Kasongan melalui penerapan



strategi HUMA GANTUNG dan instrumen asesmen equalizer digital. Strategi HUMA GANTUNG terbukti ampuh menjembatani transisi pemahaman siswa dari konsep konkret menuju semi abstrak dan akhirnya ke tahap digital yang sesuai standar industri, sementara equalizer digital berperan sentral dalam memetakan profil kesiapan belajar secara multidimensional mulai dari aspek kognitif hingga kecepatan belajar. Kelayakan produk ini terkonfirmasi melalui proses validasi ketat, di mana ahli materi memberikan skor 81 persen dan ahli media memberikan skor 85 persen, yang menempatkannya pada kategori sangat layak. Selain itu, tingkat penerimaan pengguna sangat positif, terbukti dari hasil uji kepraktisan yang mencapai kisaran 88 hingga 95 persen. Angka ini menegaskan bahwa media yang dikembangkan sangat mudah digunakan dan sistematis, sehingga mampu memfasilitasi guru dalam menerapkan pembelajaran berdiferensiasi yang presisi serta membantu siswa memahami materi dasar kejuruan dengan lebih terstruktur dan mendalam tanpa mengalami kebingungan instruksional.

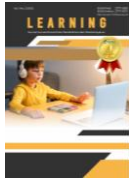
Dari segi efektivitas pembelajaran, integrasi HUMA GANTUNG bersama equalizer digital menunjukkan dampak yang sangat signifikan terhadap lonjakan prestasi akademik dan penguasaan konsep siswa secara menyeluruh. Analisis data kuantitatif memperlihatkan kenaikan nilai rata-rata kelas yang meyakinkan, bergerak dari angka 79 pada saat pretest menjadi 95 pada saat posttest, yang mencerminkan keberhasilan intervensi pedagogis yang dilakukan. Efektivitas ini divalidasi oleh perhitungan N-gain sebesar 0,8367 yang termasuk dalam kategori tinggi, serta pencapaian ketuntasan belajar klasikal yang melebihi 85 persen. Indikator keberhasilan yang paling menonjol terlihat pada evolusi pemahaman materi esensial, di mana tingkat pemahaman siswa meningkat drastis dari posisi awal 60 persen menjadi 100 persen paham utuh pada akhir siklus pembelajaran. Data empiris ini membuktikan bahwa model pembelajaran berjenjang yang adaptif sangat efektif dalam memfasilitasi deep learning dan transfer pengetahuan konteks vokasi. Dengan demikian, produk ini merupakan solusi inovatif yang teruji untuk meningkatkan kualitas pendidikan kejuruan, sekaligus berpotensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai platform asesmen standar pada berbagai kompetensi keahlian lainnya di lingkungan sekolah menengah kejuruan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana, O., Sari, D. K., & Martusyilia, R. (2025). PBL dengan diferensiasi untuk meningkatkan hasil belajar kimia di kelas XI SMA. *Science: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(2), 928. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.5721>
- Andari, I. A. M. Y., & Wiguna, I. B. A. A. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar dalam menstimulasi kecerdasan musikal anak usia dini. *Widya Sundaram: Jurnal Pendidikan Seni dan Budaya*, 1(1), 55. <https://doi.org/10.53977/jws.v1i1.1019>
- Apriani, M. S., Rianasari, V. F., & Julie, H. (2021). Indonesian mathematics teachers' responses to the continuity of the students learning during pandemic. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(3), 1. <https://doi.org/10.22437/edumatica.v11i03.14077>
- Dirman, D., Kusumaningsih, W., & Ginting, R. B. (2025). Implementasi pembelajaran berdiferensiasi untuk mencapai standar proses pendidikan di SMP. *Learning: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(1), 384. <https://doi.org/10.51878/learning.v5i1.4568>



- Fadli, S., & Supratman, M. (2024). Analisis keterampilan berpikir kreatif matematis dalam pemecahan masalah ditinjau dari disposisi matematika siswa. *Cendekia: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 4(1), 57. <https://doi.org/10.51878/cendekia.v4i1.2752>
- Febriyanto, A. Y. A., Subiyantoro, H., & L, A. H. (2025). Pengembangan video pembelajaran berbasis kontekstual untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa materi perubahan sosial budaya. *Social: Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(3), 885. <https://doi.org/10.51878/social.v5i3.6537>
- Isnandar, I., Muliadi, M., Nurmalasari, R., & Maula, P. I. (2024). Identifikasi dimensi skill lulusan pendidikan vokasi dengan kebutuhan keterampilan kerja di industri. *Learning: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(2), 335. <https://doi.org/10.51878/learning.v4i2.2903>
- Latifah, P. (2024). Aspek dinamika manajemen mutu dalam konteks pendidikan. *Cendekia: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 4(2), 107. <https://doi.org/10.51878/cendekia.v4i2.2801>
- Maku, S., Abdulla, G., Isnanto, I., Arif, R. M., & Arifin, V. M. (2025). Pengembangan media pencerdas untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi sistem pencernaan manusia di kelas V SD. *Science: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(2), 751. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.5362>
- Miftahusalimah, P. L., Yulizah, Y., Rosmalina, E., Sari, F., & Samitra, D. (2025). Disiplin positif pada implementasi Kurikulum Merdeka sebagai strategi dalam menumbuhkan karakter disiplin peserta didik. *Learning: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(1), 209. <https://doi.org/10.51878/learning.v5i1.4331>
- Raharjo, N. E., & Pitaloka, G. K. (2020). Pengembangan media pelajaran berbasis aplikasi Android dengan augmented reality untuk mata pelajaran gambar teknik kelas X konstruksi gedung, sanitasi dan perawatan di SMK Negeri 1 Seyegan. *Jurnal Pendidikan Teknik Sipil*, 2(1), 65. <https://doi.org/10.21831/jpts.v2i1.31966>
- Rawi, I. I. M., & Karuppannan, G. (2020). 2D CAD engineering drawing for industrial design: Furniture and products designed by students. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 10(2). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v10-i2/7015>
- Rizka, R. S. P., Sari, D. K., & Martusyilia, R. (2025). Penerapan pembelajaran berdiferensiasi dengan model problem based learning dalam meningkatkan hasil belajar siswa. *Science: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(3), 1372. <https://doi.org/10.51878/science.v5i3.5625>
- Sapriadi, S., Hayati, N., Syaputra, A. E., Eirlangga, Y. S., Manurung, K. H., & Hayati, N. (2023). Sistem pakar diagnosa gaya belajar mahasiswa menggunakan metode forward chaining. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 5(3), 71. <https://doi.org/10.60083/jidt.v5i3.381>
- Saputro, B. E., & Supratno, S. (2020). Implementation of the use of AutoCAD applications in increasing basic competence in describing techniques in vocational education. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 830(4), 42022. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/830/4/042022>
- Savio, A. A. D., Velarde, K. G., Torres, A. L., Saavedra, J. R. S., & Olivera, M. A. V. (2024). Embedding Building Information Modelling in the construction area: A case within an undergraduate civil engineering program. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 14(6), 109. <https://doi.org/10.3991/ijep.v14i6.43927>



- Sedletska, O. V. (2020). Prototype of real buildings in engineering graphics. *Bulletin of Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture*, 2, 79. <https://doi.org/10.30838/j.bpsacea.2312.280420.91.624>
- Simbolon, E., & Samosir, M. (2025). Strategi guru dalam memanfaatkan media video pembelajaran berbasis PowerPoint pada pembelajaran agama Katolik. *Learning: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(3), 1072. <https://doi.org/10.51878/learning.v5i3.6703>
- Suhendra, A., & Kurniawan, A. (2024). Implementasi problem based learning dengan strategi reading guide untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika siswa. *Science: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 4(3), 164. <https://doi.org/10.51878/science.v4i3.3131>
- Tiwari, A. S., Bhagat, K. K., & Λαμπρόπουλος, Γ. (2024). Designing and evaluating an augmented reality system for an engineering drawing course. *Smart Learning Environments*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00289-z>
- Umianti, T., Sumardi, L., Alqadri, B., Zubair, M., & Purwantiningsih, A. (2024). Dampak sistem zonasi terhadap mutu pendidikan (Studi kasus di SMPN 5 Pringabaya). *Learning: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(4), 860. <https://doi.org/10.51878/learning.v4i4.3413>
- Vitri, G., & Sularno, S. (2020). Asesmen tingkat kemampuan mahasiswa menggunakan software AutoCAD pada mata kuliah menggambar teknik. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*, 2(1), 69. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v2i1.107>
- Wardani, T. T., Suparji, S., & Wiyono, A. (2025). Pengaruh model pembelajaran direct instruction berbantuan multimedia interaktif terhadap pemahaman konsep siswa pada elemen gambar teknik siswa kelas X DPIB SMK 3 Surabaya. *Learning: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(4), 1301. <https://doi.org/10.51878/learning.v4i4.4209>
- Yani, A., Ratnawati, R., & Yusuf, M. M. (2020). Pelatihan penggunaan software AutoCAD untuk meningkatkan kompetensi siswa-siswi SMK Rigomasi Bontang. *Berdaya: Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 61. <https://doi.org/10.36407/berdaya.v2i2.161>