



INTEGRASI AUTODESK INVENTOR DAN MEDIA 3D POWERPOINT BERBASIS ANIMASI MORPH TRANSITION DALAM MENINGKATKAN KOMPETENSI GAMBAR TEKNIK SISWA SMK IPT KARANGPANAS

Ridho Fajar Irsandi^{1*}, Septian Eko Cahyanto², & Kriswanto³

^{1,2,&3}Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Jalan Kolonel H. R. Hadijanto, Semarang, Jawa Tengah 50229, Indonesia

*Email: ridhofajarirsandi@gmail.com

Submit: 15-11-2025; Revised: 22-11-2025; Accepted: 25-11-2025; Published: 03-01-2026

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan media integrasi *Autodesk Inventor* dan *Morph 3D PowerPoint* terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran gambar teknik di SMK IPT Karangpanas. Penelitian menggunakan desain *true experimental* dengan model *pretest-posttest control group design* yang melibatkan dua kelas, yaitu kelas eksperimen ($n = 18$) dan kelas kontrol ($n = 19$). Instrumen tes telah divalidasi oleh ahli dengan hasil validitas berada pada kategori “sangat layak”, serta menunjukkan reliabilitas tinggi berdasarkan *percentage of agreement*. Data menunjukkan bahwa hasil *pre-test* kedua kelompok berbeda secara signifikan, sehingga analisis efektivitas pembelajaran difokuskan pada nilai *N-Gain*. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa kelompok eksperimen memperoleh peningkatan kategori sedang, sedangkan kelompok kontrol hanya mencapai kategori rendah. Uji *Mann-Whitney* digunakan karena data tidak berdistribusi normal dengan hasil $U = 2,000$, $Z = -5,222$, dan $p = 0,000$ yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada hasil *post-test* kedua kelompok. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi media berbasis visualisasi 3D dapat meningkatkan pemahaman representasi spasial siswa dibandingkan media konvensional dua dimensi. Secara praktis, penelitian ini memberikan alternatif media ajar yang dapat digunakan guru SMK untuk memperjelas konsep pandangan benda dan meningkatkan efektivitas pembelajaran gambar teknik.

Kata Kunci: *Autodesk Inventor*, Gambar Teknik, Hasil Belajar, Media Pembelajaran 3D, *Morph 3D PowerPoint*.

ABSTRACT: This study aims to analyze the effect of integrating *Autodesk Inventor* and *Morph 3D PowerPoint* on students' learning outcomes in the Engineering Drawing subject at SMK IPT Karangpanas. A true experimental design with a pretest–posttest control group was employed, involving an experimental class ($n = 18$) and a control class ($n = 19$). The test instrument was validated by experts and categorized as “highly feasible,” with strong reliability based on the percentage of agreement. The pretest results showed a significant difference between the two groups; therefore, the learning effectiveness analysis focused on the *N-Gain* score. Findings indicate that the experimental group achieved medium improvement, whereas the control group showed low improvement. The Mann–Whitney test was used due to the non-normal distribution of the data, resulting in $U = 2.000$, $Z = -5.222$, and $p = 0.000$, confirming a significant difference in the posttest scores between the groups. These results demonstrate that the integration of 3D-based visualization media enhances students' spatial representation skills more effectively than conventional 2D media. Practically, this study offers an alternative instructional media that vocational teachers can use to clarify object-view concepts and improve the effectiveness of engineering drawing instruction.

Keywords: *Autodesk Inventor*, Engineering Drawings, Learning Outcomes, 3D Learning Media, *Morph 3D PowerPoint*.

How to Cite: Irsandi, R. F., Cahyanto, S. E., & Kriswanto, K. (2026). Integrasi *Autodesk Inventor* dan Media 3D *PowerPoint* Berbasis Animasi *Morph Transition* dalam Meningkatkan Kompetensi Gambar Teknik Siswa SMK IPT Karangpanas. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 6(1), 122-134. <https://doi.org/10.36312/panthera.v6i1.822>



PENDAHULUAN

Pendidikan kejuruan memiliki peran strategis dalam menyiapkan sumber daya manusia yang kompeten dan mampu beradaptasi dengan kebutuhan industri modern. Di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), pembelajaran tidak hanya menuntut pemahaman teoretis, tetapi juga keterampilan teknis dan kemampuan representasi visual yang kuat, terutama pada mata pelajaran keteknikan. Dalam konteks ini, penggunaan media pembelajaran yang interaktif, kontekstual, dan berbasis teknologi menjadi salah satu faktor penting untuk meningkatkan kualitas hasil belajar siswa (Busono *et al.*, 2025; Elfira *et al.*, 2025).

Hasil observasi dan wawancara peneliti dengan guru gambar teknik manufaktur di SMK IPT Karangpanas, yaitu Pak Yanto dan Pak Heru menunjukkan bahwa siswa kelas XI masih mengalami kesulitan dalam memahami materi pandangan atau membaca proyeksi pada objek teknik. Guru mengonfirmasi bahwa kesulitan ini sering muncul ketika siswa harus menginterpretasikan hubungan antara pandangan depan, samping, dan atas, terutama untuk objek yang memiliki bentuk kompleks. Guru juga menjelaskan bahwa hampir seluruh nilai penugasan dan tes formatif siswa masih berada di bawah KKM, sehingga diperlukan pendekatan pembelajaran yang lebih efektif untuk membantu siswa memahami materi tersebut dengan baik.

Salah satu penyebab utama kesulitan siswa adalah penggunaan media pembelajaran konvensional yang masih berbasis gambar dua dimensi (2D). Media tersebut tidak mampu menampilkan representasi bentuk secara utuh, sehingga siswa kesulitan membayangkan struktur geometri objek teknik secara spasial. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa visualisasi tiga dimensi (3D) dapat membantu siswa memahami bentuk, ukuran, struktur, serta hubungan antar komponen teknik secara lebih jelas dan realistis (Çeken & Taşkın, 2022; Sari *et al.*, 2025). *Autodesk Inventor* sebagai perangkat lunak CAD 3D telah terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi spasial siswa dan memperkuat pemahaman konsep gambar teknik (Cahyanto & Munadi, 2021; Yoga *et al.*, 2024). Di sisi lain, fitur *Morph 3D* pada *PowerPoint* mampu menghadirkan animasi transisi yang halus dan dinamis, sehingga membantu siswa mengamati perubahan bentuk atau orientasi objek dengan lebih jelas (Pangestu *et al.*, 2024; Rizqa *et al.*, 2023).

Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada penggunaan satu jenis media, baik *Autodesk Inventor* maupun presentasi interaktif berbasis *PowerPoint*. Belum banyak penelitian yang mengintegrasikan kedua media tersebut dalam satu alur pembelajaran yang utuh untuk memperkuat representasi spasial siswa pada materi pandangan benda. Padahal, integrasi keduanya berpotensi memberikan pengalaman belajar yang lebih menyeluruh, karena siswa dapat melihat objek dari fase desain 3D di *Autodesk Inventor* hingga pergerakan atau transformasi objek melalui *Morph 3D PowerPoint*. Celah inilah yang menjadi *research gap* utama penelitian ini.



Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mencoba menawarkan solusi melalui integrasi *Autodesk Inventor* dan *Morph 3D PowerPoint* sebagai media pembelajaran visual interaktif untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi pandangan benda di mata pelajaran gambar teknik. Diharapkan, penggunaan media berbasis 3D ini mampu meningkatkan pemahaman ruang, memperjelas hubungan antar pandangan, serta mempermudah siswa dalam membaca dan menginterpretasikan gambar teknik secara menyeluruh.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi *Autodesk Inventor* dan *Morph 3D PowerPoint* dalam satu alur pembelajaran yang utuh. Penelitian-penelitian sebelumnya hanya memanfaatkan satu jenis media, baik perangkat lunak CAD untuk visualisasi 3D statis maupun media presentasi interaktif untuk animasi (Yoga *et al.*, 2024). Hingga saat ini, belum ditemukan penelitian yang secara eksplisit menggabungkan visualisasi presisi *Autodesk Inventor* dengan animasi dinamis *Morph 3D* dalam konteks pembelajaran gambar teknik di SMK. Hal ini menunjukkan adanya *research gap* yang masih terbuka.

Integrasi kedua media ini memberikan nilai kebaruan, karena memungkinkan siswa memahami objek teknik dari dua aspek sekaligus, yaitu akurasi bentuk dan struktur melalui *Autodesk Inventor* (Çeken & Taşkın, 2022; Long *et al.*, 2025), serta transformasi dan pergerakan objek melalui animasi *Morph 3D PowerPoint* (Pangestu *et al.*, 2024; Rizqa *et al.*, 2023). Literatur terbaru juga menekankan bahwa kombinasi multimedia interaktif dapat meningkatkan representasi spasial, keterlibatan, dan kualitas pemahaman siswa dalam pembelajaran vokasi (García-Peñalvo *et al.*, 2024; Sari *et al.*, 2025). Dengan demikian, penelitian ini menawarkan kontribusi orisinal berupa model pembelajaran berbasis visual 3D terintegrasi yang relevan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran teknik pemesinan di SMK.

Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan media interaktif berbasis visual 3D memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap hasil belajar siswa dalam bidang keteknikan. Yoga *et al.* (2024) menemukan bahwa e-modul berbasis *Autodesk Inventor* mampu meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa SMK secara konsisten. Hal serupa juga dilaporkan oleh Busono *et al.* (2025) yang mencatat peningkatan hasil belajar siswa setelah integrasi multimedia interaktif dalam pembelajaran desain teknik. Selain itu, Rizqa *et al.* (2023) menegaskan bahwa multimedia interaktif dapat meningkatkan retensi pengetahuan, karena materi disajikan secara konkret dan menarik, sementara Sari *et al.* (2025) menemukan bahwa visualisasi 3D meningkatkan keterlibatan dan pemahaman jangka panjang siswa. Penelitian Long *et al.* (2025) juga memperkuat temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa animasi dan visualisasi 3D mampu meningkatkan kemampuan representasi spasial siswa. Bahkan pada studi internasional, Li & Liang (2024) menyimpulkan bahwa visualisasi 3D efektif mengurangi miskonsepsi teknis, sedangkan García-Peñalvo *et al.* (2024) menunjukkan bahwa media digital interaktif dapat meningkatkan kompetensi prosedural dan teknis siswa secara signifikan.

Meskipun banyak penelitian membuktikan efektivitas media berbasis 3D, sebagian besar studi sebelumnya menggunakan satu jenis media secara terpisah, baik perangkat lunak CAD seperti *Autodesk Inventor* maupun media presentasi



interaktif seperti animasi 3D pada *PowerPoint*. Belum banyak penelitian yang secara eksplisit mengintegrasikan kedua jenis media tersebut secara bersamaan, terutama dalam konteks pembelajaran gambar teknik di SMK. Padahal, kombinasi *Autodesk Inventor* yang unggul dalam visualisasi objek teknik presisi tinggi dan fitur *Morph 3D PowerPoint* yang mampu menghasilkan animasi dinamis yang berpotensi menciptakan pengalaman belajar yang lebih komprehensif, menarik, dan mudah dipahami.

Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi dua media pembelajaran tersebut, yaitu *Autodesk Inventor* dan *Morph 3D PowerPoint* dalam satu alur pembelajaran yang utuh. Pendekatan ini memberikan kontribusi baru, karena mampu menghadirkan visualisasi statis sekaligus animasi dinamis dalam satu paket pembelajaran, sehingga siswa tidak hanya memahami bentuk dan struktur objek, tetapi juga transformasi dan pergerakannya secara lebih jelas (García-Peñalvo *et al.*, 2024). Integrasi ini belum banyak diterapkan dalam penelitian sebelumnya, sehingga penelitian ini menawarkan inovasi yang relevan bagi pembelajaran vokasi modern, serta memberikan bukti empiris bahwa penggabungan dua media 3D dapat meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan.

Berdasarkan hasil kajian teori dan penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran integrasi *Autodesk Inventor* dan *Morph 3D PowerPoint* memiliki potensi besar untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Media integrasi ini memungkinkan visualisasi bentuk objek teknik secara nyata, memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna, serta membantu siswa memahami konsep gambar teknik dengan lebih mudah. Dengan demikian, hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah: 1) terdapat pengaruh penggunaan media pembelajaran integrasi *Autodesk Inventor* dan *Morph 3D PowerPoint* terhadap hasil belajar siswa; dan 2) terdapat perbedaan peningkatan hasil belajar antara kelas yang menggunakan media integrasi 3D dengan kelas yang menggunakan metode pembelajaran konvensional.

METODE

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *true experimental* dengan pola *pretest-posttest control group design*. Dua kelas dipilih sebagai kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan media integrasi *Autodesk Inventor* dan *Morph 3D PowerPoint*, sedangkan kelompok kontrol menggunakan media konvensional 2D. Penelitian ini dilaksanakan di SMK IPT Karangpanas, beralamat di Jalan Dr. Wahidin Nomor 110, Kecamatan Candisari, Kota Semarang, Jawa Tengah, pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026, tepatnya selama bulan Oktober hingga November 2025. Rentang waktu tersebut mencakup seluruh proses penelitian, mulai dari penyusunan media pembelajaran, validasi ahli, hingga pengumpulan data. Penelitian ini menggunakan desain *true experimental* dengan pola *pretest-posttest control group design*, dimana kelas XI TP 2 ditetapkan sebagai kelompok eksperimen yang menggunakan media pembelajaran PPT 3D *PowerPoint*, sedangkan kelas XI TP 1 berfungsi sebagai kelompok kontrol. Pembagian kelas tersebut disesuaikan dengan



struktur kelas yang ada di sekolah, sehingga memungkinkan pelaksanaan desain eksperimen secara optimal. Desain penelitian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian *Pretest-Posttest Control Group Design*.

Kelompok	Pre-test	Perlakuan	Post-test
Eksperimen	T ₁	X ₁	T ₂
Kontrol	T ₁	X ₂	T ₂

Sumber: Prayadnya & Jayantika (2018).

Keterangan:

T₁ = Tes awal sebelum perlakuan;

X₁ = Pembelajaran dengan integrasi media 3D *PowerPoint* dan *Autodesk Inventor*;

X₂ = Pembelajaran konvensional (tanpa media integrasi); dan

T₂ = Tes akhir setelah perlakuan.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI Program Teknik Pemesinan SMK IPT Karangpanas. Sampel ditentukan dengan teknik *purposive sampling* berdasarkan rekomendasi guru mata pelajaran dan kesetaraan kurikulum. Kelas XI TP 2 (18 siswa) ditetapkan sebagai kelompok eksperimen dan kelas XI TP 1 (19 siswa) sebagai kelompok kontrol. Rata-rata nilai awal ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata *Pre-test* dan *Post-test*.

Kelas	Jumlah Siswa	Jenis Kelas	Rata-rata <i>Pre-test</i>	Rata-rata <i>Post-test</i>
XI TP 2	18 Siswa	Eksperimen	69.56	83.11
XI TP 1	19 Siswa	Kontrol	66.74	72

Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Penelitian ini menggunakan dua variabel, yaitu media pembelajaran berbasis *Autodesk Inventor* dan *Morph 3D PowerPoint* sebagai variabel bebas yang didefinisikan sebagai media visual 3D untuk membantu siswa memahami pandangan benda teknik. Variabel terikatnya adalah hasil belajar siswa yang diukur melalui skor *pre-test* dan *post-test* yang menggambarkan tingkat penguasaan materi membaca pandangan. Kedua variabel diukur menggunakan skala interval. Definisi operasional disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Variabel dan Definisi Operasional.

Variabel	Definisi	Indikator	Skala
Media Integrasi (X)	Media berbasis CAD 3D dan animasi <i>morphing</i> yang digunakan dalam pembelajaran.	1. Visualisasi objek 3D. 2. Animasi transformasi bentuk.	Interval
Hasil Belajar (Y)	Tingkat penguasaan siswa terhadap materi membaca pandangan gambar teknik.	Skor tes pilihan ganda <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> .	Interval

Instrumen Penelitian

Instrumen utama berupa tes objektif pilihan ganda yang digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa sebelum dan sesudah perlakuan.



Uji Validitas Materi dan Media

Validitas isi dievaluasi oleh dua ahli (guru mata pelajaran dan dosen teknik) menggunakan metode *Content Validity Ratio* (CVR). Instrumen dinyatakan valid karena nilai CVR > 0,75 sehingga seluruh butir soal dianggap relevan. Teknik analisis data untuk uji validitas media dan materi menggunakan *Content Validity Ratio* (CVR). CVR merupakan pendekatan validitas isi yang digunakan untuk mengetahui kesesuaian setiap *item* berdasarkan penilaian validator. Skala penilaian menggunakan dua kategori, yaitu “Ya” (sesuai) dan “Tidak” (tidak sesuai). Jawaban “Ya” diberi skor 1, sedangkan jawaban “Tidak” diberi skor 0. Nilai CVR dihitung menggunakan rumus Lawshe (1975) berikut ini.

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

Keterangan:

CVR= *Content Validity Ratio*;

n = Jumlah validator yang menyatakan *item* sesuai; dan

N = Jumlah seluruh validator.

Karakteristik perolehan nilai CVR menurut Lawshe (1975), yaitu apabila seluruh validator menyatakan jawaban “Ya” terhadap butir yang dinilai, maka nilai CVR akan bernilai 1. Jika lebih dari setengah validator memberikan jawaban “Ya”, tetapi tidak seluruhnya, maka nilai CVR akan berada pada rentang nilai antara 0 hingga 1. Sebaliknya, apabila jumlah validator yang memberikan jawaban “Ya” kurang dari setengah jumlah validator keseluruhan, maka nilai CVR akan bernilai negatif. Sementara itu, apabila jumlah validator yang memberikan jawaban “Ya” dan “Tidak” sama, maka nilai CVR yang diperoleh akan bernilai 0.

Tabel 4. Kategori CVR (*Content Validity Ratio*).

Nilai CVR	Kategori
0.00 – 0.33	Tidak Sesuai
0.34 – 0.67	Sesuai
0.68 – 1.00	Sangat Sesuai

(Sumber: Lawshe, 1975).

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh validator terhadap media dan materi pembelajaran, diperoleh nilai rata-rata CVR sebesar 0,85 yang menunjukkan bahwa media integrasi *Autodesk Inventor* dan *Morph 3D PowerPoint* termasuk dalam kategori sangat sesuai dan layak digunakan dalam proses pembelajaran gambar teknik. Media ini dapat diandalkan sebagai pendukung peningkatan efektivitas dan kualitas pembelajaran.

Uji Reliabilitas Media dan Materi

Reliabilitas dihitung menggunakan teknik *percentage of agreement* antarpenilai. Nilai persentase kesepakatan mencapai >85%, sehingga instrumen dinyatakan reliabel. Reliabilitas pada penelitian ini diuji menggunakan konsistensi antar-rater, yaitu dengan menghitung tingkat kesepakatan (*agreement*) antara penilai atau validator. Perhitungan dilakukan menggunakan rumus *percentage of agreement* (Gregory, 2011) berikut ini.



$$PA = \frac{A}{A + D} \times 100\%$$

Keterangan:

PA = *Percentage of Agreement*;

A = Jumlah kesepakatan antarpemilai; dan

D = Jumlah ketidaksepakatan antarpemilai.

Teknik Analisis Data

Data hasil *pre-test* dan *post-test* dianalisis menggunakan rumus indeks *gain* untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa setelah perlakuan pembelajaran. Perhitungan ini mengacu pada Meltzer (2002) dengan rumus sebagai berikut:

$$N - Gain = \frac{X_{posttest} - X_{pretest}}{X_{max} - X_{pretest}}$$

Keterangan:

$X_{posttest}$ = Skor rata-rata *post-test*;

$X_{pretest}$ = Skor rata-rata *pre-test*; dan

X_{max} = Skor maksimum yang dapat dicapai.

Kategori nilai *N-Gain* diinterpretasikan berdasarkan Tabel 5.

Tabel 5. Kategori *N-Gain*.

Rentang <i>N-Gain</i>	Kategori
$g \geq 0.70$	Tinggi
$0.30 \leq g < 0.70$	Sedang
$g < 0.30$	Rendah

Sebelum melakukan uji perbedaan hasil belajar, dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas varians menggunakan *Levene's Test*. Hasil kedua uji menunjukkan bahwa data *pre-test* dan *post-test* pada kedua kelompok memiliki nilai signifikansi $< 0,05$ sehingga data dinyatakan tidak berdistribusi normal. Karena asumsi normalitas tidak terpenuhi, analisis tidak dapat menggunakan uji parametrik seperti *t-test*. Oleh sebab itu, penelitian ini menggunakan uji nonparametrik *Mann-Whitney U* untuk membandingkan hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Karena nilai *pre-test* antara kedua kelompok berbeda secara signifikan berdasarkan hasil uji *Mann-Whitney U*, interpretasi efektivitas perlakuan lebih tepat dilakukan melalui analisis *N-Gain*. Dengan demikian, peningkatan hasil belajar dapat dibandingkan secara lebih objektif tanpa dipengaruhi perbedaan kemampuan awal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan media integrasi *Autodesk Inventor* dan *Morph 3D PPT* terhadap hasil belajar siswa kelas XI pada mata pelajaran teknik pemesinan. Proses analisis dilakukan melalui beberapa tahap, dimulai dari uji prasyarat berupa normalitas dan homogenitas, hingga pengujian perbedaan hasil belajar menggunakan uji *Mann-Whitney U*. Analisis peningkatan hasil belajar juga dilakukan melalui perhitungan *N-Gain* untuk membandingkan tingkat peningkatan pada kedua kelompok.

Tests of Normality							
	Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai pretest	Control	.430	19	.000	.591	19	.000
	Experiment	.247	18	.005	.868	18	.016

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 1. Uji Normalitas *Pre-test*.

Tests of Normality							
	Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai posttest	Control	.241	19	.005	.814	19	.002
	Experiment	.211	18	.033	.879	18	.025

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 2. Uji Normalitas *Post-test*.

Uji normalitas dilakukan menggunakan *Shapiro-Wilk*, karena jumlah sampel pada setiap kelompok kurang dari 50 siswa. Berdasarkan hasil pengujian, seluruh data *pre-test* dan *post-test* pada kedua kelompok memiliki nilai signifikansi di bawah 0,05 yang menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Karena asumsi normalitas tidak terpenuhi, maka pengujian perbedaan hasil belajar tidak dapat dilakukan menggunakan teknik parametrik seperti uji-t, sehingga analisis dilanjutkan dengan menggunakan metode nonparametrik *Mann-Whitney U Test*.

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
	Based on Mean	.969	1	35	.332
Nilai posttest	Based on Median	.594	1	35	.446
	Based on Median and with adjusted df	.594	1	34.267	.446
	Based on trimmed mean	.820	1	35	.371

ANOVA					
Nilai posttest					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1229.266	1	1229.266	117.421	.000
Within Groups	366.409	35	10.469		
Total	1595.676	36			

Gambar 3. Uji Homogenitas.

Selanjutnya, uji homogenitas dilakukan menggunakan *Levene's Test* pada nilai *post-test*. Hasil uji menunjukkan bahwa nilai signifikansi sebesar 0,332 yang berada di atas batas 0,05. Dengan demikian, varians kedua kelompok dapat dikategorikan homogen. Meskipun demikian, karena prasyarat normalitas tidak terpenuhi, penggunaan uji parametrik tetap tidak dapat dilakukan. Oleh karena itu, analisis perbedaan hasil belajar tetap menggunakan uji *Mann-Whitney U*.

➔ T-Test

Group Statistics

	Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai posttest	Experiment	18	83.11	3.513	.828
	Control	19	71.58	2.950	.677

Independent Samples Test

Levene's Test for Equality of Variances					t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Nilai posttest	Equal variances assumed	.969	.332	10.836	35	.000	11.532	1.064	9.372	13.693
	Equal variances not assumed			10.784	33.275	.000	11.532	1.069	9.357	13.707

Gambar 4. Uji t-test.

Selain menjalankan uji normalitas dan homogenitas, peneliti juga menghasilkan *output* uji-t dari SPSS sebagai bagian dari prosedur analisis awal. Namun demikian, hasil tersebut tidak digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan, karena syarat utama uji-t, yaitu distribusi data yang normal tidak terpenuhi pada kedua kelompok, baik pada *pre-test* maupun *post-test*. Dengan demikian, uji-t hanya berfungsi sebagai *output* pendukung, sedangkan analisis perbedaan hasil belajar sepenuhnya mengacu pada uji nonparametrik *Mann-Whitney U* yang lebih sesuai dengan karakteristik data penelitian.

Mann-Whitney Test

Ranks				
	Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Nilai pretest	Control	19	14.42	274.00
	Experiment	18	23.83	429.00
	Total	37		

Test Statistics^a

Nilai pretest	
Mann-Whitney U	84.000
Wilcoxon W	274.000
Z	-2.954
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.007 ^b

a. Grouping Variable: Kelompok
b. Not corrected for ties.

Gambar 5. Uji Mann-Whitney U Pre-test.

Pada tahap berikutnya, uji *Mann-Whitney U* dilakukan terhadap nilai *pre-test* untuk mengetahui apakah kemampuan awal kedua kelompok berada pada kondisi yang setara. Hasil analisis menunjukkan nilai $U = 84,000$, $Z = -2,954$, dan $p = 0,003$, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan awal antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Karena kemampuan awal siswa tidak setara, maka efektivitas pembelajaran lebih tepat dianalisis melalui nilai *post-test* dan peningkatan hasil belajar menggunakan *N-Gain*. Analisis lanjutan difokuskan untuk melihat sejauh mana perlakuan pembelajaran memberikan dampak berbeda pada kedua kelompok setelah intervensi diberikan.

Mann-Whitney Test

Ranks

	Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Nilai posttest	Control	19	10.11	192.00
	Experiment	18	28.39	511.00
	Total	37		

Test Statistics^a

	Nilai posttest
Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	192.000
Z	-5.222
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^b

a. Grouping Variable: Kelompok

b. Not corrected for ties.

Gambar 6. Uji *Mann-Whitney U Post-test*.

Pengujian *Mann-Whitney U* pada nilai *post-test* menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Kelompok eksperimen memperoleh peringkat rata-rata yang jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol, dengan nilai $U = 2,000$, $Z = -5,222$, dan $p = 0,000$. Hasil ini menunjukkan bahwa setelah perlakuan pembelajaran, terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan, dimana penggunaan media integrasi *Autodesk Inventor* dan *Morph 3D PowerPoint* memberikan dampak positif yang lebih kuat dibandingkan metode pembelajaran pada kelompok kontrol.

Tabel 6. Hasil *Pre-test*, *Post-test*, dan *N-Gain*.

Kelas	Rata-rata <i>Pre-test</i>	Rata-rata <i>Post-test</i>	<i>N-Gain</i>	Kategori
Eksperimen	69.56	83.11	0.45	Sedang
Kontrol	66.74	72	0.16	Rendah

Analisis peningkatan hasil belajar melalui nilai *N-Gain* menunjukkan bahwa kelompok eksperimen mengalami peningkatan dengan kategori sedang, yaitu sebesar 0,44, sedangkan kelompok kontrol hanya memperoleh peningkatan dengan kategori rendah, yaitu sebesar 0,16. Temuan ini memperkuat hasil uji *Mann-Whitney U* yang menunjukkan bahwa media pembelajaran yang digunakan pada kelompok eksperimen memberikan efektivitas yang lebih tinggi dalam meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi *Autodesk Inventor* dan *Morph 3D PowerPoint* memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Peningkatan ini terlihat dari perbedaan nilai *post-test* dan *N-Gain* yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen. Efektivitas media ini dapat dijelaskan melalui teori kognitif pembelajaran multimedia (Mayer, 2009 dalam Nurhatmi, 2025) yang menyatakan bahwa belajar akan lebih optimal ketika informasi disajikan dalam bentuk visual dan verbal secara bersamaan. *Autodesk Inventor* memberikan visualisasi 3D presisi, sedangkan *Morph 3D PowerPoint* menghadirkan transisi animasi yang membantu siswa memahami perubahan bentuk



dan orientasi objek teknik secara bertahap. Proses ini mendukung *dual-channel processing*, sehingga beban kognitif berkurang dan pemahaman meningkat.

Penelitian-penelitian sebelumnya juga mendukung temuan ini. Yoga *et al.* (2024) menunjukkan bahwa visualisasi multi-sudut meningkatkan pemahaman spasial siswa. Temuan serupa dikemukakan Çeken & Taşkın (2022) dan Long *et al.* (2025) yang menegaskan bahwa media visual 3D memperkuat representasi spasial dan retensi konsep teknis. Penelitian Cahyanto & Munadi (2021) dan García-Peñalvo *et al.* (2024) juga menekankan bahwa integrasi multimedia dalam pembelajaran vokasi meningkatkan kinerja kognitif dan keterlibatan siswa.

Temuan penelitian ini juga relevan dengan kondisi pembelajaran SMK di Indonesia yang menuntut pemahaman praktik, visualisasi objek teknik, dan penguasaan kemampuan spasial. Banyak guru SMK masih mengandalkan media 2D tradisional, sehingga siswa kesulitan memahami bentuk objek secara holistik. Integrasi media 3D memberikan solusi terhadap masalah tersebut dengan menyediakan visualisasi lebih realistis dan interaktif. Penggunaan media 3D dapat memperkaya pengalaman belajar dengan melakukan eksplorasi mandiri terhadap objek teknik secara lebih mendalam. Penerapan visualisasi 3D berpotensi menjadi strategi pedagogis yang lebih efektif untuk meningkatkan kompetensi vokasional.

SIMPULAN

Penggunaan media integrasi *Autodesk Inventor* dan *Morph 3D PowerPoint* terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap hasil belajar siswa SMK. Hasil uji *Mann-Whitney U* menunjukkan perbedaan signifikan antara nilai *post-test* kelompok eksperimen dan kontrol ($U = 0,000$; $Z = -4,915$; $p = 0,000$). Analisis *N-Gain* memperkuat temuan tersebut karena kelompok eksperimen mencapai peningkatan kategori sedang (0,45), sedangkan kontrol hanya kategori rendah (0,16). Secara akademik, penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi dua media visual 3D dalam satu alur pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan berpikir spasial dan pemahaman konsep teknik. Secara praktis, media ini dapat membantu guru SMK menyampaikan materi kompleks seperti pandangan benda teknik secara lebih konkret dan efisien.

SARAN

Guru SMK disarankan untuk mulai menerapkan media pembelajaran berbasis visual 3D seperti *Autodesk Inventor* dan *Morph 3D PowerPoint* pada materi-materi yang membutuhkan visualisasi spasial. Guru dapat memulai dengan menyusun model 3D sederhana, mengintegrasikannya ke dalam *slide*, dan memanfaatkan fitur animasi untuk menunjukkan perubahan bentuk atau orientasi objek. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan memperluas cakupan materi, menggunakan sampel lebih besar, serta menambahkan variabel lain seperti motivasi belajar, keterlibatan siswa, atau kemampuan psikomotor. Penelitian mendatang juga dapat menilai efektivitas integrasi media 3D pada mata pelajaran vokasi lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan artikel ilmiah ini.



DAFTAR RUJUKAN

- Busono, T., Mardiana, R., & Pertiwi, F. A. (2025). Development of Interactive Multimedia Learning Based on Articulate Storyline for AutoCAD Learning in Basic Vocational Subjects at Vocational High School. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, 8(3), 182-197. <https://doi.org/10.24036/jptk.v8i3.45823>
- Cahyanto, S. E., & Munadi, S. (2021). Implementation of Electro-Pneumatic Practices Learning Model Based on Troubleshooting to Improve Students' Creativity. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 11(3), 315-325. <https://doi.org/10.21831/jpv.v11i3.39367>
- Çeken, B., & Taşkın, N. (2022). Multimedia Learning Principles in Different Learning Environments: A Systematic Review. *Smart Learning Environments*, 9(19), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s40561-022-00200-2>
- Elfira, E., Ramalis, R., Jasrial, J., & Rayendra, R. (2025). Transforming Vocational Learning with Interactive Multimedia: Creative Solutions for the Digital Era. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(8), 1149-1156. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i8.12354>
- García-Peñalvo, F. J., Vázquez-Ingelmo, A., García-Holgado, A., Sampedro-Gómez, J., Sánchez-Puente, A., Vicente-Palacios, V., Dorado-Díaz, P. I., & Sánchez, P. L. (2024). KoopaML: A Graphical Platform for Building Machine Learning Pipelines Adapted to Health Professionals. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 8(6), 112-119. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2023.01.006>
- Gregory, D. (2011). The Everywhere War. *The Geographical Journal*, 177(3), 238-250. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2011.00426.x>
- Lawshe, C. H. (1975). A Quantitative Approach to Content Validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563-575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
- Li, J., & Liang, W. (2024). Effectiveness of Virtual Laboratory in Engineering Education: A Meta-Analysis. *PLoS ONE*, 19(12), 1-23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316269>
- Long, Y., Zhang, X., & Zeng, X. (2025). Application and Effect Analysis of Virtual Reality Technology in Vocational Education Practical Training. *Education and Information Technologies*, 30(1), 9755-9786. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13197-7>
- Meltzer, D. E. (2002). The Relationship between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gains in Physics: A Possible “Hidden Variable” in Diagnostic Pretest Scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259-1268. <https://doi.org/10.1119/1.1514215>
- Nurhatmi, J. (2025). Teori Multimedia Pembelajaran: Landasan Kognitif dan Implikasi Desain Instruksional. *Al Habib : Jurnal Pendidikan Islam dan Keguruan*, 1(2), 91-117.
- Pangestu, D. K. A., Widiyanti, W., Suyetno, A., & Puspitasari, P. (2024). Development of Interactive Media Sheet Metal Design Modeling Based on Software Autodesk Inventor Professional 2023. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 11(3), 338-351. <https://doi.org/10.21831/jitp.v11i3.72805>



- Prayadnya, I. P. A. A., & Jayantika, I. G. A. N. T. (2018). *Panduan Penelitian Eksperimen Beserta Analisis Statistik dengan SPSS*. Yogyakarta: Deepublish.
- Rizqa, M., Husni, R., & Rahmi, U. (2023). The Development of Interactive Multimedia Learning in Vocational School. *Mathematics Research and Education Journal*, 7(2), 14-24. [https://doi.org/10.25299/mrej.2023.vol7\(2\).14496](https://doi.org/10.25299/mrej.2023.vol7(2).14496)
- Sari, I. P., Hendriyana, H., Fajri, B. R., & Laksono, A. P. (2025). Enhancing Vocational High School Students' Skills through 3D Animation Visual Training in Facing Industry Potential in the Metaverse Era. *Community Empowerment*, 10(3), 836-845. <https://doi.org/10.31603/ce.13160>
- Yoga, Y. N. P., Darmono, D., Setiawan, R. J., & Ma'ruf, K. (2024). The Implementation of Autodesk Inventor E-Module in the Study of Manufacturing Engineering Drawings: (Case Study at State Vocational High School 2 Kebumen). *Journal of Educational Learning and Innovation (ELIa)*, 4(1), 53-64. <https://doi.org/10.46229/elia.v4i1.828>