

Peningkatan Kompetensi Desain Pemodelan Bangunan Berbasis Aplikasi Pendukung BIM bagi Guru Vokasi

Abdul Haris Setiawan^{1*}, Ryo Takaoka², Rima Sri Agustin¹, Eko Supri Murtiono¹, Aryanti Nurhidayati¹, Muhamad Aziz Proklamalatu¹, Lilis Trianingsih¹, Budi Siswanto¹, Ernawati Sri Sunarsih¹, Kundari Rahmawati¹, Azmi Wijayanti¹, Hiroyuki Mitsuhara³

¹Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

²Yamaguchi University, Yamaguchi, Japan

³Tokushima University, Tokushima, Japan

*e-mail korespondensi: aharis@staff.uns.ac.id

Abstract

Teacher professionalism is very important to ensure the quality of education. Teachers must be competent and continue to develop skills to adapt to current developments. In drawing building construction, vocational teachers need to master building modeling design strategies based on Building Information Modeling (BIM). In line with the learning outcomes of the SMK Modeling and Building Information Design skills program regarding mastery of BIM technology in the construction sector. The finding is that many teachers are not yet competent in using BIM technology. This research aims to determine the increase in teacher competency through the implementation of training. The method used is an experiment by carrying out training for vocational teachers to determine the increase in teacher competency before and after training. Data analysis was carried out descriptively, paired sample t-test, and N-gain. Descriptive analysis shows the average teacher competency score in the pre-test is 49.17 and post-test is 92.33 on a scale of 100. Furthermore, based on the N-gain test, the average N-gain value is 0.8482 which is in the N-gain interval $g \geq 0.7$ high category, which means that vocational teachers' BIM supporting application-based building modeling design competence increased by 84.82% after 7 days of training. Paired sample t-test analysis found a significant increase in competency with paired sample t-test results showing $t\text{-count } 19.896 > t\text{-table } 2.093$ and a Sig value. (2-tailed) $0.000 < 0.05$ probability, meaning there is a difference in the average teacher competency during the pre-test and post-test. Based on all analysis tests, it can be concluded that building modeling design training based on BIM supporting applications can significantly increase vocational teachers' competence in 3D building modeling.

Keywords: Building Information Modeling (BIM); 3d building modeling; vocational education; construction drawings

Abstrak

Profesionalitas guru sangat penting untuk menjamin mutu pendidikan. Guru harus berkompeten dan terus mengembangkan keterampilan untuk menyesuaikan diri dengan perkembangan zaman. Dalam menggambar konstruksi bangunan, guru vokasi perlu menguasai strategi desain pemodelan bangunan berbasis *Building Information Modelling* (BIM). Hal ini sejalan dengan capaian pembelajaran SMK program keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan tentang penguasaan teknologi BIM di bidang konstruksi. Temuan bahwa banyak guru yang belum berkompeten dalam penggunaan teknologi BIM. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kompetensi guru melalui pelaksanaan pelatihan. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan melaksanakan pelatihan kepada guru vokasi untuk mengetahui peningkatan kompetensi guru sebelum dan setelah pelatihan. Analisis data dilakukan secara deskriptif, *paired sample t-test*, dan *N-gain*. Analisis deskriptif menunjukkan skor rata-rata kompetensi guru pada *pre-test* 49,17 dan *post-test* 92,33 pada skala 100. Selanjutnya, berdasarkan uji *N-gain* dihasilkan nilai rata-rata *N-gain* 0,8482 yang berada pada interval *N-gain* $g \geq 0,7$ kategori tinggi, yang berarti kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi meningkat sebesar 84,82% setelah pelatihan selama 7 hari. Analisis uji-t sampel berpasangan menemukan peningkatan kompetensi yang signifikan dengan hasil uji t sampel berpasangan menunjukkan $t\text{-hitung } 19,896 > t\text{-tabel } 2,093$ dan nilai Sig. (2-tailed) $0,000 < 0,05$ probabilitas, artinya ada perbedaan rata-rata kompetensi guru saat *pre-test* dan *post-test*. Berdasarkan semua uji analisis, dapat disimpulkan bahwa pelatihan desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM secara signifikan dapat meningkatkan kompetensi guru vokasi dalam pemodelan 3D bangunan.

Kata Kunci: *Building Information Modelling* (BIM); 3d modelling bangunan; pendidikan vokasi; gambar konstruksi

PENDAHULUAN

Pasca pandemi COVID-19, proses belajar mengajar di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) didasarkan pada kurikulum Merdeka. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek) menetapkan lebih dari 140 ribu satuan pendidikan yang menerapkan kurikulum merdeka pada tahun ajaran 2022/2023 sesuai Surat Keputusan (SK) Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP) Nomor 044/H/KR/2022 yang ditandatangani 12 Juli 2022 (Kemendikbudristek, 2023). Merujuk pada berbagai studi nasional maupun internasional, kurikulum merdeka dirancang untuk mengatasi krisis pembelajaran di Indonesia yang telah berlangsung lama dan belum membaik dari tahun ke tahun, serta semakin bertambah dengan adanya pandemi Covid-19 yang menyebabkan hilangnya pembelajaran (*learning loss*) dan peningkatan dalam kesenjangan pembelajaran (Kemendikbudristek, 2022). Mujahidin (2021) mengungkapkan dalam penelitiannya bahwa Pendidikan Kejuruan merasakan dampak paling berat secara khusus dalam melaksanakan pembelajaran praktik daring pada masa pandemi covid-19 (Mujahidin, 2021). Maclean, R., et al. (2009) menyatakan bahwa pendidikan kejuruan memberi perhatian khusus pada pembentukan pengetahuan dan keterampilan berbasis dunia kerja serta untuk meningkatkan produktivitas kerja, kehidupan yang berkelanjutan, pengembangan diri dan pembangunan sosial-ekonomi (Maclean & Pavlova, 2009; Maclean & Wilson, 2009). Dalam hal ini Pendidikan Kejuruan harus mampu mengembangkan potensi diri dalam mengadopsi dan beradaptasi dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni, untuk menyiapkan lulusan yang memiliki kemampuan sesuai dengan kebutuhan dan persyaratan dunia kerja. Oleh karena itu, perancangan kurikulum merdeka ditujukan oleh pemerintah untuk mengembangkan pendidikan kejuruan yang semakin relevan dengan tuntutan kebutuhan masyarakat yang senantiasa berubah sesuai perkembangan dunia kerja, serta menjadi pendukung kearifan lokal pada sektor pembangunan ekonomi.

Kurikulum merdeka SMK/MAK terbagi menjadi 2 (dua) struktur bagian utama yaitu Kelompok Mata Pelajaran Umum A dan Kelompok Mata Pelajaran Kejuruan B. Salah satu mata pelajaran yang terdapat pada kelompok mata pelajaran kejuruan B yaitu Dasar-dasar program keahlian yang berfungsi membentuk siswa sebagai individu agar memiliki kompetensi sesuai kebutuhan dunia kerja serta ilmu pengetahuan, teknologi, seni dan budaya (Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 56/M/2022 Tentang Pedoman Penerapan Kurikulum Dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran, 2022). Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (DPIB) adalah salah satu konsentrasi keahlian SMK/MAK pada kurikulum merdeka di bidang keahlian Teknologi Konstruksi dan Bangunan (Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, Dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Nomor 024/H/KR/2022 Tentang Konsentrasi Keahlian SMK/MAK Pada Kurikulum Merdeka, 2022). Peran penting Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan terdapat pada penataan lahan kota/kabupaten, hal itu dikarenakan informasi dari rencana tata kota/kabupaten membantu dalam berkesinambungnya perencanaan bangunan untuk mengurangi ketidakpastian desain, menemukan masalah dan penyelesaiannya, meningkatkan keselamatan, dan simulasi proses pembangunan serta menganalisis dampak masalah potensial yang mungkin timbul.

Dasar-dasar desain pemodelan dan informasi bangunan adalah mata pelajaran yang mendasari penguasaan bidang keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan dengan berbagai elemen salah satunya adalah *Building Information Modelling* (BIM). Elemen ini meliputi pengertian, fungsi dan contoh BIM sehingga siswa dapat memahami konstruksi *virtual* sebelum konstruksi fisik dibangun, untuk mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menyelesaikan masalah, dan mensimulasikan serta menganalisis dampak potensial yang mungkin timbul (Keputusan Kepala Badan Penelitian Dan Pengembangan Dan Perbukuan Nomor 029/H/KU/2021 Tentang Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Pada Program SMK Pusat Keunggulan, 2021a). Guru

memiliki peran penting dalam mengimplementasikan kurikulum merdeka, agar capaian pembelajaran Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan dapat terpenuhi, sehingga dapat menyiapkan lulusan yang kompeten dan berdaya saing. Penyediaan beragam perangkat ajar serta pelatihan dan penyediaan sumber belajar guru, kepala sekolah, dan dinas pendidikan, merupakan bentuk penerapan kurikulum merdeka. Perubahan struktur mata pelajaran akibat penerapan kurikulum merdeka merupakan tantangan bagi guru vokasi untuk selalu meng-*upgrade* pengetahuan, keterampilan dan wawasan menuju pada pengembangan profesi. Disamping itu, hadirnya teknologi informasi dan komunikasi, BIM menjadi *trend* teknologi konstruksi digital terkini yang berdampak pada peningkatan efisiensi produktivitas dan sudah diimplementasikan di beberapa negara di dunia (Dinas PU, 2020; Kementerian PUPR, 2018). BIM merupakan suatu sistem atau teknologi yang mencakup beberapa informasi penting dalam proses design, *construction, maintenance* yang terintegrasi pada pemodelan 3D(dinaspupr, 2021). Dengan memanfaatkan data digital sebagaimana kondisi fisik sebenarnya, proyek dapat mengidentifikasi resiko dengan optimal. Oleh karena itu, untuk merespon perkembangan tersebut dilakukan pelatihan strategi desain pemodelan bangunan yang berbasis aplikasi pendukung BIM bagi guru vokasi, sebagai upaya pengembangan professional guru yang fundamental dalam meningkatkan mutu lulusan SMK yang adaptif dan responsif terhadap perubahan-perubahan dunia kerja. Pada pelatihan strategi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM bagi guru vokasi, nantinya memuat beberapa hal diantaranya pembahasan tentang aplikasi pendukung BIM, paradigma dalam dunia konstruksi, beberapa prinsip dasar sistem teknologi, serta pengenalan dan juga pengimplementasian google sketchUp sebagai aplikasi pendukung BIM.

METODE

Metode yang digunakan pada kegiatan pengabdian ini adalah pelatihan dengan strategi kronologis berbasis hasil penelitian RG. Seiring dengan berjalannya penelitian pengembangan media pembelajaran teknik bangunan ramah lingkungan pada tahap uji coba lapangan, kegiatan ini sekaligus berfungsi sebagai validasi produk media pembelajaran pada penelitian RG. Strategi pelatihan dilakukan dengan cara memberikan materi ajar secara bertahap, mulai tahap penyampaian materi yang ringan hingga tahap penyampaian materi yang berat. Metode pelaksanaan kegiatan yang dilakukan dalam kegiatan PKM ini adalah penyampaian materi, pendampingan oleh tim pengabdian termasuk mahasiswa yang terlibat dalam pengabdian, praktik langsung dan memodelkan gambar konstruksi dengan aplikasi pendukung BIM. Adapun langkah-langkah pelaksanaan pelatihan strategi desain pemodelan 6 bangunan ramah lingkungan berbasis aplikasi pendukung BIM bagi guru vokasi kepada mitra yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Tahap I

Tahap I adalah kegiatan program FGD (*Focuss Group Disscussion*), FGD akan dilaksanakan oleh tim pelaksana kegiatan dengan mitra serta pihak-pihak lainnya yang terkait antara lain pihak SMK Negeri 1 Miri Sragen Konsentrasi Keahlian DPIB. Tujuan kegiatan FGD adalah untuk mengkoordinasikan pelaksanaan kegiatan, penggalan potensi keterlibatan mitra serta pihak pendukung lainnya untuk mengatasi permasalahan yang ada, mengevaluasi setiap tahapan pelaksanaan kegiatan, dan sebagai pelaksanaan uji coba lapangan produk penelitian RG bidang kajian pengembangan media pembelajaran vokasi.

2. Tahap II

Tahap II adalah pelatihan dan pendampingan. Dalam tahap kegiatan pelatihan dan pendampingan dilaksanakan sesuai dengan jadwal yang sudah disepakati antara tim pengabdian dengan mitra. Tim pengabdian baik dosen maupun mahasiswa berkunjung ke sekolah mitra untuk melaksanakan pelatihan serta pendampingan dalam strategi mendesain model bangunan ramah lingkungan menggunakan aplikasi pendukung BIM untuk memodelkan gambar 3D pada pekerjaan yang rumit seperti pembesian struktur bangunan, jembatan, dan konstruksi atap. Kemudian tim

pengabdian termasuk mahasiswa yang terlibat dalam pengabdian juga memberikan pendampingan di dalam kegiatan tutorial penggunaan aplikasi pendukung BIM untuk memodelkan gambar konstruksi secara 3D dengan visualisasi realistik, *rendering* dan animasi. Kegiatan akan diakhiri dengan evaluasi melalui pembagian kuisioner oleh mahasiswa yang akan diberikan kepada peserta pelatihan.

3. Tahap III

Pada tahap III, kegiatan yang dilaksanakan adalah merumuskan kegiatan tindak lanjut. Berdasarkan hasil evaluasi kegiatan pelatihan strategi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM bagi guru vokasi, maka akan dirumuskan kegiatan-kegiatan tindak lanjut dalam rangka penyempurnaan produk penelitian serta merespon temuan-temuan dengan mengeksplorasi alternatif solusi yang dapat memberikan manfaat lebih dan menyelesaikan permasalahan-permasalahan pembelajaran di sekolah mitra.

Metode yang digunakan adalah eksperimen melalui pelatihan keterampilan bidang studi ilmu ukur tanah dengan tema pelatihan optimalisasi penggunaan alat survey dan pemetaan kepada guru vokasi guna mengetahui peningkatan kompetensi antara sebelum dan sesudah adanya pelatihan. Analisis data dilakukan secara deskriptif, *paired sample t-test*, dan N-gain. Analisis deskriptif menunjukkan skor rata-rata kompetensi guru yang menggambarkan kompetensi guru pada *pre-test* dan *post-test* dengan menampilkan mean, distribusi frekuensi, dan histogram. Data kompetensi guru yang dikategorikan berdasarkan kriteria yang dikembangkan oleh Azwar (Azwar, 2018) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria penilaian

Kategori	Keterangan
Lebih dari $M_i + 1,5 SD_i$ ke atas ($>81,25$)	Sangat Tinggi
$M_i + 0,5 SD_i < x \leq M_i + 1,5 SD_i$ ($68,76-81,25$)	Tinggi
$M_i - 0,5 SD_i < x \leq M_i + 0,5 SD_i$ ($56,26-68,75$)	Sedang
$M_i - 1,5 SD_i < x \leq M_i - 0,5 SD_i$ ($43,76-56,25$)	Rendah
Kurang dari $M_i - 1,5 SD_i$ ($\leq 43,76$)	Sangat Rendah

Uji-t sampel berpasangan (*paired sample t-test*) digunakan untuk menganalisis apakah terjadi perbedaan yang signifikan atau tidak kompetensi guru vokasi sebelum (*pre-test*) dan setelah eksperimen (*post-test*). *Paired sample t-test* digunakan dalam dua cara, pertama, dengan membandingkan nilai Sig. (2-tailed) dengan probabilitas 0,05. Jika nilai Sig. (2-tailed) probabilitas lebih kecil dari 0,05, berarti Hipotesis Nol (H_0) adalah ditolak, dan Hipotesis Alternatif (H_a) diterima, dengan interpretasi terdapat perbedaan yang signifikan kompetensi guru vokasi antara *pre-test* dan *post-test*. Pada sebaliknya jika nilai Sig. (2-tailed) lebih dari 0,05 probabilitas, itu berarti Hipotesis Nol diterima, dan Hipotesis Alternatif ditolak, dengan interpretasi tidak ada perbedaan yang signifikan kompetensi guru vokasi antara *pre-test* dan *post-test*. Kedua, asumsi t-hitung > t-tabel dengan probabilitas 5% (1-tailed) ditulis pada tabel nilai kritis dari distribusi t, yang berarti Hipotesis Nol ditolak dan Hipotesis Alternatif diterima. Interpretasinya, terdapat perbedaan yang signifikan kompetensi guru vokasi antara *pre-test* dan *post-test*. Sebelum melakukan uji *paired sample t-test*, diperlukan uji prasyarat analisis untuk memastikan data memiliki distribusi normal menggunakan uji Shapiro Wilk. Asumsi distribusi normal adalah ketika nilai Sig. lebih dari tingkat alpha yang ditentukan 5% (Morgan et al., 2019).

Normalized gain analysis (N-gain) analisis ini bertujuan untuk mengetahui pencapaian peningkatan kompetensi guru vokasi dari eksperimen yang dilakukan. Rumus analisis *normalized gain analysis* sebagai berikut (Hake, 1998).

$$g = \frac{S_f - S_i}{100 - S_i} \quad (1)$$

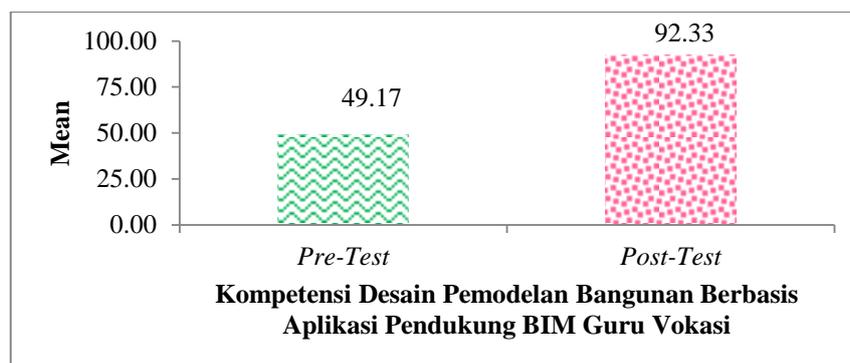
Dimana g adalah skor gain, S_f adalah skor akhir (*post-test*), dan S_i adalah skor awal (*pre-test*). Perhitungan *normalized gain analysis* diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria tingkat gain antara nilai skor *pre-test* dan *post-test* yang ditampilkan pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Interpretasi kriteria *gain score* (Hake, 1998)

N-gain	Interpretasi
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

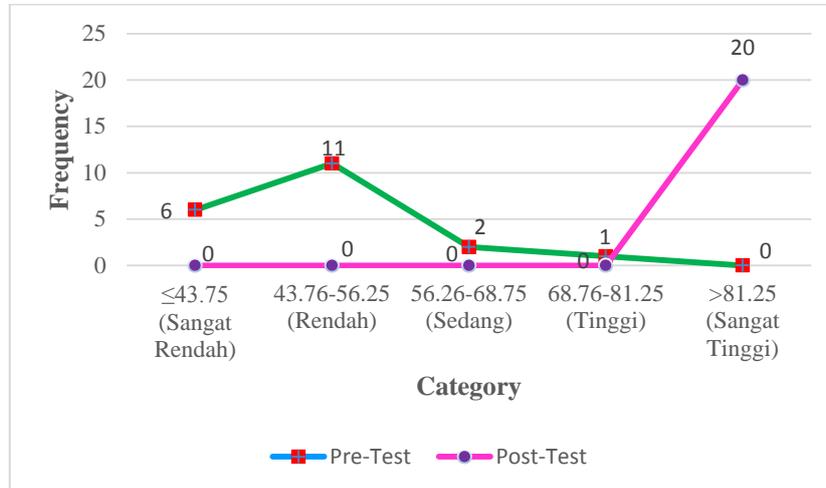
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelatihan desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM bagi guru vokasi dilaksanakan secara *hybrid*. Pelatihan secara tatap muka langsung dilaksanakan selama 2 hari pada tanggal 19 Juli 2023 dan 21 Juli 2023, dan selama 5 hari dilanjutkan secara *asynchronous* menggunakan *Learning Management System* (LMS) e-Front dengan alamat e-vocational.com. Pelatihan tersebut berupa pemodelan rumah sederhana dengan SketchUp yang terdiri dari: 1) pengaturan *template* dan *layer*; 2) *import* denah dari AutoCAD; 3) menggambar elemen pemodelan rumah sederhana; 4) melakukan *editing* elemen pemodelan rumah sederhana; 5) mengatur *landscape*; dan 6) rendering hasil gambar dengan Enscape. Kondisi awal diamati dengan menggunakan instrumen penilaian *pre-test* untuk mengetahui peningkatan kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM bagi guru vokasi setelah dilakukan eksperimen, Hasil analisis statistik deskriptif menunjukkan nilai rata-rata *pre-test* kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi adalah 49,17 pada skala 100. Menurut kriteria penilaian (Azwar, 2018) termasuk dalam kategori rendah dengan interval nilai 43,76-56,25. Lebih lanjut, penilaian *post-test* diketahui nilai rata-rata kompetensi guru vokasi adalah 92,33 pada skala 100. Menurut kriteria penilaian, termasuk dalam kategori sangat tinggi dengan rentang nilai $> 81,25$. Kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi berdasarkan *pre-test* dan *post-test* menunjukkan nilai rata-rata yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Mean *pre-test* dan *post test* kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi

Sebaran distribusi frekuensi kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi *pre-test* dan *post-test* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Distribusi frekuensi *pre-test* dan *post test* kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi

Frekuensi terbanyak *pre-test* kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi terdapat pada interval skor 43,76-56,25 dengan kategori rendah sejumlah 11 guru, diikuti dengan 6 guru dengan kategori sangat rendah pada interval skor ≤ 43,75, 2 guru dengan kategori sedang pada interval skor 56,26-68,75 dan satu orang guru pada kategori tinggi dengan interval skor 68,76-81,25. Hasil *post-test* menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah guru pada interval skor > 81,25 dari 0 menjadi 20 guru. Hasil analisis deskriptif nilai *pre-test* dan *post-test* pada pelatihan desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM bagi guru vokasi disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Ringkasan hasil analisis deskriptif desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi

	Descriptive Statistics				
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pre-Test	30	30	71,67	49,17	9,60
Post-Test	20	83,33	100	92,33	4,82
Peningkatan nilai mean				43,16	

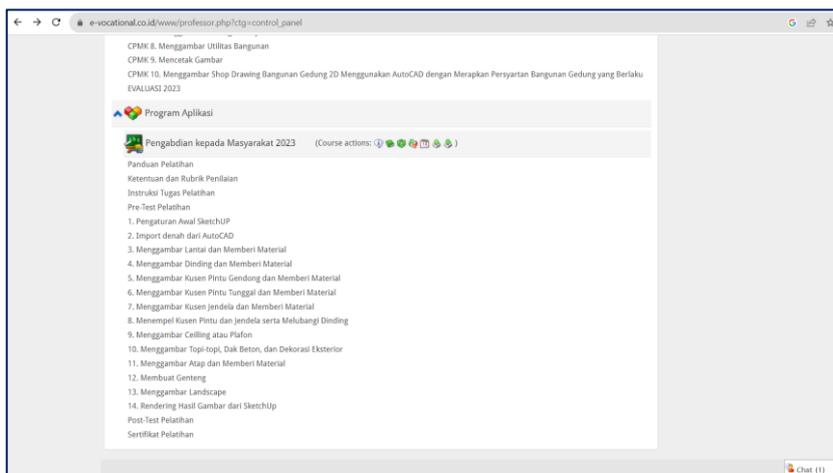
Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa *mean pre-test* sebesar 49,17 dan *post-test* sebesar 92,33, nilai tertinggi *pre-test* sebesar 71,67 dan *post-test* sebesar 100, nilai terendah sebesar 30 untuk *pre-test* dan sebesar 83,33 untuk *post-test* dengan standar deviasi *pre-test* sebesar 9,60 dan *post-test* sebesar 4,82. Lebih lanjut hasil analisis deskriptif terhadap indikator kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM bagi guru vokasi disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Ringkasan hasil analisis deskriptif indikator kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM bagi guru vokasi untuk *pre-test*

No.	Indikator Desain Pemodelan Bangunan Berbasis Aplikasi Pendukung BIM	Mean	Kategori
1	Pengaturan <i>Template</i> dan <i>Layer</i>	60	Sedang

2	<i>Import</i> Denah dari AutoCAD	51,25	Rendah
3	Menggambar Elemen Pemodelan Rumah Sederhana	47,60	Rendah
4	Melakukan <i>Editing</i> Elemen Pemodelan Rumah Sederhana	52,50	Rendah
5	Mengatur <i>Landscape</i>	50	Rendah
6	Rendering Hasil Gambar dengan Enscape	48,75	Rendah

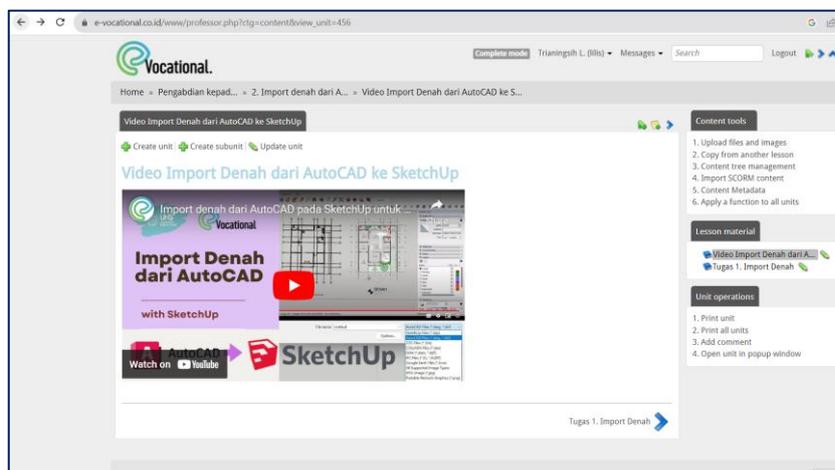
Kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM awal guru vokasi perlu diamati sebelum melaksanakan eksperimen melalui pelatihan. Kelemahan dan kekurangan guru harus ditemukan dan diperhatikan dengan baik. Tabel 4 menyajikan nilai rata-rata indikator kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru terendah sebelum eksperimen dimulai. Nilai rata-rata terendah ada pada indikator 3, yaitu menggambar elemen pemodelan rumah sederhana dengan nilai rata-rata 47,60. Diikuti dengan nomor indikator 6 rendering hasil gambar dengan Enscape dengan nilai rata-rata 48,75, dan nomor 5 mengatur *landscape* nilai rata-rata 50. Pada indikator nomor 3 yang diwakilkan dengan 10 butir pernyataan tentang menggambar elemen pemodelan rumah sederhana terdapat 3 butir pernyataan yang memiliki nilai rata-rata terendah yaitu menggambar pintu gendong dengan SketchUp (41,25), menggambar atap dengan SketchUp (42,5) dan menggambar genteng dengan SketchUp (45).



Gambar 3 Daftar materi pelatihan pada LMS e-vocational

Materi pelatihan pada LMS e-vocational dirancang untuk dapat memperbaiki dan meningkatkan temuan kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM awal guru vokasi yang masih rendah. Guru dapat mengakses materi-materi pelatihan pembuatan pemodelan 3D arsitektur rumah tinggal sederhana dengan *software* sketchUp yang disajikan pada LMS kapan saja dan dimana saja. Metode belajar yang diterapkan adalah "*Flip classroom model, Student Self Active Learning and Project based learning*" (peserta aktif belajar mandiri pada materi yang disediakan LMS e-vocational *learning*). Pada LMS ini guru akan diberikan materi pembelajaran dalam bentuk Video Tutorial. Konten materi mencakup dari 1) Panduan Pelatihan, 2) Ketentuan dan Rubrik Penilaian, 3) Intruksi Tugas Pelatian, 4) *Pre-Test* Pelatihan, 5) Pengaturan Awal SketchUP, 6) Import denah dari AutoCAD, 7) Menggambar Lantai dan Memberi Material, 8) Menggambar Dinding dan Memberi Material, 9) Menggambar Kusen Pintu Gendong dan Memberi Material, 10) Menggambar Kusen Pintu Tunggal dan Memberi Material, 11) Menggambar Kusen Jendela dan Memberi Material, 12) Menempel Kusen Pintu dan Jendela serta Melubangi Dinding,

13) Menggambar Ceiling atau Plafon, 14) Menggambar Topi-topi, Dak Beton, dan Dekorasi Eksterior, 15) Menggambar Atap dan Memberi Material, 16) Membuat Genteng, 17) Menggambar Landscape, 18) Rending Hasil Gambar dari SketchUp, dan 19) Post-Test Pelatihan.



Gambar 4 Contoh tampilan LMS e-vocational bagian import denah dari AutoCAD ke SketchUp

Selanjutnya untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan yang signifikan atau tidak setelah dilakukan eksperimen, maka data *pre-test* dan *post-test* diuji dengan menggunakan uji t sampel berpasangan (*paired sample t-test*). Analisis *paired sample t-test* dilakukan untuk mengetahui perbedaan kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi sebelum dan sesudah eksperimen. Sebelum menggunakan *paired sample t-test*, uji prasyarat analisis diperlukan untuk memastikan data berdistribusi normal dengan menggunakan metode uji Shapiro Wilk. Asumsi distribusi normal ditunjukkan ketika nilai Sig. lebih besar dari tingkat alpha yang ditentukan 5%. Rangkuman uji normalitas data disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Ringkasan uji normalitas data

	Group	Shapiro-Wilk		Kesimpulan
		df	Sig.	
Peningkatan Kompetensi Desain Pemodelan Bangunan Berbasis Aplikasi Pendukung BIM Guru Vokasi	<i>Pre-Test</i>	20	0,391	Normal
	<i>Post-Test</i>	20	0,249	Normal

Berdasarkan uji Shapiro Wilk, nilai Sig. *pre-test* 0,391 dan *post-test* 0,249, kedua nilai Sig. > 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi *pre-test* dan *post-test* berdistribusi normal. Dengan demikian, persyaratan dan asumsi normalitas dalam menggunakan *paired sample t-test* telah terpenuhi. Setelah dilakukan uji prasyarat analisis *paired sample t-test* untuk normalitas terpenuhi, *paired sample t-test* kemudian dianalisis untuk menguji perbedaan kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi sebelum (*pre-test*) dan sesudah eksperimen (*post-test*). Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai Sig. (2-tailed) *pre-test* dan *post-test* 0,000 lebih kecil dari probabilitas 0,05 berarti Hipotesis N0 ditolak, dan Hipotesis Alternatif diterima, dengan interpretasi terdapat perbedaan yang signifikan kompetensi guru vokasi antara *pre-test* dan *post-test*. Setelah itu, $t\text{-hitung} = 19,896 > t\text{-tabel} = 2,093$ yang berarti Hipotesis N0 ditolak dan Hipotesis Alternatif adalah diterima. Interpretasinya, terdapat perbedaan yang signifikan kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi

antara *pre-test* dan *post-test*. Dengan demikian, terjadi peningkatan nilai rata-rata *pre-test* dan *post-test* kompetensi guru vokasi dengan nilai rata-rata meningkat 43,16 dari 49,17 menjadi 92,33. Ringkasan analisis *paired sample t-test* disajikan pada Tabel 6 di bawah.

Tabel 6. Ringkasan analisis *paired sample t-test*

Pair	Paired Differences		Paired Samples Test		Kesimpulan	
	Mean	t	df	Sig. (2-tailed)		
Kompetensi Desain Pemodelan Bangunan Berbasis Aplikasi Pendukung BIM Guru Vokasi	<i>Pre-Test – Post-Test</i>	-43,16	-19,896	19	0,000	H ₀ ditolak & H _a diterima

Selanjutnya untuk mengetahui peningkatan kompetensi guru vokasi *pre-test* dan *post-test* dilakukan analisis gain ternormalisasi (*normalized gain analysis*), dengan interpretasi $g < 0,3$ rendah, $0,3 \leq g < 0,7$ sedang, dan $g \geq 0,7$ tinggi (Hake, 1998). Ringkasan *normalized gain analysis* disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Ringkasan *normalized gain analysis* (*N-Gain*)

	N-Gain Score (g)			Kesimpulan
	Mean	Minimum	Maximum	
Kompetensi Desain Pemodelan Bangunan Berbasis Aplikasi Pendukung BIM Guru Vokasi	0,8482	0,57	1,00	Tinggi

Berdasarkan Tabel 7, nilai rata-rata g skor untuk kompetensi guru vokasi adalah 0,8482 berada pada interval $\geq 0,7$ kategori tinggi yang artinya kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi meningkat sebesar 84,82% setelah pelatihan desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM selama 7 hari. Dengan demikian, pelatihan desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM sangat efektif meningkatkan kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi. Berdasarkan semua uji analisis, dapat disimpulkan bahwa pelatihan desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM secara signifikan dapat meningkatkan kompetensi guru vokasi dalam pembuatan pemodelan 3D arsitektur rumah tinggal sederhana dengan *software* sketchUp yang disajikan pada LMS e-vocational *learning*.

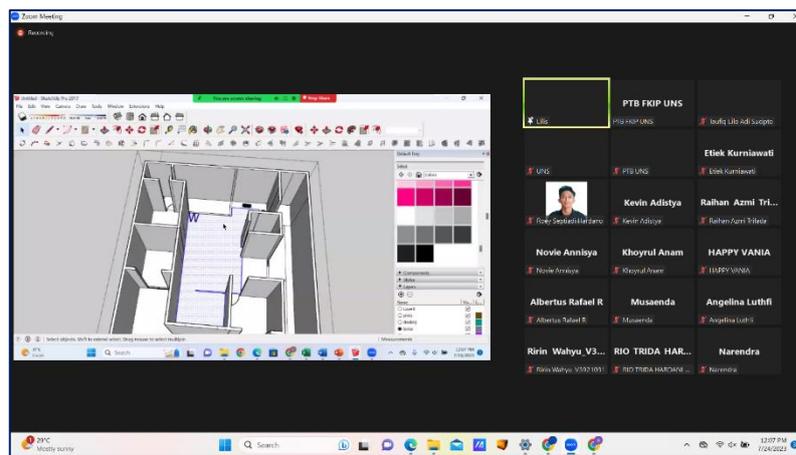
Pengamatan yang dilaksanakan pada kondisi awal para guru vokasi sebelum pelatihan menunjukkan bahwa kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM termasuk dalam kriteria penilaian kategori rendah, 49,17 pada skala 100, nilai termasuk dalam interval nilai 43,76-56,25. Sementara sesuai dengan Keputusan Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Nomor 029/H/KU/2021 tentang Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Pada Program SMK Pusat Keunggulan yaitu siswa dapat memahami konstruksi *virtual* sebelum konstruksi fisik dibangun, untuk mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menyelesaikan masalah, dan mensimulasikan serta menganalisis dampak potensial yang mungkin timbul (Keputusan Kepala Badan Penelitian Dan Pengembangan Dan Perbukuan Nomor 029/H/KU/2021 Tentang Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Pada Program SMK Pusat Keunggulan, 2021b). Guru memiliki peran penting dalam mengimplementasikan kurikulum

merdeka, agar capaian pembelajaran Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan dapat terpenuhi, sehingga dapat menyiapkan lulusan yang kompeten dan berdaya saing. Berdasarkan data hasil *pre-test* ini menggambarkan bahwa kompetensi guru sebelum dilaksanakan pelatihan sangat perlu untuk ditingkatkan. Sebagai tindak lanjut hasil *pre-test*, analisis deskriptif dilakukan dengan mengklasifikasi tingkat kompetensi awal secara lebih detail. Hal ini diperlukan guna mengetahui tingkat urgensi tiap indikator kompetensi, sehingga langkah-langkah solusi yang akan diterapkan dapat menyesuaikan kondisi pencapaian indikator kompetensi awal guru. Strategi peningkatan kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi merujuk pada capaian indikator kompetensi pada Tabel 4 dengan prioritas utama pada indikator nomor 3, menggambar elemen pemodelan rumah sederhana (menggambar pintu gendong, menggambar atap dan menggambar genteng). Indikator nomor 6 rendering hasil gambar dengan Enscape, dan Indikator nomor 5 mengatur *landscape*. Perubahan struktur mata pelajaran akibat penerapan kurikulum merdeka merupakan tantangan bagi guru vokasi untuk selalu meng-*upgrade* pengetahuan, keterampilan dan wawasan menuju pada pengembangan profesi. Disamping itu, hadirnya teknologi informasi dan komunikasi, BIM menjadi *trend* teknologi konstruksi digital terkini yang berdampak pada peningkatan efisiensi produktivitas dan sudah diimplementasikan di beberapa negara di dunia (Dinas PU, 2020).



Gambar 5 Pelaksanaan pelatihan secara luring

Hasil pelaksanaan pelatihan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kompetensi awal dan akhir setelah pelatihan dilaksanakan menggunakan uji *paired sample t-test*. Peningkatan terjadi pada semua indikator kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM. Perbedaan kompetensi awal dan akhir tersebut membuktikan bahwa terjadi peningkatan kompetensi guru yang selanjutnya dihitung besar peningkatannya. Merujuk pada Tabel 7, peningkatan kompetensi dengan nilai rata-rata skor 0,8482 berada pada interval $g \geq 0,7$ meningkat sebesar 84,82%, setelah dilaksanakan pelatihan desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi, nilai tersebut termasuk pada kategori tinggi. Temuan ini lebih tinggi dari beberapa studi yang lain, pelatihan dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta guru sebesar 13,16 % di bidang kejuruan teknologi otomotif (Sugiarto et al., 2019). Di sisi lain, pelatihan yang dilaksanakan di SMK Negeri 2 Jayapura mendapatkan hasil yang meningkat pada kapasitas keilmuan dan kompetensi guru sebesar 19,8% pada bidang pemrograman web dan peningkatan kompetensi sebesar 21,8% pada bidang jaringan komputer (Anggraini & Dayat, 2019).



Gambar 6 Pelaksanaan pelatihan secara daring

Dengan mengkomparasikan nilai peningkatan kompetensi pada beberapa penelitian lain melalui metode pelatihan pada guru yang telah dilaksanakan, peningkatan kompetensi guru sebesar 84,82% merupakan temuan yang tergolong tinggi. Hal ini menambah argumentasi bahwa pelatihan merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan kompetensi, khususnya untuk guru pada program keahlian DPIB dalam membuat pemodelan bangunan yang berbasis aplikasi pendukung BIM bagi guru vokasi, sebagai upaya pengembangan profesional guru yang fundamental dalam meningkatkan mutu lulusan SMK yang adaptif dan responsif terhadap perubahan-perubahan dunia kerja. Dimana kompetensi guru merupakan faktor penting untuk mewujudkan SMK ideal yang dapat menghasilkan lulusan berkualitas dan kompetitif. Sejalan dengan studi yang dilakukan di Sekolah Menengah Kejuruan Polewali Kabupaten Polewali Mandar dengan temuan antara lain: adanya pengaruh signifikan antara kompetensi guru terhadap tercapainya kompetensi siswa, dan adanya pengaruh yang signifikan antara pelatihan kompetensi guru terhadap kinerja guru. Jika pelaksanaan pelatihan banyak dilakukan, maka peningkatan kinerja guru akan tercapai, sebaliknya jika tidak ada pelaksanaan pelatihan, maka akan menurunkan kinerja guru (Daeng Pananrang, 2021). Dari beberapa pengujian dan analisis yang dilaksanakan dan telah dibahas dengan membandingkan beberapa hasil penelitian lain, menunjukkan bahwa pelatihan keterampilan bagi guru dapat meningkatkan kualitas pendidikan dan membawa perubahan positif dalam proses pembelajaran. Dampak jangka pendek, guru mulai menggunakan aplikasi pendukung BIM dalam pembelajaran, terutama pada materi visualisasi gambar konstruksi 3D. Di samping itu, sekolah menetapkan perencanaan jangka panjang melalui pengembangan laboratorium komputasi berbasis BIM secara kualitas dan kuantitas sarana prasarana. Selanjutnya program pelaksanaan pelatihan akan dikembangkan dengan merancang rencana pembelajaran dengan strategi yang sesuai dengan kompetensi awal guru dan karakteristik sekolah.

KESIMPULAN

Tujuan penelitian eksperimen melalui pelaksanaan pelatihan ini telah tercapai, yaitu peningkatan yang signifikan dari kompetensi desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM guru vokasi, khususnya kompetensi pembuatan pemodelan 3D arsitektur rumah tinggal sederhana dengan *software* sketchUp. Dari analisis data dan pembasan didapatkan: 1) analisis deskriptif terhadap tingkat kompetensi guru di awal dan di akhir pelatihan, skor rata-rata kompetensi awal guru 49,17 dan kompetensi akhir guru 92,33 (skala 100); 2) nilai peningkatan kompetensi, uji *N-gain*, sebesar 0,8482 (84,82%) yang berada pada interval *N-gain* $g \geq 0,7$ kategori tinggi; 3) uji beda untuk validasi peningkatan kompetensi dengan uji-t sampel

berpasangan dengan t -hitung $19,896 > t$ -tabel $2,093$ dan nilai Sig. (*2-tailed*) $0,000 < 0,05$ probabilitas, artinya ada perbedaan rata-rata antara kompetensi awal dan akhir guru. Berdasarkan seluruh uji analisis, disimpulkan bahwa pelatihan desain pemodelan bangunan berbasis aplikasi pendukung BIM bagi guru vokasi secara signifikan dapat meningkatkan kompetensi guru vokasi dalam pembuatan pemodelan 3D arsitektur rumah tinggal sederhana dengan *software* sketchUp.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, L., & Dayat, Abd. R. (2019). Pkm peningkatan kompetensi guru dan siswa melalui pelatihan pemrograman dan jaringan komputer pada sekolah menengah kejuruan di kota Jayasurya. *Jurnal Abdimas*, 23(2).
- Azwar, S. (2018). *Reliability and validity, 4th edition* (4th ed). Pustaka Pelajar.
- Daeng Pananrang, A. (2021). Pengaruh sikap profesional, kompetensi guru, pendidikan dan pelatihan terhadap kinerja guru SMK di kecamatan Polewali kabupaten Polewali Mandar. *JITU: Jurnal Ilmiah Tarbiyah Umat*, 10(2), 183–198. <https://doi.org/10.36915/jitu.v10i2.97>
- Dinas PU. (2020). *BIM PUPR*. Dinas Pekerjaan Umum. <http://bim.pu.go.id/tentang.html>
- dinaspupr. (2021). *Pengertian BIM (Building Information Modelling)*. Dinas PUPR. <https://dinaspupr.bandaacehkota.go.id/2020/07/29/pengertian-bim-building-information-modelling/>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1). <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Kemdikbudristek. (2022). *Kurikulum Merdeka Jadi Jawaban untuk Atasi Krisis Pembelajaran*. Kemdikbud.Go.Id. <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2022/02/kurikulum-merdeka-jadi-jawaban-untuk-atasi-krisis-pembelajaran>
- Kemendikbudristek. (2023). *Siaran Pers: Implementasi Kurikulum Merdeka tetap Berjalan Sesuai Rencana*. Kemdikbudristek.Go.Id. <https://ditpsd.kemdikbud.go.id/artikel/detail/siaran-pers-implementasi-kurikulum-merdeka-tetap-berjalan-sesuai-rencana>
- Kementerian PUPR. (2018). *Prinsip dasar sistem teknologi bim dan implementasinya di Indonesia*. Kementerian PUPR.
- Keputusan Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Nomor 029/H/KU/2021 tentang Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Pada Program SMK Pusat Keunggulan, Pub. L. No. Nomor 029/H/KU/2021, 1 (2021).
- Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 024/H/KR/2022 tentang Konsentrasi Keahlian SMK/MAK Pada Kurikulum Merdeka, Pub. L. No. Nomor 024/H/KR/2022, 1 (2022).
- Keputusan Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Nomor 029/H/KU/2021 tentang Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Pada Program SMK Pusat Keunggulan, Pub. L. No. Nomor 029/H/KU/2021, 1 (2021).
- Maclean, R., & Pavlova, M. (2009). Reskilling for All? The Changing Role of TVET in the Ageing Societies of Developing Countries. In *International Handbook of Education for the Changing World of Work Bridging Academic and Vocational Learning*.

- Maclean, R., & Wilson, D. (2009). International Handbook of Education for the Changing World of Work Bridging Academic and Vocational Learning. In *International Handbook of Education for the Changing World of Work*. Springer.
- Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 56/M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran, Pub. L. No. NOMOR 56/M/2022, 1 (2022).
- Morgan, G. A., Barrett, K. C., Leech, N. L., A., & Gloeckner, G. W. (2019). *IBM SPSS for Introductory Statistics: Use and Interpretation*. Lawrence Erlbaum.
- Mujahidin, D. (2021). *analisis pembelajaran daring mata pelajaran praktik siswa smk di masa pandemi covid-19 (studi kasus pada kompetensi keahlian tab smkn 1 singosari)* [Universitas Negeri Malang]. <http://repository.um.ac.id/159145/#>
- Sugiarto, T., Amin, B., Purwanto, W., Arif, A., & Putra, D. S. (2019). Peningkatan kompetensi guru dan siswa SMK melalui pelatihan kompetensi kejuruan teknologi otomotif. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 19(1). <https://doi.org/10.24036/invotek.v19i1.439>