

Peningkatan Kompetensi Videografi *Drone* bagi Siswa Jurusan Kehutanan SMK Negeri 1 Tualang, Siak

Hanifah Ikhsani*¹, Erwanda Trio Bintang Sabri¹, Lefdi Agung Nugraha¹, Dinda Tri Agustina¹,
Agung Kartika Putra¹, Anesha Allasseleida¹, Maryani¹ Gandhiko Mohta¹

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

*e-mail: hanifah.ikhsani@lecturer.unri.ac.id¹

Abstract

This community service activity aimed to enhance the competencies of Forestry students at SMK Negeri 1 Tualang, Siak Regency, in drone-based videography using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) technology. The training was conducted through an experiential learning approach that integrated theoretical instruction, technical demonstrations, and hands-on field practice. Training materials covered UAV fundamentals, flight safety, and aerial videography techniques relevant to forestry applications. The effectiveness of the program was evaluated using pre-test and post-test methods, supported by observations and interviews. The results indicated a substantial increase in the participants' average scores, from 57.91% before the training to 96.51% after the training. The Wilcoxon Signed Rank Test revealed a statistically significant difference between pre-test and post-test results ($p < 0.05$), confirming the positive impact of the training on students' knowledge and technical skills. In addition, the program fostered improved confidence, discipline, and responsibility in drone operation. This activity contributes to strengthening vocational competencies and technological literacy in forestry education.

Keywords: Drone videography, Forestry education, Training

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi siswa Jurusan Kehutanan SMK Negeri 1 Tualang, Kabupaten Siak, dalam videografi menggunakan teknologi drone (Unmanned Aerial Vehicle/UAV). Pelatihan dilaksanakan melalui pendekatan pembelajaran berbasis praktik yang mengintegrasikan materi teori, demonstrasi teknis, dan praktik lapangan. Materi yang diberikan meliputi pengenalan dasar UAV, keselamatan penerbangan, serta teknik pengambilan video udara untuk keperluan kehutanan. Evaluasi kegiatan dilakukan menggunakan metode pre-test dan post-test, didukung oleh observasi dan wawancara. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan nilai rata-rata peserta dari 57,91% sebelum pelatihan menjadi 96,51% setelah pelatihan. Uji Wilcoxon Signed Rank Test menunjukkan perbedaan yang signifikan antara nilai pre-test dan post-test ($p < 0,05$), yang menandakan bahwa pelatihan memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta. Selain itu, pelatihan juga meningkatkan kepercayaan diri, kedisiplinan, dan tanggung jawab siswa dalam penggunaan drone. Kegiatan ini berkontribusi dalam penguatan kompetensi vokasional dan literasi teknologi kehutanan.

Kata kunci: Videografi drone, Edukasi kehutanan, Pelatihan

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau *drone* telah memberikan peluang besar bagi pengembangan kegiatan kehutanan modern. Teknologi ini memungkinkan akuisisi data spasial dan visual secara cepat, efisien, serta beresolusi tinggi sehingga banyak dimanfaatkan dalam pemantauan hutan, inventarisasi sumber daya alam, pemetaan kawasan, dan dokumentasi kegiatan lapangan (Rauzan & Yulianti, 2022). Penerapan *drone* di bidang kehutanan tidak hanya mempercepat proses pengumpulan data, tetapi juga memperkaya cara komunikasi visual mengenai kondisi hutan kepada masyarakat dan pemangku kepentingan.

Keterampilan dalam mengoperasikan *drone* dan mengolah hasil visualnya menjadi salah satu kompetensi penting bagi tenaga kerja kehutanan di masa kini. Realitas di lapangan menunjukkan bahwa penguasaan teknologi UAV di lingkungan pendidikan vokasional masih terbatas pada aspek pengenalan alat, belum mencakup penerapan teknis videografi dan pemanfaatannya secara optimal (Indarta et al., 2021; Muharam et al., 2025). Rendahnya kemampuan tersebut berpotensi menurunkan daya saing lulusan sekolah menengah kejuruan dalam menghadapi perkembangan teknologi yang pesat di sektor kehutanan.

SMK Negeri 1 Tualang Siak, Jurusan Kehutanan merupakan lembaga pendidikan vokasional dengan jurusan kehutanan yang memiliki potensi besar untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam bidang teknologi UAV. Penguatan kapasitas siswa dilakukan melalui kegiatan pelatihan videografi menggunakan *drone* yang difokuskan pada peningkatan kemampuan teknis sekaligus pemahaman mengenai fungsi dokumentasi visual dalam mendukung pembelajaran dan penyebaran informasi lingkungan.

Tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah meningkatkan pengetahuan dan keterampilan siswa SMK Negeri 1 Tualang dalam mengoperasikan *drone* serta menerapkan teknik videografi udara secara efektif dan aman. Kegiatan ini juga diarahkan untuk menumbuhkan kesadaran peserta terhadap pentingnya pemanfaatan teknologi secara bertanggung jawab dalam mendukung pengelolaan dan pelestarian hutan. Pelatihan diharapkan dapat menghasilkan peserta yang memiliki kemampuan teknis videografi *drone*, sikap profesional, dan kepedulian ekologis yang selaras dengan prinsip kehutanan berkelanjutan.

2. METODE

2.1 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di SMK Negeri 1 Tualang, Kabupaten Siak, Provinsi Riau. Sekolah ini dipilih karena memiliki jurusan kehutanan yang relevan dengan tema kegiatan serta menunjukkan kebutuhan peningkatan kompetensi siswa dalam penguasaan teknologi *drone*. Pelaksanaan kegiatan berlangsung pada bulan Agustus 2025.

2.2 Sasaran dan Peserta Kegiatan

Peserta kegiatan terdiri atas 43 siswa kelas XI Jurusan Kehutanan SMK Negeri 1 Tualang. Pemilihan peserta dilakukan dengan mempertimbangkan minat, kesiapan mengikuti kegiatan, serta rekomendasi dari pihak sekolah. Para peserta telah memperoleh dasar teori tentang pengelolaan sumber daya hutan sehingga kegiatan pelatihan ini difokuskan pada peningkatan keterampilan teknis serta pemahaman penerapan videografi *drone* dalam konteks kehutanan.

Tahap praktik lapangan merupakan inti kegiatan, di mana peserta secara langsung melakukan penerbangan *drone* di area sekitar sekolah. Peserta dilatih untuk mengatur sudut kamera, ketinggian terbang, dan stabilitas pergerakan guna menghasilkan video yang berkualitas. Selama kegiatan praktik, tim pengabdian melakukan pendampingan intensif untuk memastikan keamanan, efektivitas pembelajaran, serta ketepatan teknis dalam perekaman video. Pendekatan praktik langsung semacam ini terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan aplikatif dan kepercayaan diri peserta pelatihan berbasis teknologi UAV (Ikhwan et al., 2021; Junarto & Djurjani, 2020).

2.3 Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pelatihan dilaksanakan melalui empat tahapan utama, yaitu persiapan, penyampaian materi, praktik lapangan, dan evaluasi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

2.4 Metode Evaluasi

Evaluasi kegiatan pelatihan dilakukan untuk mengukur tingkat pencapaian tujuan pengabdian, yang mencakup peningkatan pengetahuan, keterampilan teknis, dan perubahan sikap peserta terhadap penggunaan teknologi *drone* dalam bidang kehutanan. Evaluasi dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif.

Evaluasi kuantitatif dilakukan dengan menggunakan *pre-test* dan *post-test* untuk menilai peningkatan pemahaman peserta sebelum dan sesudah pelatihan. Instrumen tes disusun dalam bentuk pilihan ganda dan pertanyaan singkat yang mencakup aspek konsep dasar UAV, aturan keselamatan penerbangan, dan penerapan teknik videografi *drone*. Evaluasi berbasis tes semacam ini banyak direkomendasikan dalam kegiatan pendidikan vokasional karena mampu mengukur capaian pembelajaran peserta secara objektif (Effendy, 2016; Siregar et al., 2023).

Evaluasi kualitatif dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan peserta serta guru pendamping. Aspek yang diamati meliputi kedisiplinan, kerja sama, tanggung jawab, dan kepedulian terhadap keselamatan penggunaan *drone*. Selain itu, hasil videografi yang dibuat peserta dinilai berdasarkan aspek teknis dan estetika seperti kestabilan gambar, komposisi, dan kesesuaian tema dengan konteks kehutanan. Penekanan terhadap evaluasi sikap dan tanggung jawab dalam penggunaan UAV sejalan dengan prinsip pembelajaran berbasis karakter dalam pendidikan teknologi lingkungan (Kusumawati et al., 2024).

2.5 Analisis Data

Data hasil pre-test dan post-test dianalisis secara kuantitatif menggunakan Uji Wilcoxon Signed Rank Test untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan antara nilai sebelum dan sesudah pelatihan. Sebelum dilakukan uji tersebut, data terlebih dahulu diuji normalitasnya menggunakan uji Shapiro–Wilk dengan taraf signifikansi 0,05. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai *p-value* > 0,05. Selanjutnya, hasil Uji *Wilcoxon Signed Rank Test* dinyatakan signifikan apabila nilai *p-value* < 0,05, yang menunjukkan bahwa pelatihan memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan pengetahuan peserta (Effendy, 2016).

Data kualitatif dari observasi dan wawancara dianalisis secara deskriptif dengan menafsirkan pola perubahan perilaku dan sikap peserta selama kegiatan berlangsung. Pendekatan kombinasi

kuantitatif dan kualitatif ini memberikan pemahaman menyeluruh mengenai efektivitas pelatihan baik dari sisi kognitif maupun afektif (Ikhwan et al., 2021; Junarto & Djurjani, 2020).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pelatihan videografi menggunakan *drone* yang dilaksanakan di SMK Negeri 1 Tualang menghasilkan peningkatan signifikan pada aspek pengetahuan dan keterampilan siswa. Berdasarkan hasil pre-test dan post-test, terjadi peningkatan rata-rata nilai dari 57,91% sebelum pelatihan menjadi 96,51% sesudah pelatihan, dengan peningkatan sebesar 38,60%. Hasil ini menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan efektif dalam meningkatkan pemahaman dan kompetensi peserta mengenai pengoperasian *drone* dan penerapan videografi dalam konteks kehutanan. Peningkatan capaian peserta pada setiap aspek pengetahuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Peningkatan Pemahaman Peserta Sebelum dan Sesudah Pelatihan Videografi *Drone*

Aspek Pengetahuan	Sebelum (%)	Sesudah (%)	Peningkatan (%)
Pengetahuan dasar	43,26	97,91	54,65
Pemahaman teknis	61,02	92,03	31,01
Penerapan dan manfaat	71,74	96,55	24,81
Rata-rata	57,91	96,51	38,60

Berdasarkan Tabel 1 bahwa peningkatan tertinggi terjadi pada aspek pengetahuan dasar dengan rata-rata kenaikan 54,65%, terutama pada pemahaman jenis *drone* untuk videografi (74,42%). Aspek pemahaman teknis mengalami peningkatan 31,01%, mencakup aturan keselamatan penerbangan dan pengaturan kamera. Sementara itu, aspek penerapan dan manfaat menunjukkan peningkatan 24,81%, dengan peningkatan terendah pada kemampuan teknik penerbangan halus (4,65%). Hasil ini mengindikasikan bahwa pelatihan tidak hanya memperkuat aspek pengetahuan konseptual, tetapi juga meningkatkan kemampuan peserta dalam memahami prosedur teknis dasar penggunaan *drone*.

Hasil observasi selama kegiatan memperlihatkan adanya perubahan positif dalam sikap dan perilaku peserta. Peserta menunjukkan antusiasme tinggi, aktif berdiskusi, dan berpartisipasi dalam praktik lapangan. Mereka mampu bekerja sama secara efektif dalam kelompok dan menunjukkan sikap tanggung jawab terhadap keselamatan penggunaan alat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Perubahan ini mencerminkan keberhasilan pendekatan pembelajaran berbasis praktik dalam menumbuhkan keterlibatan aktif serta disiplin selama kegiatan pelatihan.

Temuan dari hasil wawancara dengan guru pendamping mendukung hasil observasi tersebut. Guru melaporkan bahwa siswa menjadi lebih percaya diri dalam mengoperasikan *drone* dan memahami potensi penerapan teknologi ini di bidang kehutanan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. Hasil videografi yang dihasilkan siswa juga memperlihatkan peningkatan kualitas visual, meliputi kestabilan kamera, komposisi gambar, dan kesesuaian tema video dengan konteks kehutanan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Secara keseluruhan, perubahan pengetahuan, keterampilan, dan sikap ini menunjukkan bahwa pelatihan berhasil mencapai tujuan pembelajaran dari aspek kognitif, psikomotorik, dan afektif.



a



b

Gambar 2. Pra Penerbangan *drone*: a. Pengenalan alat; b. Arahan teknis pengaturan dan penerbangan *drone* untuk videografi



a



b

Gambar 3. Praktek Penerbangan *drone* untuk videografi: a. Penerbangan *drone* oleh guru; b. Penerbangan *drone* oleh murid



Gambar 4. Hasil video mitra

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan videografi *drone* memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan kompetensi peserta (Tabel 2). Pengujian normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa data pre-test dan post-test tidak sepenuhnya berdistribusi normal, sehingga analisis perbedaan dilakukan menggunakan Wilcoxon Signed Ranks Test sebagai uji non-parametrik yang tepat untuk data berpasangan.

Tabel 2. Uji Normalitas

	<i>Kolmogorov - Smirnov^a</i>			<i>Shapiro - Wilk</i>		
	<i>Statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>	<i>Statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
<i>Pre Test</i>	0,141	43	0,031	0,952	43	0,069
<i>Post Test</i>	0,462	43	0,000	0,548	43	0,000

Uji Normalitas menggunakan Shapiro-Wilk karna sampel kecil $n = <50-200$, $\alpha 0,05\%$, tingkat kepercayaan (*confidence level*) 95%. Kriteria yang digunakan dalam pengujian normalitas adalah sebagai berikut:

Jika nilai Sig > 0,05 maka data penelitian berdistribusi normal

Jika nilai Sig < 0,05 maka data penelitian tidak berdistribusi normal

Hasil uji Wilcoxon pada Tabel 3 menunjukkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,000 (< 0,05) dengan nilai $Z = -5,596$, yang mengindikasikan adanya perbedaan yang sangat signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test*. Temuan ini menegaskan bahwa pelatihan yang diberikan berpengaruh nyata terhadap peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta.

Tabel 3. Uji Wilcoxon

		<i>N</i>	<i>Mean Rank</i>	<i>Sum of Rank</i>
<i>Post Test - Pre Test</i>	<i>Negative Ranks</i>	0 ^a	0,00	0,00
	<i>Positive Ranks</i>	41 ^b	21,00	861,00
	<i>Ties</i>	2 ⁰		
	<i>Total</i>	43		

Secara metodologis, perbedaan signifikan antara pengukuran sebelum dan sesudah perlakuan merupakan indikator kuat keberhasilan intervensi pelatihan dalam konteks pendidikan vokasional dan pengabdian kepada masyarakat (Effendy, 2016; Westphale et al., 2022). Interpretasi tabel *Ranks* menunjukkan bahwa sebanyak 41 responden mengalami peningkatan nilai, tidak terdapat responden yang mengalami penurunan nilai, dan hanya 2 responden yang memiliki nilai tetap. Dominasi *positive ranks* mencerminkan bahwa hampir seluruh peserta memperoleh manfaat dari kegiatan pelatihan. Pola peningkatan yang merata ini mengindikasikan bahwa desain pelatihan telah sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta, serta mampu memfasilitasi proses pembelajaran yang efektif dan inklusif (Pickering et al., 2022; Villablanca et al., 2016).

Peningkatan kemampuan peserta tidak terlepas dari pendekatan pembelajaran berbasis praktik langsung yang diterapkan selama pelatihan. Metode demonstrasi dan praktik lapangan memungkinkan peserta untuk mengalami secara langsung proses pengoperasian *drone* dan teknik videografi udara, sehingga memperkuat keterampilan kognitif dan psikomotorik secara simultan. Pendekatan ini sejalan dengan teori *experiential learning* yang menyatakan bahwa pembelajaran akan lebih bermakna ketika peserta terlibat langsung dalam pengalaman nyata dan reflektif (Schneider & Langen, 2021).

Selain aspek kognitif dan psikomotorik, hasil observasi juga menunjukkan adanya perubahan positif pada aspek afektif peserta, seperti peningkatan kedisiplinan, kerja sama, dan tanggung jawab terhadap keselamatan penggunaan *drone*. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa pelatihan teknologi tidak hanya berorientasi pada penguasaan alat, tetapi juga pada pembentukan sikap profesional dan etika penggunaan teknologi. Integrasi nilai-nilai tanggung jawab dan keselamatan dalam pelatihan UAV sangat penting, khususnya dalam konteks pendidikan kehutanan yang menuntut kepedulian terhadap lingkungan dan keselamatan kerja (Catena & Carbonneau, 2019; LoVerde et al., 2021).

Secara keseluruhan, hasil uji Wilcoxon dan temuan kualitatif menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian ini berhasil meningkatkan kapasitas siswa SMK Kehutanan dalam bidang videografi *drone* secara komprehensif. Pelatihan berbasis pengalaman langsung terbukti efektif sebagai model penguatan kompetensi vokasional dan literasi teknologi. Temuan ini mendukung hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa integrasi teknologi UAV dalam pendidikan lingkungan dan kehutanan mampu meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan teknis, serta kesadaran ekologis peserta didik (L. Kulhavy et al., 2023; Unger et al., 2018).

Pelaksanaan pelatihan videografi menggunakan *drone* menunjukkan efektivitas yang tinggi dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta. Peningkatan pemahaman tersebut menandakan bahwa kegiatan pengabdian berhasil mencapai tujuannya untuk memperkenalkan dan menerapkan teknologi *drone* secara edukatif di lingkungan sekolah kehutanan. Temuan ini selaras dengan pandangan bahwa peningkatan pengetahuan merupakan indikator utama keberhasilan program pelatihan teknis (Villablanca et al., 2016; Westphale et al., 2022).

Pemahaman peserta terhadap konsep dasar dan teknis pengoperasian *drone* menggambarkan keberhasilan metode pelatihan berbasis demonstrasi dan praktik langsung. Pelatihan semacam ini dianggap paling efektif dalam memperkuat keterampilan kognitif dan psikomotorik karena memberikan kesempatan kepada peserta untuk belajar melalui pengalaman langsung (Williams et al., 2023). Hal ini mendukung teori *experiential learning*, yang menekankan bahwa pembelajaran efektif terjadi ketika peserta mengalami, mengamati, dan merefleksikan proses praktik (Schneider & Langen, 2021).

Metode ceramah interaktif dan demonstrasi lapangan yang digunakan dalam kegiatan ini juga terbukti mendorong keterlibatan aktif peserta. Pendekatan ini sejalan dengan temuan (Cruz, 2010) bahwa pembelajaran berbasis demonstrasi meningkatkan penguasaan keterampilan motorik, serta diperkuat oleh penelitian (Grundgeiger et al., 2023) yang menunjukkan bahwa kombinasi antara instruksi dan praktik langsung mempercepat proses akuisisi keterampilan prosedural.

Penguasaan peserta terhadap aspek teknis *drone* memperlihatkan bahwa pembelajaran terapan dengan konteks lapangan memiliki peran penting dalam membangun kesiapan kerja di bidang vokasional. Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa integrasi teknologi visual, seperti penggunaan *drone* dalam pendidikan lingkungan, dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan analitis siswa (L. Kulhavy et al., 2023; Unger et al., 2018).

Beberapa keterbatasan dalam pelaksanaan pelatihan, seperti waktu praktik yang singkat dan jumlah peralatan yang terbatas, menunjukkan perlunya pengembangan kegiatan lanjutan yang berfokus pada peningkatan keterampilan praktis. Pembelajaran yang berulang dan reflektif sangat dianjurkan untuk memperkuat transfer keterampilan ke situasi kerja nyata (Hazaimh & Ajlouni, 2023; Shrestha, 2016). Selain itu, pendekatan pelatihan bagi peserta usia sekolah perlu dirancang tidak hanya untuk meningkatkan kemampuan teknis, tetapi juga membentuk kemampuan interpersonal, kedisiplinan, dan tanggung jawab terhadap penggunaan teknologi secara etis (Catena & Carbonneau, 2019; LoVerde et al., 2021).

Kegiatan ini memberikan kontribusi nyata terhadap penguatan kapasitas vokasional di bidang kehutanan. Pelatihan yang berbasis pengalaman langsung dan berorientasi pada penerapan teknologi lapangan menjadi model pembelajaran efektif bagi siswa sekolah kejuruan. Kegiatan serupa dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai strategi pendidikan berkelanjutan yang mendorong literasi teknologi dan kesadaran ekologis di kalangan generasi muda.

4. KESIMPULAN

Pelatihan videografi menggunakan *drone* terbukti efektif meningkatkan pengetahuan dan keterampilan teknis siswa Jurusan Kehutanan SMK Negeri 1 Tualang. Keberhasilan ini terlihat dari peningkatan nilai *pre-test* dan *post-test* serta kemampuan siswa dalam mengoperasikan *drone* dan menghasilkan video udara sesuai konteks kehutanan. Metode pembelajaran berbasis praktik langsung (*experiential learning*) menjadi faktor utama yang mendorong peningkatan pemahaman dan kedisiplinan peserta. Namun, keterbatasan waktu dan jumlah peralatan masih menjadi kendala dalam pelaksanaan. Oleh karena itu, diperlukan pelatihan lanjutan dengan waktu dan fasilitas yang lebih memadai agar kompetensi siswa semakin aplikatif dan siap menghadapi kebutuhan kerja di bidang kehutanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Catena, R. D., & Carbonneau, K. J. (2019). Guided Hands-On Activities Can Improve Student Learning in a Lecture-Based Qualitative Biomechanics Course. *Anatomical Sciences Education*, 12(5), 485–493. <https://doi.org/10.1002/ase.1832>
- Cruz, I. C. F. da. (2010). Demonstration and nursing clinical teaching - systematic literature review. *Online Brazilian Journal of Nursing*, 9(1). <https://doi.org/10.5935/1676-4285.20102837>
- Effendy, O. U. (2016). Evaluasi efektivitas pelatihan berbasis kompetensi dalam pendidikan vokasional. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 6(2), 180–191.
- Grundgeiger, T., Ertle, F., Diethel, D., Mengelkamp, C., & Held, V. (2023). Improving procedural skills acquisition of students during medical device training: experiments on e-Learning vs. e-Learning with hands-on. *Advances in Health Sciences Education*, 28(1), 127–146. <https://doi.org/10.1007/s10459-022-10148-0>
- Hazaimah, Z. D. K., & Ajlouni, B. A. (2023). Vocational Education Students' Acquisition of Practical Skills at Irbid National University in Jordan. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 58(2). <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.58.2.40>
- Ikhwan, M., Tri Ratnaningsih, A., Lestari, I., & Ikhsani, H. (2021). Aplikasi Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Untuk Mengidentifikasi Tutupan Hutan dan Lahan di Universitas Lancang Kuning. *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, 16(1), 86–101. <https://doi.org/10.31849/forestra.v16i1.5393>
- Indarta, Y., Jalinus, N., Abdullah, R., & Samala, A. D. (2021). 21st Century Skills : TVET dan Tantangan Abad 21. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(6), 4340–4348. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i6.1458>
- Junarto, R., & Djurjani, D. (2020). Pemanfaatan Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) untuk Pemetaan Kadaster. *BHUMI: Jurnal Agraria Dan Pertanahan*, 6(1). <https://doi.org/10.31292/jb.v6i1.428>
- Kusumawati, E., Sinaga, N. A., & Mardianis. (2024). Analisis Pengaturan dan Penggunaan Pesawat Tanpa Awak (Drone) dalam Wilayah Udara Indonesia. *Jurnal Intelektualita: Keislaman, Sosial Dan Sains*, 13(1), 35–42. <https://doi.org/10.19109/intelektualita.v13i1.19392>
- L. Kulhavy, D., R. Unger, D., Hung, I.-K., M. Williams, V., Zhang, Y., & Viegut, R. (2023). Integrating Drones Across the Curriculum at Stephen F. Austin State University. In *Drones - Various Applications*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1002705>
- LoVerde, J. A., Kerber, C., Kisch, T., Miller, B., Jenkins, S., & Shropshire, M. (2021). Comparison of lecture and manipulative teaching methods on learning and application to practice. *Nursing Forum*, 56(3), 520–528. <https://doi.org/10.1111/nuf.12575>
- Muharam, R. S., Afrilia, U. A., & Sudarma, S. (2025). Revitalisasi Pendidikan Vokasi Berbasis Kebutuhan Industri 4.0: Implikasi Kebijakan Pendidikan di Daerah Sub-Urban. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(3), 425–436. <https://doi.org/10.54259/diajar.v4i3.4440>
- Pickering, J. D., Panagiotis, A., Ntakakis, G., Athanassiou, A., Babatsikos, E., & Bamidis, P. D. (2022). Assessing the difference in learning gain between a mixed reality application and drawing screencasts in neuroanatomy. *Anatomical Sciences Education*, 15(3), 628–635. <https://doi.org/10.1002/ase.2113>
- Rauzan, M., & Yulianti, F. (2022). Pemanfaatan Drone Untuk Identifikasi Penggunaan Lahan di Dayah Raudhatul Quran Tungkop Kecamatan Darussalam Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Pendidikan Geosfer*, VII(1), 105–113. <https://doi.org/10.24815/jpg.v%vi%i.24400>
- Schneider, K., & Langen, R. (2021). What Is the Future of Adult Training?—A Systematic Literature Review. *Psychology*, 12(02), 236–254. <https://doi.org/10.4236/psych.2021.122015>
- Shrestha, B. R. P. (2016). Vocational Education and Training Graduates: Challenges in Practical Skills to the Job Market. *International Journal of Social Sciences and Management*, 3(3), 141–145. <https://doi.org/10.3126/ijssm.v3i3.15264>
- Siregar, T. M., Siahaan, B. M. G., Enjelika, T. N., Simbolon, M. E., Siringo-ringo, R. M., & Negeri Medan, U. (2023). Pengaruh Pemberian Pre-Test dan Post-test pada Mata Pelajaran Matematika dalam Keberhasilan Evaluasi Pembelajaran di SMA Swasta Cahaya Medan. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3(1), 396–401.

- Unger, D., Hung, I.-K., Zhang, Y., & Kulhavy, D. (2018). Integrating Drone Technology with GPS Data Collection to Enhance Forestry Students Interactive Hands-On Field Experiences. *Higher Education Studies*, 8(3), 49. <https://doi.org/10.5539/hes.v8n3p49>
- Villablanca, A. C., Slee, C., Lianov, L., & Tancredi, D. (2016). Outcomes of a Clinic-Based Educational Intervention for Cardiovascular Disease Prevention by Race, Ethnicity, and Urban/Rural Status. *Journal of Women's Health*, 25(11), 1174–1186. <https://doi.org/10.1089/jwh.2015.5387>
- Westphale, S., Backhaus, J., & Koenig, S. (2022). Quantifying teaching quality in medical education: The impact of learning gain calculation. *Medical Education*, 56(3), 312–320. <https://doi.org/10.1111/medu.14694>
- Williams, V., Unger, D., Kulhavy, D., Hung, I., & Zhang, Y. (2023). Assessing Drone Mapping Capabilities and Increased Cognitive Retention Using Interactive Hands-On Natural Resource Instruction. *Higher Education Studies*, 13(2), 28. <https://doi.org/10.5539/hes.v13n2p28>