

**PENGEMBANGAN *E-JOBSHEET* FOTOGRAMETRI UDARA MENGGUNAKAN
DRONE PADA ELEMEN PENGINDERAAN JAUH PROGRAM KEAHLIAN
TEKNIK GEOMATIKA DI SMK NEGERI 1 PERCUT SEI TUAN**

Satrio Zaidan Faiz Ananda¹, Zulkifli Matondang²,
Riansyah Putra³, Wisnu Prayogo⁴

^{1,2,3}Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan,

⁴Pendidikan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan

¹Satriozaidanfaiz@gmail.com, ²zulkiflimato@gmail.com,

³riansyahputra@unimed.ac.id, ⁴wisnuprayogo@unimed.ac.id

ABSTRACT

This study aimed to develop an Aerial Photogrammetry E-Jobsheet Using Drone on the Remote Sensing Element of the Geomatics Engineering Expertise Program at SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan and to determine its feasibility and practicality. This study used the Research and Development (R&D) method with the 3D model, consisting of Define, Design, and Develop. The product was developed as a GlideApps-based web app containing materials, occupational safety guidance, practical procedures, checklists, evaluation, and reflection. Data were collected through media expert validation, material expert validation, teacher response questionnaires, and student response questionnaires. The results showed that media expert validation obtained 82.69% in the very feasible category, material expert validation obtained 73.56% in the feasible category, teacher responses obtained 79.35% in the practical category, and student responses obtained 78.04% in the practical category. Therefore, the E-Jobsheet was feasible and practical to use as a supporting learning medium.

Keywords: E-Jobsheet, aerial photogrammetry, Drone, remote sensing, Geomatics, digital learning media

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan *E-Jobsheet* Fotogrametri Udara Menggunakan *Drone* pada Elemen Penginderaan Jauh Program Keahlian Teknik Geomatika di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan serta mengetahui kelayakan dan kepraktisannya. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model 3D, yaitu *Define, Design, dan Develop*. Produk dikembangkan dalam bentuk web app berbasis *GlideApps* yang memuat materi, K3, prosedur praktik, checklist, evaluasi, dan refleksi. Data diperoleh melalui validasi ahli media, validasi ahli materi, angket respon guru, dan angket respon siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa validasi ahli media memperoleh persentase 82,69% dengan kategori sangat layak, validasi ahli materi memperoleh 73,56% dengan kategori layak, respon guru memperoleh 79,35% dengan kategori praktis, dan respon siswa

memperoleh 78,04% dengan kategori praktis. Berdasarkan hasil tersebut, *E-Jobsheet* dinyatakan layak dan praktis digunakan sebagai media pendamping pembelajaran.

Kata Kunci: *E-Jobsheet*, fotogrametri udara, *Drone*, penginderaan jauh, media pembelajaran digital, Geomatika

A. Pendahuluan

Pendidikan kejuruan seperti Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki peran penting dalam mempersiapkan sumber daya manusia yang terampil dan siap kerja. Dalam era Revolusi Industri 4.0, kebutuhan dunia kerja terhadap tenaga terampil semakin berkembang, khususnya pada bidang-bidang berbasis teknologi dan informasi. Pembelajaran di SMK tidak hanya harus menanamkan pemahaman teoretis, tetapi juga keterampilan praktis yang sesuai dengan perkembangan industri. Salah satu bidang yang sangat relevan dalam konteks ini adalah Geomatika, di mana siswa dituntut untuk menguasai berbagai metode pengumpulan dan pengolahan data spasial.

SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan merupakan salah satu sekolah kejuruan yang memiliki Program Keahlian Teknik Geomatika dan Survei, yang berfokus pada penguasaan teknik surveyor, pemetaan, dan sistem informasi

geospasial. Sebagai sekolah vokasi, SMK ini berkomitmen mencetak lulusan yang memiliki keterampilan serta mampu bersaing di dunia industri. Upaya peningkatan mutu pendidikan di SMK tersebut tidak terlepas dari peran institusi pendidikan dalam melakukan inovasi dan riset yang selaras dengan perkembangan kebutuhan industri konstruksi dan geospasial.

Transformasi industri menuju era 4.0 telah memicu lonjakan adopsi teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) yang salah satunya adalah Drone secara masif di berbagai sektor strategis global. Dalam bidang geomatika, akuisisi data fotogrametri udara menjadi kompetensi inti yang harus dikuasai untuk menghasilkan produk geospasial presisi. Tantangan utamanya terletak pada bagaimana menjembatani antara teori penginderaan jauh yang kompleks dengan praktik operasional di lapangan yang memerlukan ketelitian teknis tinggi. Penggunaan media pembelajaran yang interaktif dan

adaptif terhadap perkembangan teknologi menjadi prasyarat mutlak dalam menciptakan ekosistem pembelajaran abad ke-21 yang efektif.

Permasalahan nyata di lapangan teridentifikasi melalui hasil observasi mendalam dan pencapaian Nilai Ketuntasan Minimal (KKM) pada elemen penginderaan jauh di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan. Fakta yang ditemukan menunjukkan bahwa dari total 58 siswa kelas XI Teknik Geomatika tahun ajaran 2024/2025, banyak siswa yang belum mencapai kompetensi yang diharapkan. Rendahnya capaian kompetensi ini menegaskan adanya kesenjangan antara ketersediaan media belajar dengan target penguasaan teknologi fotogrametri udara yang sedang berkembang.

Tabel 1. Data Hasil Belajar Siswa pada Elemen Penginderaan Jauh Kelas XI Teknik Geomatika SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan

Rentang Nilai	Jumlah Siswa	Persentase (%)	Kategori
<75	22	37,93 %	Tidak Kompeten
75-80	27	46,55 %	Cukup Kompeten
81-90	9	15,52 %	Kompeten
91-100	0	0 %	Sangat Kompeten
Jumlah	58	100	

Keterbatasan struktur belajar yang sistematis juga menjadi catatan penting, karena pembelajaran praktik fotogrametri udara membutuhkan tahapan kerja yang jelas mulai dari

persiapan alat, pemeriksaan keselamatan, pengambilan foto udara, hingga dokumentasi hasil praktik untuk meningkatkan rasa tanggung jawab dan profesionalisme siswa dalam mengerjakan proyek fotogrametri. Digitalisasi instruksi kerja yang interaktif menjadi solusi strategis untuk mengisi celah antara kebutuhan industri digital dengan metode instruksional yang masih bersifat konvensional di sekolah.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan media pembelajaran digital yang tidak hanya menyajikan materi, tetapi juga mampu memandu siswa mengikuti prosedur praktik secara bertahap dan aman. Penelitian ini mengembangkan E-Jobsheet yang secara khusus memuat panduan praktik fotogrametri udara menggunakan Drone pada elemen Penginderaan Jauh di SMK. Produk ini dirancang untuk membantu siswa memahami prosedur persiapan, keselamatan kerja, pengambilan foto udara, prinsip overlap, serta keterkaitan antara proses akuisisi data udara dengan produk fotogrametri seperti Orthomosaic.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Model pengembangan yang digunakan diadaptasi dari model 4D Thiagarajan, namun dibatasi menjadi model 3D (Three-D Models) yang terdiri dari tiga tahapan utama yaitu Define (Pendefinisian), Design (Perancangan), dan Develop (Pengembangan).

Tahap Define mencakup analisis kebutuhan lapangan, analisis kurikulum Merdeka Fase F, dan analisis karakteristik peserta didik. Tahap Design meliputi perancangan struktur menu E-Jobsheet berbasis GlideApps, penyusunan materi praktik, panduan K3, checklist penerbangan, serta instrumen evaluasi. Tahap Develop merupakan tahap validasi oleh para ahli dan uji coba terbatas kepada pengguna. Validasi dilakukan oleh ahli materi untuk menilai kesesuaian konten dengan capaian pembelajaran, serta oleh ahli media untuk menilai fungsionalitas, navigasi, dan tampilan visual E-Jobsheet.

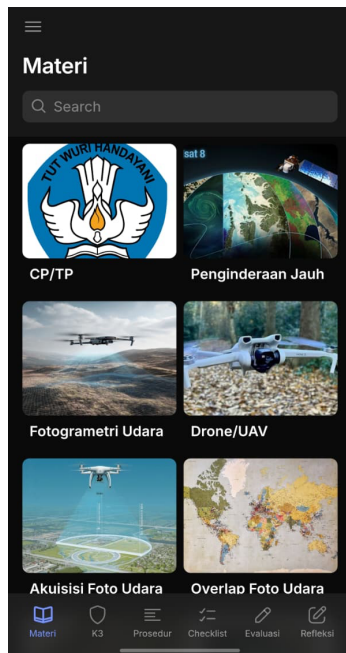
Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah guru mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Geospasial dan siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Geomatika di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan. Instrumen pengumpulan data yang digunakan berupa lembar validasi untuk ahli materi dan ahli media, serta angket respon kepraktisan untuk guru dan siswa. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan skala Likert untuk mengklasifikasikan tingkat kelayakan dan kepraktisan produk yang dikembangkan.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah E-Jobsheet Fotogrametri Udara Menggunakan Drone yang diakses melalui web app berbasis GlideApps. E-Jobsheet ini dirancang khusus untuk memfasilitasi pembelajaran praktik pada Elemen Penginderaan Jauh Fase F. Fitur-fitur utama yang disematkan dalam media ini meliputi menu Materi yang berisi konsep dasar penginderaan jauh dan drone, menu K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja) untuk penerbangan drone, menu Prosedur kerja operasional, menu Checklist pra-

penerbangan, menu Evaluasi, serta menu Refleksi bagi siswa.

Gambar 1 Tampilan Menu Utama E-Jobsheet



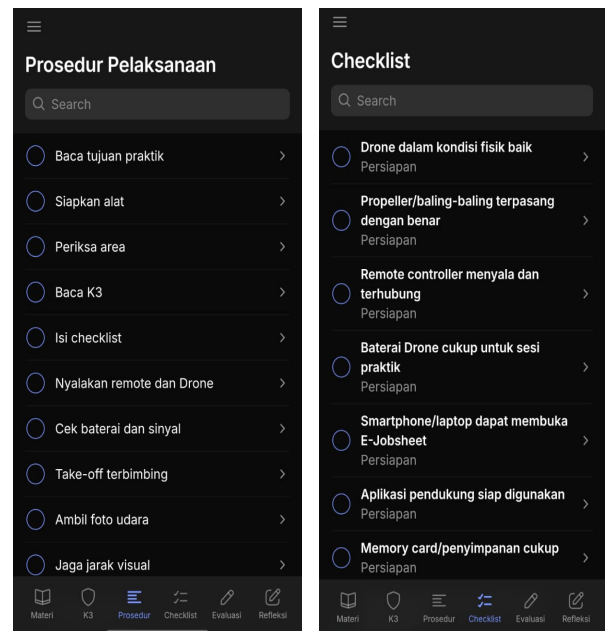
Berikut adalah tabel yang merekapitulasi hasil validasi dari ahli serta respon pengguna (guru dan siswa) terhadap E-Jobsheet yang dikembangkan.

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Penilaian Produk

No	Aspek Penilaian	Skor Diperoleh	Skor Maksimal	Persentase %	Kategori
1	Validasi Ahli Media	172	208	82,69%	Sangat Layak
2	Validasi Ahli Materi	153	208	73,56%	Layak
3	Respon Guru	146	184	79,35%	Praktis
4	Respon Siswa	718	920	78,04%	Praktis

Berdasarkan hasil validasi, E-Jobsheet ini dinyatakan layak dan praktis. Ahli media memberikan skor 82,69% yang mengindikasikan bahwa desain antarmuka, navigasi, dan integrasi multimedia (video dan gambar) dalam aplikasi telah memenuhi standar kelayakan media pembelajaran interaktif yang baik. Sementara itu, ahli materi memberikan skor 73,56% yang berarti bahwa konten materi prosedur penerbangan, overlap foto, dan K3 telah sesuai dengan Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka.

Gambar 2 Tampilan Menu Prosedur dan Checklist E-Jobsheet



Pembahasan hasil penelitian menunjukkan bahwa E-Jobsheet digital ini mampu menjembatani celah instruksional yang ada pada pembelajaran praktik konvensional. Sebagai sebuah instrumen instruksional, E-Jobsheet mengatur alur kerja siswa secara sistematis melalui penyajian instruksi yang terstruktur. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penggunaan instrumen elektronik dapat memvisualisasikan langkah kerja secara mendetail sehingga meminimalisir ketergantungan siswa terhadap instruksi lisan guru di lapangan.

Secara teknis, pemahaman mengenai tumpang tindih (overlap) foto udara serta keselamatan kerja (K3) dapat diinternalisasi lebih baik oleh siswa melalui panduan visual yang ada pada E-Jobsheet. Media digital ini memfasilitasi kemandirian belajar di mana siswa dapat mengakses kembali panduan kapan saja menggunakan smartphone mereka masing-masing tanpa harus bergantian menggunakan modul cetak. Keberhasilan siswa dalam merespons aplikasi dengan nilai kepraktisan 78,04% menunjukkan

bahwa antarmuka GlideApps mudah dipahami oleh karakteristik generasi digital saat ini.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa E-Jobsheet Fotogrametri Udara Menggunakan Drone pada Elemen Penginderaan Jauh Program Keahlian Teknik Geomatika di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan telah berhasil dikembangkan dengan menggunakan model R&D 3D. Produk tersebut telah divalidasi dan mendapatkan kategori sangat layak dari segi media (82,69%) dan kategori layak dari segi materi (73,56%).

Selain itu, uji coba kepraktisan produk menunjukkan bahwa E-Jobsheet ini sangat praktis digunakan sebagai media pendamping pembelajaran, dengan persentase kepraktisan dari guru sebesar 79,35% dan dari siswa sebesar 78,04%. Oleh karena itu, E-Jobsheet ini direkomendasikan untuk diimplementasikan secara lebih luas dalam kegiatan praktikum Geomatika guna meningkatkan kualitas pemahaman siswa terkait akuisisi

data spasial dan fotogrametri udara secara aman, terstruktur, dan mandiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Rahayu. (2025). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Pengertian, Jenis dan Tahapan. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(3), 459–470.
- Afelina, W., & Purwadi, D. (2018). Penerapan Pembelajaran Kontekstual Sebagai Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X Geomatika SMKN 1 Nganjuk Dalam Memahami Standar Kompetensi Teknik Pengukuran Posisi Vertikal. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 2(2), 1–9.
- Agustini, Rahmawati, S., & Annisha, D. (2024). *Inquiry-Based Learning dalam Kurikulum Merdeka*. Penerbit Mifandi Mandiri Digital.
- Alfiani Dwi Astuti. (2025). Implementasi Kurikulum Merdeka: Pembelajaran Kontekstual Berbasis Outdoor Learning Pada Materi Penginderaan Jauh. *Jurnal Pendidikan & Pengajaran (Jupe2)*, 3(1), 162–173.
- Apriani, L., et al. (2026). Peningkatan Kompetensi Survei dan Pemetaan melalui Pelatihan Praktik Akuisisi dan Pengolahan Foto Udara di SMKN 2 Garut. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 543–554.
- Borg, Walter R., & Gall, Meredith D. (1983). *Educational Research: An Introduction*. New York: Longman.
- BSKAP. (2025). *Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah*. Permendikdasmen No. 11 Tahun 2025 tentang Kurikulum Satuan Pendidikan.
- Budiyono, A. (2007). Advances in Unmanned Aerial Vehicles Technologies. *Chinese Science Bulletin*, 52(1), 1–13.
- Dick, W., & Carey, L. (2009). *The Systematic Design of Instruction*. Boston: Pearson.
- Eka, W., & Hidayat, K. N. (2026). Studi Literatur: Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Jobsheet untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan*, 6(4), 1–7.
- Escalante, J., Cáceres, J., & Porras, H. (2016). Ortomosaicos y modelos digitales de elevación generados a partir de imágenes UAV. *Revista Tecnura*, 20(50), 119–140.
- Farid Ade Setiawan. (2025). Integrasi Big Data Dan Sistem Informasi Geospasial Untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan Di Indonesia. *Data Sciences Indonesia (DSI)*, 5(1), 105–118.
- Fatmawati, F., et al. (2023). Pengelolaan Peralatan Praktik Menggunakan Asset Inventory System Berbasis Ubiquitous dan Cloud Computing. *Abdimas Universal*, 5(2), 319–327.
- Firmansyah, Y. (2024). Pemanfaatan Foto Udara Untuk Rencana Pengembangan Kawasan

- Wisata Desa Tamansari. *Jurnal Teknik UNPAK*, 25(1), 45–49.
- Gherga, B., et al. (2020). Methods for generating the digital terrain model, digital surface model and *Orthomosaic* using UAV and GNSS technology. *Research Journal of Agricultural Science*, 52(4), 32–42.
- Hussain, A. H., et al. (2024). Integrating Industry 4.0 into Higher Education: A Case Study of a *Drone* Course. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 14(6), 1930–1947.
- Liba, N., Järve, I., & Rand, M. (2013). Quality of orthophoto mosaics made with different methods. *Žemės Ūkio Mokslai*, 20(2), 90–99.
- Lobo, D., et al. (2021). Preparing Students for *Drone* Careers Using Active Learning Instruction. *IEEE Access*, 9, 126216–126230.
- Maulana, T., et al. (2024). Analisis Perbandingan Modeling 3 Dimensi Data Foto Udara Menggunakan Software Pix4D Mapper Dan Agisoft Photoscan. *Jurnal Teknik, Komputer, Agroteknologi Dan Sains*, 3(1), 1–9.
- Mindarta, E. K., et al. (2018). The Effectiveness of Using *E-Jobsheet* in Teaching Machine Control System Practice. *Erudio Journal of Educational Innovation*, 5(2), 65–69.
- Nurtanto, M., & Sofyan, H. (2015). Implementasi Problem-Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 5(3), 352–364.
- Okpatrioka. (2023). Penelitian Dan Pengembangan (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 1(1), 87–100.
- Palik, M., & Nagy, M. (2019). Brief history of UAV development. *Repüléstudományi Közlemények*, 31(1), 155–166.
- Phang, F. A., et al. (2021). Integrating *Drone* Technology in Service Learning for Engineering Students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(15), 78–90.
- Pratama, A. M., & Sari, Y. I. (2026). Implementasi Model Problem-Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan*, 2(1), 66–74.
- Ridwan, R., & Nurmanita, M. (2025). Efektivitas Penggunaan Jobsheet Berbantuan Electrical Control Techniques Simulator Untuk Meningkatkan Berpikir Kreatif. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 4(3), 49–57.
- Farkhan, R., Widodo, W., & Johan, A. B. (2025). Development of job sheet in technical drawing subject to improve drawing competency of grade X students. *Journal of Education Technology*, 9(3), 553–565.
- Sudarsono, B., Sabri, L. M., & Dinoto, T. S. (2020). Pengukuran Luas Metode Terestris Menggunakan

- Alat Ukur GPS Dan Metode Fotogrametri Menggunakan Foto Udara UAV. *Elipsoida: Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 3(02), 143–150.
- Sugeng, S., et al. (2019). Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Mapping Plantation Area. *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 7(1), 79–89.
- Suryati, L., et al. (2023). Penerapan Program Teaching Factory dalam Mempersiapkan Kompetensi Kewirausahaan Siswa pada Pendidikan Vokasi. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 7(1), 58–66.
- Torang Siregar. (2023). Tahapan Model Penelitian Dan Pengembangan Research And Development (R&D). *DIROSAT: Journal of Education, Social Sciences & Humanities*, 1(4), 142–158.
- Mohd Daud, S. M. S., Yusof, M. Y. P. M., Heo, C. C., Khoo, L. S., Singh, M. K. C., Mahmood, M. S., & Nawawi, H. (2022). *Applications of Drone in disaster management: A scoping review*. *Science & Justice*, 62(1), 30–42. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2021.11.002>
- Ernawati, I., & Sukardiyono, T. (2017). Uji kelayakan media pembelajaran interaktif pada mata pelajaran administrasi server. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 2(2), 204–210. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v2i2.17315>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Nieveen, N. (1999). Prototyping to Reach Product Quality. In: van den Akker, J., Branch, R.M., Gustafson, K., Nieveen, N., Plomp, T. (eds) *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7_10
- Faizah, H., & Kamal, R. (2024). Belajar dan Pembelajaran. *Jurnal Basicedu*, 8(1), 466–476.
- Hanafy, M. S. (2014). KONSEP BELAJAR DAN PEMBELAJARAN. *Lentera Pendidikan: Jurnal Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan*, 17(1), 66–79.
- Salsabila Salsabila, Arya Bisma Nugraha, & Gusmaneli Gusmaneli. (2024). Konsep Dasar Belajar dan Pembelajaran dalam Pendidikan. *PUSTAKA: Jurnal Bahasa Dan Pendidikan*, 4(2), 100–110.
- Lusiani. (2021). Perbedaan Hasil Belajar ditinjau dari Pemahaman Konsep dan Perhitungan Matematis pada Pembelajaran Fisika Terapan. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(6), 4786–4793.
- Rivaldi, H. R., Wahyudi, A., & Sari, R. A. N. I. (2025). Analisis Kualitas Butir Soal Asesmen Sumatif Geografi pada Materi Peta, Penginderaan Jauh, dan Sistem

- Informasi Geografis. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(1), 102–113.
- Sutrisno, S., & Marpaung, S. F. (2025). PENGEMBANGAN *E-JOBSHEET* BERBASIS LIVEWORKSHEETS PADA MATA PELAJARAN DASAR-DASAR TEKNIK GEOSPASIAL. *VOCATIONAL: Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan*, 5(4), 324–334.
- Sutrisno, V. L. P., & Siswanto, B. T. (2016). Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil belajar siswa pada pembelajaran praktik kelistrikan otomotif SMK di Kota Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 6(1), 111–120.
- Alfia, A., Siahaan, S. M., Wiyono, K., Raharjo, M., & Safitri, E. R. (2023). Pengembangan *E-Jobsheet* dengan Liveworksheet untuk meningkatkan efektivitas praktik siswa SMK. *Jurnal Muara Pendidikan*, 8(1), 108–117.
- Adibowo, D. L., Emilia, A., Sa'id, I. B., Ratno, P. P., Maiyanti, A. A., & Anggraini, A. (2025). Pengembangan media pembelajaran berbasis website edukasi untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 8(2), 1155–1165.
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing (NIST Special Publication 800-145). National Institute of Standards and Technology.
- Purbaningtyas, R., Widiarta, M. M. D., & Albaab, M. R. U. (2023). Desain backbone system platform Metabase GIS data analysis berbasis cloud. *Techno.Com*, 22(4), 1004–1013.
- Permana, B. S., Hazizah, L. A., & Herlambang, Y. T. (2024). Teknologi pendidikan: Efektivitas penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi di era digitalisasi. *Khatulistiwa: Jurnal Pendidikan dan Sosial Humaniora*, 4(1), 19–28.
- Prihantoro, C. R., Dwiwati, S. T., & Hakim, M. I. H. (2025). Pengembangan media pembelajaran berbasis *E-Jobsheet* pada mata pelajaran Gambar Teknik kelas X di SMKS. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 13(1), 30–37.
- Alkaabi, K., & Abuelgasim, A. (2017). Applications of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) technology for research and education in UAE. *International Journal of Social Sciences Arts and Humanities*, 5(1), 4–11.
- Colomina, I., & Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92, 79–97.
- Daramola, O., Olaleye, J., Ajayi, O. G., & Olawuni, O. (2017). Assessing the geometric accuracy of UAV-based orthophotos. *South African Journal of Geomatics*, 6(3), 395–406.
- Fanta-Jende, P., Kern, A., Glira, P., Bruckmüller, F., & Sulzbachner, C. (2021). An accurate real-time UAV mapping solution for the

- generation of orthomosaics and surface models. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLIII-B1-2021, 165–171.
- Kurniawati, U. F., Erli Handayani, K. D. M., Nurlaela, S., Idajati, H., Firmansyah, F., Pratomoadojo, N. A., & Septriadi, R. S. (2022). Pengolahan data berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk kebutuhan penyusunan profil di Kecamatan Sukolilo. *Sewagati*, 4(3), 190–196.
- Osmani, K., & Schulz, D. (2024). Comprehensive investigation of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): An in-depth analysis of avionics systems. *Sensors*, 24(10), 3064.
- Purwanto, T. H. (2017). Pemanfaatan foto udara format kecil untuk ekstraksi Digital Elevation Model dengan metode stereoplotting. *Majalah Geografi Indonesia*, 31(1), 73–82.
- Yao, H., Qin, R., & Chen, X. (2019). Unmanned aerial vehicle for remote sensing applications—A review. *Remote Sensing*, 11(12), 1443.
- Gemilang, Y. R., & Suprianto, B. (2016). Kendali jarak jauh UAV (Unmanned Aerial Vehicle) tipe quadcopter menggunakan transceiver NRF24L01+ beserta job sheet uji coba. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 5(3), 861–866.
- Adeleke, O. O., Ojekanmi, O. O., & Seidu, I. A. (2021). Development and performance evaluation of a quadcopter. *International Journal of Advances in Engineering and Management*, 3(12), 1116–1128.
- Le Gall, T. E. (2023). Design, development, and validation of a web-based control application for *Drones* [Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya].
- Jofré-Briceño, C., Muñoz-La Rivera, F., Atencio, E., & Herrera, R. F. (2021). Implementation of facility management for port infrastructure through the use of UAVs, photogrammetry and BIM. *Sensors*, 21(19), 6686. <https://doi.org/10.3390/s21196686>
- Robbins, H. (2018). Evaluating the “*Drone the Unknown*” 4-H program curriculum [Master's project, Virginia Tech].
- Walker, C. (2023). Elevating education: The impact of *Drones* on 21st century learning. Teachers Institute of Philadelphia.