

Pengolahan Citra Planet Scope untuk Meningkatkan Pemrosesan Data Digital pada GIS Siswa SMKN 1 Bukittinggi

Sri Kandi Putri^{1*}, Mentari Dian Pertiwi², Septiana Vратиwi³

^{1,2,3}Universitas Negeri Padang

*Corresponding author, e-mail: srikandi_25@fis.ac.id.

Abstrak

Pelatihan pemrosesan citra PlanetScope (CPS) bertujuan untuk meningkatkan keterampilan siswa SMKN 1 Bukittinggi, Departemen Teknik Geomatika, dalam memproses data digital yang relevan untuk Sistem Informasi Geografis (SIG). Pelatihan meliputi pengenalan terhadap konsep dasar citra satelit, teknik pengolahan data, dan penerapan GIS untuk analisis geospasial. Metode yang digunakan meliputi pengembangan materi pelatihan yang disesuaikan dengan kurikulum, penyediaan hardware dan software, serta sesi praktik langsung dan demonstrasi. Pelatihan diikuti oleh 30 siswa, menggunakan instrumen evaluasi pretest–posttest, observasi, serta penugasan praktik. Hasil nilai menunjukkan rata-rata pretest dan 64,47 dengan standar deviasi 12,25, sedangkan rata-rata nilai posttest meningkat menjadi 85,29 dengan standar deviasi 11,95. Uji Paired Sample T-Test menunjukkan nilai $t = -12,56$ dengan $p < 0,001$. Evaluasi hasil menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman mahasiswa tentang pemrosesan citra CPS dan kemampuan mereka dalam menggunakan perangkat lunak GIS. Pelatihan juga meningkatkan motivasi dan kepercayaan diri siswa dalam mengaplikasikan keterampilan baru. Secara kesimpulan, Pelatihan CPS terbukti efektif menyiapkan siswa menghadapi kebutuhan industri geomatika berbasis digital.

Kata Kunci: Citra Planet Scope (CPS); SIG; SMKN 1 Bukittinggi; Teknik Geomatika.

Abstract

The PlanetScope (CPS) image processing training aimed to enhance the skills of students at SMKN 1 Bukittinggi, Department of Geomatics Engineering, in processing digital data relevant to Geographic Information Systems (GIS). The training covered an introduction to the basic concepts of satellite imagery, data processing techniques, and the application of GIS for geospatial analysis. The methods included the development of training materials aligned with the curriculum, the provision of hardware and software, as well as hands-on practice sessions and demonstrations. The training was attended by 30 students and evaluated using pretest–posttest instruments, observation, and practical assignments. The results showed that the average pretest score was 64.47 with a standard deviation of 12.25, while the average posttest score increased to 85.29 with a standard deviation of 11.95. A Paired Sample T-Test revealed a value of $t = -12.56$ with $p < 0.001$. These results indicate a significant improvement in students' understanding of CPS image processing and their ability to use GIS software. The training also enhanced students' motivation and confidence in applying their newly acquired skills. In conclusion, CPS training proved to be effective in preparing students to meet the demands of the digital-based geomatics industry.

Keywords: Citra Planet Scope (CPS); Geomatics engineering; SIG; SMKN 1 Bukittinggi.

How to Cite: Putri, S. K., Pertiwi, M. D. & Vратиwi, S. (2025). Pengolahan Citra Planet Scope untuk Meningkatkan Pemrosesan Data Digital pada GIS Siswa SMKN 1 Bukittinggi. *Abdi: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 7(3), 761-767.



This is an open access article distributed under the Creative Commons Share-Alike 4.0 International License. If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. ©2025 by author.

Pendahuluan

Teknologi pemetaan berkembang dengan cepat selama era digital dan revolusi industri 4.0. pada masa sekarang, berbagai software pemetaan memiliki banyak fitur, seperti manajemen basis data, pengolahan data spasial, pemrosesan gambar satelit, dan visualisasi data spasial interaktif. Pembelajaran pemetaan memerlukan keterampilan praktis—khususnya dalam pengolahan citra digital—selain pemahaman konsep. Hal ini sejalan dengan kebutuhan akan keterampilan sumber daya manusia yang terampil dalam teknologi geospasial yang lebih tinggi. Oleh karena itu, dukungan dari institusi pendidikan, baik sekolah maupun universitas, sangat penting, termasuk pelatihan dalam pengolahan citra satelit.

PlanetScope, yang menawarkan keunggulan berupa resolusi spasial tinggi (3–5 m) dan frekuensi perekaman harian, adalah salah satu citra satelit yang saat ini banyak digunakan. PlanetScope memiliki banyak keunggulan yang membuatnya sangat cocok untuk pembelajaran penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG), terutama di sekolah vokasi seperti SMK Jurusan Geomatika. Untuk analisis spasial, penelitian sebelumnya lebih banyak menggunakan citra resolusi menengah seperti Sentinel atau Landsat (Zhang et al., 2019; Hasan et al., 2021). Namun, PlanetScope masih tidak banyak digunakan untuk pembelajaran kejuruan. Oleh karena itu, penggunaan gambar PlanetScope sebagai alat pelatihan di SMK Geomatika dapat membantu siswa meningkatkan kemampuan mereka dalam pengolahan data spasial (Putri et al., 2024).

Citra satelit merupakan komponen penting dalam GIS. Menurut Chang (2016), GIS adalah sistem komputer yang digunakan untuk menangkap, menyimpan, mengajukan pertanyaan, menganalisis, dan menampilkan data geospasial. Menurut Sudianto, Ida, & Wijaya (2020), teknologi GIS memungkinkan pengambilan keputusan untuk berbagai masalah geografis selain memungkinkan pengaturan, analisis, dan penggabungan data. Perencanaan wilayah, pengelolaan sumber daya alam, mitigasi bencana, dan urbanisasi adalah beberapa contoh bagaimana GIS telah berkembang menjadi teknologi penting di era komputer (Gorelick et al., 2017; Manfreda et al., 2019). Selain itu, penelitian terbaru menunjukkan bahwa GIS sangat penting untuk mendukung literasi digital pendidikan kejuruan (Daryono et al., 2021; Pertiwi, Putri, & Jaya, 2023; Wang et al., 2020; Bhatia et al., 2022; Fitria et al., 2023).

Di SMK Jurusan Geomatika, siswa tidak memahami materi pemetaan dan pengolahan citra digital dengan baik. Ini menyebabkan proses pembelajaran menjadi kurang efektif, terutama dalam menguasai keterampilan pengolahan citra digital. Namun, salah satu keterampilan penting yang sangat diperlukan di dunia kerja, terutama di bidang pemetaan, pertambangan, perkebunan, dan perencanaan tata ruang. Siswa tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual tetapi juga pengalaman praktis dalam menganalisis dan mengolah data spasial melalui pelatihan pengolahan gambar PlanetScope dalam pembelajaran GIS. Oleh karena itu, diharapkan bahwa kegiatan ini akan membantu meningkatkan kemampuan siswa di SMKN 1 Bukittinggi Jurusan Teknik Geomatika dan juga memperkaya metode pembelajaran.

Metode Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan Pelatihan *Pengolahan Citra Planet Scope* (CPS) untuk Meningkatkan *Digital Data Processing* pada Materi *Geographic Information System* (GIS) Siswa SMK 1 Bukittinggi Jurusan Teknik Geomatika, dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Perencanaan dan Persiapan Awal yaitu melakukan identifikasi kebutuhan dan tujuan pelatihan

Menetapkan jadwal pelaksanaan, koordinasi dengan tim pelaksana dan pihak sekolah. Kegiatan ini dilakukan melalui *needs assessment* dengan melakukan wawancara kepada guru untuk mengidentifikasi kebutuhan keterampilan digital dan kompetensi kurikulum agar proses pelatihan berjalan dengan terarah dan terstruktur. Cohen et. al, 2018 menyebutkan bahwa *needs assessment* ini penting karena dapat memastikan relevansi program dengan kebutuhan peserta didik.



Gambar 1. Diskusi dengan pihak sekolah

Pengembangan Materi Pelatihan

Pengembangan materi yaitu mengembangkan modul pelatihan yang mencakup konsep dasar pengolahan citra satelit, teknik pengolahan data, dan aplikasi dalam GIS. Mengumpulkan atau pengembangan materi pembelajaran, tutorial, dan contoh kasus. Menyesuaikan materi dengan kurikulum yang berlaku dan tingkat pemahaman siswa.

Mengidentifikasi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk pelatihan

Mempersiapkan pengadaan perangkat keras seperti komputer dan perangkat input- out. Menginstall perangkat lunak seperti aplikasi pengolahan citra satelit dan GIS. Instalasi perangkat dilakukan sebelum memulai pelatihan dan dilakukan *technical readiness assessment* untuk memastikan kesiapan teknis (Fraenkel et.al 2019).

Pelatihan Praktis dan Demonstrasi

Menyelenggarakan sesi pelatihan yang terdiri dari ceramah, diskusi, dan demonstrasi langsung. Praktik langsung menggunakan perangkat lunak dan peralatan yang diperlukan. Bagian penting dari pelatihan ini adalah praktik langsung (*hands on practice*). Memberikan bimbingan individual atau kelompok kepada siswa dalam memahami materi dan menerapkan keterampilan yang dipelajari. Creswell (2018) menyatakan bahwa melalui praktik nyata, refleksi dan penerapan hasil pembelajaran peserta didik mampu mendapatkan pengalaman belajar.

Evaluasi dan Penilaian

Melakukan evaluasi formatif selama dan setelah pelatihan untuk mengevaluasi pemahaman dan kemampuan siswa. Menggunakan berbagai metode evaluasi, seperti ujian tertulis. Analisis data dilakukan secara kuantitatif (statistik deskriptif, uji perbedaan *pre-test dan post-test*).

Pelatihan Pengolahan Citra Planet Scope (CPS) dapat dilaksanakan dengan efektif dan memberikan dampak yang signifikan dalam peningkatan digital data processing pada siswa Jurusan Teknik Geomatika di SMK 1 Bukittinggi.

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian pelatihan dimulai dengan perencanaan awal dan persiapan, di mana tim pelaksanaan dan sekolah mengadakan diskusi untuk mengidentifikasi kebutuhan pelatihan dan tujuan yang ingin dicapai. Langkah ini penting untuk menyelaraskan harapan dari semua pihak yang terlibat dan memastikan pelatihan dapat berjalan sesuai rencana (Zunaidi, A., 2024). Jadwal implementasi ditetapkan berdasarkan kesepakatan bersama, dengan memperhatikan waktu yang tidak mengganggu kegiatan belajar mengajar siswa. Selain itu, koordinasi lebih lanjut juga dilakukan mengenai persiapan teknis dan logistik, termasuk menentukan lokasi pelatihan dan alur kegiatan. Koordinasi yang baik antara tim pelaksana dan sekolah sangat penting untuk memastikan pelatihan berjalan lancar dan berhasil.



Gambar 2. Koordinasi Kegiatan dengan Dosen dan Pihak sekolah

Selanjutnya, tim mengembangkan materi pelatihan yang komprehensif dan berbasis kebutuhan. Modul pelatihan yang mencakup konsep dasar pemrosesan citra satelit, teknik pemrosesan data, dan aplikasi GIS dikembangkan dengan menyesuaikan kurikulum yang berlaku dan relevan bagi siswa. Materi pengajaran meliputi tutorial praktis, lembar kerja, dan contoh kasus yang bisa diterapkan, sehingga siswa dapat langsung memahami dan berlatih teori yang dipelajari (Jufri, et al 2023). Pengembangan materi juga dilakukan dengan menyesuaikan tingkat kesulitan berdasarkan pemahaman siswa sehingga pelatihan dapat diikuti dengan baik oleh semua peserta, tanpa ada yang tertinggal (Kusumaningtyas, 2020). Penyesuaian ini membantu memastikan bahwa materi yang diajarkan dapat diintegrasikan dengan mudah ke dalam pembelajaran sehari-hari siswa.



Gambar 3. Penyampaian Konsep dasar CPS pada siswa

Pada tahap persyaratan perangkat keras dan perangkat lunak, tim memastikan bahwa peralatan yang diperlukan seperti komputer, perangkat input-output, serta perangkat lunak pemrosesan gambar GIS dan citra PlanetScope tersedia dan terinstal dengan baik. Persiapan perangkat keras juga meliputi pengadaan proyektor, perangkat jaringan, dan alat lain yang diperlukan selama pelatihan. Perangkat lunak yang dipilih, seperti QGIS atau ArcGIS, dipilih karena sesuai dengan kebutuhan pelatihan dan kompatibel dengan materi yang akan diajarkan. Selain itu, tim juga memastikan adanya dukungan teknis selama pelatihan untuk mengatasi masalah teknis yang mungkin terjadi. Persiapan yang hati-hati pada tahap ini penting untuk mencegah masalah teknis yang dapat menghambat pelatihan. Pelatihan praktis dan demonstrasi menjadi inti dari kegiatan dan dirancang untuk memberikan pengalaman langsung kepada peserta. Sesi pelatihan dimulai dengan ceramah interaktif untuk memberikan pengenalan terhadap materi CPS, diikuti dengan demonstrasi langsung penggunaan perangkat lunak dan pemrosesan gambar satelit. Demo ini mencakup seluruh proses, mulai dari mengunduh data satelit, pemrosesan gambar, hingga menginterpretasikan hasilnya. Para peserta memiliki kesempatan untuk melakukan latihan langsung menggunakan perangkat lunak yang telah disiapkan.

Setelah diterapkannya metode pembelajaran yang lebih interaktif dan praktis, terlihat peningkatan signifikan dalam kemampuan siswa dalam mengolah citra CPS. Siswa mulai memahami konsep dasar CPS dengan lebih baik, termasuk cara kerja sistem ini dan manfaatnya dalam pemetaan dan analisis geospasial. Mereka juga menjadi lebih terampil dalam menggunakan perangkat lunak CPS, termasuk pengaturan dan pemrosesan citra yang dihasilkan.



Gambar 4. Proses pengolahan data CPS

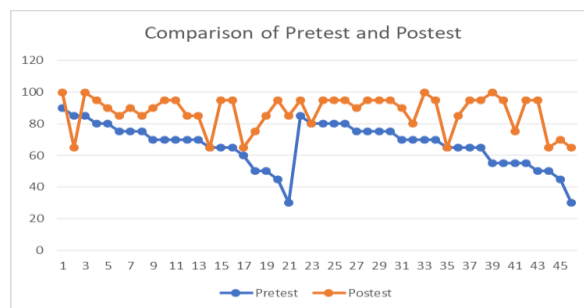
Dengan bimbingan intensif dari mahasiswa, baik secara individu maupun dalam kelompok, siswa dapat lebih mudah memahami teknik yang dipelajari dan mengaplikasikannya dalam tugas kecil yang diberikan selama sesi pelatihan. Di akhir pelatihan, evaluasi dan penilaian dilakukan untuk mengukur pemahaman dan keterampilan siswa secara keseluruhan. Evaluasi Pretest dan posttest diberikan sebelum dan sesudah pelatihan untuk memastikan bahwa setiap peserta memahami materi dengan baik dan mengikuti setiap tahap latihan dengan efektif.



Gambar 5. Bimbingan siswa dari mahasiswa

Selain itu, terdapat peningkatan dalam kemampuan analisis data siswa. Mereka dapat menginterpretasikan citra CPS dengan lebih baik, mengidentifikasi fitur-fitur penting dalam citra, dan mengambil tindakan perbaikan jika diperlukan. Ini adalah keterampilan penting dalam pekerjaan yang melibatkan analisis citra geospasial, seperti pemetaan, pemantauan perubahan lingkungan, dan analisis sumber daya alam.

Peningkatan kemampuan siswa dalam pengolahan citra CPS setelah penerapan metode pembelajaran yang efektif menunjukkan bahwa pendekatan ini berhasil. Hasil pelatihan ini konsisten dengan temuan-temuan sebelumnya yang menunjukkan bahwa pembelajaran yang interaktif, praktis, dan relevan dengan kebutuhan siswa cenderung menghasilkan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan kemampuan teknis (Iswara, Dina Mawar, et al. 2024).



Gambar 6. Perbandingan Pretest dan Posttest pengolahan data CPS

Dari analisis data pretest dan posttest terhadap 45 peserta didik, diperoleh rata-rata nilai pretest sebesar 64,47 dengan standar deviasi 12,25, sedangkan rata-rata nilai posttest meningkat menjadi 85,29 dengan standar deviasi 11,95. Uji Paired Sample T-Test menunjukkan nilai $t = -12,56$ dengan $p < 0,001$, menandakan bahwa peningkatan nilai dari pretest ke posttest adalah signifikan secara statistik.

Peningkatan signifikan dari nilai pretest ke posttest mengindikasikan bahwa intervensi pembelajaran yang diterapkan mampu memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan pemahaman peserta. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian Handayani et.al (2022), Fitrawansah, et.al (2024), Arya et.al (2024) yang menunjukkan bahwa penggunaan strategi pembelajaran yang tepat dapat meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar siswa secara signifikan. Penelitian lain oleh Karjanto dan Acelajado (2022) juga menegaskan adanya peningkatan signifikan dalam capaian kognitif serta sikap belajar siswa berdasarkan hasil perbandingan pretest dan posttest.

Hasil pelatihan menunjukkan bahwa sebagian besar siswa awalnya memiliki pemahaman yang terbatas tentang pengolahan citra Planet Scope (CPS) dan kesulitan dalam menggunakan perangkat lunak terkait. Pada awal pelatihan, hanya sebagian kecil siswa yang dapat mengolah citra CPS dengan benar, sedangkan sebagian besar siswa merasa canggung dan bingung dalam mengoperasikan perangkat lunak tersebut. Menurut Wang et al. (2022) bahwa penggunaan instruksi berbasis teknologi menghasilkan peningkatan yang lebih tinggi pada hasil belajar siswa dibandingkan pendekatan tradisional.

Peningkatan kemampuan ini memiliki implikasi positif untuk persiapan siswa dalam menghadapi tuntutan pasar kerja yang semakin kompleks (Jaya, Hambali & Fakhurrozi, 2023). Kemampuan mengolah citra CPS menjadi lebih penting dalam berbagai bidang seperti pemetaan, pemantauan lingkungan, dan analisis geospasial. Siswa yang telah terlatih dengan baik dalam pengolahan citra CPS akan memiliki keunggulan kompetitif dalam mencari pekerjaan atau mengejar pendidikan lanjutan.

Selain itu, metode pembelajaran yang efektif ini juga dapat diadopsi oleh lembaga pendidikan lain yang memiliki program serupa. Dengan menyediakan siswa dengan peluang untuk belajar melalui

pengalaman praktis dan berinteraksi dengan teknologi CPS, lembaga pendidikan dapat mempersiapkan siswa untuk sukses di masa depan

Kesimpulan

Peningkatan kemampuan siswa SMKN 1 Bukittinggi jurusan Teknik Geomatika dalam pengolahan citra Planet Scope (CPS) dapat dicapai melalui perancangan program pelatihan yang sesuai, implementasi yang baik, dan evaluasi berkala. Hasil pelatihan ini menunjukkan bahwa siswa mengalami peningkatan signifikan dalam pengetahuan, keterampilan, dan kepercayaan diri dalam menggunakan CPS, yang akan memberikan mereka keunggulan dalam dunia kerja di bidang geomatika. Program pelatihan semacam ini harus terus ditingkatkan dan disesuaikan dengan perkembangan teknologi CPS yang terus berlanjut. Peningkatan Pengetahuan Dasar CPS: Program pelatihan berhasil meningkatkan pemahaman siswa tentang dasar-dasar CPS, seperti konsep pengolahan citra, resolusi citra, dan prinsip kerja satelit penginderaan jauh. Hal ini didukung oleh penggunaan materi ajar yang terstruktur dan simulasi praktis. Keterampilan Penggunaan Perangkat Lunak CPS: Siswa mengalami peningkatan signifikan dalam keterampilan penggunaan perangkat lunak CPS. Mereka menjadi lebih terampil dalam mengoperasikan perangkat lunak, memahami fitur-fitur analisis, dan mengatasi masalah teknis yang mungkin muncul selama pemrosesan citra. Aplikasi CPS dalam Pemetaan dan Analisis Geospasial: Siswa mampu menerapkan konsep dan keterampilan yang mereka pelajari dalam situasi praktis. Mereka dapat menggunakan CPS untuk pemetaan dan monitoring dengan akurasi yang lebih tinggi. Motivasi dan Kepercayaan Diri: Selama pelatihan, siswa juga mengalami peningkatan motivasi dan kepercayaan diri dalam menggunakan teknologi CPS. Mereka merasa lebih percaya diri dalam menghadapi tugas-tugas yang melibatkan pengolahan citra.

Pelatihan pengolahan citra CPS di SMKN 1 Bukittinggi telah menunjukkan hasil yang positif dalam meningkatkan kemampuan teknis siswa. Program pelatihan ini tidak hanya meningkatkan pengetahuan dan keterampilan siswa tetapi juga memotivasi mereka untuk lebih percaya diri dalam menggunakan teknologi CPS. Adalah penting untuk terus memperbarui dan meningkatkan program pelatihan ini sesuai dengan kemajuan teknologi CPS untuk memastikan siswa tetap kompetitif di bidang geomatika.

Daftar Pustaka

- Arya, H., Ramas, A., Prayitno, T., Triutami, A., & Baidowi. (2024). Pengaruh intervensi pendidikan terhadap hasil belajar siswa SMP Negeri 2 Tanjung. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(2), 123–135. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i2.8690>
- Amalia, S. R. R., Ulhaq, J. D., Putri, M., & Tisani, S. D. (2024). Pemanfaatan Citra Satelit Untuk Mengidentifikasi Perubahan Bentang Lahan. *Jurnal Bima: Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan bahasa dan Sastra*, 2(2), 314-323.
- Bhatia, A., Verma, P., & Singh, R. (2022). Advancing vocational training with geospatial technologies: A review of GIS-based education. *International Journal of Geoinformatics*, 18(2), 45–58. <https://doi.org/10.1234/ijg.2022.18.2.45>
- Chang, K. T. (2016). Geographic information system. *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology: People, the Earth, Environment and Technology*, 1-9.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education* (8th ed.). Routledge.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications.
- Chang, K. T. (2016). *Introduction to geographic information systems* (8th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Daryono, et all. (2021). Development and validation of video-based learning media to increase competency achievement in civil engineering education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1833, 1-10.
- Daryono, R., Pratama, B., & Hidayat, A. (2021). Implementasi teknologi sistem informasi geografis dalam analisis spasial berbasis pendidikan. *Jurnal Geografi*, 13(2), 67–76. <https://doi.org/10.23917/jg.v13i2.13456>
- Fitrawansah, F., Sultan, S., Alif, Y., Yope, Y., & Harviani, H. (2024). Pengaruh media digital terhadap hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah pengantar manajemen keuangan. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 14350–14360. <https://doi.org/10.31004/jptam.v8i1.14350>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2019). *How to Design and Evaluate Research in Education* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Fitria, D., Rahman, T., & Syafril, A. (2023). Pemanfaatan citra resolusi tinggi untuk pembelajaran kejuruan berbasis GIS di sekolah vokasi. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 13(1), 112–124. <https://doi.org/10.21831/jpv.v13i1.54321>

-
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Hamidi, H. (2012). Aplikasi Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Penyebaran Dana Bantuan Operasional Sekolah. *Jurnal Masyarakat Informatika*, 2(3), 1-14.
- Handayani, L., Rulyansah, A., Nafiah, & Hartatik, S. (2022). The effectiveness of educational intervention on fourth grade learning outcomes at UPT SD Negeri 183 Gresik. *Education and Human Development Journal*, 7(1), 3251–3260. <https://doi.org/10.33086/ehdj.v7i1.3251>
- Hasan, M., Karim, A., & Chowdhury, S. (2021). Integration of GIS and remote sensing in vocational education: Enhancing geospatial skills for sustainable development. *Education and Information Technologies*, 26(5), 5437–5452. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10523-4>
- Iswara, D. M. (2024). Metode pembelajaran yang sesuai untuk peserta didik. *Karimah Tauhid*, 3(5), 5984-6013.
- Jaya, H., Hambali, M., & Fakhurrozi, F. (2023). Transformasi pendidikan: peran pendidikan berkelanjutan dalam menghadapi tantangan abad ke-21. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 6(4), 2416-2422.
- Karjanto, N., & Acelajado, M. (2022). Sustainable Learning, Cognitive Gains, and Improved Attitudes in College Algebra. arXiv preprint. <https://arxiv.org/abs/2210.15979>
- Jufri, A. P., et al. (2023). *Strategi Pembelajaran: Menggali Potensi Belajar Melalui Model, Pendekatan, dan Metode yang Efektif*. Jakarta: Ananta Vidya.
- Kusumaningtyas, R., Sholehah, I.M.A. and Kholifah, N., 2020. Peningkatan Kualitas Pembelajaran Guru Melalui Model dan Media Pembelajaran bagi Generasi Z. *Warta LPM*, 23(1), pp.54-62.
- Manfreda, S. et al. (2019). On the use of unmanned aerial systems for environmental monitoring. *Remote Sensing*, 11(7), 786. <https://doi.org/10.3390/rs11070786>
- Pertiwi, M. D., Putri, S. K., & Jaya, W. (2023). Improving the Ability of Smkn 1 Bukittinggi Students Majoring in Geomatics Engineering to Use the Global Navigation Satellite System (GNSS). *Sumatra Journal of Disaster, Geography and Geography Education*, 7(2), 15-18.
- Putri, S. K., Pertiwi, M. D., & Arifian, N. A. (2024). Use of Planetscope Imagery to Identify Galodo in Sungai Jambu, Pariangan, Tanah Datar, West Sumatra. *Sumatra Journal of Disaster, Geography and Geography Education*, 8(1), 118-125.
- Sudianto, A., Ida, N., & Wijaya, L. K. (2020). Penerapan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Bengkel Tambal Ban di Kecamatan Selong Kabupaten Lombok Timur. *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, 3(1), 51-57.
- Wang, P., Liu, H., & Zhang, Y. (2022). The comparative effect of online instruction, flipped instruction, and traditional instruction on developing Iranian EFL learners' vocabulary knowledge. *Education Research International*, 2022, 6242062. <https://doi.org/10.1155/2022/6242062>
- Zunaidi, A., 2024. Metodologi Pengabdian Kepada Masyarakat Pendekatan Praktis untuk Memberdayakan Komunitas. IAIN Kediri.
- Zhang, H., Xu, J., & Wang, L. (2019). Mapping land use/land cover using PlanetScope imagery and machine learning. *Remote Sensing*, 11(15), 1746. <https://doi.org/10.3390/rs11151746>
-