

PEMANFAATAN TEKNOLOGI DRONE UNTUK PEMBELAJARAN GEOGRAFI SPASIAL ERA 4.0 DI SMK NEGERI 2 SURAKARTA

Danardono^{1*}, Basyar Ihsan Arijuddin³, Afif Ari Wibowo², Wahyu Tyas Pramono⁵, Ecky Safira Maharani⁴,

¹ Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia

² Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia

³ Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia

⁴ Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia

⁵ Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia

*e-mail korespondensi: danardono@ums.ac.id

Abstract

All fields of education, including geography, must develop sophisticated, accessible and internet-based technologies due to the emergence of the new era of society 5.0. Drones for mapping are one of the emerging technologies in geography. However, technological advances in geography are still not incorporated into geography learning, especially at the vocational secondary education level, as seen at SMK N 2 Surakarta. This is due to the fact that teachers in secondary schools are still unaware of these technological developments. This is the background of this service activity, which aims to introduce and improve teachers' understanding at the secondary education level on the use of drones for various geography studies. Dissemination of information about drone technology, training, and simulation of drone operation are part of the service. Participants were very enthusiastic to join the activities, and they appreciated how the activities were conducted because it was interesting and gave them a lot of knowledge. The evaluation results showed an increase in scores between the pre-test and post-test results, which indicated that the participants better understood the use of drone technology. In fact, participants asked for more specialised follow-up activities that discuss the use of drones in one particular study, from data collection to processing.

Keywords: Education; Spatial; Geography; Drone

Abstrak

Semua bidang pendidikan, termasuk geografi, harus mengembangkan teknologi yang canggih, mudah diakses, dan berbasis internet karena munculnya era baru masyarakat 5.0. Drone untuk pemetaan adalah salah satu teknologi yang berkembang dalam bidang keilmuan geografi. Walau bagaimanapun, kemajuan teknologi di bidang geografi masih belum dimasukkan ke dalam pembelajaran geografi, terutama di tingkat pendidikan menengah kejuruan, seperti yang terlihat di SMK N 2 Surakarta. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa guru di sekolah menengah masih belum mengetahui perkembangan teknologi ini. Ini adalah latar belakang kegiatan pengabdian ini, yang bertujuan untuk mengenalkan dan meningkatkan pemahaman guru di tingkat pendidikan menengah tentang penggunaan drone untuk berbagai kajian geografi. Penyebaran informasi tentang teknologi drone, pelatihan, dan simulasi pengoperasian drone adalah bagian dari pengabdian. Peserta sangat antusias untuk mengikuti kegiatan, dan mereka mengapresiasi bagaimana kegiatan dilakukan karena menarik dan memberi mereka banyak pengetahuan. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan nilai antara hasil pre-test dan post-test, yang menunjukkan bahwa peserta lebih memahami penggunaan teknologi drone. Bahkan, peserta meminta kegiatan lanjutan yang lebih khusus yang membahas penggunaan drone dalam satu kajian tertentu, mulai dari pengumpulan data hingga pengolahan.

Kata Kunci: Pendidikan; Spasial; Geografi; Drone

Accepted: 2024-08-26

Published: 2025-01-07

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di berbagai bidang kehidupan telah berkembang dengan cepat selama era baru yang dikenal sebagai "revolusi industri 5.0" atau "sosialisasi 5.0". Paradigma yang muncul di era masyarakat 5.0 adalah penggunaan Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Big Data, dan Robot untuk menyelesaikan masalah yang muncul di berbagai bidang

kehidupan. Era masyarakat 5.0 menuntut penggunaan teknologi terbaru di setiap aspek kehidupan untuk mendukung aktiva. Ini jelas menuntut migrasi besar-besaran menuju dunia yang diotomatisasi di banyak bidang, seperti pendidikan (Nastiti dan Abdu, 2020).

Sektor pendidikan sangat dibutuhkan untuk menyesuaikan diri dengan perubahan ini karena sektor ini tidak hanya perlu memanfaatkan teknologi terbaru, tetapi juga harus mampu menyiapkan sumber daya manusia yang mampu menciptakan teknologi tersebut. Dengan kata lain, sektor pendidikan harus mencetak generasi yang mampu menguasai perkembangan teknologi saat ini dan membuat inovasi baru. Jika tidak, sektor pendidikan akan kehilangan daya saingnya dan kehilangan kesempatan untuk menghasilkan inovasi baru.

Sebaliknya, pengalaman di lapangan menunjukkan bahwa banyak institusi pendidikan, terutama institusi pendidikan dasar dan menengah, masih belum beradaptasi dengan kemajuan teknologi yang cepat ini. Menurut Santosa (2022), sistem pembelajaran ini hanya akan menghasilkan generasi yang hanya memahami teori tetapi tidak tahu bagaimana menggunakan teknologi baru dan praktiknya karena kurikulum dan materi yang diajarkan masih bersifat konseptual dan hanya sebagian kecilnya aplikatif. Indonesia membutuhkan revolusi besar dalam pendidikan, dan kondisi ini harus diperhatikan.

Dua hal berkontribusi pada kurangnya pembelajaran aplikatif di sekolah dasar dan menengah. Yang pertama berkaitan dengan kurikulum yang digunakan di Indonesia, yang masih belum mencakup pembelajaran aplikatif. Ini terlihat dari fakta bahwa banyak materi tentang teori dasar yang diberikan, tetapi tidak ada praktik penerapan teori tersebut. Faktor kedua adalah kemampuan guru di Indonesia. Banyak guru tidak mengikuti kemajuan teknologi di bidang akademik tertentu, sehingga materi yang diberikan kepada siswa tidak berubah dari tahun ke tahun dan tidak berkembang sesuai zaman.

Kondisi ini adalah salah satu yang terjadi di kelas geografi tingkat menengah. Materi yang diajarkan oleh guru geografi di sekolah menengah hanya membahas teori dasar tentang fenomena geografis di permukaan bumi, tanpa menyebutkan bagaimana mengkaji fenomena geografis dengan menggunakan teknologi. Hal ini menyebabkan siswa sekolah menengah kurang memahami kemajuan teknologi geografi (Danardono, dkk., 2021; Danardono, dkk., 2022).

Berdasarkan masalah yang dihadapi, diperlukan upaya konkret untuk meningkatkan pemahaman tenaga pendidik di tingkat pendidikan menengah tentang perkembangan keilmuan geografi di era Society 5.0. Dalam era ini, penggunaan teknologi dalam pendidikan menjadi semakin penting agar materi yang diberikan kepada siswa relevan dengan perkembangan zaman. Oleh karena itu, pendidik harus memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai dalam menggunakan berbagai teknologi.

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), atau drone, adalah salah satu teknologi terkenal di era Society 5.0 yang relevan untuk kajian geografi. Drone adalah pesawat udara tanpa awak yang dapat menginderaan jauh dan dikendalikan dari darat melalui remot kontrol (Casagrande et al., 2018; Garret and Anderson, 2018). Aplikasi geografis teknologi ini mencakup pemetaan wilayah, pemantauan lingkungan, dan analisis spasial. Drone memiliki keunggulan dibandingkan teknologi penginderaan jauh lainnya karena dapat menghasilkan foto udara resolusi tinggi dengan biaya yang lebih rendah, mudah digunakan, dan menghasilkan data dalam real-time (Custers, 2016).

Teknologi drone dapat menjadi alat yang sangat baik untuk meningkatkan pembelajaran geografi di sekolah menengah. Siswa dapat mempelajari aspek geografi seperti kebencanaan, hidrologi, dan topografi dengan drone (Shofiyanti, 2011; Marfai, dkk., 2014; Sari dan Kushardono, 2015; Wulan, dkk., 2017; Rohman, dkk., 2019). Oleh karena itu, penting bagi guru untuk memahami dan menguasai teknologi ini agar mereka dapat memanfaatkannya untuk membantu siswa belajar. Namun, SMK Negeri 2 Surakarta masih menghadapi banyak kesulitan dalam memanfaatkan teknologi terbaru, terutama dalam hal geografi. Drone adalah teknologi yang sangat relevan yang memiliki potensi besar untuk meningkatkan pembelajaran geografi.

Ketika mitra kegiatan pengabdian kepada masyarakat, yang terdiri dari akademisi dan praktisi, menemukan bahwa sebagian besar guru dan siswa SMK Negeri 2 Surakarta tidak tahu tentang penggunaan drone dalam konteks pendidikan, masalah ini menjadi semakin nyata. Ini adalah masalah yang tidak hanya disebabkan oleh keterbatasan akses teknologi, tetapi juga karena orang tidak tahu bagaimana teknologi tersebut dapat digunakan dengan baik untuk kurikulum geografi.

Dengan kemampuan mereka untuk mengambil gambar dan video dari udara, drone dapat menawarkan perspektif baru dalam pembelajaran geografi yang sebelumnya sulit dijangkau. Siswa dapat belajar lebih banyak tentang fenomena alam seperti pengelolaan lahan dan topografi dengan drone. Potensi ini sulit diwujudkan tanpa pelatihan dan sumber daya yang cukup.

Mitra Pengabdian menyadari bahwa penggunaan pendekatan yang komprehensif diperlukan untuk memecahkan masalah ini. Ini mencakup instruksi guru tentang penggunaan drone dan pembuatan materi pembelajaran yang terintegrasi dengan teknologi ini. Untuk memastikan bahwa teknologi ini dapat diakses dan digunakan secara berkelanjutan, sekolah dan pemangku kepentingan lainnya harus membantu.

Oleh karena itu, masalah utama yang dihadapi di SMK Negeri 2 Surakarta adalah bagaimana memasukkan teknologi drone ke dalam pembelajaran geografi sehingga siswa tidak hanya memahami konsep geografi secara teoritis tetapi juga mampu menerapkannya dalam dunia nyata. Siswa diharapkan dapat memperoleh peluang baru untuk meningkatkan pendidikan di sekolah dan mempersiapkan mereka untuk menghadapi tantangan yang semakin kompleks di dunia kerja.

Untuk mencapai tujuan ini, guru-guru di tingkat pendidikan menengah dapat menerima pelatihan khusus dan sosialisasi. Untuk memastikan bahwa guru tidak hanya memahami teori teknologi tetapi juga memiliki kemampuan untuk mengoperasikan drone secara langsung, pelatihan ini harus mencakup elemen teori dan praktik. Dengan demikian, mereka memiliki kemampuan untuk menyampaikan materi pembelajaran yang lebih sesuai dengan kebutuhan siswa dan sesuai dengan era Society 5.0. Tujuan dari sosialisasi dan pelatihan ini adalah untuk meningkatkan pemahaman dan kemampuan guru tentang penggunaan teknologi drone dalam bidang geografi. Dengan pengetahuan yang lebih baik, guru dapat mengajarkan siswa dengan cara yang lebih kreatif yang sesuai dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan. Pada akhirnya, ini akan membantu siswa belajar keterampilan geografi yang relevan dan berguna untuk menghadapi tantangan di masa depan.

METODE

Dibutuhkan solusi yang komprehensif dan terstruktur untuk mengatasi masalah SMK Negeri 2 Surakarta dengan pemanfaatan teknologi drone dalam bidang geografi dan geomatika. Salah satu langkah paling efektif adalah dengan mengadakan kursus dan pelatihan khusus untuk guru dan siswa sekolah. Tujuan pelatihan ini adalah untuk mengajarkan mereka keterampilan pengoperasian drone dan pengolahan data yang dihasilkannya, sehingga teknologi ini dapat diintegrasikan dengan baik ke dalam proses pembelajaran.

Sangat penting bagi guru untuk mendapatkan pelatihan. Guru harus memahami cara menggunakan drone dan mengolah data yang dihasilkan untuk tujuan pembelajaran karena mereka adalah penggerak utama proses pendidikan. Kursus ini akan memberikan pemahaman dasar tentang teknologi drone, seperti cara menjalankannya dan memproses data menggunakan perangkat lunak khusus. Selain itu, guru akan diberikan informasi tentang bagaimana data yang diperoleh dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang topik-topik seperti topografi, pemetaan lahan, dan analisis lingkungan.

Pelatihan siswa juga penting. Pembelajaran berbasis teknologi seperti drone akan meningkatkan motivasi siswa dan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang aplikasi dunia nyata dari konsep geografi yang mereka pelajari. Workshop siswa akan membahas cara menggunakan drone secara dasar, mengumpulkan data lapangan, dan menganalisis data dengan

cara yang dapat mereka lakukan sendiri. Oleh karena itu, siswa tidak hanya menerima informasi tetapi juga aktif berpartisipasi dalam pengolahan dan interpretasi data geospasial. Penting bagi pelatihan ini untuk melibatkan para ahli atau praktisi di bidang teknologi drone dan geospasial karena mereka memiliki pengalaman dan pengetahuan praktis. Selain itu, modul pembelajaran yang dirancang secara khusus perlu ada agar guru dan siswa dapat terus belajar dan memperdalam pengetahuan mereka setelah workshop selesai.

Sangat penting bahwa sekolah membantu dengan memberikan perangkat drone yang cukup dan infrastruktur teknologi yang diperlukan untuk pengolahan data. Selain itu, sekolah harus memastikan semua siswa memiliki akses ke teknologi ini, termasuk siswa yang mungkin memiliki keterbatasan dalam menggunakannya.

Diharapkan dengan pelatihan dan workshop ini, SMK Negeri 2 Surakarta dapat memaksimalkan pemanfaatan teknologi drone dalam pembelajaran geografi dan geomatika. Siswa tidak hanya akan mendapatkan kualitas pendidikan yang lebih baik, tetapi solusi ini juga akan membuat mereka lebih siap untuk menghadapi tantangan di dunia kerja yang semakin berkembang.

Sebelum pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat, tahap persiapan dilakukan dengan tujuan mendapatkan perijinan dan membahas hubungannya dengan persiapan kegiatan yang akan dilaksanakan. Proses persiapan ini dilakukan secara online melalui media sosial seperti Zoom dan WhatsApp untuk membahas masalah umum SMK N 2 Surakarta dengan guru geografi atau geomatika. Selain itu, selama kegiatan tersebut, tim juga setuju tentang rencana program untuk dilaksanakan di SMK N 2 Surakarta, yang mencakup pelatihan dan workshop tentang pemanfaatan teknologi drone. Setelah mencapai kesepakatan, tim kemudian datang langsung ke sekolah untuk memberikan izin secara resmi kepada sekolah dan berbicara lebih lanjut tentang teknis pelaksanaan program. Proses persiapan ini berlangsung selama satu minggu.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui sosialisasi berupa ceramah di dalam ruangan dan demonstrasi langsung pengoperasian drone di lapangan. Tahap akhir adalah evaluasi kegiatan, yang melibatkan pengumpulan saran, masukan, dan testimoni dari peserta. Saran dan masukan tersebut akan digunakan sebagai bahan perbaikan untuk kegiatan lanjutan di sekolah lain. Kegiatan ini akan diselenggarakan dalam bentuk ceramah dan demonstrasi tentang teori dasar dan pemanfaatan teknologi drone dalam pembelajaran geografi, dengan menggunakan perangkat drone lengkap (DJI Phantom 4 Pro Obsidian), komputer/laptop, dan perangkat lunak pengolahan data pemotretan udara (Agisoft).

Materi yang disampaikan dalam kegiatan pengabdian ini dimulai dengan pengenalan tentang perkembangan teknologi dan tantangan di bidang geografi pada era revolusi industri. Kemudian diperkenalkan salah satu teknologi yang berkembang di bidang geografi, yaitu drone atau unmanned aerial vehicle (UAV). Setelah itu, dijelaskan komponen-komponen teknologi drone, diikuti dengan cara pengoperasiannya. Materi tentang pengoperasian drone disampaikan melalui pembelajaran di kelas dan demonstrasi langsung. Terakhir, dijelaskan penerapan atau pemanfaatan hasil pemotretan udara dengan teknologi drone dalam bidang geografi.

Khalayak sasaran dari kegiatan pengabdian ini mencakup seluruh siswa jurusan Geomatika di SMK N 2 Surakarta. Siswa jurusan Geomatika dipilih karena mata pelajaran terkait geografi di jenjang SMK hanya diajarkan di jurusan tersebut. Masih kurangnya pemahaman siswa jurusan Geomatika tentang perkembangan teknologi drone dalam bidang geografi menjadi fokus utama kegiatan ini. Kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa jurusan Geomatika dan guru di SMK N 2 Surakarta mengenai perkembangan teknologi dalam bidang geografi.

Tahap terakhir adalah keberlanjutan dan evaluasi. Pre-test dan post-test diberikan kepada peserta untuk menilai kegiatan PkM. Jumlah soal yang diberikan berjumlah sepuluh soal, terbagi menjadi tiga indikator pertanyaan, yang dapat dilihat pada Tabel 1. Soal-soal ini berupa pilihan ganda dan sama persis antara soal pre-test dan soal post-test, dengan tujuan untuk

membandingkan nilai peningkatan pemahaman peserta tentang materi yang diberikan selama kegiatan PkM berlangsung.

Tabel 1. Variabel Pertanyaan yang digunakan dalam Evaluasi Kegiatan PkM

No	Variabel Pertanyaan	Jumlah Soal
1.	Definisi dan Serba-serbi Drone	3
2.	Jenis-jenis Drone	3
3.	Pemanfaatan Drone	4
	TOTAL	10

Hasil evaluasi dapat digunakan untuk membantu fasilitator memperbaiki kegiatan serupa. Untuk menyusun rencana keberlanjutan kegiatan, peserta dan pihak sekolah diminta untuk memberikan testimoni tentang kegiatan PkM yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pelaksanaan Kegiatan PkM

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah dilaksanakan pada hari Selasa, 16 Mei 2023, bertempat di Laboratorium Komputer SMK N 2 Surakarta. Kegiatan tersebut diikuti oleh 31 orang, termasuk guru dan siswa jurusan geomatika. Siswa yang dipilih untuk kegiatan ini adalah siswa yang mempelajari geografi di jurusan geomatika. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk meningkatkan pemahaman siswa dan guru tentang geografi secara keseluruhan.

Pengabdian masyarakat ini dilakukan melalui berbagai aktivitas. Kegiatan dimulai dengan berbicara dengan guru geomatika di SMK N 2 Surakarta. Ini dilakukan karena ada kekhawatiran bahwa keterampilan yang diajarkan hanyalah teori tanpa aplikasi praktis. Setelah itu, ada permintaan untuk pelatihan dasar untuk memperkenalkan beberapa aplikasi praktis geografi. Selanjutnya, SMK N 2 Surakarta menerima izin resmi untuk menyelenggarakan sosialisasi dan pelatihan tentang "Perkembangan Teknologi dalam Ilmu Geografi di Era Revolusi Industri 4.0 melalui Pengenalan Teknologi Drone Mapping." SMK N 2 Surakarta memberikan dukungan dan dukungan penuh untuk kegiatan tersebut. Sebelum sosialisasi dan pelatihan dimulai, koordinasi dan perizinan dilakukan satu minggu sebelumnya.

Untuk memulai, upaya sosialisasi dan pelatihan dimulai dengan memperluas pengetahuan dan pemahaman tentang konsep-konsep yang terkait dengan kemajuan teknologi di era revolusi industri 4.0. Selanjutnya, contoh teknologi terkini dalam bidang geografi—termasuk penggunaan drone—diberikan. Sebagai pengantar, peserta diajarkan dasar-dasar tentang drone, dan mereka kemudian mempelajari bagaimana drone dapat diterapkan dalam bidang geografi. Selama penyampaian materi, ada sesi tanya jawab dan diskusi tentang teknologi drone dan penggunaan mereka. Gambar 1 menunjukkan dokumentasi kegiatan ini, yang menunjukkan bahwa para peserta sangat antusias, seperti yang ditunjukkan oleh diskusi yang interaktif dengan banyaknya pertanyaan yang diajukan selama sesi diskusi. Selain itu, ada peserta yang memberikan tanggapan terhadap pertanyaan lain, menunjukkan bahwa mereka benar-benar memahami materi.



Gambar 1. Dokumentasi Kegiatan Saat Penyegaran Materi Tentang Drone

Pelatihan dasar pengoperasian drone dilakukan setelah sesi sosialisasi dan percakapan. Pelatihan ini dilakukan di luar ruangan, tetapi memberikan peserta kesempatan langsung untuk belajar mengoperasikan drone. Pelatihan ini menjelaskan secara rinci cara mengoperasikan drone, termasuk apa yang harus dilakukan sebelum drone dapat diterbangkan, dan memberikan nasihat tentang cara mengoperasikannya. Meskipun para peserta sangat antusias, keterbatasan waktu menghalangi beberapa dari mereka untuk mencoba mengoperasikan drone secara langsung. Gambar 2 menunjukkan dokumentasi kegiatan pelatihan.



Gambar 2. Dokumentasi Kegiatan Saat Pelatihan Pengolahan Data Drone

Selanjutnya, kegiatan dilakukan dengan membuka komputer di laboratorium komputer. Tujuan pengolahan data ini adalah untuk menghasilkan data orthofoto dan Digital Surface Model (DSM) dari foto udara yang diperoleh dari pemotretan lapangan. Selama tutorial, peserta sangat antusias, dan banyak siswa yang ingin mencoba menerbangkan drone dan melakukan pemotretan udara, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Selain itu, peserta berhasil menghasilkan data orthofoto dari hasil pemotretan udara di lapangan selama proses pengolahan foto udara. Adapun hasil pengolahan foto udara dari peserta terlihat pada Gambar 3.

Kegiatan pelatihan dan sosialisasi ini mendapat tanggapan yang positif, dan keduanya memberikan manfaat yang signifikan bagi guru dan siswa. Siswa mengatakan bahwa kegiatan pembelajaran yang lebih interaktif dan aplikatif meningkatkan pengetahuan dan pemahaman mereka tentang kemajuan teknologi di bidang geografi, serta meningkatkan minat mereka untuk belajar. Selain itu, guru dan sekolah mengucapkan terima kasih atas kegiatan ini. Mereka juga berharap ada kegiatan lanjutan yang berfokus pada hal-hal yang lebih khusus, seperti penggunaan teknologi drone dalam penelitian geografi.

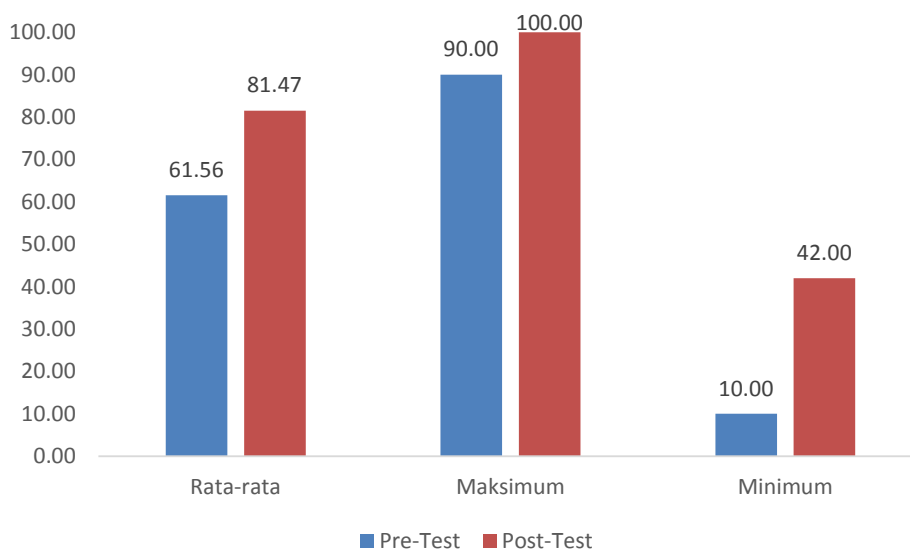
Selain manfaat langsung, kegiatan ini juga membuka peluang untuk bekerja sama untuk meningkatkan kemampuan pembelajaran geografi di sekolah menengah. Kegiatan serupa dapat diadakan dengan topik yang lebih spesifik tentang penerapan teknologi drone dalam salah satu bidang geografi, dengan tujuan untuk memberikan pengetahuan yang lebih komprehensif tentang bagaimana teknologi drone dapat membantu siswa dan guru meningkatkan kemampuan mereka dalam pembelajaran geografi.



Gambar 3. Orthofoto Hasil Pengolahan Foto Udara oleh Peserta

2. Evaluasi dan Keberlanjutan

Guna menilai tingkat pemahaman peserta tentang materi yang diberikan selama kegiatan PkM, pre-test dan post-test diberikan dengan soal pilihan ganda yang sama. Nilai rata-rata peserta saat pre-test, yang sebesar 61,56, meningkat menjadi 81,47, menurut hasil evaluasi. Kondisi ini menunjukkan peningkatan pemahaman peserta tentang pengetahuan dan keterampilan drone, tetapi peningkatan ini relatif kecil, jadi penyampaian materi harus dievaluasi agar pemahaman peserta tentang materi dapat meningkat secara signifikan. Adapun secara lebih lengkap hasil pelaksanaan pre-test dan post-test pada kegiatan PkM dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan Nilai Saat Pre-Test dan Post-Test

Kegiatan PkM ini mendapat sambutan yang baik dari peserta dan sekolah, terutama kepala sekolah. Kepala SMK Negeri 2 Surakarta mengucapkan terima kasih dan berharap ada kegiatan lanjutan yang dapat meningkatkan keterampilan dan wawasan guru dan siswa sekolah. Oleh karena itu, direncanakan kegiatan lanjutan yang akan mengajarkan siswa menggunakan teknologi drone dan sistem informasi geografis.

KESIMPULAN

Kegiatan PkM dengan judul "Pemanfaatan Teknologi Drone untuk Pembelajaran Geografi Spasial Era 4.0 di Smk Negeri 2 Surakarta" telah diselesaikan dengan baik. Baik peserta maupun mitra dari SMK Negeri 2 Surakarta memberikan tanggapan yang sangat baik. Hal ini terlihat dari antusiasme peserta selama kegiatan PkM, yang ditunjukkan dengan banyaknya pertanyaan yang diajukan peserta dan keinginan peserta untuk berpraktek langsung dengan drone dan proses pengolahan data hasil foto udara. Respon mitra juga sangat baik, seperti yang ditunjukkan oleh testimoni perwakilan sekolah yang mengatakan bahwa akan ada kegiatan lanjutan untuk meningkatkan keterampilan pemetaan kelautan di seluruh sekolah.

Kegiatan PkM ini menyebabkan peserta atau siswa SMK Negeri 2 Surakarta lebih memahami dan memahami cara menggunakan dan mengolah data foto udara dengan drone. Meningkatnya nilai hasil evaluasi sebelum dan setelah kegiatan dapat menunjukkan bahwa peserta lebih memahami apa yang mereka lakukan. Hasil orthofoto yang telah berhasil dibuat oleh peserta juga dapat digunakan sebagai tolak ukur peningkatan kemampuan peserta dalam pengolahan data foto udara dengan drone, yang dapat digunakan untuk pemetaan dan pembelajaran geografi.

DAFTAR PUSTAKA

- Casagrande, G., Sik, A., Szabo, G., 2018. *Small Flying Drones*. Netherlands : Springer International Publishing.
- Custers, B. 2016. *The Future of Drone Us : Opportunities and Threats from Ethical and Legal Perspectives*. Netherlands : Springer International Publishing.
- Danardono, D., Sunariya, M. I. T., & Fikriyah, V. N. (2021). Peningkatan Keterampilan Siswa dalam Menghadapi Perkembangan Keilmuan Geografi Era 4.0 Melalui Pengenalan Drone Mapping. *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 104-111.

- Danardono, D., Priyono, P., Wulandari, K. C., & Novianto, D. (2022). Pemanfaatan Teknologi Drone untuk Pembelajaran Geografi Spasial di Tingkat Pendidikan Menengah Atas. *Abdi Geomedisains*, 80-88.
- Garret, B., Anderson, K. 2018. Drone Methodologies: Taking Flight in Human and Physical Geography. *Transactions of the Institute of British Geographers*. Vol. 43(3). pp. 341-359.
- Marfai, M. A., Rosaji, F.S.C., Cahyadi, A., Ghozali, M. R. 2014. Analisis Dinamika Pantai di Teluk Baron Menggunakan Teknologi Pesawat Tanpa Awak. *Prosiding Pekan Ilmiah Tahunan Ikatan Geograf Indonesia (PIT IGI) 2014*.
- Nastiti, F., & Abdu, A. (2020). Kesiapan Pendidikan Indonesia Menghadapi Era Society 5.0. *Edcomtech: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 5(1), 61-66. doi:<http://dx.doi.org/10.17977/um039v5i12020p061>
- Rohman, A., Prasetya, D. B., & Author, C. (2019). Rapid Mapping for Simple Flood Mitigation Using Commercial Drone at Way Galih Village, Lampung, Indonesia. In *Forum Geografi* (Vol. 33, No. 1, pp. 101-113).
- Santosa, S. (2022). Fenomena Kurikulum Merdeka Belajar Dalam Pemanfaatan Digitalisasi Di Era 5.0. *Jurnal Ekonomi Teknologi dan Bisnis (JETBIS)*, 1(2), 85-94.
- Sari, N. M., & Kushardono, D. (2015, July). Object segmentation on UAV photo data to support the provision of rural area spatial information. In *Forum Geografi* (Vol. 29, No. 1).
- Shofiyanti, R. Teknologi Pesawat Tanpa Awak untuk Pemetaan dan Pemantauan Tanaman dan Lahan Pertanian. *Informatika Pertanian*. 2011; 20 (2): 58-64.
- Wulan, T. R., Ambarwulan, W., Putra, A. S., Ibrahim, F., Putra, M. D., Maryanto, D., Pinem, F., Maulana, E. 2017. Pemetaan Cepat Kawasan Terdampak Bencana Longsor dan Banjir di Kabupaten Bangli, Provinsi Bali. *Majalah Geografi Indonesia*. Vol. 31 (2). pp. 44 – 50.