

Pengenalan Citra Drone sebagai Data Geo-spasial untuk Sekolah Menengah Atas

¹⁾Fitria Nuraini Sekarsih*, ²⁾Fitria Nucifera, ³⁾Restu Pringgondani, ⁴⁾Afrinia Lisditya Permatasari

^{1,3,4)}Program Studi Geografi, Universitas Amikom Yogyakarta, Indonesia

²⁾Mahasiswa Program Studi Geografi, Universitas Amikom Yogyakarta, Indonesia

Email Corresponding: sekarsih.fitria@amikom.ac.id

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Kata Kunci: Data Geo-Spasial Drone Model 3D Sekolah Menengah Atas Unmanned Aerial Vehicle (UAV)	Geografi menjadi pelajaran yang membosankan jika hanya diberikan di kelas. Pembelajaran interaktif diperlukan agar pembelajaran geografi lebih menarik dan menyenangkan. Salah satu kegiatan yang menyenangkan agar geografi semakin menarik adalah UAV (Unmanned Aerial Vehicle)/drone sebagai alat untuk mendapatkan informasi Geo-spasial. Drone sebagai alat pengambilan foto/video udara untuk informasi geo-spasial merupakan hal yang baru di kalangan siswa. Selain memberikan pengalaman baru dalam pembelajaran geografi, penggunaan UAV juga mampu memberikan gambaran sumberdata dan hasil pengolahan data geospasial. Pelatihan ini diikuti oleh 105 siswa dari 3 sekolah yang berbeda. Sekitar 91,43% peserta mengatakan bahwa ini adalah aktivitas pertama mereka berinteraksi dengan drone. Kegiatan ini juga mengenalkan mahasiswa pada perolehan data Geo-spasial yang dapat diperoleh dari UAV. Siswa juga diajak berkenalan dengan drone mulai dari pengenalan alatnya, latihan terbang, hingga pengambilan foto dan video lingkungan sekolah. Foto udara yang direkam kemudian diinterpretasikan berdasarkan warna, ukuran, bentuk, pola, tekstur, dan bayangannya. Hasil yang diperoleh dari pengolahan meliputi pemodelan 3D lingkungan sekolah, peta DEM, dan peta orto-foto.
Keywords: Geo-spatial data Drone 3D modeling Senior High School Unmanned Aerial Vehicle (UAV)	ABSTRACT Geography becomes unattractive subject if only given in class. Interactive learning is needed to learn geography more interesting and fun. One of the fun activities to make geography more interesting is the UAV (Unmanned Aerial Vehicle)/drone as a device to get Geo-spatial information. Drones as a device for taking aerial photos/videos for Geo-spatial information is something new among students. Besides providing new experiences in learning geography, by using the UAV provides an overview of data sources and the results of geo-spatial data processing. The training was attended by 105 students from 3 different schools. Approximately 91.43% of participants said that it was the first activity for them to interact with drone. This activity also introduces students to the acquisition of Geo-spatial data that can be obtained from UAV. Students are also invited to acquainted with drones starting from the introduction of the device, practice flying, and taking photos and videos of the school environment. The recorded aerial photographs are then interpreted based on their color, size, shape, pattern, texture, and shading. The results obtained from processing include 3D modeling of the school environment, DEM maps, and ortho-photo maps.
This is an open access article under the CC-BY-SA license.	
	

I. PENDAHULUAN

Geografi merupakan salah satu mata pelajaran yang membosankan bagi siswa sekolah menengah atas. Dalam penyampaian materi, guru geografi biasanya banyak menggunakan metode klasik. Sangat jarang guru geografi menggunakan media dalam menyampaikan materi pembelajaran. Proses pembelajaran seperti ini akan membuat suasana belajar menjadi kurang efektif dan membosankan. Salah satu cara yang tergolong kreatif dan berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi yang dapat menjadi solusi pembelajaran yang menyenangkan adalah dengan menggunakan drone (Gadeng et al., 2022).

Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) yang lebih dikenal dengan drone adalah mesin terbang atau pesawat terbang tanpa awak yang dapat dikendalikan dari jarak jauh oleh penerbang menggunakan remote control atau mampu mengendalikan dirinya sendiri (Basyuni, 2021). Drone atau UAV merupakan salah satu jenis robot cerdas yang dapat dioperasikan secara manual maupun otomatis yang sudah dikenal masyarakat luas. Keunggulan utama drone dibandingkan dengan pesawat berawak adalah drone dapat digunakan dalam situasi berisiko tinggi, tanpa perlu membahayakan nyawa manusia, dan di area yang sulit dijangkau. (Hakim, 2021). Drone pada umumnya terbang pada ketinggian rendah sehingga foto yang dihasilkan bebas dari awan (Hakim, 2021). Drone atau yang lebih dikenal dengan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau teknologi pesawat tak berawak sebagai solusi pemetaan tanah dengan beberapa target, fleksibilitas waktu, dan area pemotretan yang diinginkan, serta hasil pemotretan resolusi spasial yang detail, dan biaya yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan harga perekaman oleh satelit (Utomo, 2018).

Perkembangan teknologi robot telah memberikan banyak dampak dan manfaat dalam kehidupan saat ini, khususnya di bidang industri dan bisnis (Djarmiko et al., 2021). Drone digunakan untuk menyelesaikan tantangan logistik dan transportasi konvensional yang dihadapi oleh organisasi kemanusiaan internasional (IHO) selama operasi bantuan (Azmat & Kummer, 2020). UAV dapat meningkatkan performa sistem manajemen bencana secara signifikan karena UAV dapat mengumpulkan data heterogen yang sangat besar dari area yang terkena bencana menggunakan jaringan generasi kelima (5G)/di luar jaringan 5G (Ejaz et al., 2020). Drone banyak digunakan untuk "rekaman video, pemantauan satwa liar, pertanian presisi, manajemen bencana, hiburan, inspeksi industri, dll." (Bai et al., 2021). Dalam beberapa dekade terakhir, robot udara, terutama UAV kecil dan drone telah menyaksikan peningkatan luar biasa dalam hal struktur, metodologi kerja, fitur terbang, dan kontrol navigasi (Ahmed et al., 2022). Saat ini, teknologi drone tidak hanya digunakan dalam bisnis komersial tetapi juga dapat dimanfaatkan dalam proses belajar-mengajar (Djarmiko et al., 2021).

Selain untuk membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan, produk dari foto udara drone dibutuhkan untuk mendukung materi pembelajaran sesuai dengan kurikulum yang berlaku, misalnya untuk interpretasi gambar. Pembelajaran dengan menggunakan media drone pada materi penginderaan jauh membantu pemahaman siswa terhadap materi penginderaan jauh khususnya pada citra foto udara (Rochaeni, 2019). Pendidikan drone disesuaikan dengan tingkat kelas dan dimulai sejak taman kanak-kanak. Kurikulum dirancang agar siapa pun dapat mengajarkannya secara efektif, memastikan bahwa setiap siswa mendapatkan pengalaman belajar yang sama terlepas dari kemampuan teknologi guru mereka. Program ini dibagi menjadi empat tingkat, dimulai dengan drone yang disederhanakan untuk observasi dan eksplorasi untuk kelas yang lebih muda dan menjadi lebih maju di sekolah menengah dan atas, di mana siswa belajar membuat, memprogram, dan mengemudikan drone mereka sendiri (Fobes, 2021).

UAV sangat dimanfaatkan dalam berbagai layanan, seperti fotografi (Ahmed et al., 2022). Meluasnya penggunaan UAV sebagai alat penelitian untuk mengumpulkan citra beresolusi tinggi telah mendorong peningkatan integrasi UAV ke dalam pendidikan (Joyce et al., 2020). Selama dekade terakhir, drone telah menjadi alat yang berguna untuk mengumpulkan data ilmiah, khususnya foto udara (Joyce et al., 2020). Topik sistem penangkap gerak juga meningkat pesat di bidang UAV atau drone (Ahmed et al., 2022).

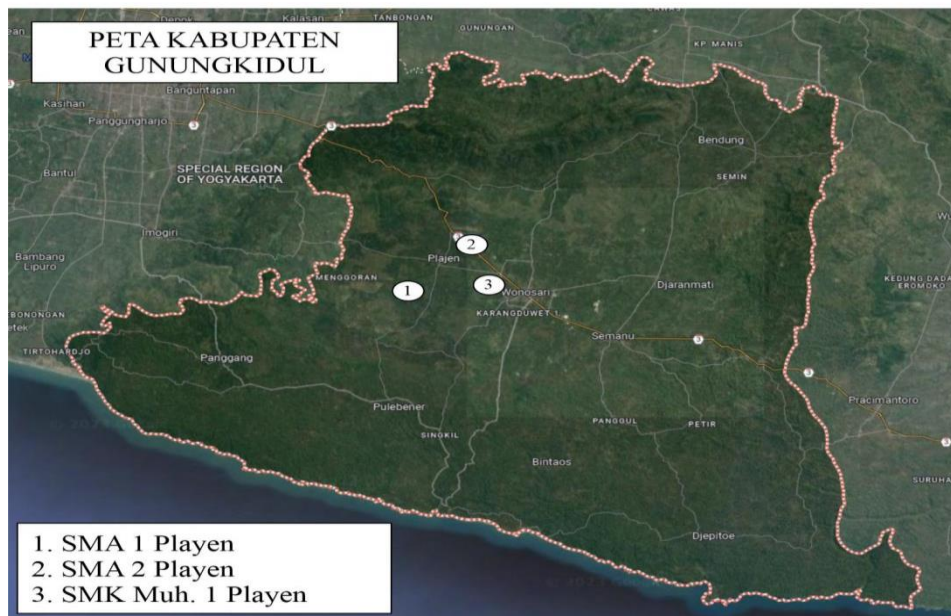
Dari foto udara yang diperoleh dapat dilakukan interpretasi, kemudian data dapat diolah dengan menggunakan metode fotogrametri. Sistem UAV ini berpotensi mengambil fotogrametri yang mencakup area kecil untuk mendapatkan gambar beresolusi tinggi (Basyuni, 2021), memungkinkan kegiatan ini untuk mengambil foto udara di sekitar sekolah. Drone biasanya juga dilengkapi dengan gimbal. Gimbal digunakan untuk memutar kamera dalam arah x, y, dan z tanpa ada gangguan pada kemiringan kamera. Ini memberikan stabilisasi untuk menangkap atau merekam gambar dan video definisi tinggi (Ahmed et al., 2022). Dengan UAV, teknologi geo-spasial dapat dibawa ke dalam sistem pendidikan untuk melatih tenaga kerja masa depan (Joyce et al., 2020).

Banyak software pemetaan yang ditawarkan, terutama yang memanfaatkan fitur lengkap untuk database, pengolahan data spasial, pengolahan citra satelit, hingga visualisasi data spasial (Fikriyah & Furoida, 2021). Foto udara sebagai sumber data pemetaan juga tidak luput dari penggunaan perangkat lunak dan fitur teknologi. Dalam kegiatan ini, mahasiswa diajak mengenal aplikasi Pix4D untuk mendapatkan foto udara berdasarkan desain jalur terbang. Selanjutnya mahasiswa juga akan diajak untuk mengenalkan dengan Agisoft Metashape untuk mengolah foto sehingga dapat diperoleh informasi metrik dari model. Dengan pengambilan data udara berbasis drone yang begitu mudah diakses, keterampilan perencanaan misi dan fotogrametri juga tidak lagi terbatas pada surveyor udara spesialis (Joyce et al., 2020).

Berdasarkan uraian di atas, kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui pengenalan citra drone sebagai geo-spasial bagi siswa SMA.

II. MASALAH

Berdasarkan uraian di atas, media pembelajaran dengan drone dianggap mampu memberikan suasana yang lebih menyenangkan dalam objek mata pelajaran geografi. Selain membuka wawasan siswa, drone juga dianggap mampu menggabungkan antara teori dan praktek tentang perolehan data sekaligus pengolahannya. Untuk lokasi kegiatan, dilaksanakan di 3 sekolah menengah atas di Kabupaten Gunungkidul yaitu SMA 1 Playen, SMA 2 Playen, dan SMK Muhammadiyah 1 Playen. Berikut Gambar 1 merupakan lokasi pelaksanaan kegiatan.



Gambar 1. Lokasi Pelaksanaan Kegiatan

III. METODE

Persiapan pelatihan ini adalah DJI Mavic 2 Pro untuk pengambilan foto udara, aplikasi DJI Go 4, dan aplikasi Pix4D untuk pengambilan foto berdasarkan jalur terbang, ketinggian, patch, dll, dan Agisoft Metashape untuk pemrosesan fotogrametri. Sedangkan untuk pengolahan foto udara digunakan laptop Acer Nvidia GeForce RTX i7 32 Gb.

Pelatihan ini diadakan di 3 lokasi SMA di Gunungkidul, SMA 1 Playen, SMA Playen 2, dan SMA Muhammadiyah 1 Playen. Proses pembelajaran dibagi menjadi lima kegiatan yaitu pengenalan drone, sesi praktik, pengambilan citra SMA dengan menggunakan jalur terbang, pengolahan data, dan evaluasi.

1. Pengenalan drone.

Pada sesi ini, mahasiswa mendapat materi tentang drone, jenis-jenis drone, keamanan penerbangan, aplikasi tambahan, dan data-data yang bisa didapatkan.

2. Sesi praktik

Pada sesi ini, mahasiswa diajak untuk merakit bagian-bagian drone seperti properler, baterai, dan remote kontrol. Setelah selesai, para siswa mengendarai drone di sekitar lingkungan sekolah.

3. Pengambilan data citra SMA dengan menggunakan jalur terbang

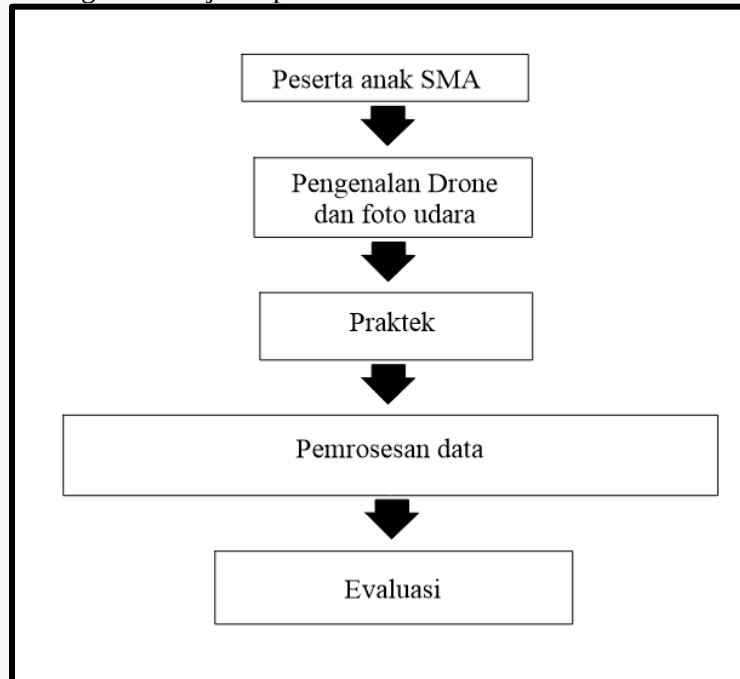
Kegiatan ketiga adalah mengabadikan citra sekolah dengan menggunakan jalur terbang. Aplikasi tambahan menggunakan 3D pilot survey.

4. Memproses Data

Gambar diambil kemudian diolah dengan menggunakan software Agisoft Metashape. Sebelum diproses, siswa diajak untuk menginterpretasikan lingkungan sekolah. Pada sesi ini, para mahasiswa diajak untuk membuka wawasan tentang informasi apa saja yang bisa diambil dari foto udara untuk kepentingan geo-spasial.

5. Evaluasi

Sesi terakhir adalah evaluasi. Sesi ini, siswa memberikan umpan balik tentang proses pembelajaran. Untuk lebih jelasnya, alur kegiatan disajikan pada Gambar 2



Gambar 2. Diagram Alir Kegiatan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan ini diikuti oleh 105 siswa dari 3 sekolah yang berbeda (SMAN 1 Playen, SMA Playen 2, dan SMA Muhammadiyah 1 Playen). Kegiatan ini dibagi menjadi lima sesi. Pertama adalah sesi klasikal yang diisi dengan pengenalan drone (Gambar 3), kedua adalah sesi praktik (Gambar 4); sesi ketiga adalah pengambilan gambar di sekitar lingkungan sekolah dengan menggunakan jalur terbang (Gambar 5); keempat adalah pengolahan data dari gambar yang diperoleh di kelas; dan sesi terakhir adalah evaluasi.



Gambar 3. Pengenalan tentang drone sebagai sumber data geo-spasial. Sumber: Data lapangan (2023)



Gambar 4. Sesi praktek lapangan. Sumber: Data lapangan (2023)



Gambar 5. Pengambilan foto udara dengan jalur terbang. Sumber: Data lapangan (2023)

Dalam kegiatan klasikal ini, trainer menekankan pentingnya penggunaan drone sebagai sumber data geo-spasial. Para siswa juga dikenalkan dengan berbagai jenis drone beserta kelebihan dan kekurangannya. Presenter juga menjelaskan berbagai manual penggunaan drone dan aturan terbang. Selanjutnya adalah penjelasan pengaturan jalur penerbangan untuk mendapatkan foto aerial overlay sebagai sumber informasi geo-spasial.

Untuk pembelajaran interaktif, kemudian peserta diajak out door activity merakit drone. Lapangan basket dipilih karena bagian tengah lapangan memiliki warna yang mirip dengan helipad. Pelatih kemudian merangkai perangkat seperti baling-baling, baterai, remote, dan smartphone satu per satu. Setelah diberi penjelasan, selanjutnya masing-masing siswa diajak menggunakan drone. Relawan dari siswa diperbolehkan terbang mengelilingi kendaraan di lingkungan sekolah dan mengambil foto atau video sesuai petunjuk. Ini merupakan pengalaman yang menarik bagi siswa karena merupakan pengalaman pertama berinteraksi dengan drone (Gambar 4).

Dari segi keterampilan, siswa SMA sudah cukup mampu untuk mengendalikan kendaraan ini. Hanya dalam hitungan menit, peserta yang masih tergolong amatir ini mampu mengoperasikan dan mengabadikan gambar dengan hasil yang cukup baik. Hasil rekaman yang dihasilkan siswa kemudian dibagikan di drive untuk dokumentasi oleh sekolah.

Setelah peserta mencoba menerbangkan drone secara manual, tiba saatnya untuk mengambil foto udara area lingkungan sekolah dengan aplikasi PIX4D. Foto yang diambil tumpang tindih 60-70% dengan ketinggian kurang lebih 60 meter dari permukaan tanah. Langkah selanjutnya setelah pengambilan foto udara selesai, saatnya mengolah data. Siswa diajak untuk mengenali berbagai objek dari foto udara. Itu disebut interpretasi. Interpretasi didasarkan pada kunci interpretasi seperti warna, rona, tekstur, pola, bayangan, dll. Pengolahan terakhir adalah pemodelan lingkungan sekolah dari 2D ke 3D. Pengolahannya menggunakan AgisoftMetashape dan menggunakan Laptop Acer Nitro 5 i7 Geforce RTX 32 GB. Dalam proses ini akurasi model terpilih diatur dalam medium sehingga hasil akhir dapat dimodelkan dalam waktu singkat. Misalnya SMA 1 Playen, jumlah foto yang diproses sebanyak 75 foto. Butuh waktu sekitar 25 menit dan 9 detik. Tabel 1 berikut merupakan rangkuman waktu yang dibutuhkan untuk proses foto udara.

Tabel 1. Pemrosesan Data Foto Udara

No	Proses	Waktu Pemrosesan
1	Tie Point	1 menit 5 detik
2	Dense Cloud	7 menit 2 detik & 2 menit 52 detik
3	3D Modelling	6 menit 49 detik
4	UV Mapping	3 menit 37 detik
5	Blending Time	23 detik
6	DEM	4 detik
7	Ortomosaic	3 menit 17 detik
Total		25 menit 9 detik

Sumber : Pemrosesan Data (2023)

Hasil dari pengolahan ini adalah model 3D sekolah. Model ini dapat digunakan siswa untuk mengukur luas lingkungan sekitar sekolah. Pada sesi ini, mahasiswa hanya melihat proses melalui proyektor karena fasilitas dan waktu yang tidak mendukung. Pengukuran ini dilakukan mulai dari mengukur jarak, luas, dan

volume sehingga sangat berguna untuk keperluan informasi geo-spasial. Hasil foto udara ini disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Foto Udara. pemodelan 3D lingkungan sekolah; Model Elevasi Digital; dan Ortomozaik salah satu lokasi kegiatan.

Sumber : Pengolahan Data (2023)

Setelah kegiatan, di akhir sesi siswa melakukan tes, observasi, wawancara, dan angket untuk afektif drone dalam proses belajar mengajar (Djatkiko et al., 2021). Drone sebagai media pembelajaran telah memberikan dampak yang signifikan dalam membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan interaktif. Navigasi dengan drone adalah hal yang sangat diminati anak muda. Banyak yang bisa dihasilkan dari kendaraan ini, terutama untuk mendapatkan citra dan video beresolusi tinggi dari ketinggian. Produk visual beresolusi tinggi inilah yang membuat anak muda mendapatkan foto dan video yang jelas dari ketinggian untuk mendapatkan

informasi. Setelah pelatihan ini, siswa menjawab post-test yang diberikan oleh pelatih. Dari post test ini dapat diukur keberhasilan program pelatihan ini. Diantara pertanyaan yang diberikan adalah 1). pengetahuan siswa tentang drone sebagai sumber data geografis; 2). pengalaman sebelumnya menggunakan drone; 3). tanggapan atau kesan yang dirasakan selama pelatihan; 4). manfaat yang dirasakan selama pelatihan; 5). materi yang disampaikan, 6). dan penilaian siswa untuk pelatihan selanjutnya.

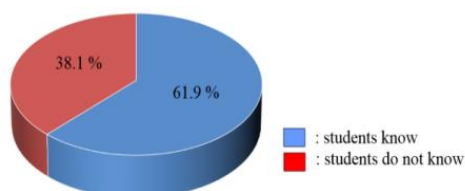
Pertanyaan pertama tentang data yang diperoleh drone sebagai sumber data Geo-spasial. Drone yang menjadi wahana populer di kalangan anak muda ternyata banyak yang belum tahu apakah bisa dijadikan sebagai sumber data Geo-spasial. Drone dipilih sebagai media untuk mendapatkan sumber data karena alasan praktis, murah, dan real-time. Dari kuisioner diperoleh informasi bahwa lebih dari separuh peserta sudah mengetahui bahwa drone memang menjadi sumber data Geo-spasial. Pada kegiatan ini, 61,9% siswa menjawab tahu, dan 38,1% tidak tahu (Gambar 7).

Pertanyaan pertama tentang wahana drone sebagai sumber data geo-spasial. Drone yang menjadi wahana populer di kalangan anak muda ternyata banyak yang belum tahu apakah bisa dijadikan sebagai sumber data Geo-spasial. Drone dipilih sebagai media untuk mendapatkan sumber data karena alasan praktis, murah, dan real-time. Dari kuisioner diperoleh informasi bahwa lebih dari separuh peserta sudah mengetahui bahwa drone memang menjadi sumber data Geo-spasial. Pada kegiatan ini, 61,9% siswa menjawab tahu, dan 38,1% tidak tahu (Gambar 7).

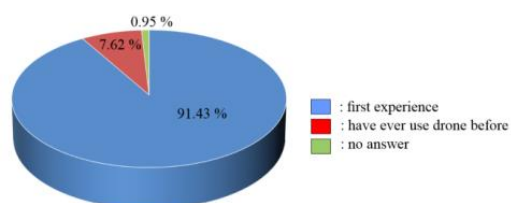
Lebih lanjut, pelatihan ini dinilai cukup mengesankan bagi siswa SMA. Dari seluruh peserta, 91,43% menjawab bahwa kegiatan ini merupakan pengalaman pertama mereka menggunakan drone. Drone dalam pendidikan memungkinkan perolehan pengetahuan baru menggunakan teknologi canggih, membuka tren baru, dan menambahkan dimensi baru pada praktik belajar mengajar (Lesičar & Božić, 2021). Hal ini tentunya memberikan nilai lebih di hati para siswa, dan cukup mengesankan kehadiran kendaraan ini dihadapan mereka. Hasil lainnya disajikan pada Gambar 8 yang menginformasikan bahwa 7,62% peserta pelatihan pernah menggunakan drone sebelumnya.

Pertanyaan yang digunakan untuk evaluasi kegiatan ini adalah kegunaan dari kegiatan yang dilaksanakan. Dari data yang terkumpul di akhir sesi acara, peserta merasa bahwa kegiatan pelatihan ini sangat bermanfaat. Hampir 99,05% mendapat manfaat dari pelatihan ini, dan hanya 0,95% yang tidak menanggapi (Gambar 8). Hal ini juga sejalan dengan Bolick et al (2022) yang 92% menunjukkan bahwa latihan laboratorium UAV efektif mengajarkan siswa tentang akuisisi dan pengolahan data UAV untuk penelitian sumber daya alam.

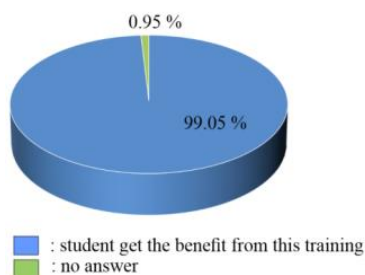
Evaluasi selanjutnya adalah memberikan materi kepada peserta. Peserta pelatihan memberikan penilaian terhadap penyampaian materi yang terdiri dari sangat baik, baik, cukup, dan kurang. Hasilnya, 67,62% peserta mengatakan bahwa pelatih menyampaikan pelatihan dengan baik. Keistimewaan atau special value diberikan oleh 20% peserta kepada pemateri yang berwatak khusus, selebihnya cukup bahkan ada yang merasa pemateri kurang baik dalam menyampaikan pelatihan ini. Hal ini sejalan dengan yang disampaikan oleh Rochaeni (2019) bahwa penggunaan metode demonstrasi dapat membuat perhatian siswa lebih mudah terfokus. Hal ini penting karena perhatian siswa yang terfokus pada materi akan membuat proses pelatihan menjadi lebih menyenangkan. Grafik penilaian peserta terhadap sikap pemateri disajikan pada Gambar 10.



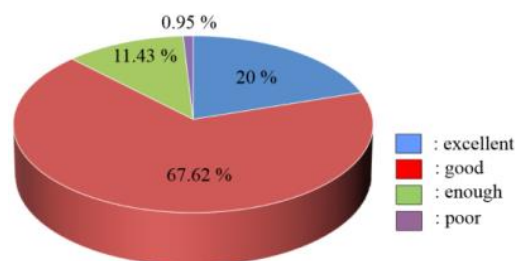
Gambar 7. Pengetahuan siswa tentang foto udara sebagai sumber data geografi.



Gambar 8. Pengalaman siswa sebelumnya menggunakan drone.



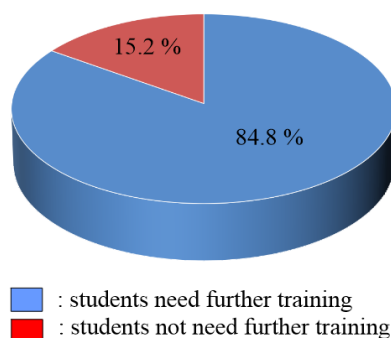
Gambar 9. Manfaat pelatihan yang dirasakan siswa.



Gambar 10. Penilaian peserta terhadap presentasi

Sumber : Pemrosesan Data (2023)

Pertanyaan berikutnya adalah tentang keberlanjutan acara pelatihan. Durasi pelatihan selama 3 jam, mulai dari pengenalan, pendataan di lapangan, hingga pengolahan, tentu tidak cukup bagi para peserta. Dari pertanyaan angket terakhir yang diberikan, 84,8% siswa merasa perlu adanya pelatihan tambahan. Sementara itu, 15,2% siswa menganggap pelatihan sudah cukup, dan tidak perlu pelatihan lanjutan (Gambar 11).



Gambar 11. Penilaian peserta tentang perlunya pelatihan lanjutan. Sumber : Pengolahan Data (2023).

Penggunaan drone dalam pendidikan memberikan pengalaman belajar baru kepada siswa dengan meningkatkan keterlibatan dan motivasi mereka dalam proses pembelajaran, khususnya untuk pembelajaran yang berpusat pada siswa (Lesičar & Božić, 2021). Dalam pelatihan ini, praktik peserta hanya sebatas pengenalan dan cara mengemudikan kendaraan. Setelah peserta mengetahui hasil akhir dari pengolahan sesi pelatihan, para siswa berharap suatu saat dapat mempraktekannya sendiri. Pengenalan foto 2D yang dapat menghasilkan keluaran 3D dengan pengukuran serupa merupakan hal yang baru dan sangat menarik ketika dipelajari siswa secara mendalam.

V. KESIMPULAN

Drone dapat menjadi media pembelajaran yang menarik dalam pembelajaran Geo-spasial. Pelatihan ini merupakan pengalaman pertama bagi 91,43% peserta berinteraksi dengan drone. Sebanyak 38,1% tidak mengetahui bahwa informasi geo-spasial dapat diperoleh dari drone. Peserta mengetahui berbagai informasi yang dapat diperoleh dari foto udara di sekitar lokasi sekolahnya, mulai dari pengenalan objek dengan interpretasi elemen gambar, pembuatan model 3D lingkungan sekolahnya, ekstraksi metrik (jarak, luas, dan volume) dari model yang telah dibuat, Digital Elevation Model, dan pembuatan ortho-photo dari citra udara. Pelatihan ini dinilai cukup bermanfaat, sehingga 84,8% peserta menginginkan pelatihan lanjutan. Dari sini dapat disimpulkan bahwa penggunaan drone dalam pendidikan dapat dibagi menjadi dua konsep, untuk pendidikan tentang drone dan pendidikan dengan drone. Aktivitas ini memuat kedua aktivitas. Pertama siswa dikenalkan tentang drone dan kedua berdasarkan penerapan drone dalam pendidikan, dimana trainer menggunakan drone untuk memfasilitasi siswa dalam perolehan pengetahuan data geo-spasial.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada LPPM (Lembaga Penelitian dan Masyarakat) Universitas Amikom Yogyakarta yang telah memfasilitasi kegiatan ini, dosen dan asisten Geografi Universitas Amikom Yogyakarta yang menjadi bagian dari kegiatan ini, serta seluruh guru dan siswa SMA Playen 1, SMA Playen 2, dan SMA Muhammadiyah 1 Playen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, F; Mohanta, J.C; Keshari, A; & Yadav. P.S. (2022). Recent Advances in Unmanned Aerial Vehicles: A Review. *Arabian Journal for Science and Engineering* 47, 7963-7984. <https://doi.org/10.1007/s13369-022-06738-0>.
- Azmat, M & Kummer, S. (2020). Potential applications of unmanned ground and aerial vehicles to mitigate challenges of transport and logistics-related critical success factors in the humanitarian supply chain. *Asian Journal of Sustainability and Social Responsibility* volume 5, Article number: 3.
- Bai, O; Chu, H; & Hui, G. (2021). Drones in Education: A Critical Review. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education* Vol.12 No. 11. <https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i11.6107>
- Basyuni, M; Amelia, R.W; & Bimantara, Y. (2021). Mengenal Drone Dalam Sistem Informasi Geografis & Aplikasinya Dalam Penelitian Kehutanan. *USU Press* ISBN: 978-602-465-330-9.
- Bolick, M.M; Mikhailova, E.A; & Post, C.J. (2022). Teaching Innovation in STEM Education Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV). *Education Science*. <https://doi.org/10.3390/educsci12030224>.
- Djatkiko, I.W; Yatmono, S; & Nugraha, A.C. (2021). Development and Effectiveness of Drone as a Learning Media in Islamic Boarding School. *Journal of Physics Conference Series*. DOI:[10.1088/1742-6596/2111/1/012011](https://doi.org/10.1088/1742-6596/2111/1/012011).
- Ejaz, W.; Ahmed, A.; Mushtaq, A.; & Ibnkahla, M. (2020). Energy-efficient task scheduling and physiological assessment in disaster management using UAV-assisted networks. *Comput. Commun.* **155**, 150–157. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.03.019>.
- Fikriyah, V.N & Furoida, K. (2021). Peningkatan Keterampilan Siswa Sekolah Menengah Kejuruan Melalui Pelatihan *Software* Pemetaan. *Abdi Geomedisains* Vol 1 (2).
- Fobes. (2021). How Drones Are Changing The Future Of Education. Accessed Dec 14, 2022 from <https://www.forbes.com/sites/ashiraprossack1/2021/04/29/how-drones-are-changing-the-future-of-education/?sh=74651cf851a0>.
- Gadeng, A.N; Urfan, F; Himayah, S; Furqon, M.H; Desfandi, M; & Azis, D. (2022). Inovasi Pembelajaran Geografi Untuk Materi Penginderaan Jauh di Sekolah Menengah Atas. *Majalah Geografi Indonesia* Vol 36 No 2. <https://doi.org/10.22146/mgi.64988>.
- Hakim, M.A; Emawati, H; & Mujahiddin, D.E. (2021). Pemanfaatan Pesawat Tanpa Awak Untuk Pemetaan Dan Identifikasi Penutupan Lahan Pada Kawasan Hutan Pendidikan Unmul. *Jurnal Agrifor* Volume XX Nomor 1.
- Joyce, K.E.; Meiklejohn, N.; & Mead, P.C.H. (2020). Using mini drones to teach geospatial technology fundamentals. *Drones*. <https://doi.org/10.3390/drones4030057>.
- Lesičar, J.C & Božić, D. (2021). Current Status Of The Use Of Drones In Education In Croatia. *Interdisciplinary Description of Complex Systems* 19(1), 160-167. DOI: 10.7906/indcs.19.1.13
- Rochaeni, E. (2019). Penggunaan Media Pembelajaran Geografi Drone Melalui Metode Demonstrasi Pada Materi Penginderaan Jauh. *Jurnal Metaedukasi* Vol 1, No 2.
- Utomo, B. (2018). Drone Untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah. *Media Komunikasi Geografi* Vol. 18 No. 2. <https://doi.org/10.23887/mkg.v18i2.12798>
- Warsita, B. (2017). Peran Dan Tantangan Profesi Pengembang Teknologi Pembelajaran Pada Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Teknologi Pendidikan* Vol 5 No 2. <https://doi.org/10.31800/jtp.kw.v5n2.p77--90>