



Pengenalan *Drone* dan Interpretasi Foto Udara untuk Meningkatkan Literasi Teknologi Geospasial bagi Siswa Sekolah Menengah Atas

Abdul Malik ^{1)*}, Rahma Musyawarah ¹⁾

^{1,2}Jurusan Geografi, Universitas Negeri Makassar. Makassar, Indonesia.

Diterima: 25 Oktober 2025

Direvisi: 13 November 2025

Disetujui: 21 November 2025

Abstrak

Perkembangan teknologi geospasial khususnya *drone*, memberikan peluang besar dalam pendidikan, termasuk pemetaan dan analisis lingkungan. Akan tetapi, kenyataannya di lapangan menunjukkan literasi teknologi geospasial di kalangan siswa SMA masih rendah. Kegiatan PKM ini dirancang untuk meningkatkan literasi teknologi geospasial siswa melalui penguatan pemahaman konseptual tentang prinsip-prinsip dasar penggunaan *drone*, serta praktik pengambilan foto udara di lingkungan sekolah. Kegiatan ini melibatkan 25 orang siswa SMA Negeri 7 Takalar dan dilaksanakan secara partisipatif melalui tahapan sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan, dan evaluasi menggunakan *pre-test*, *post-test*, serta keberlanjutan program. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan signifikan kompetensi siswa, terbukti dari rata-rata nilai *pre-test* sebesar 49,2 yang meningkat menjadi 80,0 pada *post-test*, dengan rata-rata peningkatan sebesar 30,8 poin. Selain itu, siswa menunjukkan antusiasme tinggi dalam praktik operasional *drone*. Guru juga memperoleh manfaat dalam integrasi *drone* sebagai media pembelajaran inovatif, sementara sekolah berpeluang memprakarsai klub *drone*, memperkuat kolaborasi antara sekolah dan perguruan tinggi, serta menciptakan ekosistem pembelajaran berbasis teknologi yang berkelanjutan. Dengan demikian, melalui pendekatan inovatif dan aplikatif, PKM ini diharapkan dapat menumbuhkan generasi muda yang melek teknologi, berwawasan lingkungan, serta mampu berpikir spasial dan kritis terhadap dinamika ruang sekitarnya.

Kata kunci: *drone*; foto udara; sekolah menengah atas; teknologi geospasial.

Introduction to Drones and Aerial Image Interpretation to Enhance Geospatial Technology Literacy for Senior High School

Abstract

Advances in geospatial technology, particularly drones, provide great opportunities in education, including mapping and environmental analysis. However, the reality in the field shows that geospatial technology literacy among high school students is still low. This PKM activity is designed to improve students' geospatial technology literacy by strengthening their conceptual understanding of the basic principles of drone use, as well as the practice of aerial photography in the school environment. This activity involved 25 students from Takalar 7 Public High School and was carried out participatively through stages of socialization, training, technology application, mentoring, and evaluation using pre-tests, post-tests, and program sustainability. The results of the activity showed a significant increase in student competence, as evidenced by the average pre-test score of 49.2, which increased to 80.0 on the post-test, with an average increase of 30.8 points. In addition, students showed high enthusiasm in drone operational practices. Teachers also benefited from the integration of drones as an innovative learning medium, while schools had the opportunity to initiate drone clubs, strengthen collaboration between schools and universities, and create a sustainable technology-based learning ecosystem. Thus, through an innovative and applicable approach, this PKM is expected to nurture a young generation that is tech-savvy, environmentally conscious, and capable of spatial and critical thinking regarding the dynamics of their surrounding space.

Keywords: *drone; aerial photography; senior high school; geospatial technology.*

* Korespondensi Penulis. E-mail: abdulmalik@unm.ac.id

PENDAHULUAN

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan dan dinamika global yang semakin kompleks, dunia pendidikan dituntut untuk mengintegrasikan prinsip *Education for Sustainable Development* (ESD). ESD bertujuan untuk memberdayakan individu dengan pengetahuan, keterampilan, nilai, sikap, dan perilaku untuk hidup dengan cara yang baik bagi lingkungan, ekonomi, dan masyarakat. ESD mendorong setiap orang untuk membuat pilihan yang cerdas dan bertanggung jawab guna membantu menciptakan masa depan yang lebih baik bagi semua orang (UNESCO, 2017).

Dalam konteks implementasi *Education for Sustainable Development* (ESD), pemanfaatan teknologi geospasial merupakan strategi penting dalam mengintegrasikan aspek kontekstual dan berbasis teknologi ke dalam proses pembelajaran. Melalui penerapan analisis spasial terhadap permasalahan nyata di lingkungan sekitar, peserta didik dapat mengembangkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai interaksi antara manusia dan lingkungan, serta implikasinya terhadap keberlanjutan. Teknologi geospasial, mencakup tiga teknologi yang berbeda namun dalam prakteknya kerap dipadukan, yaitu teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*), sistem informasi geografis (*geographical information system*/GIS) dan teknologi navigasi (*navigation technology*) dimana salah satu sistem yang umum digunakan adalah *Global Positioning System* (GPS) (Pattiasina, 2020).

Seiring dengan perkembangan inovasi dalam bidang teknologi geospasial, *drone* atau *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) hadir sebagai salah satu alat yang efektif dalam kegiatan penginderaan jauh serta dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang, termasuk pemetaan dan monitoring lingkungan (Guebsi, Mami, & Chokmani, 2024). Melalui teknologi ini, data spasial yang dihasilkan dalam bentuk foto udara atau video dengan resolusi tinggi. Dalam konteks pendidikan, kegiatan pembelajaran berbasis *drone* memungkinkan peserta didik untuk memperoleh pengalaman langsung dalam mengidentifikasi objek di permukaan bumi, memahami pola keruangan, serta menganalisis perubahan lingkungan secara nyata. Lebih dari itu, pemanfaatan *drone* juga memberikan peluang bagi pengembangan keterampilan berpikir kritis dan analitis, karena peserta didik dilibatkan secara aktif dalam proses pengumpulan dan interpretasi data dari wilayah yang sulit dijangkau (ESRI, 2023; Pergantis & Drigas, 2024). Dengan demikian, integrasi teknologi *drone* dalam pembelajaran tidak hanya memperkaya metode pengajaran, tetapi juga mendukung terciptanya literasi teknologi geospasial yang selaras dengan prinsip ESD.

Realitas di lapangan menunjukkan bahwa, literasi teknologi geospasial di kalangan siswa khususnya siswa SMA masih tergolong rendah. Banyak peserta didik yang belum familiar dengan konsep dasar penginderaan jauh maupun pemanfaatan teknologi *drone* dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil observasi awal dan komunikasi dengan guru di SMAN 7 Takalar, pengenalan terhadap pemanfaatan *drone* dalam kegiatan pemetaan umumnya masih terbatas pada tataran konsep, tanpa disertai praktik langsung di lapangan. Kegiatan ini pun biasanya hanya dilakukan dalam mata pelajaran Geografi, sehingga pemahaman siswa mengenai penggunaan *drone* untuk pengumpulan dan analisis data spasial belum menyeluruh. Kondisi ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi geospasial dalam pendidikan masih bersifat parsial dan belum menjadi bagian dari pembelajaran lintas disiplin. Padahal, SMAN 7 Takalar memiliki karakteristik geografis yang sangat potensial untuk menjadi laboratorium pembelajaran geospasial. Sekolah ini terletak di wilayah Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan, yang memiliki kondisi geografis beragam misalnya, area pertanian, kawasan pesisir, dan daerah perkotaan di Takalar dapat menjadi bahan

pembelajaran dalam mengenali pola lanskap, perubahan lingkungan, serta potensi pengembangan wilayah. Oleh sebab itu, pengenalan terhadap teknologi *drone* dapat menjadi langkah awal dalam meningkatkan literasi teknologi di kalangan siswa dan membuka wawasan mereka terhadap berbagai peluang di masa depan (Redhana, 2024).

Berdasarkan uraian di atas, kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini dirancang untuk memfasilitasi peningkatan pemahaman siswa SMAN 7 Takalar mengenai teknologi geospasial, yang diawali dengan penguatan pemahaman konseptual tentang prinsip-prinsip dasar penggunaan *drone* serta praktik pengambilan foto udara di lingkungan sekolah. Selanjutnya, siswa dilatih untuk menginterpretasikan hasil foto udara, mengenali objek-objek geografi, serta memahami hubungan spasial antar unsur yang terekam dalam foto udara. Kegiatan PKM ini berbeda dengan beberapa kegiatan PKM sebelumnya yang telah dilaksanakan di SMAN 7 Takalar. Sebelumnya, PKM di sekolah ini lebih banyak berfokus pada peningkatan literasi lingkungan, seperti pengelolaan sampah dan konservasi lingkungan. Kegiatan-kegiatan tersebut bersifat edukatif dengan pendekatan non-teknologis dan lebih menekankan pada perubahan sikap serta kesadaran lingkungan. Sedangkan kegiatan PKM ini menawarkan pendekatan baru yang berbasis teknologi dan praktik langsung, yakni memperkenalkan teknologi *drone* dan interpretasi foto udara sebagai media pembelajaran modern. Kegiatan ini bukan hanya memperluas wawasan siswa tentang konsep geografi, tetapi juga meningkatkan kemampuan mereka dalam menggunakan alat dan teknologi geospasial yang kini banyak digunakan di dunia profesional. Dengan demikian, kegiatan ini memiliki nilai inovatif karena memperkenalkan dimensi baru dalam pembelajaran di tingkat sekolah menengah khususnya di SMAN 7 Takalar.

Selain kebaruan dari sisi teknologi, kegiatan ini juga menempatkan siswa sebagai subjek aktif pembelajaran. Jika kegiatan sebelumnya lebih banyak bersifat ceramah dan demonstrasi, kegiatan ini dirancang berbasis partisipatif, di mana siswa terlibat langsung dalam setiap tahap proses mulai dari pengenalan alat, pengoperasian *drone*, pengambilan foto udara, hingga interpretasi hasilnya. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar, rasa tanggung jawab, dan kemampuan berpikir kritis siswa terhadap fenomena di sekitar mereka. Lebih jauh, kegiatan ini juga mendukung implementasi Profil Pelajar Pancasila dan Kurikulum Merdeka yang menekankan pentingnya pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*) (Saputro, Pritasari, & Madura, 2025; Sari, 2024) dan eksplorasi potensi lingkungan sekitar sebagai sumber belajar. Dengan menggunakan teknologi *drone*, siswa dapat melatih keterampilan abad ke-21 seperti kolaborasi, komunikasi, kreativitas, serta pemecahan masalah berbasis data (NEA, 2012).

Sejalan dengan latar belakang yang telah diuraikan, kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) yang berjudul "Pengenalan *Drone* dan Interpretasi Foto Udara untuk Meningkatkan Literasi Teknologi Geospasial bagi Siswa Sekolah Menengah Atas" ini dirancang untuk meningkatkan literasi teknologi geospasial melalui pembelajaran berbasis praktik. Kegiatan ini tidak hanya memperkenalkan penggunaan *drone* dan teknik interpretasi foto udara, tetapi juga mengoptimalkan potensi geografis lokal sebagai sumber belajar kontekstual. Melalui pendekatan inovatif dan aplikatif, PKM ini diharapkan dapat menumbuhkan generasi muda yang melek teknologi, berwawasan lingkungan, serta mampu berpikir spasial dan kritis terhadap dinamika ruang sekitarnya.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini dilakukan secara partisipatif dan sistematis dengan melibatkan 25 siswa SMA Negeri 7 Takalar sebagai sasaran utama serta

guru Geografi sebagai fasilitator, di mana tim pengabdian yang terdiri dari ketua, dosen anggota, dan dua mahasiswa pendamping berperan sesuai dengan kompetensi masing-masing. Kegiatan dilaksanakan selama 2 hari melalui beberapa tahapan, yaitu: 1) sosialisasi, yang diawali dengan penyampaian tujuan, manfaat, serta rencana pelaksanaan kegiatan kepada kepala sekolah, guru, dan siswa. Tahap ini juga menjadi sarana untuk membangun komitmen bersama antara pihak sekolah dan tim pengabdian dalam mendukung keberlanjutan program; 2) pelatihan, yang berfokus pada pengenalan teori dan praktik penggunaan *drone* DJI Mavic 2 Air. Pada tahap ini, peserta mendapatkan pemahaman mengenai dasar-dasar pengoperasian *drone*, teknik pengambilan gambar udara yang aman, serta cara membaca dan menginterpretasi citra udara; 3) penerapan teknologi, di mana siswa secara langsung menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh dengan melakukan kegiatan pemetaan lingkungan sekolah menggunakan *drone*. Hasil pemetaan ini kemudian dianalisis untuk memahami kondisi dan tata ruang lingkungan sekolah secara lebih detail; 4) pendampingan dan evaluasi, yang dilakukan melalui *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pengetahuan siswa dalam pengoperasian *drone* dan interpretasi foto udara, observasi selama kegiatan, serta pengumpulan umpan balik dari siswa dan guru. Evaluasi ini menjadi dasar untuk menilai efektivitas pelatihan dan tingkat keberhasilan transfer pengetahuan serta keterampilan; dan 5) keberlanjutan program, dimana dirancang keberlanjutan program dengan mendorong terbentuknya komunitas *drone* di sekolah serta menjalin kerja sama dengan pihak terkait untuk mendukung pelatihan lanjutan dan pemanfaatan perangkat secara berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat yang “Pengenalan *Drone* dan Interpretasi Foto Udara untuk Meningkatkan Literasi Teknologi Geospasial bagi Siswa Sekolah Menengah Atas” ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan sistematis guna memastikan tercapainya tujuan program. Mengawali kegiatan PKM ini, terlebih dahulu dilakukan sosialisasi. Sosialisasi yang bukan hanya berfungsi sebagai penyampaian informasi awal, tetapi juga sebagai instrumen membangun sinergi antara tim pelaksana dengan *stakeholder* sekolah. Tahap ini menjadi pondasi penting untuk memastikan bahwa program tidak hanya berjalan secara administratif, tetapi juga mendapatkan dukungan, partisipasi aktif, serta keberlanjutan pasca-pelatihan. Sosialisasi dilaksanakan dengan tujuan utama, yaitu: 1) memberikan gambaran komprehensif mengenai urgensi dan manfaat pengenalan teknologi *drone* dalam bidang pendidikan, khususnya pada aspek geografi, pemetaan, dan teknologi informasi; 2) menyampaikan secara jelas tujuan pelatihan, yakni membekali siswa dengan pengetahuan dasar tentang pengoperasian *drone* serta keterampilan awal dalam melakukan interpretasi foto udara; dan 3) membangun komunikasi dua arah dengan pihak sekolah agar kegiatan ini tidak hanya dipandang sebagai aktivitas sesaat, melainkan sebagai langkah awal pengembangan kompetensi siswa di bidang teknologi digital. Pihak-pihak yang terlibat dalam tahap sosialisasi ini selain tim pengabdian adalah kepala sekolah sebagai pengambil kebijakan internal sekolah yang memberikan izin sekaligus dukungan administratif dan moral terhadap pelaksanaan kegiatan. Komitmen kepala sekolah menjadi indikator awal keberhasilan program, karena tanpa dukungan dari pimpinan, keberlanjutan kegiatan akan sulit diwujudkan. Selanjutnya, guru sebagai fasilitator sekaligus jembatan komunikasi antara tim pelaksana dengan siswa. Guru membantu dalam mengidentifikasi serta menjaring siswa yang memiliki minat dan potensi dalam bidang teknologi *drone*, sehingga peserta yang terlibat adalah siswa yang benar-benar antusias dan siap mengikuti pelatihan. Keterlibatan

dan pertukaran informasi dengan pihak-pihak yang memiliki kepentingan (*stakeholders*) secara partisipatif dan penuh kepercayaan dapat menciptakan nilai dan keberlanjutan program yang lebih besar (Langrafe et al., 2020; Musonda et al., 2025).

Selanjutnya, dilaksanakan pelatihan penggunaan *drone* untuk memberikan bekal keterampilan dasar kepada siswa dalam mengoperasikan *drone* secara aman, sistematis, dan aplikatif. Pelatihan ini dirancang secara komprehensif dalam satu hari dengan tiga komponen utama, yaitu: 1) pengenalan dan teori dasar *drone*; 2) praktik penggunaan *drone*, dan (3) analisis dan interpretasi foto udara. Pada sesi materi pengenalan dan teori dasar *drone* disampaikan oleh, siswa disiswa tidak hanya mendapatkan wawasan konseptual tentang teknologi *drone*, komponen utama *drone* DJI Mavic 2 Air, sistem navigasi dan kontrol, tetapi juga kesadaran akan pentingnya aspek etika dan keselamatan dalam penggunaannya. Hal ini selaras dengan teori *technological pedagogical content knowledge* (TPACK) yang menekankan pentingnya integrasi pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten agar siswa mampu memahami teknologi baru secara holistik (Koehler, Mishra, & Cain, 2013).



Gambar 2. Pemaparan Materi Pengenalan dan Teori Dasar *Drone*

Pada sesi interpretasi foto udara, siswa diberi pemahaman mendalam mengenai cara membaca, memahami, dan menganalisis objek maupun elemen lingkungan yang terekam dalam foto udara tersebut. Materi ini bertujuan untuk mengintegrasikan keterampilan teknis penggunaan *drone* dengan kemampuan interpretatif yang bersifat analitis. Tim Pelaksana menjelaskan bahwa foto udara tidak hanya berfungsi sebagai dokumentasi visual, tetapi juga sebagai sumber data geospasial yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai kajian lingkungan dan pemetaan. Dalam kegiatan ini, siswa dilatih untuk mengenali elemen dasar interpretasi citra, seperti rona/warna, ukuran, bentuk, tekstur, pola, bayangan, situs, dan asosiasi yang merupakan kunci dalam mengidentifikasi objek fisik di permukaan bumi. Melalui latihan terstruktur, siswa diperkenalkan pada cara membedakan elemen alami (misalnya sungai, hutan, lahan pertanian) dengan elemen buatan manusia (misalnya jalan, bangunan, atau permukiman). Lebih lanjut, kegiatan ini juga melatih siswa untuk menghubungkan informasi visual dengan konteks geografis sehingga foto udara yang terekam oleh *drone* tidak hanya dilihat secara deskriptif, tetapi juga dipahami secara analitis untuk tujuan pembelajaran maupun pemetaan sederhana.



Gambar 3. Pemaparan Materi Interpretasi Foto Udar

Setelah siswa diberikan pemahaman terkait pengenalan DJI Mavic 2 Air dan teori dasar *drone* serta interpretasi foto udara, sesi terakhir adalah tahap praktik yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk secara langsung mengendalikan perangkat di lapangan dengan bimbingan intensif dari tim pengusul, sehingga mereka memperoleh pengalaman riil dalam mengoperasikan *drone*. Pada sesi ini para siswa sangat antusias, terlebih lagi mereka juga di diarahkan untuk melakukan pemetaan di area sekitar sekolahnya. Desain pelatihan ini sejalan dengan teori experiential learning (Kolb, 1984) yang menekankan pentingnya siklus belajar melalui pengalaman langsung (*concrete experience*), refleksi, konseptualisasi, hingga aplikasi praktis, sehingga siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan kognitif tetapi juga kompetensi praktis yang berdaya guna.

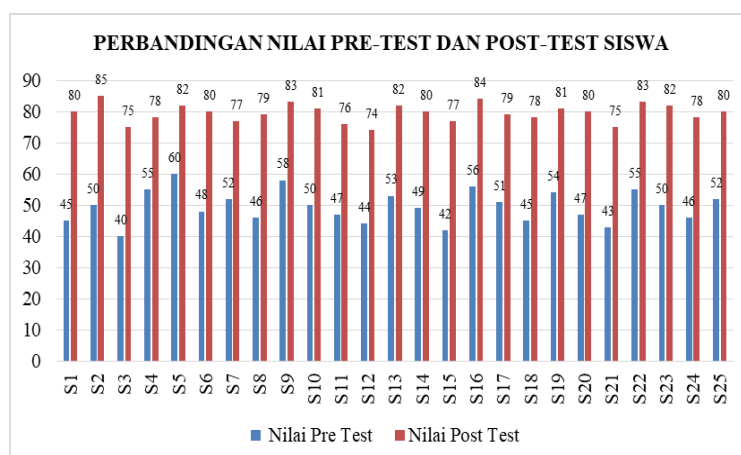


Gambar 4. Siswa Mengoperasikan *Drone* untuk Mengambil Foto Udara.

Pada sesi penerapa teknologi ini, aktivitas dimulai dengan perencanaan lokasi penerbangan dan parameter pengambilan gambar, dilanjutkan dengan pengoperasian *drone* untuk mengambil foto udara. Hasil foto udara tersebut selanjutnya dianalisis untuk mengidentifikasi pola penggunaan lahan (seperti area terbuka, vegetasi, bangunan), kondisi vegetasi, serta potensi permasalahan lingkungan seperti genangan dan lain-lain. Pendekatan ini tidak hanya memperkuat keterampilan teknis operasional *drone* dan interpretasi foto udara, tetapi juga melatih keterampilan berpikir kritis siswa dalam mengenali

dan memecahkan masalah lingkungan nyata. Metodologi seperti ini sejalan dengan prinsip *project based learning* (PBL) yang mendorong siswa belajar secara aktif melalui proyek nyata sebagai titik pusat pembelajaran (Carrascosa et al., 2019; Mones et al., 2023; Rahman & Ramli, 2024). Selain itu, integrasi teknologi *drone* dalam pendidikan umumnya dilaksanakan melalui model pembelajaran yang bersifat aktif, kolaboratif, dan reflektif. Pendekatan tersebut dinilai relevan dengan kegiatan analisis foto udara, karena mendorong keterlibatan siswa secara langsung dalam proses belajar, kerja sama dalam kelompok, serta refleksi kritis terhadap hasil yang diperoleh (Pergantis & Drigas, 2024).

Evaluasi program dilakukan dalam dua bentuk, yakni evaluasi formatif yang berlangsung selama pelatihan, dan evaluasi sumatif yang dilakukan setelah program selesai. Evaluasi formatif dilaksanakan dengan mengukur tingkat pemahaman siswa melalui *pre-test* dan *post-test*, serta observasi langsung pada sesi praktik operasional *drone*. Melalui cara ini, tim pelaksana dapat mengetahui sejauh mana peningkatan pengetahuan dan keterampilan siswa dalam mengoperasikan *drone* serta mengidentifikasi kendala teknis maupun non-teknis yang mereka hadapi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Perbandingan Nilai *Pre-test* dan *Post-test* Siswa

Selain itu, siswa diberikan ruang untuk menyampaikan umpan balik (*feedback*) terkait pengalaman belajar, baik mengenai materi teori maupun praktik, sehingga pelaksanaan pelatihan dapat terus disempurnakan. Sementara itu, evaluasi sumatif dilakukan dengan memantau implementasi jangka panjang dari hasil pelatihan di lingkungan sekolah. Fokus utama evaluasi ini adalah pada tingkat adopsi teknologi *drone* oleh pihak sekolah, baik dalam bentuk integrasi materi ke dalam kurikulum mata pelajaran terkait (misalnya Geografi, Teknologi Informasi, atau Sains), maupun dalam pengembangan kegiatan ekstrakurikuler. Indikator keberhasilan tidak hanya diukur dari peningkatan kompetensi siswa, tetapi juga dari sejauh mana guru mampu menginternalisasi pengetahuan yang diperoleh untuk mendukung inovasi pembelajaran.

Tahap pendampingan menjadi strategi lanjutan untuk memastikan keberlanjutan program. Tim pengabdian membuka peluang kerjasama dengan sekolah melalui skema peminjaman *drone*, penyelenggaraan pelatihan lanjutan bagi siswa dan guru, serta mendorong terbentuknya klub atau komunitas *drone* di sekolah. Upaya ini dimaksudkan untuk membangun ekosistem belajar yang berkelanjutan, sehingga pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh tidak berhenti pada saat pelatihan, tetapi berkembang menjadi budaya belajar baru di sekolah. Konsep *sustainable education* program juga menekankan pentingnya pendampingan pasca-kegiatan sebagai faktor kunci dalam menguatkan

keberlanjutan dan mencegah hilangnya manfaat dari pelatihan jangka pendek (Yeung, Sun, & Yeung, 2025).

Kegiatan pengabdian ini memberikan sejumlah dampak positif bagi berbagai pihak yang terlibat, antara lain: 1) bagi siswa, meningkatnya keterlibatan (*engagement*), perhatian visual, dan kualitas proses belajar secara keseluruhan, dibuktikan melalui peningkatan rata-rata nilai *pre-test* ke *post-test* sebesar +30,8 poin. Selain itu, pelatihan *drone* yang menggabungkan teori dan praktik secara immersiv terbukti meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan teknis operasional, serta minat wirausaha di kalangan siswa sekolah (Ravichandran, 2025); 2) bagi guru, dengan model pelatihan ini guru menjadi lebih siap secara pedagogis dan teknis untuk mengintegrasikan teknologi *drone* ke dalam kurikulum. *Drone* dan foto udara dapat dimanfaatkan oleh guru sebagai sumber sekaligus media pembelajaran yang efektif dan inovatif dalam membantu peserta didik memahami kondisi geografis maupun lingkungan sekitarnya, khususnya pada materi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) (Harudu et al., 2024; Malik, Baharuddin, & Diponegoro, 2021). Sejalan dengan hal tersebut, penting untuk selanjutnya pelatihan berfokus pada kesiapan guru dalam penggunaan teknologi *drone* dalam pendidikan berbasis STEM (Ng & Cheng, 2019); dan 3) bagi sekolah, pelatihan ini membuka peluang untuk memprakarsai klub *drone*, memperkuat kolaborasi antara sekolah dan perguruan tinggi, serta menciptakan ekosistem pembelajaran berbasis teknologi yang berkelanjutan. Studi sistematis juga mendukung bahwa integrasi *drone* dalam pendidikan STEM meningkatkan keterampilan berpikir kritis, berpikir komputasional, kreativitas, dan kolaborasi di tingkat sekolah menengah. Secara keseluruhan, pelatihan ini tidak hanya memperkuat kompetensi teknis siswa, tetapi juga mendorong transformasi pedagogik di sekolah, memperkuat peran guru sebagai inovator, dan membangun ekosistem pembelajaran *drone* yang berkelanjutan dan berdampak panjang.

KESIMPULAN

Pelaksanaan Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) di SMA Negeri 7 Kabupaten Takalar melalui pelatihan pengenalan *drone* dan interpretasi foto udara menunjukkan bahwa teknologi sederhana namun aplikatif dapat menjadi sarana efektif dalam memperkuat keterampilan abad ke-21 siswa. Hasil kegiatan ini memperlihatkan adanya peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan motivasi belajar yang tidak hanya bermanfaat bagi siswa, tetapi juga membuka peluang inovasi bagi guru dan sekolah dalam mengembangkan pembelajaran berbasis teknologi. Lebih jauh, kegiatan ini menegaskan pentingnya sinergi antara perguruan tinggi dan sekolah dalam menciptakan ekosistem pendidikan yang adaptif terhadap perkembangan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Carrascosa, F. J. M., Porras, F. P., Tarradas, P. T., Meroño J. E., & Ferrer, A. G. (2019). Project-Based Learning Applied to Unmanned Aerial Systems and Remote Sensing. *Remote Sensing*, 11(20), 2413-2428. <https://doi.org/10.3390/rs11202413>
- ESRI. (2023). *Imagery and Remote Sensing in Higher Education*. Environmental Systems Research Institute. Retrieved from https://www.esri.com/en-us/industries/higher-education/imagery-remote-sensing-education?utm_source=chatgpt.com

- Guebsi, R., Mami, S., & Chokmani, K. (2024). Drones in Precision Agriculture: A Comprehensive Review of Applications, Technologies, and Challenges. *Drones*, 8(11), 686-716. <https://doi.org/10.3390/drones8110686>
- Harudu, L., Amaluddin, L. A., Irsan, L. O. M., Hasanah, M., & Musyawarah, R. (2024). Pelatihan Sistem Informasi Geografi untuk Meningkatkan Kualifikasi Guru Geografi di SMA/MA Sekota Kendari. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 5(3), 2952-2960. <https://doi.org/10.55338/jpkmn.v5i3.3241>
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is Technological Pedagogical Content (TPACK)?. *Journal of Education*, 193(3), 13-19.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall: AS.
- Langrafe, T. D. F., Barakat, S. R., Stocker, F., & Boaventura, J. M. G. (2020). A Stakeholder Theory Approach to Creating Value in Higher Education Institutions. *The Bottom Line*, 33(4), 297-313. <https://doi.org/10.1108/BL-03-2020-0021>
- Malik, A., Nasiah., Ivanni, I., Nurhamdi., Nurdin., & Diponegoro, L. M. (2021). Pelatihan Pengenalan Drone dan Interpretasi Citra Foto Udara bagi Siswa Madrasah Aliyah Negeri 1 Makassar. *INOVASI: Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 6-9. DOI:10.35580/inovasi.v1i1.19578
- Mones, A. Y., Aristiawan., Muhtar., & Irawati, D. (2023). Project Based Learning (PJBL) Perspektif Progresivisme dan Konstruktivisme. *Prosiding Seminar Nasional Surabaya*, 1-11
- Musonda, I., Zulu, S. L., Zulu, E., & Kavishe, N. (2025). Understanding Clients' Role in Community Stakeholder Participation and Influence on Infrastructure Sustainability-A Stakeholder Theory Lens. *International Journal of Construction Management*, 25(4), 419-427. <https://doi.org/10.1080/15623599.2024.2331862>
- NEA. (2012). Preparing 21st Century Students for a Global Society: An Educator's Guide to the "Four Cs". National Education Association. Retrieved from <https://dl.icdst.org/pdfs/files3/0d3e72e9b873e0ef2ed780bf53a347b4.pdf>
- Ng, W. S., & Cheng, G. (2019). Integrating Drone Technology in STEM Education: A Case Study to Assess Teachers' Readiness and Training Needs. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 16, 61-70. <https://doi.org/10.28945/4288>
- Pattiasina, T. F. (2020). A Review of The Concept and Application of Geospatial Technology in Mapping and Modeling the Migration of Whale Shark (Rinchodon Typus). *Musamus Fisheries and Marine Journal*, 2(2), 77-101. <https://doi.org/10.35724/mfmj.v2i2.2466>
- Pergantis, P., & Drigas, A. (2024). The Effect of Drones in the Educational Process: A Systematic Review. *Education Sciences*, 14(6), 665-682. <https://doi.org/10.3390/educsci14060665>
- Ravichandran, R. (2025). Evaluating the Impact of Drone Technology Bootcamps on Student Skill Development and Performance. *Journal of Vocational Education Studies (JOVES)*, 8(2). <https://doi.org/10.12928/joves.v8i2.12668>

- Rahman, S. A., & Ramli, M. (2024). Model Pembelajaran: Problem Based Learning & Project Based Learning. *NFINITUM: Journal of Education and Social Humaniora*, 1(1), 62-81.
- Redhana, I. W. (2024). *Literasi Digital: Pedoman Menghadapi Society 5.0*. Samudra Biru: Yogyakarta.
- Saputro, D. A., Pritasari, A. C., & Madura, U. T. (2025). Implementasi Model Pembelajaran Project Based Learning dalam Kurikulum Merdeka. *JPUS (Jurnal Pendidikan Untuk Semua)*, 9(2), 52-59. <https://doi.org/10.26740/jpus.v9n2.p52-59>
- Sari, M. (2024). Integrasi Model Project Based Learning dan Profil Pelajar Pancasila dalam Penerapan Kurikulum Merdeka. *Jurnal Dimensi*, 13(2), 537-543. <https://doi.org/10.33373/dms.v13i2.6687>
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. UNESCO. Retrieved from <https://doi.org/10.54675/CGBA9153>
- Yeung, R. C. Y., Sun, D., & Yeung, C. H. (2025). Integrating Drone Technology in STEM Education: Curriculum, Pedagogy and Learning Outcomes. *Education and Information Technologies*, 30(10), 14237-14272. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13368-0>