

Pengenalan dan Implementasi Teknologi UAV untuk Pembelajaran di Madrasah Aliyah

(*Introduction and Implementation of UAV Technology for Learning at Madrasah Aliyah*)

Elfi Yuliza^{1*}, Riska Ekawita², Yazid Ismi Intara³

Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia^{1,2,3}

elfi.yuliza@gmail.com^{1*}, rekawita@unib.ac.id², yazidintara@unib.ac.id³



Riwayat Artikel:

Diterima pada 6 Januari 2025
Revisi 1 pada 10 Januari 2025
Revisi 2 pada 2 September 2025
Revisi 3 pada 8 September 2025
Disetujui pada 9 September 2025

Abstract

Purpose: Therefore, the aim of this activity is to increase the knowledge and skills of the participants in using drone technology.

Methodology/approach: To accomplish these goals, the activity unfolds in four main stages: preparation, equipment presentation, demonstration, and hands-on operation. In this program, the civitas of Bengkulu University provided material related to drone types, configurations, and applications, along with drone data processing techniques.

Results/findings: The program included practical demonstrations and training sessions on drone operation. During this program, participants, consisting of second-year students and accompanying teachers, had the opportunity to participate in hands-on drone piloting exercises. Furthermore, questionnaires were distributed to assess participants' comprehension before and after the sessions. Throughout the program, the audience showed great enthusiasm about being able to operate and apply this drone.

Conclusion: The drone-related community service program was intended to enhance students' knowledge and skills regarding emerging technologies. Based on the questionnaire results, students' knowledge increased by more than 50%.

Limitations: This activity only focused on participants of class II students of Madrasah Aliyah Mambaul 'Ulum (MAMU) and accompanying teachers. Additionally, the training emphasizes drone operation and data processing techniques for various applications.

Contribution: This activity enhances participants' hard skills in drone operation and data application, as well as their soft skills, enabling them to utilize the data in various fields such as education, tourism, and more.

Keywords: *Community Service Activity, Drone, Education, Madrasah Aliyah Mambaul 'Ulum.*

How to Cite: Yuliza, E., Ekawati, R., Intara, Y. I. (2025). Pengenalan dan Implementasi Teknologi UAV untuk Pembelajaran di Madrasah Aliyah. *Yumary: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 409-417.

1. Pendahuluan

Perkembangan ilmu dan pengetahuan yang semakin pesat tidak dapat dipungkiri memberikan dampak pada berbagai aspek kehidupan termasuk pada dunia Pendidikan. Perkembangan teknologi mendorong penyediaan berbagai teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran (Apriza & Sutabri, 2024; Carstens et al., 2021; Maslin, 2021; Trisianawati et al., 2024; Wardana & Armin, 2025). Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran sangat efektif digunakan dalam meningkatkan wawasan, keterampilan dan pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran di kelas yang diberikan dalam bentuk teoritis (Cecelya et al., 2024; Lestari, 2018; Trisianawati et al., 2024).

Lebih lanjut, pengenalan berbagai teknologi yang berkembang membantu siswa ketika terjun ditengah-tengah masyarakat dan membantu siswa ketika berkesempatan mengikuti level pendidikan tinggi. Kemudian, perkembangan ini juga memungkinkan tersedianya berbagai teknologi yang dapat diperoleh dengan biaya yang relative murah dan mudah ditemukan. Salah satu teknologi yang pesat digunakan pada bidang Pendidikan adalah pesawat tanpa awak (unmanned areal vehicle/drone) (Bai et al., 2021; Shui Ng & Cheng, 2019).

Di sisi lain, terdapat Madrasah Aliyah Mambaul 'Ulum (MAMU) yang berdiri pada tahun 2016 dan berlokasi di Kabupaten Bengkulu Tengah. Sekolah ini merupakan sekolah swasta yang didirikan secara swadaya dengan bantuan para donator. Pendirian sekolah memiliki tujuan awal untuk menyediakan pendidikan berkualitas dan terjangkau bagi kalangan ekonomi menengah ke bawah. Oleh karena itu, sekolah tidak melakukan pemungutan biaya masuk dan pembangunan. Di sisi lain, pendanaan sangat dibutuhkan dalam melengkapi sarana dan prasarana pendidikan dan pengajaran. Meskipun berbagai bantuan pendanaan dan upaya telah dilakukan oleh pihak Sekolah untuk pembangunan dan operasional sekolah, namun fasilitas dan operasional yang dimiliki sekolah masih minim. Di lain sisi, siswa siswi MAMU memiliki prestasi akademik dan non akademik yang baik. Hal ini dibuktikan dengan jejeran puluhan piala yang ada di ruang Kepala Sekolah yang telah diraih oleh siswa siswi MAMU meskipun sekolah baru 7 tahun. Apabila fasilitas yang dimiliki terus ditingkatkan, tentunya akan mendukung potensi dan prestasi yang dimiliki oleh siswa. Untuk jangka panjang, ketersediaan fasilitas dapat meningkatkan kualitas dan daya saing siswa serta lulusan MAMU. Salah satu fasilitas yang belum ada adalah ketersediaan laboratorium, perangkat dan media praktikum serta pendukung pembelajaran. Padahal, ketersediaan berbagai peralatan praktikum dan media pembelajaran ini sangat dibutuhkan untuk meningkatkan pemahaman dan melek teknologi sesuai dengan perkembangan revolusi industri 4.0.

Dalam meningkatkan pemahaman, keterampilan dan ketersediaan peralatan penunjang pembelajaran di MAMU dapat dilakukan salah satunya dengan pemanfaatan teknologi drone. Namun, permasalahan lain muncul yakni minimnya pengetahuan dan keahlian guru dan siswa dalam memanfaatkan teknologi ini. Oleh karena itu, pada kegiatan pengabdian ini dilakukan pelatihan dan pemanfaatan drone bagi guru dan siswa MAMU. Secara umum, kegiatan pengabdian yang memanfaatkan drone telah banyak dilakukan seperti (W. T. Adi et al., 2021; Husaini et al., 2025; Malik et al., 2021; Sanjoto et al., 2022; Santoso et al., 2023; Sewiko et al., 2023) dengan tujuan spesifik dalam bidang survey, pertanian, pendidikan dan lainnya. Namun, kegiatan yang dilakukan berfokus pada peningkatan pengetahuan. Sedangkan pemberian pelatihan penggunaan tidak dilakukan. Pada kegiatan ini juga dilakukan pelatihan untuk dapat mengoperasikan drone. Kegiatan ini dilakukan pada siswa kelas II MAMU dan guru pendampingnya. Penambahan pengetahuan dan skill ini dapat mengurangi permasalahan keterbatasan media pendukung pembelajaran, peningkatan pemahaman materi serta mendorong kreativitas civitas akademika MAMU.

Pada awal perkembangannya, penggunaan drone hanya terbatas pada bidang tertentu seperti pada bidang militer serta dengan biaya penyediaan yang sangat mahal. Namun, seiring perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, berimbas pada pengembangan dan pemanfaatan drone yang lebih luas. Saat ini, drone telah digunakan dalam berbagai bidang seperti bidang pertanian, kebencanaan dan pemetaan serta lain sebagainya (P. D. P. Adi et al., 2021; Borikar et al., 2022; Budiharto et al., 2021; Mohd Daud et al., 2022). Di samping itu, tersedianya berbagai tipe drone dengan biaya yang bervariasi dan lebih terjangkau memungkinkan penggunaan drone pada bidang Pendidikan baik tingkat dasar hingga perguruan tinggi. Salah satu pemanfaatan drone yang sudah berkembang adalah dalam peningkatan pemahaman materi pada mata pelajaran Geografi (Cliffe, 2019; Danardono et al., 2020, 2022; Malik et al., 2021; Sanjoto et al., 2022; Sekarsih et al., 2024; Zakiyyatuddin et al., 2021). Pemanfaatan drone dalam pembelajaran mampu meningkatkan pemahaman, motivasi dan kreativitas siswa dalam memahami pelajaran geografi yang berkaitan spasial dan ruang.

Di samping bidang geografi, drone juga dapat dimanfaatkan pada inovasi untuk pembelajaran *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) (Bolick et al., 2022; Marzuki et al., 2025; Yepes et al., 2022; Yeung et al., 2025). Berbagai keterampilan yang dapat diperkaya dengan pemanfaatan drone dalam mata pelajaran diantaranya berfikir kritis, pemecahan masalah, analisis data, visualisasi

dan lain sebagainya. Teknologi ini juga dapat dimanfaatkan dalam bentuk modul pembelajaran ataupun peralatan praktikum pada mata pelajaran IPA (Rochaeni, 2019). Oleh karena itu, drone dapat menjadi salah satu perangkat yang dapat disediakan oleh instansi Pendidikan dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta didik.

2. Metode Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian pemanfaatan teknologi drone dalam pembelajaran ini merupakan tindak lanjut terkait salah satu permasalahan di MAMU. Adapun permasalahan diantaranya:

1. MAMU baru berdiri 6 tahun sehingga memiliki fasilitas pembelajaran yang sangat minim
2. Belum tersedianya laboratorium yang dapat menunjang pemahaman materi teori yang diperoleh di kelas
3. Teknologi drone dapat digunakan sebagai salah satu fasilitas pembelajaran, namun guru belum memiliki pengetahuan dalam pemanfaatannya.

Sedangkan tujuan pelaksanaan kegiatan ini yaitu:

1. Penyediaan peralatan pendukung pembelajaran berupa drone
2. Meningkatkan pengetahuan guru dan siswa terkait pemanfaatan drone dalam menunjang pembelajaran
3. Meningkatkan keterampilan guru dan siswa dalam menggunakan drone.

Di samping itu, berdasarkan materi dan pelatihan yang diberikan, diharapkan pihak sekolah dapat melakukan pengembangan untuk pemanfaatan drone pada pemetaan sekolah, pembuatan video dan lain sebagainya. Diharapkan penyampaian materi, demo, pelatihan pengoperasi drone dan pengolahan datanya dapat memicu kreativitas siswa siswi MAMU. Untuk mencapai tujuan tersebut, ada empat tahapan utama yang dilakukan yakni persiapan, pemaparan materi, demo dan *hands-on* pengoperasian drone.

Tahap pertama pada kegiatan pengabdian ini adalah persiapan. Beberapa langkah yang dilakukan pada tahap persiapan yakni survei awal, persiapan materi dan peralatan yang akan digunakan pada kegiatan pengabdian. Kunjungan dan survei awal ke lokasi MAMU seperti pada Gambar 1 dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi masalah dan solusi yang dapat ditawarkan kepada pihak sekolah serta mekanisme kegiatan pengabdian yang akan dilakukan. Pada kunjungan ini, Tim pengabdi diterima langsung oleh Kepala Madrasah Ibu Nurfianti, S.Pd di kawasan Sekolah MAMU. Pada kegiatan ini dilakukan diskusi antara pihak Madrasah dengan TIM Pengabdi terkait permasalahan yang ada serta potensi penyelesaian permasalahan yang disampaikan oleh tim pengabdian sesuai dengan kompetensi dan keahlian tim. Berdasarkan hasil diskusi yang telah dilakukan, kegiatan yang akan dilakukan adalah pemaparan dan pelatihan penggunaan drone serta pengaplikasian dalam pembelajaran. Lebih lanjut, penggunaan drone ini dapat menjadi salah satu upaya untuk memenuhi kekurangan perangkat pendukung pembelajaran. Di samping kesepakatan mengenai tema kegiatan, koordinasi mengenai tanggal pelaksanaan, peserta yang terdiri dari siswa dan guru pendamping, ruangan serta teknis pelaksanaan kegiatan disepakati pada pertemuan dengan kepala Madrasah, MAMU.



Gambar 1. Kunjungan dan Survei Awal

Di samping koordinasi dengan pihak madrasah, pada tahap persiapan juga dilakukan persiapan materi yang akan disampaikan, perlengkapan yang dibutuhkan dan tim mahasiswa yang membantu pada tahap persiapan dan pelaksanaan kegiatan. Adapun materi yang dipersiapkan adalah materi presentasi yang berisikan pengenalan drone dan pemanfaatannya. Sedangkan perlengkapan utama yang dipersiapkan adalah dua set drone yang sudah dilengkapi dengan sistem kontrol berbasis *smartphone* yang sudah terinstall dengan beberapa aplikasi pendukung perangkat drone tersebut. Pada tahap persiapan, juga dipersiapkan kuesioner yang akan digunakan untuk mengetahui pengetahuan peserta sebelum dan setelah dilakukan kegiatan penyuluhan dan pelatihan.

Tahap Kedua yang dilakukan pada kegiatan pengabdian ini adalah pelaksanaan kegiatan pengabdian yang bertempat di ruang kelas di MAMU. Pelaksanaan kegiatan dimulai dengan pembukaan dan sambutan oleh kedua belah pihak diikuti dengan pemaparan materi presentasi. Tahap ketiga kegiatan adalah demo pengoperasian dan penggunaan beberapa tipe drone. Sedangkan tahap akhir adalah *hands-on* pengoperasian dan penggunaan drone bagi peserta. Tahap *hands-on* dibagi menjadi dua step, step pertama ditujukan untuk semua peserta dan step kedua dikhususkan bagi siswa yang dikader sebagai tutor bagi siswa siswi lain dalam mengoperasikan drone. Lebih lanjut, siswa yang dilatih khusus bertanggungjawab terhadap seperangkat drone yang diserahkan kepada pihak sekolah.

3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di MAMU merupakan ajang transfer ilmu pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki civitas Universitas Bengkulu dalam upaya memberikan solusi nyata permasalahan di masyarakat terutama pada masyarakat yang berada di sekitar Universitas Bengkulu. Kegiatan ini menjadi salah satu cara pengaplikasian hasil pembelajaran dan penelitian sivitas akademika pada kasus *real* di lapangan.



Gambar 2. Pembukaan Kegiatan

Di samping itu, kegiatan ini juga menjadi ajang meningkatkan fasilitas, dukungan dan manfaat dari civitas akademika Universitas Bengkulu. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang diadakan oleh civitas akademika Universitas Bengkulu ini dapat menjadi salah satu solusi yang berkaitan dengan keterbatasan infrastruktur dan peralatan pendukung pembelajaran di MAMU. Di samping sebagai perangkat pendukung pembelajaran, penyediaan seperangkat drone untuk MAMU diharapkan mampu meningkatkan kreativitas siswa dalam membuat video dokumentasi kegiatan, mengikuti berbagai perlombaan yang berkaitan dengan fotografi dan videografi dan lain sebagainya. Khalayak sasaran pada kegiatan ini adalah siswa siswi kelas II (XI) MAMU yang berjumlah 28 orang beserta guru pendamping. Pemilihan khalayak sasaran ini dilakukan bersama kepala madrasah dengan mempertimbangkan berbagai hal termasuk aktivitas dan durasi di madrasah. Pada hari H pelaksanaan, kegiatan dimulai dengan pembukaan oleh TIM Pengabdi dan sambutan dari Kepala Madrasah seperti ditampilkan pada Gambar 2. Pada bagian pembukaan, TIM pengabdian menyampaikan garis besar kegiatan, tahapan pelaksanaan dan tujuan akhir kegiatan. Kegiatan pembukaan ini kemudian diikuti dengan pengisian kuesioner sebelum dilakukan pemaparan dan demo pengoperasian drone. Pengisian kuesioner ini bertujuan untuk mengetahui pemahaman peserta sebelum dan sesudah dilaksanakannya kegiatan.

Pada bagian presentasi materi, tim memaparkan terkait sejarah perkembangan teknologi pesawat tanpa awak serta komponen-komponen penting dari sistem drone. Di samping itu, dijelaskan terkait penggunaan pesawat tanpa awak diawal perkembangannya hingga saat ini berikut dengan berbagai tipe drone yang ada. Lebih lanjut, seiring dengan pemanfaatan teknologi drone dalam bidang pemetaan, dijelaskan beberapa software yang dapat digunakan untuk mengolah data drone menjadi peta yang digunakan untuk berbagai keperluan. Pada bagian ini juga ditampilkan contoh hasil pemetaan menggunakan drone dan informasi yang dapat dianalisis dari peta tersebut. Hal penting yang disampaikan pada pemaparan materi ini adalah potensi penggunaan drone dan data drone bagi siswa dalam meningkatkan pemahaman materi untuk mata pelajaran tertentu dan potensi dalam dunia digitalisasi sekarang yang dapat menjadi nilai lebih dari seorang siswa. Dokumentasi presentasi materi ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemaparan Materi tentang Teknologi Drone

Kegiatan presentasi materi kemudian diikuti dengan demo penggunaan drone bagi seluruh siswa yang dilakukan diruang kelas. Pada kegiatan demo ini ditampilkan dua jenis drone yang berbeda yakni tipe Mavic Pro yang dapat digunakan untuk jangkauan dan pemanfaatan yang lebih luas serta penggunaan yang lebih *rigid* dan juga tipe DJI Tello untuk penggunaan yang lebih sederhana. Pada demo dijelaskan komponen yang telah dijelaskan pada presentasi materi sebelumnya. Kegiatan demo ini dibantu oleh tim mahasiswa yang sudah biasa mengoperasikan, mengolah dan menggunakan data drone. Kegiatan demo kemudian diikuti dengan pelatihan pengoperasian drone bagi keseluruhan peserta. Berkaitan dengan karakteristik drone tipe Mavic pro maka pelatihan pengoperasian ini dilakukan diluar ruangan. Kegiatan demo dan pelatihan pengoperasian drone ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Demo dan Pelatihan Pengoperasian Drone

Pada kegiatan demo dan pelatihan pengoperasian, tim pengabdian dibantu mahasiswa menjelaskan komponen dan cara mengoperasian untuk kedua tipe drone termasuk kondisi lapangan yang dibutuhkan untuk menerbangkan kedua drone tersebut. Pada demo dan pelatihan ini juga dijelaskan keadaan darurat yang mungkin terjadi seperti kondisi lingkungan dengan kecepatan angin tertentu dan kondisi baterai drone. Tim pengabdian mencontohkan cara menerbangkan drone yang kemudian diikuti oleh setiap peserta berkesempatan untuk menerbangkan setiap tipe drone yang didemokan.



Gambar 5. Pelatihan Pengoperasian Drone Hari Kedua

Peserta menunjukkan antusias yang tinggi untuk mendapatkan pengetahuan dan kemampuan menjadi pilot drone. Hal ini juga berkaitan dengan pemanfaatan drone dalam pembelajaran dan pembuatan dokumentasi berbagai kegiatan di MAMU. Lebih lanjut, pada tahun 2022 ini MAMU berhasil menjuarai kejuaraan pembuatan film pendek. Oleh karena itu, dengan ketersediaan drone ini diharapkan dapat meningkatkan keikutsertaan dan prestasi MAMU dalam berbagai event terutama berkaitan dengan videografi dan fotografi. Oleh karena itu, pelatihan pengoperasian drone ini dilakukan pada dua hari yang berbeda. Pada hari pertama difokuskan kepada semua peserta untuk mengoperasikan drone dengan didampingi tim mahasiswa serta hari kedua yang lebih difokuskan pada siswa yang bertanggungjawab terhadap fasilitas drone yang akan diserahkan kepada pihak sekolah. Pada hari kedua difokuskan pada dua orang siswa yang kedepannya bertugas untuk melatih siswa dan siswi yang lain (Gambar 5). Kegiatan diakhiri dengan pengisian kuesioner akhir dan foto bersama.

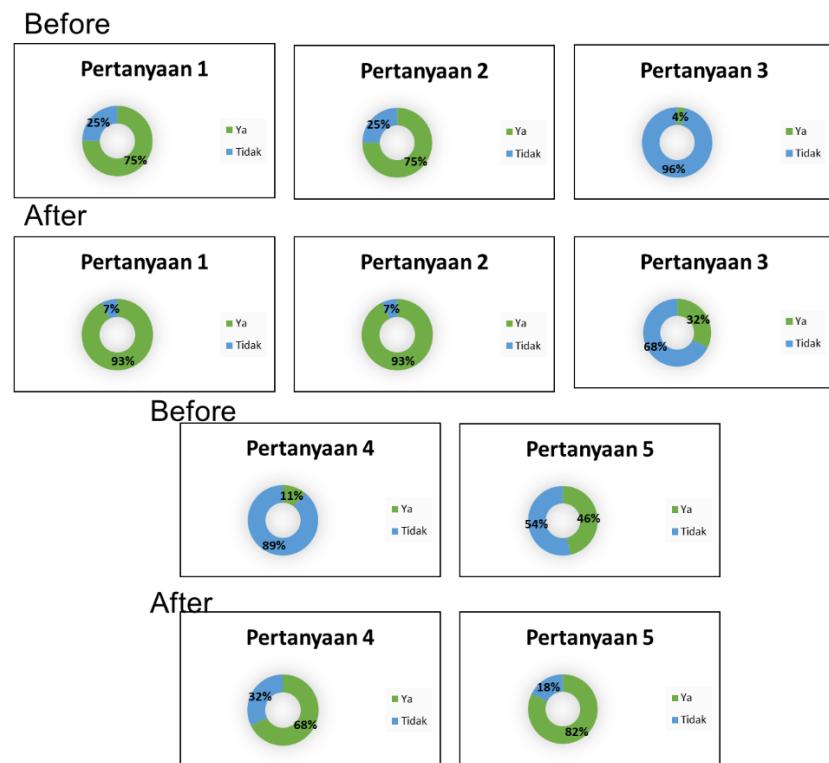
Secara umum, untuk mengevaluasi manfaat pelaksanaan kegiatan pengabdian bagi khalayak sasaran. Kuesioner dilakukan sebanyak dua kali, sebelum pemaparan dan setelah pemaparan dan demo dengan jumlah responden 28 orang. Pertanyaan yang diberikan berhubungan dengan pemahaman khalayak sasaran terkait materi yang diberikan seperti pada Tabel 1. Adapun hasil kuesioner yang diberikan, ditampilkan pada Gambar 6.

Tabel 1. Daftar Pertanyaan pada Kuesioner

NO	Pertanyaan
1	Apakah anda mengetahui tentang pesawat tanpa awak (drone)?
2	Apakah anda mengetahui bahwa drone dapat digunakan tidak hanya untuk mengambil foto dan video akan tetapi juga dalam pembelajaran?
3	Apakah anda mengetahui cara mengoperasikan drone?
4	Apakah anda mengetahui aplikasi yang dapat digunakan untuk mengolah data drone?
5	Apakah anda mengetahui bahwa telah tersedia drone dengan biaya yang lebih terjangkau untuk berbagai keperluan?

Berdasarkan hasil analisis kuesioner yang telah dilakukan seperti pada Gambar 6, terdapat peningkatan pengetahuan dan pemahaman peserta terkait materi yang disampaikan. Secara garis besar, peningkatan pengetahuan dan skill peserta lebih dari 50%. Berdasarkan 5 pertanyaan pada kuesioner ini, pertanyaan ke-tiga menunjukkan peningkatan persentase yang lebih kecil dibandingkan dengan pertanyaan yang

lain. Hal ini berkaitan dengan kondisi cuaca yang mendung dan kecepatan angin yang cukup kencang sehingga durasi waktu pelatihan untuk semua peserta berlangsung dalam durasi yang cukup pendek. Oleh karena itu, pelatihan hari kedua dapat menjadi salah satu solusi bagi seluruh siswa siswi di MAMU dapat bertahap untuk belajar mengoperasikan drone dengan dibantu oleh dua siswa yang telah dilatih khusus tersebut. Berdasarkan hasil analisis kuesioner yang dilakukan maka tujuan kegiatan telah tercapai dengan baik.



Gambar 6. Analisis Kuesioner

4. Kesimpulan

Kegiatan pengabdian pembinaan Universitas Bengkulu terkait pengenalan dan pemanfaatan drone telah dilakukan dengan peserta siswa siswi MA Mambaul 'Ulum Bengkulu Tengah. Kegiatan ini dimulai dari koordinasi dengan kepala sekolah, persiapan peralatan yang dibutuhkan dan pelaksanaan kegiatan. Pada pelaksanaan kegiatan, khalayak sasaran menunjukkan antusias tinggi baik pada pemaparan materi maupun pada demo dan pelatihan menerbangkan drone. Kegiatan pengabdian ini diakhiri dengan pelatihan lanjutan bagi dua orang siswa yang diangkat sebagai penanggungjawab dan penyerahan seperangkat drone kepada pihak sekolah. Berdasarkan analisis kuesioner yang dilakukan, terjadi peningkatan pengetahuan dan keterampilan khalayak lebih dari 50%. Lebih lanjut, analisis kuesioner menunjukkan ketercapaian kegiatan dan manfaat penggunaan teknologi pada bidang pengajaran. Oleh karena itu, kegiatan berimplikasi pada penyedian fasilitas pendukung pembelajaran, pada guru dan siswa dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan. Salah satu keterbatasan keterbatasan yang dapat dilakukan pada kegiatan lainnya yakni pengolahan data drone agar menjadi peta wilayah serta analisis gerak drone untuk mata pelajaran Fisika.

Ucapan terima kasih

Kegiatan pengabdian ini didanai oleh Universitas Bengkulu tahun 2022 pada skema pengabdian pembinaan UNIB tahun 2022.

Referensi

- Adi, P. D. P., Mustamu, N. E., Siregar, V. M. M., & Sihombing, V. (2021). Drone simulation for agriculture and LoRa based approach. *Internet of Things and Artificial Intelligence Journal*, 1(4), 221–235. <https://doi.org/10.31763/iota.v1i4.501>
- Adi, W. T., Wiarco, Y., Prihartanto, R., & Aghastya, A. (2021). Sosialisasi Penerapan Penggunaan

- UAV Drone untuk Survey Pemetaan pada Bidang Jalur Perkeretaapian. *Madiun Spoor: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2). <https://doi.org/10.37367/jpm.v1i2.184>
- Apriza, D., & Sutabri, T. (2024). Prediksi Pemakaian Pulsa Listrik Kamar Kos Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal Ilmu Siber Dan Teknologi Digital*, 2(2), 151–158. <https://doi.org/10.35912/jisted.v2i2.2654>
- Bai, O., Chu, H., Liu, H., & Hui, G. (2021). Drones in Education: A Critical Review. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(11), 1722–1727.
- Bolick, M. M., Mikhailova, E. A., & Post, C. J. (2022). Teaching Innovation in STEM Education Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV). *Education Sciences*, 12(224), 1–18. <https://doi.org/10.3390/educsci12030224>
- Borikar, G. P., Gharat, C., & Deshmukh, S. R. (2022). Application of Drone Systems for Spraying Pesticides in Advanced Agriculture: A Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1259(1), 012015. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1259/1/012015>
- Budiharto, W., Irwansyah, E., Suroso, J. S., Chowanda, A., Ngarianto, H., & Gunawan, A. A. S. (2021). Mapping and 3D modelling using quadrotor drone and GIS software. *Journal of Big Data*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00436-8>
- Carstens, K. J., Mallon, J. M., Bataineh, M., & Al-Bataineh, A. (2021). Effects of Technology on Student Learning. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 20(1), 105–113. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1290791.pdf>
- Cecelya, Z., Rahmadi, A. A., & Armin, A. P. (2024). Prototyping antarmuka Web Cybers Academy melalui Integrasi Desain untuk Meningkatkan Efektivitas Pengguna (Prototyping the Web Interface of Cybers Academy through Design Integration to Enhance User Effectiveness). *Jurnal Ilmu S*, 3(1), 43–61. <https://doi.org/10.35912/jisted.v3i1.5097>
- Cliffe, A. D. (2019). Evaluating the introduction of unmanned Aerial Vehicles for teaching and learning in geoscience fieldwork education. *Journal of Geography in Higher Education*, 43(4), 582–598. <https://doi.org/10.1080/03098265.2019.1655718>
- Danardono, D., Priyono, P., Wulandari, K. C., & Novianto, D. (2022). Pemanfaatan Teknologi Drone untuk Pembelajaran Geografi Spasial di Tingkat Pendidikan Menengah Atas. *Abdi Geomedisains*, 2(2), 80–88. <https://doi.org/10.23917/abdigeomedisains.v2i2.368>
- Danardono, D., Sunariya, M. I. T., & Fikriyah, V. N. (2020). Peningkatan Ketrampilan Siswa dalam Menghadapi Perkembangan Keilmuan Geografi Era 4.0 Melalui Pengenalan Drone Mapping. *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1). <https://doi.org/10.30651/aks.v5i1.4356>
- Husaini, R. R., Basri, D. R., Kurnain, A., & Anugerah, M. F. (2025). Pemanfaatan Drone untuk Pembelajaran Pemetaan Topografi dan Batas Wilayah Pemerintahan di SMK N 5 Rumbai Kota Pekanbaru. *Community Development Journal*, 6(1), 361–365. <https://doi.org/10.31004/cdj.v6i1.37438>
- Lestari, S. (2018). Peran Teknologi dalam Pendidikan di Era Globalisasi. *Edureligia: Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 2(2), 94–100. <https://doi.org/10.33650/edureligia.v2i2.459>
- Malik, A., Invanni Baharuddin, I., & Machmud Diponegoro, L. (2021). Pelatihan Pengenalan Drone dan Interpretasi Citra Foto Udara bagi Siswa Madrasah Aliyah Negeri 1 Makassar. *INOVASI: Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 6–10. www.fajarpendidikan.co.id
- Marzuki, O. F., Teo, E. Y. L., Zainol @ Abdullah, W. N. Z., Khairuddin, N., Inai, N. H., Md Saad, J., Abdul Aziz, M. H., & Asmawi, N. N. M. (2025). Drone STEM Education: Revolutionizing Learning for the Future. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 14(1). <https://doi.org/10.6007/ijarped/v14-i1/24763>
- Maslin, N. M. (2021). Impact of Modern Technology. *HF Communications*, 3, 165–182. <https://doi.org/10.1201/b12574-14>
- Mohd Daud, S. M. S., Mohd Yusof, M. Y. P., Heo, C. C., Khoo, L. S., Chainchel Singh, M. K., Mahmood, M. S., & Nawawi, H. (2022). Applications of drone in disaster management: A scoping review. *Science and Justice*, 62(1), 30–42. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2021.11.002>
- Rochaeni, E. (2019). Penggunaan Media Pembelajaran Geografi Drone Melalui Metode Demonstrasi pada Materi Penginderaan Jauh (Studi di Kelas XII SMA Negeri 9 Kota Tasikmalaya). *Metaedukasi*, 1(2), 72–78. <https://doi.org/10.37058/metaedukasi.v1i2.1211>
- Sanjoto, T. B., Sidiq, W. A. B. N., Nugraha, S. B., & Wijayanto, P. A. (2022). Peningkatan

- Keterampilan Pembuatan Media Foto Udara Melalui Pemotretan Drone pada Kelompok Guru Geografi Kabupaten Jepara. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 2(2), 479–486. <https://doi.org/10.54082/jamsi.245>
- Santoso, W., Hariyanto, K., & Hartini, D. (2023). Pengenalan Pemanfaatan Drone untuk Penyemprotan pada Kegiatan Pertanian di Kulonprogo. *Jurnal Peradaban Masyarakat*, 3(1), 1–4. <https://doi.org/10.55182/jpm.v3i1.220>
- Sekarsih, F. N., Nucifera, F., Pringgondani, R., & Lisditya Permatasari, A. (2024). Pengenalan Citra Drone sebagai Data Geo-spasial untuk Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 5(1), 250–258. <https://doi.org/10.55338/jpkmn.v5i1.1457>
- Sewiko, R., Pranoto, A. K., Pasaribu, R. P., Djari, A. A., & Rahman, A. (2023). Peran Teknologi Drone dalam Monitoring berbasis Masyarakat di Kawasan Pesisir Kabupaten Karawang. *Gervasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2), 874–885. <https://doi.org/10.31571/gervasi.v7i2.5597>
- Shui Ng, W., & 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, 061–070. <https://doi.org/10.28945/4288>
- Trisianawati, E., Sari, M., Nurmayanti, N., Manisa, T., Nawawi, & Herditiya. (2024). Pelatihan Pembuatan Modul Ajar Berbasis Artificial Intelligence (AI) untuk Guru-Guru SMPN 3 Sungai Kakap. *Jurnal Pemberdayaan Umat (JPU)*, 3(2), 61–67. <https://doi.org/10.35912/jpu.v3i2.3633>
- Wardana, A., & Armin, A. P. (2025). Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Literasi Dasar Siswa Kelas 1 SD Berbasis 2D (Development of a 2D-Based Basic Literacy Learning Application for Grade 1 Elementary School Students). *Jurnal Ilmu Siber Dan Teknologi Digital*, 3(2), 131–151. <https://doi.org/10.35912/jisted.v3i2.5100>
- Yepes, I., Barone, D. A. C., & Porciuncula, C. M. D. (2022). Use of Drones as Pedagogical Technology in STEM Disciplines. *Informatics in Education*, 21(1), 201–233. <https://doi.org/10.15388/infedu.2022.08>
- Yeung, R. C. Y., Sun, D., & Yeung, C. H. (2025). Integrating drone technology in STEM education: Curriculum, pedagogy and learning outcomes. In *Education and Information Technologies* (Vol. 30, Issue 10). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13368-0>
- Zakiyyatuddin, A., Evita, M., Srigutomo, W., Meilano, I., & Djamal, M. (2021). Geospatial Survey Analysis for 3D Field and Building Mapping using DJI Drone and Intelligent Flight Battery. *Journal of Physics: Conference Series*, 1772(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1772/1/012015>