

Edukasi Penggunaan Teknologi Drone dan IoT Untuk Identifikasi Limbah Sawit di Desa Wirajaya, Bogor

EMA KURNIA^{1*}, ASEP DENIH²

¹Manajemen Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Pakuan

²Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan

Email: ^{1*}ema.kurnia@unpak.ac.id, ²asep.denih@unpak.ac.id

(Ema Kurnia* : coresponding author)

Received	Accepted	Publish
28-May-2025	12-September-2025	25-September-2025

Abstrak- Desa Wirajaya, Kecamatan Jasinga, Kabupaten Bogor, merupakan salah satu wilayah dengan potensi besar dalam sektor perkebunan kelapa sawit. Namun, pengelolaan limbah padat seperti tandan kosong, cangkang, dan serat sawit belum dilakukan secara optimal dan masih berdampak negatif terhadap lingkungan. Masyarakat desa, khususnya petani dan kelompok pemuda, belum memiliki akses maupun keterampilan dalam pemanfaatan teknologi modern untuk mendukung pengelolaan limbah secara efisien dan ramah lingkungan. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas masyarakat dalam menggunakan teknologi drone dan Internet of Things (IoT) untuk mengidentifikasi dan memetakan lokasi penumpukan limbah sawit. Metode pelaksanaan meliputi observasi lapangan, pelatihan operasional drone, dan pelatihan penggunaan sensor IoT sederhana. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan keterampilan teknis peserta, munculnya kesadaran lingkungan yang lebih tinggi, dan terbentuknya kelompok pemuda yang lebih berwawasan. Program ini diharapkan dapat memberikan dampak berkelanjutan dalam mendorong inovasi berbasis teknologi di sektor perkebunan sawit skala desa.

Kata Kunci: Drone; Edukasi; IoT; Limbah Sawit; Teknologi

Abstract- Wirajaya Village, located in Jasinga District, Bogor Regency, is one of the areas with significant potential in the oil palm plantation sector. However, the management of solid waste such as empty fruit bunches, shells, and palm fibers has not been optimized and still has negative environmental impacts. The local community, particularly farmers and youth groups, lacks both access and skills in utilizing modern technology to support efficient and environmentally friendly waste management. This community service program aims to enhance the community's capacity in using drone and Internet of Things (IoT) technologies to identify and map the accumulation points of oil palm waste. The implementation methods include field observations, drone operation training, and basic IoT sensor training. The results of the program show an improvement in participants' technical skills, increased environmental awareness, and the formation of more knowledgeable youth groups. This program is expected to have a sustainable impact by encouraging technology-based innovation in village-scale oil palm plantation management.

Keywords: Drone; Education; IoT; Palm oil waste; Technology

1. PENDAHULUAN

Desa Wirajaya, yang terletak di Kecamatan Jasinga, Kabupaten Bogor, merupakan salah satu wilayah dengan potensi besar dalam sektor perkebunan kelapa sawit. Sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani sawit skala kecil, dengan sistem usaha tani yang masih bersifat tradisional. Produksi tandan buah segar (TBS) cukup melimpah, namun tidak dibarengi dengan sistem pengelolaan limbah yang memadai, baik dari sisi teknologi maupun kesadaran lingkungan (Hayat dan Andayani, 2014).

Permasalahan utama yang dihadapi masyarakat mitra adalah pengelolaan limbah sawit yang tidak terstruktur. Limbah berupa tandan kosong, serat, cangkang, dan limbah cair (palm oil mill effluent) masih dibuang secara langsung ke lingkungan sekitar atau dibakar tanpa pengolahan lanjutan. Hal ini tidak hanya menimbulkan pencemaran lingkungan seperti penurunan kualitas tanah dan air, tetapi juga menimbulkan dampak kesehatan dan menurunkan

kualitas hidup masyarakat. Selain itu, potensi ekonomi dari limbah tersebut belum dimanfaatkan secara optimal (Batubara et. al., 2021).

Keterbatasan akses terhadap teknologi modern menjadi faktor penghambat utama. Masyarakat belum mengenal, apalagi memanfaatkan teknologi seperti drone untuk pemetaan dan pemantauan limbah serta Internet of Things (IoT) untuk monitoring dan manajemen limbah berbasis data (Ayuningtyas, 2022). Minimnya keterampilan digital dan rendahnya tingkat literasi teknologi membuat masyarakat kesulitan melakukan inovasi pengelolaan secara mandiri. Akibatnya, produktivitas pertanian sawit tetap stagnan dan pencemaran terus meningkat (Putrasakti, 2020). Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk meningkatkan kapasitas dan pemberdayaan masyarakat Desa Wirajaya dalam menghadapi permasalahan pengelolaan limbah sawit melalui pendekatan teknologi dengan memberikan pelatihan praktis dalam memanfaatkan data digital untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan limbah serta mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat limbah sawit melalui sistem pengelolaan yang lebih terukur dan berbasis teknologi

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini difokuskan untuk mengatasi permasalahan mitra dalam bidang produksi, khususnya dalam aspek pengelolaan limbah sawit yang tidak terstruktur, tidak ramah lingkungan, dan belum berbasis teknologi. Sasaran utama kegiatan adalah petani kelapa sawit dan kelompok pemuda desa yang memiliki peran langsung dalam aktivitas perkebunan dan pengelolaan lingkungan. Permasalahan yang dihadapi mitra mencakup tidak adanya sistem identifikasi dan pemetaan limbah sawit secara akurat, dan rendahnya keterampilan masyarakat dalam mengoperasikan dan memanfaatkan teknologi produksi modern seperti drone dan IoT. Untuk mengatasi hal tersebut, tahapan pelaksanaan dirancang secara sistematis, partisipatif, dan berbasis teknologi, sebagaimana dijelaskan berikut ini:

2.1 Observasi Awal dan Pemetaan Permasalahan

Langkah pertama yang dilakukan adalah observasi lapangan di Desa Wirajaya untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi perkebunan sawit dan penumpukan limbah sawit. Melakukan wawancara dengan petani dan pemuda desa untuk memahami rutinitas produksi dan pengelolaan limbah mereka. Mengambil dokumentasi awal berupa foto dan koordinat GPS dari lokasi-lokasi penting. Data hasil observasi menjadi dasar untuk menyusun modul pelatihan berbasis kebutuhan riil mitra, serta memetakan lokasi praktik pelatihan.



Gambar 1. Observasi lapangan

2.2 Implementasi DroneDeploy untuk Identifikasi Limbah

Dalam kegiatan ini, DroneDeploy digunakan sebagai salah satu alat bantu utama dalam proses identifikasi dan pemetaan limbah sawit di area perkebunan milik masyarakat Desa Wirajaya. DroneDeploy adalah sebuah platform berbasis cloud yang memungkinkan pengguna mengelola, memantau, dan menganalisis citra udara yang diambil oleh drone secara cepat dan

efisien. Implementasi dimulai dengan perencanaan jalur penerbangan (flight planning) menggunakan aplikasi DroneDeploy yang terhubung dengan drone. Area perkebunan yang akan dipetakan ditentukan terlebih dahulu berdasarkan hasil observasi lapangan dan masukan dari petani. Jalur terbang disusun secara otomatis dalam bentuk grid, dengan ketinggian dan tingkat overlapping gambar yang disesuaikan untuk memperoleh resolusi visual yang optimal (Padro *et. al.*, 2019).



Gambar 2. Area perkebunan

Setelah perencanaan selesai, drone diterbangkan untuk mengambil citra udara secara sistematis di atas area yang telah ditentukan. Proses ini dapat dilakukan secara otomatis oleh aplikasi, sehingga memudahkan operator meskipun masih dalam tahap belajar. Citra udara yang diperoleh akan secara otomatis diunggah ke server DroneDeploy dan diproses menjadi orthomosaic map (peta foto udara resolusi tinggi), (Martinez-Carricondo *et. al.*, 2018).

Peta hasil pemetaan kemudian digunakan untuk mengidentifikasi lokasi penumpukan limbah sawit, seperti tumpukan tandan kosong atau residu produksi lainnya. Lokasi-lokasi tersebut ditandai sebagai titik-titik kritis yang berpotensi mencemari lingkungan. Analisis visual dapat dilakukan langsung melalui fitur anotasi pada platform DroneDeploy, di mana peserta pelatihan dapat menandai lokasi, mengukur luas area, dan mencatat temuan di lapangan. Selain itu, hasil peta juga dapat diekspor ke format lain seperti JPEG, PDF, atau peta GIS (GeoTIFF), yang kemudian digunakan sebagai bahan diskusi dalam pelatihan lanjutan dan perencanaan pengelolaan limbah (Guebsi, Mami dan Chokmani, 2024).

Penggunaan drone dalam perkebunan sawit juga sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya, diantaranya pemetaan nutrisi tanaman sawit menggunakan citra multispectral (Madiyanto *et. al.*, 2023), serta monitoring Kesehatan kelapa sawit melalui indeks vegetasi VARI (Wong *et. al.*, 2023; Suprojo *et. al.*, 2025;). Bahkan teknologi UAV berbasis deep learning juga telah digunakan untuk mendeteksi Kesehatan pohon sawit dari citra resolusi tinggi (Yarak *et. al.*, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa drone dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi pemetaan dalam praktik pertanian presisi. Dengan pendekatan ini, masyarakat, khususnya petani dan pemuda, dapat melihat langsung data spasial yang akurat, sehingga memudahkan mereka dalam memahami kondisi kebun dan membuat keputusan berbasis bukti.

2.3 Edukasi Penggunaan Teknologi Drone dan IoT

Selanjutnya dilaksanakan pelatihan penggunaan drone untuk pemetaan udara area perkebunan sawit dan identifikasi lokasi penumpukan limbah secara visual dan spasial. Pelatihan ini melibatkan praktik langsung oleh peserta untuk menerbangkan drone, mengambil gambar udara, dan membuat peta lokasi limbah (Guebsi, Mami dan Chokmani, 2024). Drone digunakan untuk mendeteksi area yang tidak terjangkau oleh pemantauan manual dan mempercepat

proses identifikasi. Setelah pelatihan, peserta difasilitasi untuk melakukan simulasi secara langsung dan mengoperasikan drone dan sensor secara mandiri. Uji coba ini didampingi oleh tim untuk memastikan keberhasilan pelatihan dan membantu peserta menyelesaikan kendala teknis. Pengenalan teknologi ini diharapkan dapat memperkuat kapasitas masyarakat dalam memahami pemanfaatan drone dan IoT untuk mendukung pengelolaan perkebunan yang lebih berkelanjutan (Soussi *et. al.*, 2024).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pelatihan ini dilaksanakan pada tanggal 13 Februari 2025 di Desa Wirajaya, Kecamatan Jasinga, Kabupaten Bogor. Kegiatan difokuskan pada pemberdayaan kelompok tani dan pemuda desa melalui edukasi dan pelatihan penggunaan teknologi drone dan Internet of Things (IoT) dalam mengidentifikasi dan memantau limbah padat kelapa sawit. Kegiatan ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan utama, yaitu: penyampaian teori dasar, pelatihan teknis penggunaan alat, simulasi dan praktik lapangan, serta evaluasi pemahaman peserta.

3.1 Pelatihan Dasar Teori Drone dan IoT

Sesi awal kegiatan diawali dengan penyampaian materi teori dalam bentuk presentasi dan diskusi kelompok. Materi yang disampaikan meliputi:

- a. Pengantar teknologi drone: fungsi, jenis, komponen utama, dan aplikasinya dalam pertanian.
- b. Pengenalan aplikasi DroneDeploy untuk pemetaan wilayah limbah dan dokumentasi visual berbasis GPS.
- c. Konsep dasar IoT dan bagaimana sensor sederhana dapat digunakan untuk mendeteksi kondisi lingkungan sekitar tumpukan limbah sawit.
- d. Manfaat pengelolaan limbah berbasis data untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi pencemaran lingkungan.

Peserta menunjukkan antusiasme tinggi selama sesi ini. Mayoritas peserta belum pernah mengenal konsep drone dan IoT sebelumnya, sehingga kegiatan ini membuka wawasan baru terkait teknologi pertanian modern.



Gambar 3. Penyampaian teori dan sesi diskusi

3.2 Simulasi dan Penggunaan di Lapangan

Setelah pelatihan teori, peserta mengikuti sesi simulasi operasional drone. Simulasi dilakukan di area perkebunan sawit yang telah dipetakan sebelumnya. Setiap peserta mendapatkan kesempatan mengoperasikan drone dengan bimbingan instruktur.

Langkah-langkah praktik meliputi:

- a. Menerbangkan drone secara otomatis dan manual.
- b. Mengambil gambar dan video dari atas area perkebunan.

- c. Menganalisis hasil pemetaan (orthomosaic) dan mengidentifikasi area penumpukan limbah.

Simulasi ini berhasil memperlihatkan bahwa identifikasi limbah dapat dilakukan dengan cepat dan akurat melalui bantuan teknologi, serta menumbuhkan pemahaman baru bahwa limbah dapat dikelola dengan pendekatan ilmiah.



Gambar 4. Simulasi dan pengoperasian drone



Gambar 5. Identifikasi limbah sawit

3.3 Hasil Edukasi Bersama Petani

Kegiatan edukasi teknologi yang dilaksanakan di Desa Wirajaya, Kecamatan Jasinga, Kabupaten Bogor, difokuskan pada pengenalan dan pelatihan penggunaan drone untuk mendukung produktivitas dan efisiensi kerja petani kelapa sawit. Sebagian besar peserta merupakan petani skala kecil yang sebelumnya belum memiliki pengalaman dalam mengoperasikan perangkat teknologi digital. Edukasi ini dirancang untuk membuka wawasan baru sekaligus memberikan keterampilan dasar yang aplikatif. Sesi pelatihan dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu teori dan praktik lapangan. Pada sesi teori, peserta diberikan pemahaman mengenai fungsi dan manfaat drone dalam bidang pertanian, struktur dasar perangkat, serta pengenalan aplikasi DroneDeploy sebagai alat bantu untuk merancang jalur terbang dan menganalisis hasil visual. Pelatihan dilakukan secara interaktif, dengan pendekatan bahasa sederhana yang mudah dipahami oleh peserta dengan latar belakang non-teknis.

Selanjutnya, praktik lapangan dilaksanakan secara langsung di area perkebunan sawit. Peserta diajak mengoperasikan drone secara bergantian, mulai dari proses kalibrasi, penerbangan otomatis, hingga pengambilan citra udara. Hasil foto udara ditampilkan dan

dianalisis bersama, sehingga peserta tidak hanya memahami cara kerja alat, tetapi juga manfaat informatif dari data visual yang dihasilkan.

Untuk mengukur keberhasilan kegiatan, dilakukan pre-test dan post-test sederhana kepada peserta. Sebelum pelatihan, hasil menunjukkan mayoritas peserta belum memahami konsep drone, IoT, atau pengelolaan limbah berbasis data. Setelah mengikuti pelatihan, peserta memahami langkah-langkah operasional drone, dan mampu menjelaskan pentingnya pemetaan limbah. Selain itu observasi praktik juga menunjukkan bahwa peserta dapat menjalankan drone secara mandiri dan menginterpretasikan hasil pemetaan serta data sensor dengan bimbingan minimal. Hal ini menunjukkan peningkatan keterampilan praktis yang signifikan.



Gambar 6. Evaluasi pemahaman peserta

Secara umum, kegiatan edukasi ini berhasil meningkatkan rasa percaya diri dan ketertarikan petani terhadap penerapan teknologi dalam kegiatan pertanian. Program ini memberikan bukti bahwa inovasi pertanian berbasis teknologi dapat diterima dan diaplikasikan di tingkat desa apabila diberikan dengan metode yang tepat dan partisipatif.

Seluruh rangkaian kegiatan terdokumentasi dalam bentuk foto-foto kegiatan sesi pelatihan teori, praktik pengoperasian drone, dan diskusi kelompok.



Gambar 7. Foto bersama

4. KESIMPULAN

Kegiatan edukasi penggunaan teknologi drone di Desa Wirajaya telah memberikan dampak positif yang nyata bagi para petani setempat. Melalui pendekatan yang sederhana, partisipatif, dan aplikatif, para petani yang sebelumnya belum mengenal teknologi modern kini mampu memahami konsep dasar penggunaan drone, dan membaca hasil visual dari citra udara. Peningkatan pemahaman ini terlihat dari keaktifan peserta dalam sesi diskusi maupun praktik lapangan, serta kemauan mereka untuk terus belajar dan mengembangkan kemampuan secara mandiri. Edukasi ini tidak hanya memberikan keterampilan teknis, tetapi juga membangun rasa percaya diri, membuka wawasan baru, dan memperkuat semangat petani untuk lebih terbuka terhadap inovasi pertanian.

Kesuksesan kegiatan ini juga tidak lepas dari peran kolaboratif tim pengabdian, yang terdiri dari dosen dan mahasiswa dengan latar belakang multidisiplin. Kolaborasi yang erat antara tim pengabdian dan masyarakat memungkinkan proses edukasi berjalan dengan lancar, kontekstual, dan adaptif terhadap kondisi lokal. Mahasiswa yang terlibat turut berkontribusi dalam fasilitasi pelatihan, dokumentasi, serta pendampingan teknis di lapangan. Keterlibatan aktif semua pihak menunjukkan bahwa sinergi antara perguruan tinggi dan masyarakat dapat menjadi kekuatan penting dalam mendorong transformasi pertanian berbasis teknologi di tingkat desa. Kegiatan ini diharapkan menjadi awal dari inisiatif yang berkelanjutan dalam peningkatan kapasitas masyarakat dan pengembangan inovasi di sektor pertanian lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayuningtyas, A. A. (2022). Penerapan Internet of things (IoT) dalam Upaya Mewujudkan Perpustakaan Digital di Era Society 5.0. *Jurnal Ilmu Perpustakaan*, 11(1), pp. 29–36.
- Batubara, U., Aini, F., & Manurung, M. (2021). Skrining dan Karakterisasi Bakteri Fotosintetik Anoksigenik Penghasil Pigmen Karotenoid Dari Limbah Cair Kelapa Sawit || Screening and Characterization of Anoxigenic Photosynthetic Bacteria as Carotenoid Pigments Producer from Palm Liquid Sewages. , 7, 253-263. <https://doi.org/10.36987/JPBN.V7I1.1999>.
- Guebsi, R., Mami, S. and Chokmani, K. (2024). Drones in Precision Agriculture: A Comprehensive Review of Applications, Technologies, and Challenges. *Drones*, 8(11), 686. <https://doi.org/10.3390/drones8110686>
- Hayat, E., & Andayani, S. (2014). Pengelolaan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Aplikasi Biomassa *Chromolaena Odorata* Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Padi Serta Sifat Tanah Sulfaquent, 17, 219545.
- Madiyanto, H., Oktorina, S., Wira, D. and Ariawan, W. (2023). Pemetaan kandungan unsur hara daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) menggunakan citra UAV multispektral. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 31(2), pp.73–88. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v31i2.236>
- Martínez-Carricondo, P., Mesas-Carrascosa, F.J., García-Ferrer, A. and Agüera-Vega, F. (2018). Assessment of UAV-photogrammetric mapping accuracy based on variation of ground control points. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 72, pp.1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.05.015>
- Padró, J.C., Muñoz, F.J., Planas, J. and Pons, X. (2019). Comparison of four UAV georeferencing methods for environmental monitoring purposes focusing on the combined use with airborne and satellite remote sensing platforms. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 75, pp.130–140. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.10.018>
- Putrasakti, S. (2020). Optimalisasi Management Battery Drone Untuk Meningkatkan Effisiensi Waktu Terbang Dan Produktifitas Luasan In-Pit Mapping Menggunakan Pendekatan Geomatika Drone Dji Phantom 4 Rtk Dalam Konsesi Pt Arutmin Indonesia. 1, 201-210. <https://doi.org/10.36986/ptptp.v1i1.63>.
- Soussi, A., Zero, E., Sacile, R., Trincherro, D. and Fossa, M. (2024). Smart Sensors and Smart Data for Precision Agriculture: A Review. *Sensors*, 24(8), 2647. <https://doi.org/10.3390/s24082647>
- Suprojo, B., Saraswati L.A., Rosyidi, F.A. (2025). Palm Oil Health Monitoring Based on VARI Vegetation Index using UAV. *Journal of Geospatial Information Science and Engineering (JGISE)*. Vol. 8 No. 1. 75-90. <https://doi.org/10.22146/jgise.99921>.

Wong, Y.B., Gibbins, C.N., Lechner, A.M. et al. (2023). Smallholder oil palm plantation sustainability assessment using multi-criteria analysis and unmanned aerial vehicles. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195, 258. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11113-z>

Yarak, R., Ansari, M.I., Boulila, W., Aouij, M. and Ouarzazate, N. (2021). Oil Palm Tree Detection and Health Classification on High-Resolution Imagery Using Faster-RCNN. *Agriculture*, 11(2), 183. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020183>