

Pelatihan Pembuatan Drone di SMAN 22 Bandung untuk Pertanian Presisi

Nina Hendrarini^{1*}, Unang Sunarya², Gita Indah Hapsari³, Samuel S.A.M⁴, M.Naufal Z⁵, Adi Nugraha⁶

¹Telkom University, Ninahendrarini@tass.telkomuniversity.ac.id

²Telkom University, unangsunarya@telkomuniversity.ac.id

³Telkom University, gitaindahhapsari@tass.telkomuniversity.ac.id

⁴Telkom University, samuelasmanik5@gmail.com

⁵Telkom University, naufalz2004@gmail.com

⁶Telkom University, Adinugraha471825@gmail.com

Pertanian presisi adalah strategi penggunaan teknologi untuk mengoptimalkan aktivitas pertanian melalui pengumpulan dan analisis data secara sistematis. Salah satu teknologi pendukungnya adalah kendaraan udara tak berawak (UAV). Kendaraan ini banyak digunakan dalam pemantauan lingkungan, pemetaan, dan pengelolaan wilayah karena kemampuannya untuk memperoleh data spasial dengan cepat dan akurat. Integrasi drone dengan sensor dan sistem pengolahan data telah terbukti mendukung pengambilan keputusan berbasis data di berbagai sektor, termasuk pertanian, manajemen bencana, dan pemantauan infrastruktur. Secara umum, implementasi drone di lapangan masih didominasi oleh produk impor siap pakai, sehingga pengguna memiliki pemahaman yang terbatas tentang arsitektur sistem UAV, sensor, dan teknologi kontrol. Drone ini sulit dimodifikasi. Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan dalam bentuk pelatihan konstruksi dan pemanfaatan drone yang ditujukan kepada guru sebagai upaya peningkatan kapasitas sumber daya manusia. Drone dirancang menggunakan komponen yang relatif mudah diperoleh di dalam negeri dan dilengkapi dengan sensor untuk akuisisi data pertanian, mengacu pada prinsip pemetaan berbasis UAV dan pemantauan wilayah. Aplikasi pemantauan pertanian berbasis kecerdasan buatan diintegrasikan ke dalam drone. Tujuannya adalah untuk mempermudah pemantauan lahan pertanian. Kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan kemandirian teknologi dan efisiensi manajemen pertanian melalui pendekatan preventif dan kuratif berbasis data, yang pada akhirnya akan meningkatkan hasil panen dan mengurangi pemborosan sumber daya. Dengan memanfaatkan analisis data waktu nyata dan algoritma pembelajaran mesin, petani dapat membuat keputusan yang tepat untuk mengoptimalkan praktik mereka. Akibatnya, sektor pertanian akan mendapatkan manfaat signifikan dari peningkatan produktivitas dan langkah-langkah keberlanjutan. Pelatihan integrasi aplikasi akan diberikan pada kesempatan lain setelah kompetensi konstruksi drone dipresentasikan.

Kata kunci: drone, pelatihan, pertanian

Abstract

Precision agriculture is a strategy for utilizing technology to optimize agricultural activities through systematic data collection and analysis. One supporting technology is unmanned aerial vehicles (UAVs). These vehicles are widely used in environmental monitoring, mapping, and regional management due to their ability to acquire spatial data quickly and accurately. The integration of drones with sensors and data processing systems has been proven to support data-driven decision-making in various sectors, including agriculture, disaster management, and infrastructure monitoring. Generally, drone implementation in the field is still dominated by imported, off-the-shelf products, resulting in users having limited understanding of UAV system architecture, sensors, and control technology. These drones are difficult to modify. This community service activity was carried out in the form of training on drone construction and utilization aimed at teachers as an effort to

increase human resource capacity. The drones were designed using components that are relatively easy to obtain domestically and equipped with sensors for agricultural data acquisition, referring to the principles of UAV-based mapping and regional monitoring. An artificial intelligence-based agricultural monitoring application was integrated into the drones. The goal was to facilitate monitoring of agricultural areas. This activity is expected to increase technological independence and agricultural management efficiency through a data-driven preventive and curative approach, ultimately leading to improved crop yields and reduced resource waste. By leveraging real-time data analysis and machine learning algorithms, farmers can make informed decisions that optimize their practices. As a result, the agricultural sector stands to benefit significantly from enhanced productivity and sustainability measures. Application integration training will be provided at another opportunity after the drone construction competency has been presented.

Keywords: *drone, training, agriculture*

Article History:

Submitted: 22-01-2026

Accepted: 09-04-2026

Published: 30-06-2026

1. Pendahuluan

Pertanian presisi merupakan pendekatan berbasis teknologi yang bertujuan meningkatkan efisiensi dan akurasi pengelolaan pertanian melalui pemanfaatan data dan teknologi digital [14], [20]. Salah satu teknologi pendukung utama dalam pertanian presisi adalah wahana udara tanpa awak (Unmanned Aerial Vehicle/UAV) atau drone yang mampu menyediakan data spasial dan visual secara cepat dan akurat untuk pemantauan kondisi lahan dan tanaman [1], [3].

Selain di bidang pertanian, teknologi drone juga telah diaplikasikan secara luas dalam pemantauan infrastruktur dan mitigasi bencana, seperti pemetaan wilayah terdampak banjir dan pemantauan lingkungan [4], [9]. Namun demikian, pemanfaatan teknologi drone di Indonesia masih didominasi oleh produk impor yang bersifat siap pakai dan kurang fleksibel untuk dimodifikasi, sehingga membatasi transfer pengetahuan dan kemandirian teknologi pengguna [2], [12].

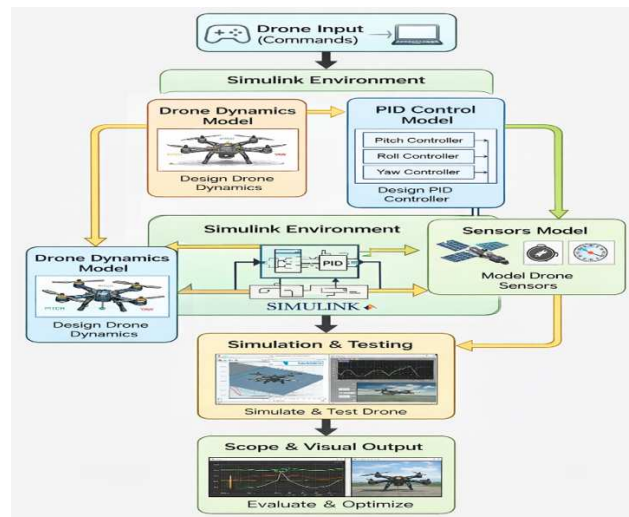
Dalam konteks pendidikan, peningkatan pemahaman guru terhadap teknologi drone menjadi tantangan dalam upaya integrasi teknologi ini ke dalam pembelajaran berbasis STEM dan kedirgantaraan. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini difokuskan pada peningkatan kapasitas guru melalui pelatihan pembuatan dan pemanfaatan drone agar guru dapat berperan sebagai agen perubahan serta menumbuhkan minat siswa terhadap pengembangan teknologi kedirgantaraan sejak dini [11], [16].

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bersifat partisipatif dan edukatif dengan melibatkan guru secara aktif dalam setiap tahapan kegiatan, mulai dari penyampaian materi, diskusi, hingga praktik langsung. Pendekatan partisipatif dipilih untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan teknis peserta secara berkelanjutan [15], [16].

Materi pelatihan disampaikan secara bertahap, meliputi pengenalan komponen utama drone, prinsip aerodinamika, sistem kendali penerbangan berbasis Proportional–Integral–Derivative (PID), serta simulasi dan pengujian fungsi drone. Pemanfaatan simulasi digunakan untuk membantu peserta memahami perilaku sistem drone sebelum dilakukan praktik langsung perakitan dan pengujian di lapangan [9], [17], [18].

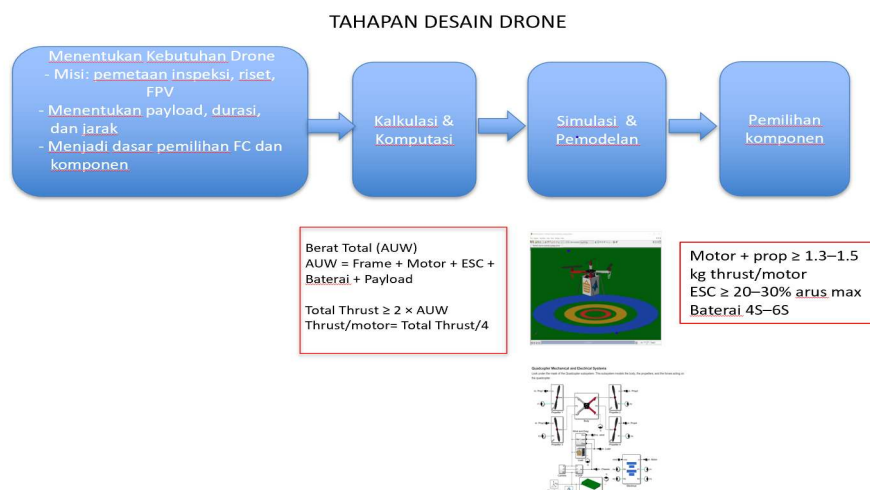
Tahap pertama adalah pemodelan dan simulasi sistem drone. Pemodelan dilakukan untuk merepresentasikan karakteristik dinamis drone, termasuk gaya angkat, gaya dorong, dan respons

sistem terhadap perubahan masukan kendali. Simulasi dilakukan berbasis MATLAB dengan tujuan memperoleh parameter kendali yang optimal sehingga drone mampu mencapai kondisi terbang yang stabil, khususnya pada mode *hovering*. Stabilitas *hovering* menjadi aspek penting karena berpengaruh langsung terhadap ketelitian pengambilan data spasial dan visual pada kegiatan pemantauan pertanian.



Gambar 1. Alur Desain Model Drone dengan Matlab

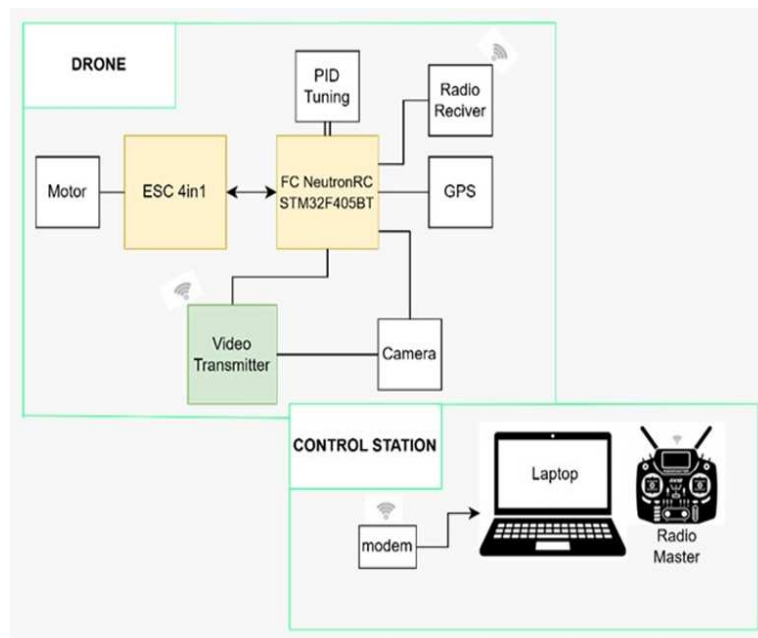
Gambar 1.mengilustrasikan tahapan perancangan dan pengujian sistem drone menggunakan perangkat lunak MATLAB/Simulink. Pada tahap awal, drone dimodelkan secara matematis untuk merepresentasikan dinamika gerak dan kestabilan saat terbang. Model ini menggambarkan bagaimana drone bereaksi terhadap gaya angkat, perubahan kecepatan motor, dan gerakan rotasi. Pada tahap ini dengan memanfaatkan Simulink pada Matlab, para guru diperlihatkan cara merencanakan pembuatan drone dan melihat bagaimana performansi drone yang akan dibuat. Hal ini secara ringkas diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Drone dengan Simulink Matlab

Tampak pada gambar 2 urutan tahapan mendesain drone, dan mensimulasikannya. Selanjutnya, digunakan sistem kendali PID PID merupakan singkatan dari Proportional–Integral–Derivative.yang berfungsi mengatur sikap dan posisi drone agar tetap stabil sesuai perintah yang diberikan. Informasi

kondisi drone diperoleh dari model sensor yang mensimulasikan pembacaan sudut, ketinggian, dan posisi. Seluruh sistem kemudian diuji melalui simulasi untuk mengamati respon drone terhadap perubahan perintah, seperti saat melayang (hover) atau bergerak. Hasil simulasi digunakan untuk mengevaluasi dan menyempurnakan desain sebelum diterapkan pada drone nyata, sehingga proses pengembangan menjadi lebih aman dan efisien. Berikut Gambar 3. sub sistem pendukung drone yang dirancang untuk memonitor sistem pertanian.



Gambar 3. Sub Sistem pendukung Drone

Sistem drone yang dikembangkan terdiri atas dua subsistem utama, yaitu subsistem drone dan subsistem stasiun kendali. Pada subsistem drone, flight controller NeutronRC berbasis STM32F405BT berfungsi sebagai pusat kendali yang memproses perintah dari radio receiver serta data dari sensor GPS. Perintah kendali selanjutnya diteruskan ke ESC 4-in-1 untuk mengatur kecepatan motor sehingga drone dapat terbang secara stabil. Parameter kendali disesuaikan melalui proses PID tuning guna memperoleh respons penerbangan yang optimal. Sistem juga dilengkapi kamera dan video transmitter yang berfungsi untuk mengirimkan data visual secara nirkabel ke stasiun kendali.

Subsistem stasiun kendali terdiri atas radio master dan laptop yang berfungsi sebagai antarmuka operator dalam melakukan pengendalian dan pemantauan penerbangan. Komunikasi data antara drone dan stasiun kendali dilakukan secara nirkabel melalui modem, sehingga operator dapat memantau kondisi drone dan visual secara real-time.

Tahap kedua adalah perancangan kerangka drone dan analisis aspek fisis. Pada tahap ini dilakukan perancangan struktur mekanik drone dengan mempertimbangkan kekuatan material, distribusi massa, serta efisiensi aerodinamika. Analisis daya angkat dilakukan untuk memastikan bahwa konfigurasi motor dan baling-baling mampu menghasilkan gaya angkat yang lebih besar dari total berat sistem, termasuk *payload* sensor. Pemilihan bentuk dan ukuran baling-baling disesuaikan dengan karakteristik motor dan kebutuhan efisiensi daya guna mendukung durasi terbang yang optimal. Berikut adalah gambar komponen rangka drone sebelum dirakit.



Gambar 4. Rangka drone

Tahap ketiga adalah integrasi perangkat keras. Pada tahap ini dilakukan pemilihan dan pemasangan komponen elektronik utama, yang meliputi motor *brushless*, *electronic speed controller* (ESC), *flight controller*, baterai, serta sensor pendukung. Proses perakitan rangka dan penempatan komponen dilakukan secara simetris untuk menjaga keseimbangan pusat massa drone. Selain itu, dilakukan penyambungan antar komponen elektronik sesuai dengan skema kelistrikan yang telah dirancang. Sistem kendali kecepatan motor diimplementasikan menggunakan modulasi *Pulse Width Modulation* (PWM), di mana variasi lebar pulsa digunakan untuk mengatur kecepatan putar motor secara presisi. Berikut gambar drone setelah setiap bagian rangka diintegrasikan.



Gambar 5. Drone setelah dirakit

Tahap keempat adalah pengembangan perangkat lunak pengendali penerbangan. Pada tahap ini dilakukan perancangan dan implementasi algoritma kendali penerbangan yang bertugas mengatur stabilitas sikap (*attitude*), ketinggian, dan pergerakan drone. Kode pengendali diintegrasikan ke dalam *flight controller* dan disesuaikan dengan karakteristik perangkat keras yang digunakan. Selanjutnya dilakukan proses integrasi sistem secara menyeluruh, diikuti dengan kalibrasi sensor dan aktuator untuk memastikan akurasi pembacaan dan respons kendali. Berikut Gambar 6 adalah

aplikasi Betaflight yang digunakan untuk menguji kinerja subsistem drone tanpa menerbangkan langsung.



Gambar 6 Tampilan Aplikasi Penguji Betaflight

Tahap akhir berupa uji terbang dilakukan untuk memverifikasi kinerja sistem dan memastikan drone mampu beroperasi secara stabil sesuai dengan tujuan pemantauan lahan pertanian.

2. Metode Pelaksanaan Pengabdian Masyarakat

Metode yang diterapkan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bersifat persuasif, partisipatif, dan edukatif. Pendekatan partisipatif diwujudkan melalui keterlibatan aktif guru sebagai mitra pada setiap tahapan kegiatan, mulai dari perencanaan hingga evaluasi. Selama pelaksanaan, kegiatan dirancang secara interaktif melalui diskusi, praktik langsung, serta evaluasi berkelanjutan untuk mendorong partisipasi dan umpan balik dari peserta.

Pendekatan persuasif-edukatif dikemas dalam penyampaian materi yang bersifat teoritis dan praktis guna meningkatkan pemahaman guru terhadap teknologi drone. Materi teoritis didukung dengan simulasi dan demonstrasi langsung sebagai metode pendamping, sehingga peserta memperoleh gambaran visual dan kontekstual mengenai teknologi yang diperkenalkan. Selain itu, metode uji coba, evaluasi, dan perbaikan juga diterapkan untuk memastikan teknologi yang diberikan dapat berfungsi secara optimal dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Proses pengujian dilakukan secara bertahap, meliputi pengujian di lingkungan laboratorium dan pengujian di lingkungan sesungguhnya pada lahan pertanian.

Pada awal diputuskannya abdimas ini dilaksanakan di SMAN 22 adalah untuk peningkatan kapasitas guru. Pembelajaran pembuatan drone merupakan salah satu pendekatan inovatif yang sangat relevan untuk meningkatkan kapasitas guru SMA melalui penerapan konsep STEM Education. STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) menekankan pembelajaran terpadu yang menghubungkan teori dengan praktik nyata, sehingga sangat sesuai dengan kebutuhan pengembangan kompetensi guru di era digital.

Dalam konteks ini, pembuatan drone menjadi media pembelajaran yang komprehensif karena melibatkan berbagai disiplin ilmu secara simultan. Dari aspek sains, guru mempelajari prinsip aerodinamika, gaya angkat, dan kestabilan terbang. Pada aspek teknologi, guru dikenalkan dengan sistem kendali berbasis mikrokontroler, sensor, serta komunikasi data seperti IoT. Sementara itu, aspek engineering (rekayasa) terlihat dalam proses perancangan, perakitan, hingga pengujian drone. Adapun matematika berperan dalam perhitungan sudut, kecepatan, dan optimasi kinerja sistem.

Melalui proses ini, guru tidak hanya menjadi pengguna teknologi, tetapi juga pengembang dan problem solver. Mereka dilatih untuk berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif dalam menyelesaikan

permasalahan nyata, misalnya bagaimana membuat drone yang stabil, hemat energi, dan mampu digunakan untuk pemetaan atau monitoring lingkungan. Hal ini secara langsung meningkatkan kompetensi pedagogik dan profesional guru, karena mereka mampu mengintegrasikan pembelajaran berbasis proyek (project-based learning) ke dalam kelas.

Selain itu, pengalaman praktik dalam pembuatan drone memungkinkan guru untuk merancang pembelajaran yang lebih kontekstual dan menarik bagi siswa. Guru dapat mengaitkan materi pelajaran dengan aplikasi dunia nyata, seperti penggunaan drone dalam pertanian presisi, mitigasi bencana, atau pemetaan wilayah. Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih bermakna dan mampu meningkatkan minat siswa terhadap bidang sains dan teknologi.

Pada akhirnya, integrasi pembelajaran pembuatan drone dengan konsep STEM tidak hanya meningkatkan kapasitas teknis guru, tetapi juga mendorong transformasi metode pembelajaran di SMA menuju pembelajaran abad ke-21 yang inovatif, adaptif, dan berbasis teknologi. Guru yang memiliki kompetensi ini akan lebih siap dalam menghadapi tantangan pendidikan modern serta mampu menghasilkan lulusan yang kompeten dan siap bersaing di era industri 4.0.

3. Tahapan Pelaksanaan Pengabdian Maskarakat

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan teknologi drone bagi guru sebagai agen perubahan diselenggarakan oleh Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom dan dilaksanakan pada hari Rabu, 7 Januari 2026, bertempat di SMAN 22 Kota Bandung. Kegiatan ini dilaksanakan di laboratorium komputer sekolah yang didukung oleh fasilitas penunjang yang memadai. Tujuan pelaksanaan kegiatan ini adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman peserta mengenai perkembangan teknologi drone yang telah diterapkan secara luas di berbagai bidang, khususnya dalam mendukung proses pembelajaran berbasis teknologi.

Tabel 1. Jadwal Kegiatan

No	Kegiatan	Waktu
1	Pembukaan	08.00 – 08.15
2	Sambutan	08.15 – 08.30
3	Penyerahan Plakat	08.30 – 08.35
4	Foto Bersama	08.35 – 08.45
5	Paparan Materi Umum Drone	08.45 – 09.00
6	Paparan Drone Developing	09.00 – 10.00
7	Paparan Aplikasi Pertanian	10.00 – 10.30
8	Workshop Drone	10.30 – 12.00
9	ISHOMA	12.00 – 13.00
10	Workshop Drone	13.00 – 14.45
11	Pengisian Kuesioner	14.45 – 15.00
12	Penutupan	15.00

Pelaksanaan kegiatan pengabdian diawali dengan penyusunan rencana operasional kegiatan. Pada tahap ini, tim menyusun perencanaan yang mencakup koordinasi internal, survei awal dan pengadaan barang, penyusunan skenario workshop, pembuatan modul pelatihan, penyiapan media pendukung, penjadwalan dan perizinan kegiatan, penyebaran undangan serta sosialisasi, pelaksanaan kegiatan, hingga perencanaan evaluasi. Tahap berikutnya adalah survei pengadaan dan pembelian barang untuk memastikan ketersediaan perangkat pendukung sesuai dengan kebutuhan teknis dan kondisi lapangan. Selanjutnya, tim mempersiapkan skenario workshop dengan mempertimbangkan kemampuan teknis sistem serta karakteristik mitra sasaran. Workshop dirancang melibatkan mahasiswa sebagai bagian dari proses pembelajaran kolaboratif. Tim juga mempersiapkan modul workshop yang berfungsi sebagai panduan pelaksanaan dan referensi teknis. Modul ini diharapkan dapat dikembangkan oleh guru SMAN 22 Bandung sebagai bahan pengayaan bagi siswa. Setelah pelaksanaan pelatihan akan dilakukan evaluasi. Evaluasi dilakukan melalui kuis singkat untuk menilai kualitas kegiatan dan pemahaman peserta. Penutupan kegiatan ditandai dengan pemberian plakat, penyampaian kesan dan pesan, serta komitmen keberlanjutan kerja sama.

Pelaksanaan pembuatan drone tidak dapat seluruhnya dilakukan di SMAN 22 karena keterbatasan ruang dan waktu, tidak semua proses pembuatan drone atau integrasi aplikasi dipraktekan. Kondisi ruangan yang digunakan adalah laboratorium komputer. Hal yang dilaksanakan adalah konfigurasi software dari drone, sementara untuk hal yang bersifat mekanik dilakukan di bengkel kampus. Namun demikian materi terkait pembuatan drone disampaikan seluruhnya. Keterbatasan waktu tidak memungkinkan untuk mengimplementasikan aplikasi pertanian diintegrasikan dengan drone, namun materi tentang aplikasi ini tetap disampaikan.

Sesuai dengan urutan jadwal kegiatan pelatihan diawali dengan paparan materi umum tentang drone. Penjelasan tentang drone atau Unmanned Aerial Vehicle (UAV) yang saat ini berkembang pesat dan dimanfaatkan dalam berbagai bidang seperti pemetaan, inspeksi infrastruktur, riset, hingga kebutuhan hiburan seperti FPV (First Person View). Dalam konsep umum, sebuah drone tidak hanya dipahami sebagai alat terbang, tetapi sebagai sistem terintegrasi yang terdiri dari mekanik, elektronik, perangkat lunak, serta sistem komunikasi yang bekerja secara sinergis.

Dalam proses pembelajaran dan pengembangan drone, tahap awal yang sangat penting adalah menentukan kebutuhan atau misi drone. Setiap misi, seperti pemetaan atau inspeksi, memiliki karakteristik yang berbeda sehingga memengaruhi desain keseluruhan. Penentuan payload (beban angkut), durasi terbang, serta jarak operasional menjadi dasar utama dalam memilih komponen, khususnya flight controller dan sistem propulsi. Tanpa perencanaan kebutuhan yang tepat, desain drone berisiko tidak optimal atau bahkan gagal berfungsi sesuai tujuan.

Selanjutnya, dalam dasar mendesain drone, terdapat pendekatan rekayasa yang sistematis melalui tahapan kalkulasi, simulasi, dan pemodelan. Salah satu aspek penting adalah perhitungan berat total atau *All-Up Weight (AUW)*, yang mencakup seluruh komponen seperti frame, motor, Electronic Speed Controller (ESC), baterai, dan *payload*. Prinsip dasar yang digunakan adalah pemahaman *total thrust* yang nilainya minimal harus dua kali dari berat total drone agar mampu terbang dengan stabil. Perhitungan ini kemudian menjadi acuan dalam menentukan spesifikasi motor, propeller, dan komponen lainnya.

Desain mekanik juga menjadi pertimbangan utama, termasuk pemilihan tipe drone seperti quadcopter atau hexacopter, serta material frame yang harus ringan namun kuat. Penempatan flight controller harus memperhatikan minimisasi getaran agar data sensor tetap akurat. Proses ini biasanya didukung oleh software desain seperti CAD untuk menghasilkan model yang presisi sebelum direalisasikan. Pada sisi teknologi, sistem propulsi merupakan komponen vital yang terdiri dari motor brushless, ESC dan baling baling (*propeller*). Ketiga komponen ini harus dipilih secara kompatibel untuk menghasilkan efisiensi dan performa optimal. Selain itu, sistem daya menggunakan baterai LiPo dengan konfigurasi tertentu yang disesuaikan dengan kebutuhan energi drone.

Salah satu komponen paling krusial dalam drone adalah flight controller, yang berfungsi sebagai “otak” sistem. Dalam konteks ini, terdapat perbandingan antara Pixhawk dan Neuron Flight Controller. Pixhawk dikenal unggul dalam stabilitas dan mendukung misi otonom kompleks dengan firmware seperti PX4 atau ArduPilot, sehingga banyak digunakan untuk riset dan pemetaan. Sementara itu, Neuron lebih berfokus pada performa tinggi dengan latensi rendah, cocok untuk aplikasi FPV yang membutuhkan respons cepat.

Selain itu, teknologi pendukung lain seperti sistem navigasi dan sensor juga memegang peranan penting. Penggunaan GPS dan kompas eksternal memungkinkan drone menentukan posisi dan arah secara akurat. Sensor tambahan seperti kamera, LiDAR, dan sensor getaran memperluas fungsi drone dalam berbagai aplikasi. Integrasi antar perangkat dilakukan melalui protokol komunikasi seperti MAVLink atau UART.

Aspek komunikasi juga menjadi bagian penting dalam sistem drone modern, di mana telemetry radio atau jaringan LTE digunakan untuk menghubungkan drone dengan Ground Control Station (GCS)

seperti Mission Planner atau QGroundControl. Melalui sistem ini, pengguna dapat melakukan monitoring, pengendalian, serta pencatatan data penerbangan secara real-time.

Terakhir, tahap pengujian dan keselamatan tidak boleh diabaikan. Kalibrasi sensor, pengujian motor tanpa propeller, serta uji terbang bertahap merupakan prosedur penting untuk memastikan drone berfungsi dengan aman dan sesuai desain. Tahapan ini mencerminkan bahwa dalam pengembangan drone, perencanaan yang matang harus diimbangi dengan validasi di lapangan.

Secara keseluruhan, pembuatan drone merupakan proses multidisiplin yang mengintegrasikan konsep sains, teknologi, dan rekayasa. Setiap keputusan desain didasarkan pada kebutuhan misi, perhitungan teknis, serta pemanfaatan teknologi yang tepat. Oleh karena itu, pemahaman menyeluruh terhadap konsep umum, dasar desain, serta pertimbangan teknis menjadi kunci utama dalam menghasilkan drone yang handal, efisien, dan sesuai dengan tujuan penggunaannya.

Tahapan berikutnya adalah paparan developing drone, guru mendapat penjelasan tentang mekanisme pembangunan drone. Frame dibuat dengan konfigurasi empat lengan (X-frame), desain rangka ini memungkinkan distribusi beban yang seimbang dan ketahanan terhadap getaran saat manuver. Flight controller diletakkan ditengah. ESC diletakkan *stack* bagian bawah. Motor dipasang pada ujung setiap lengan. Flight Control yang digunakan jenis Neutron RC STM32F405BT.



Gambar 7. Flight Control Neutron RC STM32F405BT

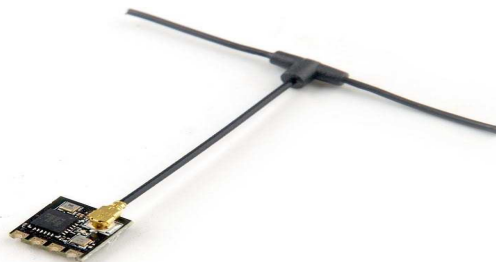
Neutron RC STM32F405BT merupakan flight controller berbasis mikrokontroler STM32F405 yang dirancang untuk mengendalikan sistem penerbangan quadcopter secara presisi dan stabil. Flight controller ini mendukung berbagai fitur penerbangan modern, termasuk pengolahan data sensor inersia, pengendalian motor secara real-time, serta integrasi dengan sistem komunikasi dan navigasi. ESC AM32 60A 4in1 digunakan untuk mengatur kecepatan dan arah motor brushless dengan kapasitas arus besar serta mengontrol empat motor dalam satu modul. Kombinasi keduanya menghasilkan sistem kontrol drone yang andal, responsif, dan cocok untuk quadcopter berukuran besar (8 inch).

Rajawali 2207.5 1966KV seperti pada Gambar 8 merupakan motor brushless tiga fasa yang dirancang untuk kebutuhan drone freestyle dan long range berukuran menengah hingga besar. Motor ini memiliki ukuran stator 22 mm × 7.5 mm yang mampu menghasilkan torsi tinggi, sehingga sesuai digunakan pada propeller berdiameter besar seperti 8 inch. Nilai KV sebesar 1966KV menunjukkan kemampuan motor dalam menghasilkan putaran tinggi per volt, yang memberikan respons cepat dan performa stabil saat manuver.



Gambar 8. Motor Brushless 3 Fasa Rajawali

Motor ini menggunakan tiga kabel keluaran sebagai jalur fasa yang terhubung langsung ke electronic speed controller (ESC). Desain konstruksi motor yang kokoh dan efisien mendukung penggunaan arus besar serta ketahanan terhadap beban penerbangan yang tinggi. Motor dipasang pada ujung arm frame menggunakan baut yang sesuai dengan panjang dudukan motor. Tahapan berikutnya adalah memasang perangkat pendukung telemetri dan navigasi.



Gambar 9. Antena Telemetri dan Receiver Happymodel ExpressLRS ELRS Nano 2.4GHz EP1/EP2

Happymodel ExpressLRS ELRS Nano 2.4GHz EP1/EP2 merupakan *receiver* radio kontrol berukuran kecil yang menggunakan protokol ExpressLRS pada frekuensi 2.4 GHz. Receiver ini dirancang untuk memberikan latensi rendah, jangkauan luas, serta kestabilan sinyal yang tinggi. Teknologi Dual TCXO yang digunakan memungkinkan kestabilan frekuensi yang lebih baik, sehingga performa komunikasi tetap optimal pada berbagai kondisi lingkungan. Receiver ini mendukung komunikasi serial berbasis UART dengan flight controller dan menggunakan protokol CRSF, yang memungkinkan transmisi data kontrol dan telemetry secara dua arah. Dimensi yang ringkas menjadikan receiver ini cocok digunakan pada drone freestyle maupun long range.



Gambar 10. RunCam Robin 3 1200TVL FPV Camera

RunCam Robin 3 seperti gambar 10 merupakan kamera FPV analog dengan resolusi 1200

TVL yang dirancang untuk memberikan kualitas gambar yang tajam dan responsif dalam kondisi penerbangan drone. Kamera ini menggunakan sensor berkinerja tinggi yang mampu menampilkan detail visual dengan baik pada berbagai kondisi pencahayaan. Desain fisik kamera mendukung pemasangan pada frame freestyle dan kompatibel dengan sistem FPV analog 5.8 GHz. Kamera ini menghasilkan sinyal video analog yang diteruskan ke flight controller dan video transmitter. Dimensi yang ringkas serta bobot yang ringan menjadikan kamera ini cocok digunakan pada drone berukuran menengah hingga besar.



Gambar 11. Propeller HQProp LR8X4.2X3

HQProp LR8X4.2X3 merupakan baling-baling drone berdiameter 8 inch dengan konfigurasi tiga bilah yang dirancang untuk kebutuhan penerbangan jarak jauh dan freestyle berukuran besar. Propeller ini memiliki pitch 4.2 yang memberikan keseimbangan antara daya angkat dan efisiensi, sehingga mampu menghasilkan performa stabil pada kecepatan sedang hingga tinggi.

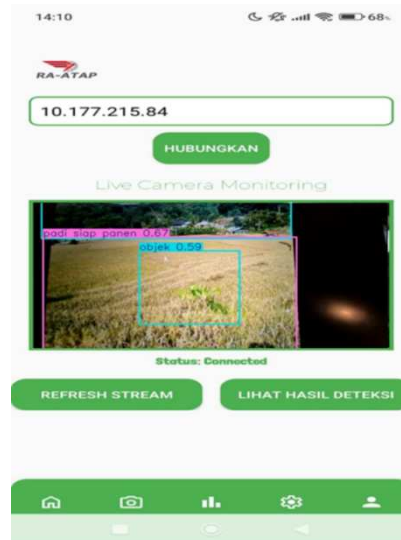
Material glass fiber reinforced nylon digunakan untuk meningkatkan kekuatan struktur propeller sekaligus menjaga bobot tetap ringan. Propeller ini tersedia dalam dua jenis arah putaran, yaitu clockwise (CW) dan counter clockwise (CCW), yang digunakan secara berpasangan pada quadcopter untuk menjaga keseimbangan gaya angkat dan stabilitas penerbangan.

Tahapan berikutnya adalah paparan mengenai aplikasi pertanian yang diintegrasikan pada Drone. Waktu pelatihan yang tidak terlalu lama membatasi pelatihan hanya pengenalan pembangunan aplikasi pertanian secara umum. Untuk eskalasi setelah paparan diadakan acara diskusi untuk memberi wawasan lebih kepada peserta.

Aplikasi pertanian yang disampaikan pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini merupakan berbasis Android yang dirancang untuk melakukan monitoring secara real-time melalui perangkat mobile. Aplikasi ini berfungsi sebagai media antarmuka (*frontend*) yang terhubung dengan server backend berbasis Flask serta sistem deteksi objek menggunakan model YOLO.

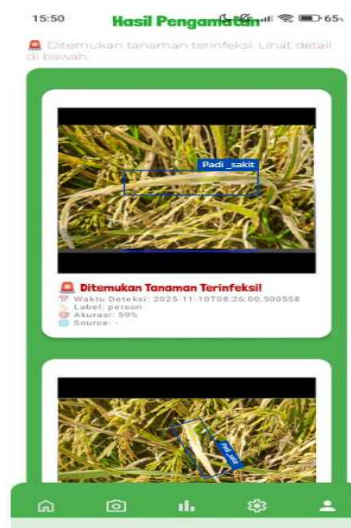
Halaman Dashboard Utama adalah pusat kontrol dan monitoring pada aplikasi yang dirancang untuk memberikan kemudahan akses terhadap seluruh fungsi utama sistem. Pada halaman ini tersedia fitur input alamat IP yang memungkinkan pengguna menyesuaikan koneksi ke server apabila terjadi perubahan IP, sehingga aplikasi tetap dapat terhubung tanpa perlu melakukan konfigurasi ulang pada sistem. Selain itu, terdapat fitur monitoring kamera drone yang menampilkan streaming video secara langsung sebagai sarana pemantauan real-time. Untuk menjaga kestabilan tampilan, disediakan pula fitur refresh stream yang berfungsi memuat ulang koneksi video apabila terjadi gangguan jaringan atau keterlambatan transmisi. Kombinasi fitur-fitur tersebut menjadikan dashboard sebagai antarmuka utama yang fleksibel, responsif, dan mendukung kebutuhan monitoring secara efektif.

Aplikasi ini mampu menampilkan hasil streaming kamera yang berasal dari drone, secara langsung melalui koneksi jaringan yang terhubung dengan server backend. Tampilan video ditampilkan secara real-time pada perangkat smartphone sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan jarak jauh tanpa harus berada di lokasi secara fisik. Selain menampilkan streaming video, sistem juga telah terintegrasi dengan model deteksi objek YOLOv8, sehingga pada tampilan monitoring secara otomatis ditampilkan bounding box pada objek yang terdeteksi beserta labelnya. Integrasi ini memungkinkan pengguna tidak hanya melihat kondisi secara visual, tetapi juga memperoleh informasi analitis secara langsung dari hasil deteksi, sehingga proses monitoring menjadi lebih informatif, responsif, dan efisien. Aplikasi ini dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Halaman Utama Aplikasi

Aplikasi ini menyediakan fitur untuk menampilkan hasil deteksi objek yang diproses oleh sistem backend menggunakan model YOLO. Hasil deteksi dikirim dari server ke aplikasi Android melalui API dan ditampilkan secara real-time dalam bentuk visual pada layar monitoring, disertai informasi pendukung seperti label objek yang terdeteksi. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk mengetahui kondisi atau keberadaan objek tertentu secara cepat dan akurat tanpa harus melakukan analisis manual. Dengan adanya tampilan hasil deteksi ini, proses monitoring menjadi lebih efektif, responsif, dan informatif bagi pengguna. Gambar 13 menunjukkan hasil deteksi.



Gambar 13. Hasil Deteksi

Demikian materi yang disampaikan pada pengabdian masyarakat di SMAN 22.

Dokumentasi kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diawali dengan proses penerimaan peserta pelatihan. Kegiatan kemudian dilanjutkan dengan sambutan dari Ketua Panitia yang sekaligus menjabat sebagai Ketua Tim Abdimas. Selanjutnya, sambutan disampaikan oleh pihak tuan rumah, yaitu Wakil Kepala Sekolah SMAN 22 Kota Bandung. Pemberian plakat juga dilaksanakan seperti pada Gambar 14.



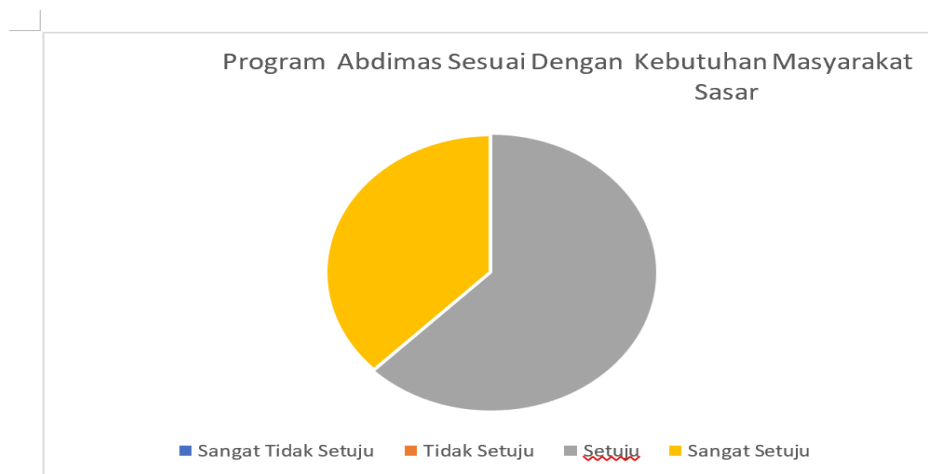
Gambar 14. Pemberian Plakat

Rangkaian acara dilanjutkan dengan pelaksanaan sesi pelatihan yang meliputi pemaparan materi, diskusi interaktif, serta praktik langsung seperti terlihat Gambar 14b, 14c dan 14d. Selama kegiatan berlangsung, para guru menunjukkan antusiasme yang tinggi, tercermin dari partisipasi aktif dalam sesi diskusi dan keterlibatan langsung dalam kegiatan praktik.



Gambar 14b. 14c. dan 14d Pelaksanaan Pelatihan

Pada gambar tampak pemaparan materi, kemudian praktek dan mencoba konfigurasi drone sebelum proses penerbangan dilakukan. Penilaian peserta terhadap kegiatan pelatihan diperlihatkan pada diagram Pie pada gambar 15.



Gambar 15. Diagram hasil kuesioner

Diagram tersebut menggambarkan tingkat kesesuaian pelaksanaan program pelatihan Abdimas dengan kebutuhan masyarakat sasaran berdasarkan hasil persepsi peserta. Secara umum, hasil pada diagram menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memberikan penilaian positif terhadap pelaksanaan pelatihan. Mayoritas responden berada pada kategori “Setuju”, yang mengindikasikan bahwa materi, metode, dan pelaksanaan kegiatan pelatihan dinilai telah sesuai dengan kebutuhan dan harapan peserta. Selain itu, terdapat proporsi yang cukup signifikan pada kategori “Sangat Setuju”, yang mencerminkan tingkat kepuasan yang tinggi terhadap relevansi program Abdimas yang dilaksanakan.

Tidak terlihat adanya respon pada kategori “Tidak Setuju” maupun “Sangat Tidak Setuju”, sehingga dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan pelatihan diterima dengan baik oleh seluruh peserta tanpa adanya penolakan atau ketidakpuasan yang berarti. Temuan ini menunjukkan bahwa program pelatihan yang dilaksanakan telah dirancang secara tepat sasaran dan efektif dalam menjawab kebutuhan masyarakat, khususnya dalam peningkatan wawasan dan kompetensi peserta terkait materi yang diberikan.

4. Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan teknologi drone bagi guru telah berhasil meningkatkan pemahaman dan wawasan peserta terhadap prinsip kerja, pemanfaatan, serta potensi penerapan drone dalam mendukung pembelajaran berbasis teknologi. Pendekatan pelatihan yang mengintegrasikan aspek teoritis dan praktik langsung terbukti efektif dalam meningkatkan partisipasi dan antusiasme peserta. Kegiatan ini tidak hanya memperkuat kapasitas guru sebagai agen perubahan, tetapi juga berkontribusi dalam mendorong pemanfaatan teknologi secara adaptif dan berkelanjutan di lingkungan pendidikan.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dan memberikan dukungan terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada pihak SMAN 22 Kota Bandung atas kesempatan, kepercayaan, serta fasilitas yang diberikan sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik. Kami juga menyadari bahwa dalam pelaksanaan kegiatan ini masih terdapat keterbatasan dan kekurangan, oleh karena itu segala kritik dan masukan yang konstruktif sangat diharapkan untuk perbaikan kegiatan pengabdian di masa yang akan datang.

Daftar Pustaka

- [1] B. Potter, G. Valentino, L. Yates, T. Benzing, and A. Salman, “Environmental monitoring using a drone-enabled wireless sensor network,” in *Proc. 2019 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*, IEEE, Apr. 2019, pp. 1–6.
- [2] A. Wibowo, *Teknologi Drone*, Universitas Sains dan Teknologi Komputer (Universitas STEKOM), Semarang, Mar. 2022.
- [3] J. C. Avendaño, *Detection and Quantification of Cracks in Concrete Bridges Using Drone-Image Inspection*, Master Thesis, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, 2024.
- [4] P. Kumar *et al.*, “GPS surveillance drone for flood management system,” *Elementary Education Online*, vol. 20, no. 1, pp. 5133–5143, 2021.
- [5] T. Wiedemann, C. Manss, V. Karolj, D. Shutin, J. Marchal, and A. Viseras, “Swarm of autonomous drones,” *Sensors*, MDPI, Oct. 8, 2019.
- [6] E. N. Arrofiqoh, R. Muryamto, D. Afiyanti, S. C. Azizah, D. S. Kresnawan, and A. N. Fabiola, “Pemanfaatan UAV dengan sensor kamera dan LiDAR untuk pemetaan situs cagar budaya kawasan Candi Prambanan,” *Geoid*, vol. 17, no. 2, 2022.
- [7] E. N. Arrofiqoh and R. Muryamto, “Pembuatan model 3D dengan memanfaatkan teknologi drone LiDAR untuk pemetaan situs cagar budaya Candi Garuda,” *Jurnal Ilmiah Angkasa*, vol. 15, no. 2, 2023.
- [8] S. J. Sutanto and B. W. Ridwan, “Teknologi drone untuk pembuatan peta kontur: Studi kasus pada kawasan P3SON Hambalang,” *Jurnal Teknik Hidraulik*, vol. 7, no. 2, pp. 179–194, Dec. 2016.
- [9] P. J. Cruz and R. Fierro, “Cable-suspended load lifting by a quadrotor UAV: Hybrid model, trajectory generation, and control,” *Autonomous Robots*, vol. 41, no. 8, pp. 1629–1643, 2017, doi: 10.1007/s10514-017-9632.
- [10] M. E. Guerrero, D. A. Mercado, R. Lozano, and C. D. Garcia, “IDA-PBC methodology for a quadrotor UAV transporting a cable-suspended payload,” in *Proc. Int. Conf. on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, Denver, CO, USA, Jun. 9–12, 2015, pp. 470–476, doi: 10.1109/ICUAS.2015.7152325.
- [11] N. Hendrarini, U. Sunarya, and G. I. Hapsari, “Monitoring banjir berbasis drone untuk pemetaan wilayah terdampak dan pengambilan keputusan cepat,” *Jurnal Inovasi Terapan Pengabdian Masyarakat (JITER-PM)*, vol. X, no. X, pp. xx–xx, 2024.
- [12] R. Austin, *Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment*, 2nd ed., Wiley, 2011.
- [13] A. Elfes, “Using UAVs for environmental monitoring,” *IEEE Robotics & Automation Magazine*, vol. 24, no. 3, pp. 18–27, 2017.

- [14] M. Hassanalain and A. Abdelkefi, “Classifications, applications, and design challenges of drones,” *Progress in Aerospace Sciences*, vol. 91, pp. 99–131, 2017.
- [15] S. Waharte and N. Trigoni, “Supporting search and rescue operations with UAVs,” *Proc. Int. Conf. Emerging Security Technologies*, pp. 142–147, 2010.
- [16] R. Siegwart, I. Nourbakhsh, and D. Scaramuzza, *Introduction to Autonomous Mobile Robots*, MIT Press, 2011.
- [17] P. Corke, *Robotics, Vision and Control*, Springer, 2017.
- [18] MathWorks, “Modeling and simulation of quadcopter dynamics using MATLAB and Simulink,” *MathWorks Documentation*, 2023.
- [19] D. Mellinger and V. Kumar, “Minimum snap trajectory generation and control for quadrotors,” *Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation*, pp. 2520–2525, 2011.
- [20] FAO, “Precision agriculture and digital farming technologies,” *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, 2020.