

Rancang Bangun Pesawat RPV *Fixed Landing Gear* untuk Keperluan Penyiraman Pupuk Cair: Kaji Sistem Instrumentasi

Moch Winandi¹, Lenny Iryani^{2*}

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail : moch.winandi.aer22@polban.ac.id

^{2*}E-mail (Corresponding Author) : lenny.iryani@polban.ac.id

ABSTRAK

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) atau RPV (*Remote Controlled Vehicle*) merupakan wahana terbang yang dikendalikan dari jarak jauh oleh seorang pilot dan dapat terbang secara manual atau *autonomous*. Teknologi ini menjadi solusi di berbagai sektor, termasuk pertanian, yang membutuhkan efisiensi dalam proses penyemprotan pupuk cair. Pada penelitian ini akan dilakukan kaji terhadap sistem kendali pada RPV *fixed wing* untuk misi terbang menyiram pupuk cair ke lahan pertanian. Diharapkan dengan RPV ini dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas dari proses pemupukan pada lahan pertanian dengan memanfaatkan teknologi pesawat tanpa awak. Sistem instrumentasi yang akan dikaji mencakup perangkat navigasi serta mekanisme penyiraman pupuk cair yang terintegrasi secara otomatis. Kajian ini meliputi analisis kebutuhan *hardware* dan *software*, desain sistem kontrol, serta uji terbang. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk pengembangan lebih lanjut mengenai teknologi RPV dalam bidang pertanian.

Kata Kunci

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), *Fixed Wing*, Sistem RPV, Penyiraman Pupuk Cair.

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) or RPV (Remotely Piloted Vehicle) is an aerial platform controlled remotely by a pilot and can operate either manually or autonomously. This technology has emerged as a solution across various sectors, including agriculture, which demands efficiency in processes such as liquid fertilizer spraying. This research focuses on analyzing the control system of a fixed-wing RPV designed for aerial spraying of liquid fertilizer over agricultural fields. The objective of using this RPV is to enhance the efficiency and effectiveness of fertilization by utilizing unmanned aerial technology. The instrumentation system to be studied includes navigation equipment and an automated liquid fertilizer spraying mechanism. This analysis involves identifying hardware and software requirements, designing the control system, and conducting flight tests. The results of the research are expected to serve as a reference for further development of RPV technology in the field of precision agriculture.

Keywords

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), *Fixed Wing*, RPV system, watering liquid fertilizer.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi *Remotely Piloted Vehicle* (RPV) atau pesawat tanpa awak mengalami peningkatan signifikan dalam berbagai sektor, termasuk sektor pertanian. Salah satu aplikasi strategisnya adalah untuk misi penyemprotan pupuk cair di lahan pertanian yang sulit dijangkau (1). Teknologi ini menawarkan efisiensi dari segi waktu, biaya, dan jangkauan area kerja dibandingkan metode konvensional. Salah satu jenis RPV yang potensial adalah tipe *fixed wing* yang memiliki keunggulan dalam daya jelajah luas, efisiensi bahan bakar, dan kapasitas muatan yang lebih besar dibandingkan *rotary wing* (2). Namun, tantangan utama pada RPV jenis ini adalah pada sistem instrumentasi dan kestabilan terbang, khususnya saat membawa muatan cair dan melakukan penyemprotan (3). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengintegrasikan sistem instrumentasi pada *fixed wing* yang dilengkapi dengan *fixed landing gear* serta sistem penyemprotan pupuk cair terotomasi. Fokus utama kajian

ini meliputi pemilihan komponen, perancangan wiring, proses kalibrasi, dan pengujian performa terbang baik dengan tangki kosong maupun terisi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi bagi pengembangan teknologi pertanian presisi di Indonesia yang lebih efisien dan adaptif terhadap medan sulit.

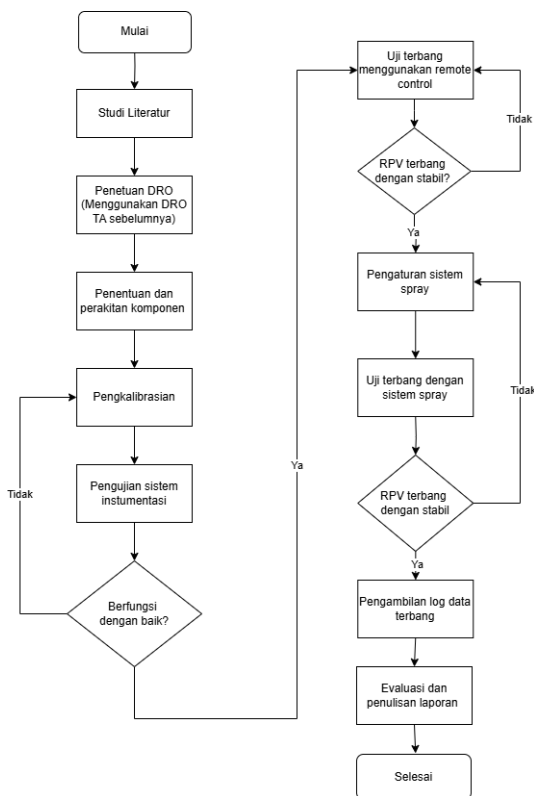
2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitiannya, mereka mengembangkan drone penyemprotan pestisida dengan mekanisme *springkler* yang mampu mendeteksi area yang membutuhkan penyemprotan secara *real-time* dan mendistribusikannya dengan presisi. Sistem ini berhasil meningkatkan efisiensi penggunaan pestisida, menurunkan biaya operasional, dan meminimalkan dampak lingkungan (1,4). Hasil dari penelitiannya, ia mengembangkan sistem UAV dan UGV yang bekerja secara terkoordinasi untuk penyemprotan pestisida presisi. Sistem ini menggunakan kamera multispektral untuk mendeteksi penyakit tanaman melalui analisis NDVI, dengan UAV yang melakukan penyemprotan

langsung pada titik-titik yang telah ditentukan oleh *Ground Control Station* (GCS). Penelitian ini berhasil mengurangi penggunaan bahan kimia hingga 30% dibandingkan metode konvensional (2). Penggunaan Pixhawk Radiolink sebagai *flight controller* untuk RPV dilengkapi dengan integrasi perangkat keras telemetri dan servo berhasil mengukung uji terbang manual (5).

3. METODE PENELITIAN

Metode penyelesaian masalah yang digunakan pada penelitian ini dilakukan secara sistematis dan terstruktur, dimulai dari tahap studi literatur, penentuan *Design Requirement and Objective* (DRO) pemilihan komponen, perancangan sistem instrumentasi, pengujian sistem instrumentasi, serta uji terbang. Setiap proses dilakukan secara berurutan agar proses perancangan. Metode penyelesaian yang digunakan adalah *flowchart* yang menjabarkan langkah pengerjaan dan penyelesaian yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memahami konsep RPV tipe *fixed wing*, sistem instrumentasi penerbangan, serta aplikasi penyemprotan cairan pada UAV. Kajian meliputi fungsi *flight controller*, sensor navigasi, sistem *spray*, serta desain tangki. Literatur juga mencakup penggunaan Mission Planner dalam kalibrasi dan perencanaan misi terbang.

3.2 Design Requirements and Objectives (DRO)

Design Requirement and Objective (DRO) disusun sebagai acuan utama dalam proses perancangan RPV. Kebutuhan

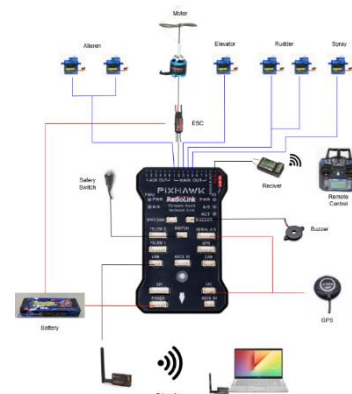
desain meliputi kemampuan pesawat untuk membawahkan muatan cairan pupuk, kestabilan terbang saat tangki terisi, integrasi sistem instrumentasi, serta keandalan sistem penyemprotan. Berikut parameter dan nilai dari DRO yang dibuat pada penelitian ini, ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1 *Design Requirements and Objectives*

Tipe	Kategori	Parameter	Nilai
	<i>Must</i>	Pesawat harus dirancang dengan desain aerodinamika dan bentuk airfoil yang memiliki koefisien lift yang tinggi dan rasio lift to drag yang optimal, serta stall behaviour yang aman untuk terbang.	-
<i>Fungsional Requirements</i>	<i>Must</i>	MTOW (<i>Maximum Take Off Weight</i>)	4 Kg
	<i>Must</i>	Kecepatan pesawat	10 m/s - 15 m/s
	<i>Must</i>	Jangkauan terbang	radius 500 m
	<i>Wish</i>	Ketinggian terbang	80 – 100 m
	<i>Must</i>	Durasi terbang	5 menit – 10 menit

3.3 Penentuan Komponen

Penentuan komponen disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan misi penyemprotan pupuk cair. Keberhasilan misi terbang sangat bergantung pada ketepatan pemilihan komponen, baik dari segi fungsi maupun spesifikasi teknik. Oleh karena itu, dilakukan survei dan evaluasi terhadap beberapa pilihan, hingga diperoleh daftar komponen utama yang digunakan dalam perancangan RPV, seperti ditampilkan pada Tabel 2 berikut ini (5–7).



Gambar 2. Skema Diagram Wiring

Tabel 2 Penentuan Komponen

No	Komponen	Jumlah	Spesifikasi
1	Flight Controller	1	Pixhawk Radiolink 2.4.8
2	Motor Servo	6	Tower Pro Mg9s Metal Gear
3	Brushless Motor	1	DXW D3536 1200 KV
4	GPS	1	Ublox Neo-M8N
5	Telemetry	1	Telemetry 3DR 433 Mhz
6	Battery	1	Gaoneng LiPo 4s, 5500mAh 14,8V
7	Remote Control	1	Flysky FS-i6 2.48 Ghz
8	ESC	1	Hobbywing Skywalker 50 A V2
9	Power Module	1	Power Module APM
10	Fixed Landing Gear	3	Aluminum Alloy Landing Gear
11	Propeller	1	Gemfan APC 10 x 7

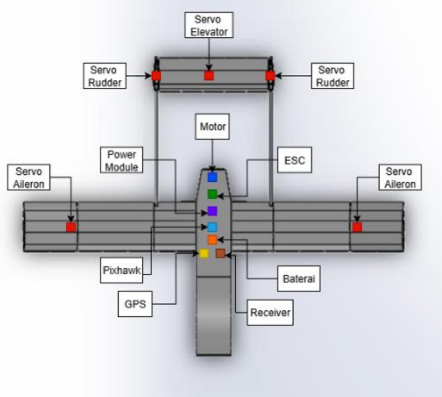
3.4 Diagram Wiring Sistem Instrumentasi

Diagram *wiring* disesuaikan terhadap konfigurasi komponen yang digunakan dalam sistem. Diagram ini berfungsi untuk menunjukkan hubungan antar komponen, alur data, serta

skema pemasangan kabel dalam sistem instrumentasi. Penempatan komponen dan koneksi antar perangkat ditampilkan secara jelas untuk mempermudah proses perakitan dan *troubleshooting* sistem. Diagram *wiring* lengkap ditunjukkan pada Gambar 2.

3.5 Proses Pemasangan Sistem Instrumentasi

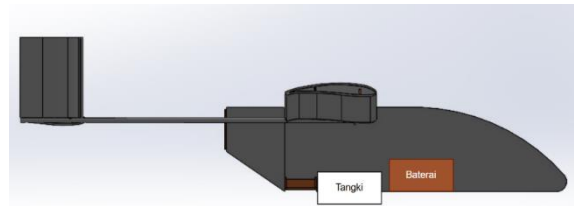
Pemasangan sistem instrumentasi pada RPV tipe fixed wing dilakukan secara sistematis dengan mempertingkan kestabilan terbang, efisiensi jalur kabel, dan kemudahan integrasi (8). *Flight controller* ditempatkan ditengah *fuselage*, module GPS diposisikan dibagian bawah sisi depan, terpisah dari sumber gangguan elektromagnetik seperti motor dan ESC. Komponen seperti power module dan ESC diletakkan di tengah. *Motor brushless* menggunakan konfigurasi pusher, dipasang di bagian atas badan utama dan langsung terhubung dengan ESC. *Receiver* dan baterai diletakkan di bagian bawah tengah *fuselage* untuk menjaga distribusi massa tetap seimbang.



Gambar 3. Lokasi Komponen

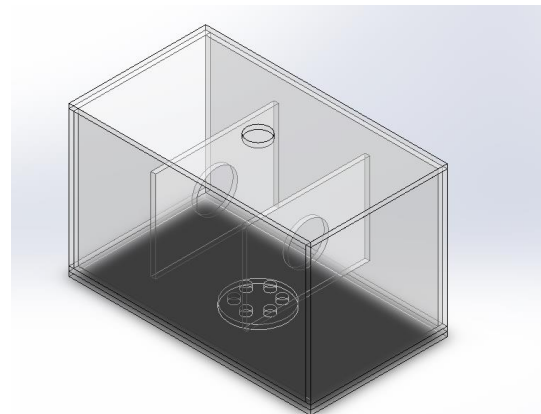
Servo *aileron* dipasang pada masing-masing sayap dan terhubung dengan *flight controller* untuk mengatur pergerakan *roll*. Servo elevator dan rudder ditempatkan secara simetris di ekor *horizontal* dan vertikal untuk mengendalikan *pitch* dan *yaw* (9). Semua jalur kabel servo diarahkan melalui bagian dalam *fuselage* untuk perlindungan terhadap gangguan luar. Penempatan keseluruhan komponen ditunjukkan pada Gambar 3.

Lokasi tangki dan baterai pada *fuselage* pesawat ditentukan berdasarkan prinsip kesimbangan *center of gravity* dan efisiensi distribusi beban (10). Pada desain ini, tangki penyiraman ditempatkan dibagian tengah fuselage, tepat di bawah titik sayap dan mendekati sumbu *longitudinal* pesawat, dapat di lihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Lokasi Tangki dan Baterai

3.6 Perancangan Tangki



Gambar 5. Desain Tangki

Tangki dirancang khusus untuk memuat pupuk cair dalam jumlah sesuai kebutuhan misi penyemprotan. material yang digunakan adalah akrilik transparan dengan ketebalan 2 mm, dipilih karena ringan, tahan terhadap cairan, dan memudahkan inspeksi visual isi tangki. Tangki memiliki bentuk simetris dan dilengkapi enam lubang semprot berdiameter 4 mm untuk memastikan distribusi cairan yang merata saat penyemprotan. Untuk mengurangi efek *sloshing* yang dapat mempengaruhi kestabilan terbang, tangki dilengkapi sekat internal (*partition*) yang berfungsi menahan pergerakan mendadak cairan selama pesawat bermanuver (10,11). Posisi tangki disesuaikan dengan *center of gravity* pesawat agar tidak mengganggu keseimbangan saat terisi penuh maupun kosong (9).

Desain tangki juga memperhatikan kemudahan pemasangan, pengisian, dan pembersihan. Desain tangki dapat dilihat pada Gambar 5.

3.7 Pengkalibrasian komponen

Pengkalibrasian komponen merupakan proses yang krusial dalam persiapan operasional RPV, agar semua komponen dapat berfungsi secara optimal. Proses diawali dengan pemasangan *firmware* yang sesuai, yaitu Mission Planner, yang mendukung pengaturan sistem kendali dan sensor (12). Kalibrasi pertama dilakukan pada *accelerometer* untuk memastikan deteksi orientasi dan percepatan translasi RPV akurat. Selanjutnya, kalibrasi magnetometer dilakukan dengan memutar RPV ke berbagai arah untuk menyelaraskan arah medan magnet bumi dengan sistem orientasi pesawat. Kalibrasi radio dilakukan guna memastikan perintah dari transmitter dapat diterima dan diterjemahkan dengan tepat oleh receiver ke dalam *channel* kontrol seperti *throttle*, *pitch*, *roll*, dan *yaw* (5). Pengkalibrasian radio dapat dilihat pada Gambar 6. Terakhir, kalibrasi *power* dilakukan agar sistem dapat memantau tegangan dan arus dari baterai secara *real-time*, mencegah terjadinya gangguan daya saat terbang. Seluruh proses dilakukan melalui antarmuka Mission Planner secara bertahap guna memastikan RPV siap beroperasi secara aman dan stabil.



Gambar 6. Proses Pengkalibrasian Radio

3.8 Pengujian Sistem Instrumentasi

Tahap ini bertujuan untuk memverifikasi kinerja sistem instrumentasi, khususnya pada motor servo yang mengendalikan *aileron*, *elevator*, dan *rudder*. Apabila ditemukan ketidaksesuaian atau komponen tidak berfungsi dengan optimal, maka proses dikembalikan ke tahap kalibrasi untuk penyesuaian ulang. Jika *aileron*, *elevator*, dan *rudder* dapat bergerak sesuai dengan input pilot maka proses pengkalibrasian sudah berhasil.

3.9 Uji Terbang secara Manual menggunakan Remote Control

Uji terbang manual atau dengan menggunakan *remote control* dilakukan setelah semua komponen elektronik terpasang dengan baik pada wahana terbang yang telah di kalibrasi. Uji terbang ini dikendalikan oleh pilot dari jarak yang ditentukan menggunakan *remote control*. Beberapa data, termasuk kecepatan wahana terbang, akan ditampilkan pada *software* Mission Planner. Pastikan wahana terbang beroperasi dengan stabil selama uji coba. Proses uji terbang akan dilakukan berulang kali hingga wahana terbang dapat terbang dengan stabil.

3.10 Uji Terbang secara Manual dengan Tangki Kosong

Pengujian ini dilakukan dengan mengoperasikan RPV secara manual menggunakan *remote control*, dalam kondisi tangki terpasang namun tanpa muatan cair. Pilot mengendalikan langsung pergerakan pesawat, sementara data seperti kecepatan dan kestabilan terbang dipantau melalui Mission Planner. Uji terbang ini bertujuan untuk memastikan bahwa RPV tetap stabil saat terbang menggunakan tangki kosong tanpa isi.

3.11 Uji Terbang secara Manual dengan Tangki terisi Pupuk Cair

Uji terbang dilakukan dengan mengoperasikan RPV secara manual menggunakan *remote control* dalam kondisi tangki yang terisi pupuk cair. Selama penerbangan pada ketinggian tertentu, sistem penyemprotan akan diaktifkan hingga seluruh pupuk dalam tangki habis. Setelah proses penyiraman selesai, RPV diarahkan untuk mendarat. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kestabilan terbang dan kinerja sistem penyemprotan saat membawa beban cair (13).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dari rangkaian proses perancangan, perakitan, dan pengujian sistem instrumentasi pada pesawat RPV tipe *fixed wing* yang dirancang untuk misi penyemprotan pupuk cair. Pengujian dilakukan secara bertahap mulai dari verifikasi fungsi komponen individual hingga pengujian sistem secara menyeluruh. Setiap hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan integrasi sistem serta kesiapan UAV dalam menjalankan misinya. Pembahasan juga mencakup evaluasi performa komponen utama seperti motor, servo, GPS, dan sistem tangki berdasarkan parameter teknis dan respons operasional di lapangan.

4.1 Hasil Pengujian Instrumentasi

Pengujian sistem instrumentasi dilakukan setelah seluruh komponen dipasang pada *fuselage* sesuai dengan posisi yang telah dirancang. Semua perangkat dihubungkan ke *flight controller* Pixhawk sebagai pusat distribusi daya dan kendali. Pengujian awal dilakukan pada *motor brushless* dengan mengaktifkan *throttle* melalui *remote control*. Motor dinyatakan berfungsi normal apabila berputar halus dan arah putarannya sesuai konfigurasi. Selain itu, pengujian ESC dilakukan untuk memastikan tidak terjadi panas berlebih (*overheating*) saat pengoperasian (9).

Selanjutnya, dilakukan pengujian sistem servo untuk kendali *aileron*, *elevator*, dan *rudder*. Setiap servo harus menerima daya yang cukup dan merespons perintah dari *transmitter* dengan tepat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua servo berfungsi dengan baik dan bergerak presisi sesuai arah input. Hal ini menandakan bahwa sistem kendali pesawat telah siap untuk tahapan uji terbang. Proses kalibrasi motor servo ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses Pengkalibrasian motor servo

Pengujian selanjutnya difokuskan pada modul GPS yang terhubung dengan *Ground Control Station* (GCS). Modul GPS dinyatakan berfungsi dengan baik apabila mampu mengunci sinyal satelit secara akurat dan menampilkan posisi UAV secara *real-time* di layar GCS (14). Hasil pengujian menunjukkan bahwa GPS mampu melacak pergerakan dengan presisi dan tanpa *delay* signifikan. Dengan seluruh komponen terverifikasi dalam kondisi optimal, sistem instrumentasi dinyatakan siap untuk mendukung fase uji terbang.

4.2 Hasil Pembuatan Tangki

Pembuatan tangki penyemprotan pupuk cair dilakukan dengan mempertimbangkan presisi bentuk, kerapatan cairan, dan bobot ringan agar sesuai untuk integrasi dengan pesawat RPV. Tangki dirancang berbentuk balok dengan dimensi 10 cm × 6 cm × 6 cm, menggunakan material akrilik bening tebal 2 mm. Akrilik dipilih karena ringan, tahan terhadap cairan, mudah dibentuk, serta memberikan visibilitas terhadap isi tangki.

Pemotongan setiap sisi akrilik dilakukan menggunakan mesin laser *cutting* untuk memastikan hasil potong yang rapi dan presisi sesuai desain CAD. Proses ini menghasilkan komponen tangki yang siap untuk dirakit dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Proses pemotongan ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Proses Pemotongan Akrilik

Setelah proses pemotongan akrilik selesai, tahap selanjutnya adalah perakitan seluruh sisi menjadi satu kesatuan tangki menggunakan *sealant* bening khusus yang berfungsi sebagai perekat sekaligus pengunci kedap air. Tangki dilengkapi dengan dua sekat internal untuk meredam efek *sloshing* dan menjaga kestabilan pusat massa saat manuver terbang (11).

Pada bagian dasar tangki, dipasang pelat alas berlubang sebagai *orifice spray* yang terdiri dari enam lubang berdiameter 4 mm. *Orifice* ini dirancang untuk menghasilkan debit penyemprotan sesuai perhitungan teknis (15). Hasil akhir menunjukkan bahwa tangki memenuhi kriteria desain dari segi dimensi, kerapatan cairan, dan integrasi dengan sistem semprot UAV. Proses perakitan tangki ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Perakitan Tangki

4.3 Uji Terbang RPV

Setelah seluruh komponen sistem instrumentasi dinyatakan berfungsi optimal dan aman, dilakukan proses integrasi dan pemasangan ke dalam *fuselage* pesawat. Tahapan ini bertujuan memastikan setiap konfigurasi sistem berada pada posisi yang sesuai dengan rancangan awal. Uji terbang dilaksanakan secara bertahap dan dibagi menjadi tiga kategori: uji terbang manual tanpa tangki, uji terbang dengan tangki dalam kondisi kosong, dan uji terbang dengan tangki berisi pupuk cair.

Selama proses uji terbang, parameter penting seperti posisi, ketinggian, kecepatan, dan respons kendali pesawat direkam secara otomatis melalui aplikasi *Mission Planner*. Data tersebut digunakan untuk mengevaluasi performa pesawat serta kestabilan sistem saat membawa muatan cairan dalam misi penyemprotan.

4.3.1 Hasil uji terbang manual tanpa tangki

Uji terbang awal dilakukan pada tanggal 21 April 2025 di lapangan Stadion Bentang, Lembang, Jawa Barat. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi pesawat dan menunjukkan bahwa pesawat mampu lepas landas dan terbang pada ketinggian serta kecepatan yang sesuai parameter yang ditentukan.

Selama penerbangan, pesawat menunjukkan stabilitas dan responsivitas tinggi terhadap setiap perintah manuver, serta berhasil melakukan pendaratan tanpa kendala. Tidak ditemukan gangguan teknis maupun kerusakan struktural selama proses pengujian. Dengan hasil tersebut, pesawat

dinyatakan layak melanjutkan ke tahap uji terbang berikutnya, yaitu pengujian dengan tangki terpasang. Dokumentasi pengujian ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Proses Uji Terbang Manual RPV

4.3.2 Hasil uji terbang manual dengan tangki kosong

Uji terbang manual dengan kondisi tangki kosong dilaksanakan pada tanggal 14 Juni 2025 di Lapangan Stadion Bentang, Lembang, Jawa Barat. Tujuan pengujian adalah mengevaluasi kestabilan dan kendali pesawat saat membawa beban struktural tambahan berupa tangki tanpa muatan cair.

Pada awal pengujian, pesawat berhasil lepas landas dan menunjukkan kestabilan terbang dengan respons manuver sesuai perintah dari *remote control*. Namun, pada detik ke-58, terjadi *loss of contact* antara *transmitter* dan *receiver*, sehingga pesawat kehilangan kendali. RPV kemudian melayang turun secara pasif dan melakukan pendaratan yang tidak sempurna, seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Proses Pendaratan Tidak Sempurna Akibat Kehilangan Sinyal Kendali

Gangguan komunikasi diduga disebabkan oleh interferensi frekuensi dari menara pemancar sinyal di sekitar area pengujian. Kondisi ini menyebabkan gangguan koneksi antara sistem kendali di darat dan pesawat. Berdasarkan insiden tersebut, lokasi pengujian dinyatakan tidak lagi layak digunakan untuk uji terbang lanjutan. Pengujian berikutnya akan direncanakan di lokasi yang lebih aman dari gangguan frekuensi eksternal.

4.3.3 Pengujian sistem *spray* pada tangki

Pengujian sistem penyemprotan dilakukan untuk memastikan bahwa mekanisme distribusi cairan dari tangki berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Proses diawali dengan pengisian air ke dalam tangki menggunakan selang kecil untuk meminimalkan risiko tumpahan yang dapat merusak komponen instrumentasi. Volume pengisian

dilakukan sebagian dari kapasitas tangki untuk menghindari tekanan berlebih dan memudahkan observasi saat pengujian.

Setelah pengisian, sistem diaktifkan melalui perintah dari *remote control* yang menggerakkan servo. Servo tersebut menggeser pelat mika pada dasar tangki, sehingga air mengalir keluar melalui enam lubang kecil (*orifice*) yang telah dirancang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mekanisme berfungsi dengan baik, di mana cairan dapat dikeluarkan secara lancar dan seluruh isi tangki tersalurkan tanpa hambatan. Sistem penyemprotan dinyatakan siap digunakan pada misi penyemprotan pupuk cair dalam penerbangan. Proses pengujian ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Proses Pengujian Sistem Penyemprotan

4.3.4 Hasil uji terbang manual dengan tangki terisi pupuk cair

Pengujian ini dilakukan sebagai tahap akhir untuk mengevaluasi performa pesawat dalam kondisi beban riil. Tujuan utama pengujian adalah menilai kestabilan terbang, respons sistem instrumentasi, serta efektivitas distribusi beban saat pesawat membawa muatan cair. Pengujian dilaksanakan pada tanggal 18 Juni 2025 di Lapangan Stadion Bentang, Lembang, Jawa Barat, dalam kondisi cuaca cerah dan angin stabil.

Tangki diisi dengan pupuk cair dan dipasang sesuai posisi desain. Penerbangan dilakukan secara manual menggunakan *remote control*. Namun, beberapa detik setelah lepas landas, terjadi *loss of control* yang menyebabkan pesawat jatuh (*crash*). Gangguan diduga berasal dari kegagalan komunikasi antara *transmitter* dan *receiver*, atau perubahan distribusi massa secara mendadak saat *take-off*.

Kerusakan paling signifikan terjadi pada bagian *fuselage* bawah dan sistem *spray*. Struktur *nose landing gear* mengalami keruntuhan akibat benturan langsung saat pendaratan tidak terkendali. Komponen utama seperti servo, *flight controller*, dan motor dinyatakan masih dalam kondisi aman, tetapi diperlukan perbaikan struktural sebelum pengujian dapat dilanjutkan.

Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun sistem instrumentasi berfungsi optimal dalam simulasi dan uji tanpa beban, kondisi terbang dengan muatan cair memerlukan evaluasi tambahan. Penyesuaian pada desain tangki, distribusi pusat massa, serta penguatan struktur *landing gear* menjadi fokus penting untuk pengujian selanjutnya. Dokumentasi uji ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Kondisi pesawat setelah pengujian

4.4 Pembahasan

Berdasarkan rangkaian pengujian yang telah dilakukan, diperoleh gambaran menyeluruh mengenai performa sistem instrumentasi dan kemampuan terbang pesawat RPV untuk misi penyemprotan pupuk cair. Pengujian dilakukan secara bertahap untuk memastikan bahwa setiap sistem dan komponen berfungsi dengan optimal serta memenuhi kriteria kinerja yang telah dirancang pada tahap perancangan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian sistem instrumentasi, serta evaluasi performa pesawat RPV *fixed wing* dengan *fixed landing gear* untuk misi penyiraman pupuk cair, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Pesawat RPV berhasil dirancang dan dibangun dengan sistem *fixed landing gear* yang dilengkapi dengan sistem penyemprotan pupuk cair, menggunakan *flight controller* radiolink 2.4.8 dan dikendalikan secara manual.
2. Sistem instrumentasi yang terdiri dari *flight controller*, GPS, motor, ESC, dan servo telah terintegrasi dengan baik dan mampu menjalankan fungsi kendali penerbangan secara responsif dan stabil dalam mode manual. Semua komponen berfungsi optimal pada saat pengujian darat dan uji terbang tanpa muatan.
3. Berdasarkan tiga tahapan uji terbang (tanpa tangki, dengan tangki kosong, dan dengan tangki berisi pupuk cair), dapat disimpulkan bahwa pesawat RPV mampu terbang stabil dalam kondisi tanpa beban, namun mengalami gangguan kestabilan dan kendali pada kondisi dengan beban tangki, terutama saat berisi cairan. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi massa dan kekuatan struktur sangat berpengaruh terhadap performa penerbangan, sehingga perlu dilakukan penyesuaian desain tangki dan penguatan struktur untuk mendukung misi penyemprotan secara optimal.
4. Sistem penyemprotan yang terintegrasi pada tangki berhasil berfungsi dengan baik pada pengujian statis. Sebagian volume air uji berhasil dikeluarkan dalam waktu ± 4 detik saat servo aktif, dengan

akurasi pembukaan valve >95% terhadap desain lubang pelepas cairan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mallick B, Chandra Mohanta H. Development of Pesticide Spraying Drone Using Sprinkler Mechanism. Journal of Advancement in Communication System [Internet]. 2024;7(1):1–9. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Biswajit-Mallick-5/publication/377302383_Development_of_Pesticide_Spraying_Drone_Using_Sprinkler_Mechanism/links/659f44bdc77ed940476ddd9/Development-of-Pesticide-Spraying-Drone-Using-Sprinkler-Mechanism.pdf%0Ahttps://
2. Agurob MC, Bano AJ, Paradela I, Clar S, Aleluya ER, Salaan CJ. Autonomous Vision-based Unmanned Aerial Spray System with Variable Flow for Agricultural Application. IAENG Int J Comput Sci. 2023;50(3):1–16.
3. Akkoyun F. Design And Development Of An Unmanned Aerial And Ground Vehicles For Precision Pesticide Spraying. Aydin Adnan Menderes University. Aydin Adnan Menderes University; 2019.
4. Jayaram DK, Raja V, Stanislaus Arputharaj B, Al-Bonsrulah HAZ. Design, Multiperspective Investigations, and Performance Analysis of Multirotor Unmanned Aerial Vehicle for Precision Farming. International Journal of Aerospace Engineering. 2024 Feb 23;2024:1–20.
5. Suryadiputra MR. Rancang Bangun Dan Modifikasi RPV Fixed Wing Dengan Retractable Landing Gear: Kaji Sistem Kendali Terbang. [Bandung]: Politenik Negeri Bandung; 2023.
6. Prasetyo D. Rancang Bangun Dan Modifikasi RPV Fixed Wing Untuk Misi Pemetaan: Kaji Sistem Instrumentasi. Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar. [Bandung]: Politenik Negeri Bandung; 2022.
7. Ahmad R. Analisis Baterai Sistem Kendali Terbang Pada RPV Fixed Wing Dengan Retractable Landing Gear. [Bandung]: Politenik Negeri Bandung; 2024.
8. Toscano F, Fiorentino C, Capece N, Erra U, Travascia D, Scopa A, et al. Unmanned Aerial Vehicle for Precision Agriculture: A Review. IEEE Access. 2024 May;12:69188–205.
9. Saroinsong HS, Poekoel VC, Manembu PDK. Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardupilot. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer [Internet]. 2018;7(1):73–84. Available from: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/download/19195/18753>
10. Lutfi F, Purnomo FE, Rofi'i A, Fanani NZ. Load and Stability Optimization Based Carbon Arm with Split Tank on Unmanned Aerial Vehicle for Foliar Fertilizer. JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia. 2023 Feb 25;4(4):342–50.
11. Ahmed S, Xin H, Faheem M, Qiu B. Stability Analysis of a Sprayer UAV with a Liquid Tank with Different Outer Shapes and Inner Structures. Agriculture (Switzerland). 2022 Mar 1;12(3):1–18.
12. Oluwaseun OO, Ehiagwina FO. Design And Construction of Octocopter Agricultural Drone. ICONIC RESEARCH AND ENGINEERING JOURNALS. 2022 Mar;5(9):1–13.
13. Hariyanto K, Poerwanto E, Santoso PN, Dirgantara PT, Dirgantara T, Adisutjipto I, et al. Analisis Efektifitas Drone Pada Proses Pemupukan Cair Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Pertanian Padi Organik. 2023.

14. Ahmad A, Ordoñez J, Cartujo P, Martos V. Remotely piloted aircraft (RPA) in agriculture: A pursuit of sustainability. *Agronomy*. 2021 Jan 1;11(7):1–25.
15. Berner B, Chojnacki J, Dvořák J, Pachuta A, Najser J, Kukielka L, et al. Spraying Wheat Plants with a Drone Moved at Low Altitudes. *Agronomy*. 2024 Sep 1;14(9):1–14.