

IMPLEMENTASI PEMANFAATAN DRONE SURVEILANS PADA PEPERANGAN MODERN DI PESISIR PANTAI DAN PULAU-PULAU KECIL DISERTAI RANCANG BANGUN MODIFIKASI DRONE SURVEILANS FIXED WING

IMPLEMENTATION OF SURVEILLANCE DRONE UTILIZATION IN MODERN WARFARE ON THE COAST AND SMALL ISLANDS ACCOMPANIED WITH MODIFIED DESIGN OF FIXED WING SURVEILLANCE DRONE

Toufiq Martin^{1,2}, Heru Syamsul Hidayat¹, Bagus Jatmiko¹, Widodo S. Pranowo²,
Dwi Jantarto², Kukuh Suryo²

¹Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta 12230, Indonesia

²Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut, JL. Ganesha No 1, Kelapa Gading, Jakarta 14240, Indonesia

e-mail : toufiqmartin99@gmail.com

Diterima tanggal: 04 Agustus 2025 ; diterima setelah perbaikan: 23 September 2025 ; Disetujui tanggal: 24 September 2025

ABSTRAK

Perkembangan teknologi drone telah merevolusi strategi militer modern, terutama dalam hal pengawasan dan pengintaian di medan perang. Pergeseran paradigma dalam peperangan modern mendorong penggunaan pesawat tanpa awak (UAV) sebagai elemen kunci dalam peperangan yang dapat memberikan keuntungan strategis di medan perang, yang turut mencakup kawasan pesisir pantai dan pulau-pulau kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan penggunaan drone pengintai dalam konteks peperangan modern dan merancang serta membangun prototipe drone sayap tetap yang dapat beroperasi secara otonom. Metodologi penelitian meliputi studi literatur tentang penggunaan drone dalam operasi militer, disertai wawancara para ahli di bidangnya dengan pendekatan kualitatif serta proses perancangan dan pengujian kinerja drone yang dikembangkan. Aspek teknis yang dikaji meliputi struktur drone sayap tetap, sistem navigasi cerdas berbasis GPS yang dilengkapi kamera beresolusi tinggi untuk pengawasan. Hasil perancangan dan konstruksi menunjukkan bahwa drone sayap tetap memiliki keunggulan dalam hal jangkauan terbang, efisiensi energi, dan kemampuan pengumpulan data secara real-time. Implementasi drone pengintai telah terbukti berkontribusi signifikan terhadap efektivitas operasi militer dengan meningkatkan kemampuan deteksi dini, pengintaian taktis, mengurangi risiko bagi personel, dan menyediakan data akurat untuk pengambilan keputusan strategis. Dengan demikian, desain dan konstruksi drone sayap tetap ini dapat menjadi acuan awal dalam pengembangan UAV militer domestik yang tangguh dan efisien.

Kata kunci: Drone Pengintai, Sayap Tetap, Perang Modern, Navigasi Otonom, Efisiensi Energi, Modifikasi Desain.

ABSTRACT

The development of drone technology has revolutionized modern military strategy, especially in terms of battlefield surveillance and reconnaissance. The paradigm shift in modern warfare encourages the use of unmanned aerial vehicles (UAVs)

as a key element in warfare that can provide strategic advantages on the battlefield, which also includes coastal areas and small islands. This study aims to implement the use of surveillance drones in the context of modern warfare and to design and build a prototype of a fixed wing drone that can operate autonomously. The research methodology includes a literature study on the use of drones in military operations, accompanied by interviews with experts in the field using a qualitative approach as well as the design process and performance testing of the drones developed. The technical aspects studied include the structure of the fixed wing drone, a GPS-based intelligent navigation system equipped with a high-resolution camera for surveillance. The results of the design and construction show that the fixed wing drone has advantages in terms of flight range, energy efficiency, and real-time data collection capabilities. The implementation of surveillance drones has been proven to contribute significantly to the effectiveness of military operations by increasing early detection capabilities, tactical reconnaissance, reducing risks to personnel, and providing accurate data for strategic decision making. Thus, the design and construction of this fixed wing drone can be an initial reference in the development of a tough and efficient domestic military UAV. Copyright.

Keywords: *Surveillance Drone, Fixed Wing, Modern Warfare, Autonomous Navigation, Energy Efficiency, Design Modification.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi militer di era Revolusi Industri 4.0 menunjukkan pergeseran paradigma dalam strategi dan taktik peperangan. Adapun inovasi yang paling menonjol yaitu penggunaan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau *drone*, khususnya dalam misi surveilans, sistem UAV dapat meningkatkan efektivitas misi tanpa kehadiran fisik tentara di wilayah konflik (Boyle, 2015).

Dalam konteks perang modern, peran *drone* tidak lagi terbatas pada sekadar alat bantu, tetapi telah menjadi komponen vital dalam sistem tempur terintegrasi. Kecepatan pengambilan data, efisiensi biaya operasional, dan minimnya risiko terhadap personel menjadikan *drone* sebagai pilihan strategis dalam medan tempur modern (McNeal, 2014). Dalam konteks perang modern, peran *drone* tidak lagi sekadar alat bantu taktis melainkan elemen kunci dalam sistem tempur terintegrasi khususnya di kawasan pesisir dan kepulauan. Untuk TNI Angkatan Laut, kemampuan *drone* memperkuat maritime domain awareness dengan menambah jangkauan pengamatan,

memberikan pengintaian berkelanjutan (persistent ISR), dan mempercepat proses deteksi-pelacakan target di laut yang luas dan tersebar. Penggunaan *drone* mengurangi kebutuhan penerbangan manned yang mahal dan berisiko, sehingga memungkinkan patroli area luas (termasuk perairan teritorial, selat, dan pulau-pulau kecil) dengan biaya operasional lebih rendah serta kemampuan respons yang lebih cepat. Di lingkungan littoral, *drone* dapat diintegrasikan ke dalam arsitektur C4ISR TNI Angkatan Laut (sistem komando, kendali, komunikasi, komputer, intelijen, pengintaian, dan pengawasan) untuk mendukung tugas-tugas seperti deteksi kapal-kecil/asing, pemantauan jalur logistik laut, penegakan hukum maritim, operasi pencarian dan penyelamatan (SAR), penilaian ancaman bawah permukaan (melalui dukungan UUV/UUV kata-kata kebijakan), serta tugas kontra-amfibi dan perlindungan pulau-pulau terluar. Dengan strategi yang tepat termasuk integrasi sensor, distribusi platform (UAV/UAS/USV), dan pemrosesan data berbasis AI *drone* menjadi multiplier force yang kritis bagi pertahanan pesisir dan kedaulatan wilayah kepulauan seperti

Indonesia.

Salah satu bentuk UAV yang umum digunakan dalam misi surveilans adalah *drone fixed wing*, yang memiliki keunggulan dalam daya jelajah, efisiensi bahan bakar, serta stabilitas dalam pengambilan citra udara (Austin, 2010).

Drone surveilans memegang peran penting dalam operasi militer modern karena kemampuannya menyediakan intelijen real-time, meningkatkan kesadaran situasional, dan meminimalkan risiko terhadap personel di medan perang; efektivitasnya terlihat dalam kemampuan menjangkau wilayah berbahaya atau terpencil dengan presisi tinggi, mendukung pengambilan keputusan cepat (Hasyim, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat efektivitas pemanfaatan *drone* surveilans dalam mendukung strategi dan pelaksanaan operasi militer modern dengan fokus pada peran intelijen real-time, peningkatan kesadaran situasional, dan pengurangan risiko personel (Kreps & Lushenko, 2023; Turgut & Şeker, 2023). Selanjutnya, penelitian ini mengungkap kelebihan *drone* tipe fixed-wing, seperti jangkauan terbang yang luas, durasi terbang panjang, efisiensi bahan bakar tinggi, serta kecepatan optimal untuk patroli skala besar, disertai keterbatasan berupa kebutuhan landasan lepas-landas dan pendaratan yang lebih besar, manuverabilitas yang lebih rendah dibanding multirotor, serta kerentanan terhadap gangguan elektronik (Surender, 2024). Penelitian ini merancang modifikasi teknis pada struktur dan sistem *drone* fixed-wing untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas fungsi surveilans, termasuk penggunaan material komposit ringan nan kuat, optimalisasi aerodinamika sayap untuk mengurangi hambatan (*drag*), integrasi sistem manajemen daya berbasis kecerdasan buatan, pemasangan sensor optik resolusi tinggi dengan stabilisasi gambar, penerapan

panel surya fleksibel, serta adopsi propulsi hibrida (Jeger *et al.*, 2024). Diharapkan rancangan ini, setelah melalui tahap uji coba dan evaluasi lapangan, mampu memberikan dukungan yang andal bagi kebutuhan survei intelijen maritim, termasuk dalam operasi peperangan di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil.

BAHAN DAN METODE

Penelitian-penelitian sebelumnya memberikan kontribusi penting sebagai landasan dalam merumuskan arah serta pendekatan yang diterapkan pada penelitian ini. Penemuan yang dihasilkan oleh penelitian sebelumnya tidak hanya memperkaya wawasan teoritis, tetapi juga memperkuat validitas pendekatan yang diambil. Penelitian-penelitian tersebut berperan sebagai pijakan dalam menganalisis efektivitas pemanfaatan *drone* surveilans serta perancangan modifikasi sistem pada *drone fixed wing* (Fauzan & Muda, 2025).

Pendekatan kualitatif diterapkan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi dan mengkaji pemanfaatan serta potensi pengembangan *drone* surveilans jenis *fixed wing* dalam konteks operasi militer modern di daerah pesisir pantai dan pulau-pulau kecil. Selain itu penelitian ini diarahkan pada proses modifikasi rancang bangun dalam rangka meningkatkan efisiensi energi dan kapabilitas operasional *drone*. Untuk menunjang performa dan kemampuan terbang yang optimal, *drone* tipe *fixed wing* mengalami beberapa modifikasi antara lain:

- a. Baterai linier Polymer (Lippo) : 4S 10.000 mAh 14,8 volt (rakitan)
- b. *Lumenier micro* AXII 2 5.8G RHCP SMA Long Range FPV Antenna
- c. DJI FPV Goggles Integra ditambah modifikasi antena Helical
- d. *Electrical Speed Control* (ESC) dan *Remote Control*
- e. *Flight Controller* Speedy Bee F405 Wing
- f. *Motor* Xlash 2306 750 KV dan GPS dan

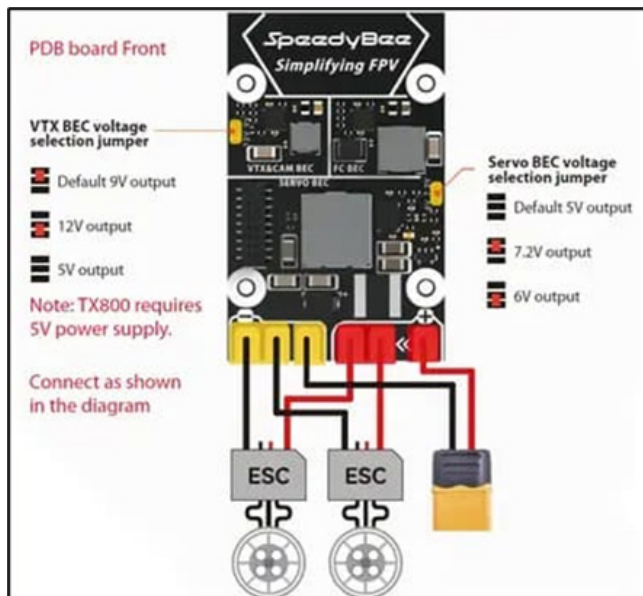
Barometer

g.VTX (*Video Thermister*), Head tracker dan kamera Dji O3

h.Motor Servo: 4 buah Servo EMX17 Gram dan 1 set propeller

Gambar 1 ditampilkan rangkaian *Flight Controller Speedy Bee*, alat ini merupakan pusat kendali utama pada sistem penerbangan *drone* yang berfungsi mengoordinasikan seluruh komponen elektronik agar *drone* dapat terbang secara stabil, responsif, dan sesuai perintah. Rangkaian ini menerima data dari berbagai sensor seperti GPS, barometer, akselerometer, dan giroskop untuk menentukan posisi, ketinggian, serta orientasi *drone* secara *real-time*. Informasi tersebut kemudian diproses dan diterjemahkan menjadi perintah yang mengatur kecepatan motor melalui *Electronic Speed Controller* (ESC), mengendalikan arah gerak melalui servo pada aileron, rudder, dan elevator, serta mengelola sistem navigasi otomatis termasuk fungsi *Return to Home* (RTH) saat terjadi kehilangan sinyal.

Unit penelitian dalam studi ini merujuk pada objek dan subjek yang menjadi pusat



Gambar 1. Rangkaian Flight Controller Speedy Bee.

Figure 1. Speedy Bee Flight Controller Circuit.



Gambar 2. Myr Laut (KH) Toufiq Martin dan Drone Modifikasi Fixed Wing.

Figure 2. Myr Laut (KH) Toufiq Martin and Fixed Wing Modified Drone.

pengamatan dan analisis seperti terlihat pada Gambar 2, unit tersebut dipilih berdasarkan relevansinya terhadap fokus penelitian, yaitu pengembangan dan pemanfaatan *drone fixed wing* berbasis autonomous untuk kebutuhan surveilans dalam operasi militer modern. Penelitian ini berlangsung dari bulan Maret hingga Mei 2025, di mana selama periode tersebut peneliti akan berinteraksi dengan narasumber terkait topik penelitian serta melakukan modifikasi rancang bangun *drone fixed wing surveilans*.

Penelitian dilaksanakan dengan model wawancara kepada narasumber/pakar terkait *drone* surveilans serta modifikasi rancang bangun dan uji coba penggunaan *drone* surveilans di wilayah kota dan pesisir Cirebon. Populasi penelitian ini terdiri dari responden yang berasal dari unit kerja yang berpartisipasi dalam kegiatan penelitian, sebagaimana disajikan dalam Tabel 1.

Pengumpulan data pada kegiatan penelitian ini adalah untuk memperoleh data

Tabel 1. Hasil perhitungan RMSE dibandingkan dengan referensi
Table 1. The results of the RMSE calculation are compared with the reference.

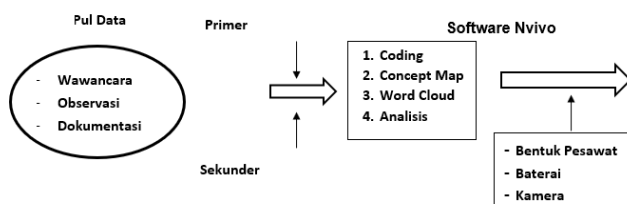
NO	UNIT KERJA	LOKASI
1	Letkol Laut (KH) Endro S. (Kaprod S2 STTAL), Kreator dron	Jakarta
2	Kapten Laut (KH) Edityo (Pilot drone bersertifikat)	Jakarta
3	Agus S. Basar (Kreator drone fixed wing)	Cirebon
4	Tri Ridwan Aeromodelling (Kreator drone fixed wing)	Jakarta
5	Hendi Aeromodelling (Kreator drone fixed wing)	Bogor

yang bersifat kualitatif, sumber data dalam penelitian ini meliputi:

- Wawancara. Pencatatan Sumber data utama diperoleh melalui teknik wawancara secara mendalam (*indepth interview*). Seperti terlihat pada Tabel 1.
- Dokumen. Bahan tambahan yang berasal dari dokumen misal: beberapa literatur serta jurnal sebanyak tiga buah jurnal.
- Observasi. Peneliti terlibat langsung dalam proses pengujian hasil modifikasi *drone fixed wing* untuk mengamati secara langsung performa *drone*.

Setelah proses pengumpulan data selesai, tahap berikutnya adalah analisis data yang dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Nvivo, seperti terlihat pada Gambar 3. NVivo merupakan *software Computer Assisted Qualitative Data Analysis Software* (CAQDAS) yang banyak digunakan untuk mengelola, mengode, mencari pola (*query*), dan memvisualisasikan data kualitatif seperti transkrip wawancara, catatan lapangan, dan dokumen-dokumen relevan (Bazeley & Jackson, 2019).

Pembuatan rancang bangun *drone fixed wing* dibuat di Cirebon, diawali dengan



Gambar 3. Diagram Pengolahan Data.
Figure 3. Data Processing Diagram.

perancangan struktur kit pesawat, dilanjutkan pemasangan komponen elektronik dan sensor kamera serta GPS, untuk selanjutnya dilaksanakan uji coba di Lanud Cakrabuana Porong Cirebon, sebagai bentuk uji coba efektivitas modifikasi *drone surveilans fixed wing*.

Untuk memahami cara kerja *drone* ini, perlu diketahui terlebih dahulu komponen-komponen utama beserta fungsinya yang saling terintegrasi dalam sistem penerbangan. Komponen-komponen tersebut antara lain sebagai berikut:

- Pesawat terbuat dari steroform (Gabus) dengan panjang sayap 150 cm berat sekitar 2 kg bertenaga baterai Lippo atau Linier Polimer 4S 10.000 mAh 14,8 volt menggunakan 4 motor brushless dan dikontrol oleh *Flight Control* atau FC, perkiraan waktu terbang sampai 45 menit dengan jarak 10-15 km serta dilengkapi dengan kamera digital
- Untuk komunikasi pesawat menggunakan frekuensi 2,4 GHz pada remote control serta untuk kamera menggunakan frekuensi 5,8 GHz
- Untuk motor brushless bekerja menurut perintah ESC atau *Electrical Speed Control* yang dapat perintah dari FC atau *Flight Control*
- Untuk Kendali pesawat menggunakan: Alleron Rader dan Elevator dan digerakkan oleh motor servo.

Agar pengoperasian *drone fixed wing* berjalan dengan aman, efisien, dan sesuai prosedur, diperlukan penerapan langkah-langkah standar sebelum, saat, dan setelah

penerbangan. Tahap awal yang penting adalah menunggu penguncian sinyal GPS, yang umumnya memerlukan waktu sekitar 10 menit; semakin banyak satelit yang terhubung maka kendali terhadap *drone* akan semakin stabil dan aman, dengan rekomendasi minimal sembilan satelit terkunci, meskipun pada beberapa jenis *drone* pengoperasian masih dapat dilakukan dengan relatif stabil hanya dengan tiga satelit. Apabila sinyal GPS belum tersedia, operator disarankan berpindah ke lokasi yang lebih terbuka untuk mempermudah penangkapan sinyal satelit. Setelah itu, dilakukan kalibrasi sistem kendali *drone* untuk memastikan setiap perintah dari *remote control* (RC) dapat direspons dengan akurat, sekaligus mendukung fungsi otomatis *Return To Home* (RTH) ketika terjadi gangguan atau kondisi darurat. Selain itu, operator juga wajib mematuhi prosedur keamanan, termasuk mengaktifkan mode gyro agar *drone* lebih mudah dikendalikan, sehingga seluruh proses penerbangan dapat berlangsung secara optimal dan minim risiko.

Dalam uji coba modifikasi *drone*, mengintegrasikan flight controller dengan sensor navigasi GPS guna meningkatkan akurasi data. Serta mengimplementasikan sistem fail-safe untuk mencegah kegagalan sistem dengan fitur *Return To Home* (RTH) jika kehilangan sinyal komunikasi (Creswell, 2013).

Adapun hasil penelitian yang diperoleh di lapangan dalam bentuk wawancara kepada para narasumber dan hasil observasi penerbangan *drone* dikumpulkan dan dianalisis. Untuk data wawancara yang dilakukan oleh peneliti diklasifikasikan berdasarkan tiga rumusan permasalahan. Dalam melakukan penelitian ini, Peneliti menggunakan software NVIVO 12 Pro untuk pengolahan data. Adapun dari data yang diperoleh selanjutnya diolah menggunakan software NVIVO 12 Pro melalui proses koding untuk membantu dalam penyusunan tema dan mengeksplorasi bagaimana hubungan antar

atribut atau hal-hal yang tematik dari temuan di lapangan. Setelah peneliti membuat nodes sesuai pertanyaan, kemudian melakukan pengorganisasian data dengan berdasarkan pertanyaan penelitian yang diajukan kepada narasumber sehingga akan didapat data dengan tema-tema yang seperti Gambar 4.

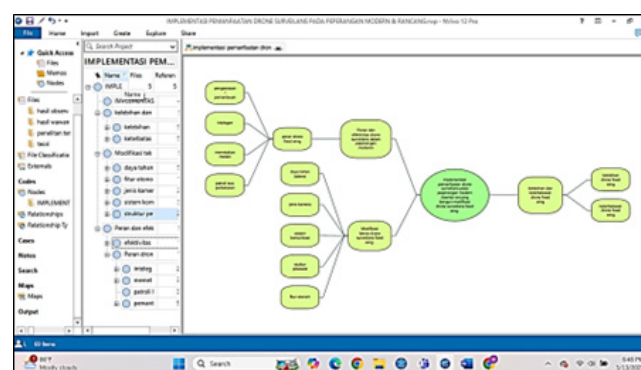
Selanjutnya setelah membuat mind map dengan parent node merupakan tema dari penelitian, dan diberi sesuai dengan judul penelitian yaitu “Implementasi Pemanfaatan *Drone* Surveilans Pada Peperangan Modern Disertai Rancang Bangun Modifikasi *Drone* Surveilans *Fixed wing*”, Langkah berikutnya yaitu membuat *Child node* dibuat berdasarkan rumusan masalah penelitian. *Child node* pertama diberi label status “Peran dan Efektivitas *Drone* Surveilans dalam Menunjang Keberhasilan Operasi Militer di Era Modern”. *Child node* kedua diberi label status kelebihan dan keterbatasan *drone fixed wing*. *Child node* ketiga diberi label Modifikasi teknis *drone fixed wing* guna meningkatkan efisiensi konsumsi energi serta memperpanjang lama waktu terbang di udara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Data

Model Nodes pada Rumusan Masalah Pertama Yaitu Peran dan Efektivitas *Drone* Surveilans dalam Menunjang Keberhasilan Operasi Militer di Era Modern

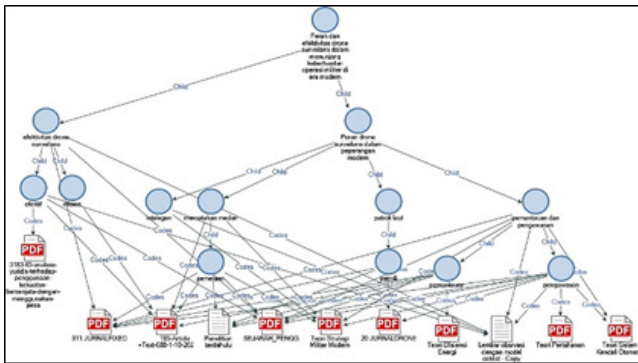
Untuk mendapatkan informasi terkait



Gambar 4. Penginputan Data dan Mind Map

Figure 4. Data Entry and Mind Map

Sumber: Hasil Olahan Peneliti Menggunakan NVIVO 12 Pro



Gambar 5. Project Map Peran dan Efektivitas Drone Surveilans Pada Peperangan Modern.
Figure 5. Project Map of the effectiveness and role of surveillance drones in modern warfare.

rumusan masalah pertama, peneliti mengajukan dua pertanyaan wawancara kepada narasumber. Dari hasil pengolahan data dengan menggunakan aplikasi NVIVO 12 Pro, didapat pengelompokan kriteria hasil pengkodean data masalah peran dan efektivitas *drone* surveilans dapat dilihat pada project map gambar 5. dan word cloud gambar 6. menunjukkan bahwa *drone* surveilans efektif dalam menunjang keberhasilan operasi militer di era modern.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan aplikasi NVivo 12 Pro, diperoleh pemetaan koding terkait peran dan efektivitas *drone* surveilans dalam penerapan modern. Pemetaan tersebut menunjukkan bahwa peran *drone* terklasifikasi ke dalam



Gambar 6. Word Cloud Peran Drone Surveilans Pada Peperangan Modern
Figure 6. Word Cloud: The Role of Surveillance Drones in Modern Warfare

beberapa aspek utama, antara lain intelijen, pemetaan medan, patroli, dan pemantauan/pengawasan. Setiap aspek didukung oleh berbagai literatur yang relevan, sebagaimana tercermin pada keterhubungan node dengan dokumen sumber.

Gambar 6 memperlihatkan hasil pengelompokan kata terkait peran *drone* surveilans dalam peperangan modern. Kata-kata yang paling dominan, seperti pengawasan, pemetaan, pemantauan, dan patroli, menunjukkan bahwa fungsi utama *drone* berfokus pada aktivitas pengendalian situasi medan tempur secara real time. Selain itu, kata-kata pendukung seperti pengintaian, identifikasi, intelijen, misi, serta eksekusi menegaskan peran strategis *drone* dalam mendukung pengambilan keputusan militer.

Model Nodes Pada Rumusan Kedua terkait Kelebihan dan Keterbatasan Drone Fixed wing Dibanding Metode Konvensional dalam Misi Militer

Dari hasil pengolahan data dengan menggunakan aplikasi NVIVO 12 Pro, didapat pengelompokan kriteria hasil pengkodean data masalah kelebihan *drone fixed wing* dibanding metode konvensional dalam misi militer ditentukan dapat dilihat pada



Gambar 7. Word Cloud kelebihan drone tipe fixed wing
Figure 7. Word Cloud of the advantages of fixed wing drones

(kapasitas) baterai dan resolusi kamera yang digunakan, memperbaiki struktur pesawat (*drone*), memperkuat sistem komunikasi, dan melengkapi dengan fitur otonom seperti *Return to Home* (RTH) dan sistem pengatur kendali *drone fixed wing* (*flight control*).

Hasil Uji Coba Terbang *Drone* Fixed wing

Model Nodes Pada Rumusan Ketiga terkait Modifikasi Teknis Drone Tipe Fixed wing

Figure 8. Word cloud of limitations of fixed wing drones.



JURNAL CHART DATUM, Vol. 11, No 2, DESEMBER 2025, Hal. 93-106

utama dalam menilai performa UAV. Daya tahan maksimum menunjukkan durasi penerbangan terpanjang yang dapat dicapai dengan kapasitas bahan bakar atau sumber energi yang tersedia, terhitung sejak lepas landas hingga mendarat kembali. Selain itu, remote control range atau jangkauan kendali jarak jauh juga menjadi aspek penting, yakni jarak maksimum UAV dapat dioperasikan dalam area kendali. Faktor ini sangat dipengaruhi oleh kekuatan sinyal pengendali, kondisi baterai, ketinggian terbang, aktivitas magnetik di lingkungan penerbangan, serta bentuk medan alami maupun buatan.

Dari segi performa, speed atau kecepatan maksimum maupun kecepatan jelajah memiliki peran signifikan karena secara langsung memengaruhi efisiensi dan efektivitas UAV dalam mendukung sistem peperangan. Kecepatan maksimum bervariasi sesuai dengan daya mesin pesawat dan dapat ditetapkan pada nilai tertinggi, terendah, atau rata-rata sesuai dengan kebutuhan misi. Di sisi lain, altitude atau ketinggian maksimum juga menjadi karakteristik penting, karena menentukan sejauh mana UAV mampu beroperasi tanpa terdeteksi sistem pertahanan udara lawan. Semakin tinggi ketinggian yang dapat dicapai, semakin luas pula radius area yang dapat dicakup untuk pengambilan gambar maupun pelaksanaan misi.

Selain faktor teknis tersebut, kecanggihan sensor dan avionics capability juga menentukan efektivitas UAV. Sensor yang terpasang meliputi kamera RGB, inframerah, multispektral, radar, LiDAR, dan perangkat lain yang berfungsi untuk mendeteksi serta mengukur berbagai parameter lingkungan. Keberadaan sensor dan sistem avionik yang canggih memungkinkan UAV menghasilkan data akurat dan mendukung pelaksanaan misi secara optimal.

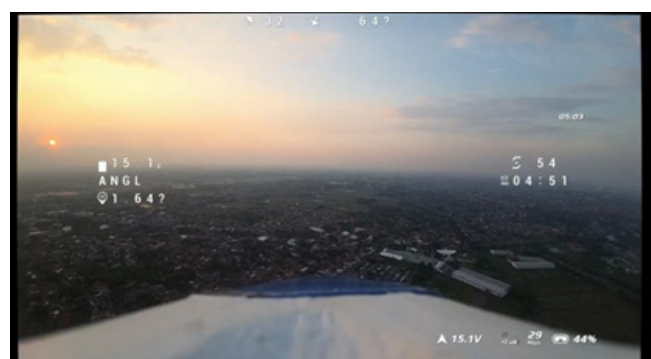
Hasil Observasi pengamatan dilakukan dengan mengisi lembar observasi model

ceklist. *Drone* berhasil dirancang dengan kit pesawat dari sterofoam (Gabus) dengan panjang sayap 150cm berat sekitar 2kg bertenaga baterai Lippo atau Linier Polimer 4S 10.000mAh 14,8 volt menggunakan 4 motor brushless dan dikontrol oleh Flight Control atau FC, perkiraan waktu terbang sampai 45 menit dengan jarak 10-15 km serta dilengkapi dengan kamera digital.

Selama 3 kali uji coba penerbangan berlokasi di Lanud Cakrabuana Porong Cirebon, pada tanggal 19 April 2025, 3 Mei 2025, dan 10 Mei 2025, hasil penelitian menunjukkan bahwa *drone* surveilans tipe *fixed wing* memiliki performa yang sesuai dengan target desain baik dalam hal daya tahan baterai, kamera, dan kestabilan terbang, walaupun pada uji coba terakhir *drone* hanya mampu menempuh jarak 6,3 km dikarenakan



Gambar 10. Kualitas Foto Udara Hasil Uji Coba Pertama (proses landing).
Figure 10. Aerial Photo Quality Results of the First Trial (landing process).



Gambar 11. Hasil Foto Udara Uji Coba Kedua.
Figure 11. Results of the Second Aerial Photo Test.



Gambar 12. Hasil foto udara Uji Coba Ketiga.
Figure 12. Aerial photo results of the Third Trial.

antena penguat sinyal *drone* (pesawat) masih belum bisa dipasang (proses inden) namun jarak tersebut telah memenuhi persyaratan yang diajukan yaitu jarak tempuh antara 5 sd 10 km.

Hasil data visual yang diperoleh dengan pemanfaatan *drone* selama uji coba penerbangan terlihat pada Gambar 10, 11 dan 12.

Dari hasil di atas menunjukkan bahwa gambar yang dihasilkan tampak jernih dan mampu menunjukkan lokasi dengan akurat secara real time dilengkapi dengan fitur GPS. Jika ditinjau dari pemanfaatannya dalam peperangan modern dari gambar yang dihasilkan memungkinkan pengambilan gambar yang sangat tajam dan rinci, mencakup:

1. Posisi kendaraan atau pasukan musuh
2. Infrastruktur seperti jalan, jembatan, dan bunker
3. Topografi area seperti perbukitan, sungai, dan vegetasi

Pembahasan

Dari hasil pengkodean data masalah peran dan efektivitas *drone* surveilans menunjukkan bahwa *drone* surveilans efektif dalam menunjang keberhasilan operasi militer di era modern. Hal ini ditunjukkan dari kesesuaian dan keterkaitan antara data observasi lapangan, penelitian terdahulu dan teori teknologi pertahanan. Efektifitas

pemanfaatan *drone* surveilans didukung oleh penelitian Sejarah Penggunaan Pesawat Terbang Tanpa Awak (PTTA) dalam Perang Modern dan Persiapan Militer Indonesia.

Sedangkan untuk peran *drone* surveilans dalam menunjang keberhasilan operasi militer dari data pengkodean NVIVO 12 yaitu melalui fungsi pengawasan dan pemantauan, patroli, pemetaan medan dan intelijen. Hal ini sesuai dengan teori teknologi pertahanan yang menyatakan bahwa dalam peperangan kontemporer, pemanfaatan teknologi *drone* tidak hanya untuk ofensif, tetapi juga sangat strategis dalam pengumpulan data intelijen, pengawasan medan tempur, serta pendeteksian dini pada area wilayah pesisir pantai dan pulau-pulau kecil.

Hasil pengkodean data mengenai peran dan efektivitas *drone* surveilans menunjukkan bahwa teknologi ini efektif dalam menunjang keberhasilan operasi militer di era modern, terutama melalui fungsi pengawasan, pemantauan, patroli, pemetaan medan, dan intelijen. Temuan ini sejalan dengan penelitian Utama & Anwar (2022) yang menegaskan bahwa sejarah penggunaan PTTA dalam konflik global serta kesiapan Indonesia dalam mengadopsinya menjadi bukti penting bahwa *drone* telah menjadi bagian strategis pertahanan. Penelitian ini juga menekankan pada regulasi, pengembangan domestik, dan kolaborasi internasional dalam penguatan industri pertahanan nasional, yang mendukung temuan pengkodean mengenai peran strategis *drone* dalam operasi militer modern.

Lebih lanjut, hasil penelitian Fauzan & Rachman, (2025) tentang rancangan *drone fixed wing* berbasis autonomous juga memberikan kontribusi pembanding. Walaupun penelitian tersebut masih berfokus pada kebutuhan sipil, seperti pemetaan dan observasi, prinsip teknis seperti kestabilan navigasi, desain aerodinamis, serta sistem kontrol jarak jauh sangat relevan

untuk mendukung kebutuhan militer. Hal ini memperkuat bahwa efektivitas *drone* surveilans dalam operasi militer bukan hanya ditentukan oleh konteks penggunaannya, tetapi juga oleh rancangan teknis yang adaptif terhadap kebutuhan medan tempur.

Selain itu, penelitian Megawati dkk. (2021) yang menelaah efektivitas *drone fixed wing* dalam pemetaan perkebunan sawit juga memperlihatkan kesesuaian dengan temuan penelitian ini. *Drone* terbukti mampu menghemat waktu hingga 70%, mengurangi biaya operasional, serta memiliki jangkauan terbang luas dengan daya tahan baterai yang lebih lama dibandingkan metode manual atau multicopter. Meskipun penelitian tersebut berada pada konteks pertanian, implikasi efisiensi dan akurasi data sangat relevan dengan penggunaan *drone* untuk intelijen dan pengawasan militer.

Dengan demikian, perbandingan hasil penelitian dengan literatur terdahulu menunjukkan konsistensi bahwa pemanfaatan *drone fixed wing*, baik dalam konteks militer maupun non-militer, sama-sama menekankan pada efisiensi operasional, efektivitas pengumpulan data, dan keunggulan jangkauan. Hal ini memperkuat argumentasi bahwa dalam peperangan kontemporer, *drone* surveilans tidak hanya berfungsi secara ofensif, tetapi juga strategis dalam pengumpulan intelijen, pengawasan medan tempur, serta pendeteksian dini di wilayah strategis seperti pesisir pantai dan pulau-pulau kecil.

Selain itu jika dilihat dari data di lembar observasi selama uji coba terbang *drone* tipe *fixed wing* di lapangan diperoleh data peran *drone fixed wing* dikaitkan dengan peperangan modern antara lain:

1. Pemetaan Medan (*Geospatial Mapping*). *Drone fixed wing* yang dilengkapi dengan sensor canggih seperti kamera resolusi

tinggi memungkinkan pembuatan peta topografi yang akurat dan terkini. Pemetaan ini membantu perencanaan operasional dengan menyediakan informasi detail mengenai elevasi, hambatan alam, dan infrastruktur.

2. Pengawasandan Pemantauan (*Surveillance and Monitoring*). *Drone* surveilans memberikan cakupan pengawasan yang luas dan berkelanjutan, memungkinkan pemantauan pergerakan musuh secara real-time. Dengan kemampuan terbang pada ketinggian tinggi dan dilengkapi sensor elektro-optik serta inframerah, *drone* ini efektif dalam berbagai kondisi cuaca dan waktu.
3. Intelijen (*Intelligence*). *Drone* surveilans memainkan peran penting dalam pengumpulan intelijen, baik melalui pengamatan visual maupun sinyal elektronik. Gambar-gambar yang dihasilkan dari *drone* juga biasanya ditransmisikan secara langsung ke pusat komando melalui tautan satelit atau radio digital.
4. Patroli (*Patrolling*). *Drone fixed wing* ideal untuk misi patroli jarak jauh dan berkelanjutan. Dengan daya tahan terbang yang lama dan kemampuan untuk menutupi area luas, *drone* efektif dalam menjaga perbatasan, jalur pasokan dan wilayah sensitif lainnya.

Sehingga implementasi pemanfaatan *drone* surveilans tipe *fixed wing* dalam peperangan modern lebih efektif digunakan jika dibandingkan dengan sistem pengawasan konvensional (Garg, 2022). Pemanfaatan *drone* memberikan keuntungan signifikan karena kemampuannya untuk melakukan misi pengawasan, pengintaian, dan pengumpulan intelijen tanpa mempertaruhkan nyawa manusia. Kondisi ini sejalan dengan peluang yang dihadirkan oleh meningkatnya tantangan keamanan maritim dan kebutuhan untuk meningkatkan kewaspadaan situasional di wilayah lautan yang luas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dengan menggunakan tools NVIVO 12 Pro dan Analisa uji terbang *drone* surveilans tipe *fix wing* dengan metode observasi maka dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam konteks operasi militer modern, penggunaan *drone* surveilans telah terbukti memberikan kontribusi signifikan, khususnya dalam fungsi pengawasan, pemantauan situasi, pemetaan medan, pengumpulan data intelijen, hingga pelaksanaan patroli wilayah secara real-time. Salah satu jenis *drone* yang banyak digunakan adalah tipe *fixed wing*, yang menawarkan berbagai keunggulan seperti kecepatan operasional yang tinggi, kemampuan menghasilkan citra visual yang jelas, jangkauan terbang yang luas, akurasi tinggi berkat dukungan GPS, serta efisiensi biaya karena bersifat unmanned. Selain itu, kemampuannya dalam mengumpulkan data secara real-time menjadikan *drone* ini sangat andal dalam mendukung pengambilan keputusan strategis di medan perang. Meskipun demikian, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan, antara lain ketergantungan terhadap sinyal radio atau satelit, sensitivitas terhadap kondisi cuaca, serta kurang optimalnya performa saat digunakan di area sempit atau tertutup. Untuk mengatasi beberapa keterbatasan tersebut dan meningkatkan performa secara keseluruhan, diperlukan modifikasi teknis pada *drone* tipe *fixed wing*. Upaya peningkatan ini dapat dilakukan melalui penggunaan bahan ringan untuk mengurangi beban, peningkatan kapasitas baterai agar daya tahan terbang lebih lama, serta penerapan desain aerodinamis guna meningkatkan efisiensi energi dan kestabilan dalam berbagai kondisi penerbangan.

Saran

Untuk mendukung efektivitas penggunaan *drone* surveilans tipe *fixed wing* dalam operasi militer modern, disarankan

adanya langkah-langkah pengembangan dan optimalisasi teknologi secara berkelanjutan. Peningkatan efisiensi energi melalui inovasi desain aerodinamis, penggunaan material ringan, serta pengembangan kapasitas baterai menjadi prioritas utama agar *drone* dapat beroperasi lebih lama dan menjangkau wilayah yang lebih luas. Selain itu, penting untuk memperkuat sistem komunikasi dan navigasi agar *drone* tidak terlalu bergantung pada sinyal radio atau satelit, terutama saat beroperasi di medan dengan kondisi cuaca ekstrem atau gangguan sinyal. Pengembangan teknologi fail-safe dan autonomous navigation juga perlu dipertimbangkan untuk meningkatkan keandalan dalam berbagai skenario operasional. Kolaborasi antara lembaga militer, industri teknologi, dan institusi riset sangat diperlukan guna memastikan implementasi teknologi *drone* yang adaptif, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan taktis di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penyusunan artikel yang merupakan bagian dari penyusunan taskap pada Dikreg Seskoal LXIII TA 2025. Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada dosen pembimbing Bapak Heru Syamsul Hidayat, S.Si., M.M., Bapak Bagus Jatmiko, S.H., M.Sc., M.Tr.Hanla. dan Bapak Dr.Ing. Widodo S. Pranowo, S.T., M.Si. serta rekan-rekan yang telah memberikan masukan, saran, serta motivasi selama proses penulisan berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

Ardil, C. (2023). Standard Fuzzy Sets For Aircraft Selection Using Multiple Criteria Decision Making Analysis. *International Journal of Computer and Information Engineering*. 17(5), 123 –130.

- Austin, R. (2010). *Unmanned Aircraft Systems: UAVs Design, Development and Deployment*. Wiley & Sons Ltd 1st edition, 21 – 43.
- Austin, R. (2010). *Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment*. Wiley Press.
- Bazeley, P., & Jackson, K. (2019). *Qualitative Data Analysis with NVivo (3rd ed.)*. SAGE Publications
- Boyle, M. J. (2015). The Legal and Ethical Implications of *Drone Warfare*. *The International Journal of Human Rights*, 19(2), 105–126.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches (3rd ed.)*. SAGE Publications.
- Fauzan, & Muda, N. R. S. (2025). Konsep *Drone Fixed wing* Berbasis Autonomous Dengan Jarak Kendali 5 Km di Wilayah Bandara Lhokseumawe Guna Menjaga Objek Vital. *Jurnal Nasional Teknologi dan Inovasi (JNTI)*, 1(3), Maret 2025.
- Garg, P. K. (2022). Characterisation of Fixed-Wing Versus Multirotors UAVs/Drones. *Journal of Geomatics*, 16(2), 152-159.
- Hasyim, F. (2021). *Pengembangan Teknologi Pertahanan di Era Industri 4.0*. Lemhanas RI Press, 5 – 11.
- Jeger, S. L., Wüest, V., Toumieh, C., & Floreano, D. (2024). Adaptive Morphing of Wing and Tail For Stable, Resilient, And Energy-Efficient Flight Of Avian-Informed *Drones*. *npj Robotics*, 2(1), Article 8.
- Kreps, S., & Lushenko, P. (2023). *Drones in Modern War: Evolutionary, Revolutionary, or Both*. *Research Gate Press*, 271–274.
- McNeal, G. S. (2014). *Drones and The Future of Armed Conflict*. Brookings Institution Press.
- Surender, S. (2024). *Fixed wing Vs Rotary Wing Military Drones: A Comprehensive Comparison*. *Markets Press*, 23 – 35.
- Turgut, M., & Şeker, B. (2023, May). *Drone Technology in Transportation Management: A Systematic Review and Framework for Future Research*. *Turkey Press*, 45 – 71.

