

## Analisis Persyaratan *Payload* untuk *Multi-Role Unmanned Aerial Vehicle* (UAV)

Trio Teguh Utama<sup>1,\*</sup>, Mufti Arifin<sup>2</sup>, Muhamad Jayadi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Teknik Dirgantara dan Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta

---

### Info Artikel

#### **Histori Artikel:**

Diajukan: 31 Agustus 2025  
Direvisi: 2 Februari 2026  
Diterima: 11 Juni 2026

#### **Kata kunci:**

UAV, *multi-role*, *payload*, berat kosong, analisis kebutuhan

#### **Keywords:**

UAV, *multi-role*, *payload*, *empty weight*, *requirement analysis*.

#### **Penulis Korespondensi:**

Trio Teguh Utama  
Email:  
[trioteguhutama@gmail.com](mailto:trioteguhutama@gmail.com)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis persyaratan *payload* dan berat kosong pada *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) *multi-role* berdasarkan kategori misi militer/ISR, pemetaan, pertanian, dan logistik. Kebaruan penelitian ini terletak pada penyusunan rekomendasi awal rasio *payload*–berat kosong UAV *multi-role* berdasarkan komparasi data spesifikasi dari 50 UAV yang dikelompokkan menurut jenis misi. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan data sekunder yang diperoleh dari spesifikasi teknis pabrikan, artikel ilmiah, dan sumber teknis terbuka. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, *scatter plot*, serta identifikasi kecenderungan hubungan antara *payload* dan berat kosong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa UAV militer/ISR umumnya memiliki *payload* 1–12 kg dengan berat kosong 5–10 kg, UAV pemetaan memiliki *payload* 1–10 kg dengan berat kosong 1–10 kg, UAV logistik memiliki *payload* 3–16 kg dengan berat kosong 2–10 kg, sedangkan UAV pertanian membutuhkan *payload* cairan yang lebih besar. Hasil ini menunjukkan bahwa rentang *payload* 1–20 kg dan berat kosong 1–10 kg merupakan konfigurasi dominan yang sesuai untuk UAV *multi-role* ringan. Implikasi teknis dari penelitian ini adalah bahwa perancangan UAV *multi-role* perlu memperhatikan keseimbangan antara kapasitas *payload*, berat struktur, dan fleksibilitas integrasi misi. Keterbatasan penelitian ini adalah analisis masih berbasis data sekunder dan belum memasukkan parameter aerodinamika, daya mesin, *endurance*, serta validasi melalui simulasi atau eksperimen.

*This study aims to analyze the payload and empty weight requirements of multi-role Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) based on military/Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (ISR), mapping, agricultural, and logistics mission categories. The novelty of this research lies in providing a preliminary recommendation for the payload–empty weight configuration of multi-role UAVs through a comparative analysis of specifications from 50 UAV platforms across different mission categories. A quantitative descriptive approach was employed using secondary data collected from manufacturers' technical datasheets, scientific publications, and publicly available technical sources. The data were analyzed using descriptive statistics and scatter plot visualization to identify the relationship and dominant trends between payload and empty weight. The results indicate that military/ISR UAVs generally have payload capacities of 1–12 kg with empty weights of 5–10 kg, mapping UAVs require payloads of 1–10 kg with empty weights of 1–10 kg, logistics UAVs carry payloads of 3–16 kg with empty weights of 2–10 kg, while agricultural UAVs require significantly larger liquid payload capacities. The findings suggest that a payload capacity of 1–20 kg combined with an empty weight of 1–10 kg represents the most suitable configuration for lightweight multi-role UAVs. From a technical perspective, the results highlight the importance of balancing payload capacity, structural weight, and mission adaptability in the preliminary design of modular UAV platforms. This study is limited to secondary data analysis and does not incorporate aerodynamic performance, propulsion systems, endurance analysis, or experimental validation, which should be considered in future research.*

Copyright © 2026 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kedirgantaraan dalam dua dekade terakhir telah mendorong peningkatan pesat dalam pengembangan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau pesawat tanpa awak. UAV kini digunakan secara luas dalam berbagai sektor, mulai dari militer untuk misi Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (ISR), pemetaan geospasial, pertanian presisi, hingga pengiriman logistik[1],[3]. Fleksibilitas UAV dalam mengadopsi berbagai sistem payload menjadikannya platform yang efektif untuk misi multi-peran (multi-role mission)[4].

Payload merupakan komponen utama yang menentukan fungsi UAV, meliputi kamera optik, sensor inframerah, radar aperture sintesis (SAR), hingga modul logistik[5],[6]. Spesifikasi payload, seperti berat, konsumsi daya, dan dimensi fisik, sangat memengaruhi kinerja UAV, terutama dalam hal daya jelajah, durasi terbang, serta stabilitas aerodinamis[7],[8]. Di sisi lain, berat kosong UAV berperan penting dalam menentukan kapasitas payload yang dapat dibawa serta efisiensi energi selama operasi[9]. Hubungan antara payload dan berat kosong menjadi aspek fundamental dalam desain UAV multi-role[10].

Penelitian sebelumnya menekankan pentingnya analisis payload dalam desain UAV. Misalnya, UAV kelas militer seperti MQ-9 Reaper mampu membawa sensor ISR sekaligus persenjataan ringan, sementara UAV sipil seperti WingtraOne dioptimalkan untuk pemetaan dengan payload ringan[11],[12]. UAV pertanian seperti DJI Agras T30 menampilkan kebutuhan payload yang besar untuk mendukung misi penyemprotan, sedangkan UAV logistik seperti Zipline Platform difokuskan pada pengiriman medis jarak jauh[13]–[15]. Variasi kebutuhan ini menunjukkan bahwa spesifikasi UAV harus disesuaikan dengan karakteristik misi.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas klasifikasi UAV, aplikasi UAV, serta karakteristik payload pada misi tertentu, kajian yang secara khusus membandingkan hubungan antara payload dan berat kosong untuk kebutuhan UAV multi-role masih terbatas. Sebagian besar studi terdahulu lebih banyak membahas UAV berdasarkan aplikasi tunggal, seperti pemetaan, pertanian, pengawasan, atau logistik, sehingga belum memberikan gambaran komprehensif mengenai rentang payload dan berat kosong yang dapat digunakan sebagai acuan awal desain UAV multi-role. Oleh karena itu, diperlukan analisis berbasis data spesifikasi UAV untuk mengidentifikasi pola dominan hubungan payload–empty weight pada beberapa kategori misi. Dengan adanya kesenjangan tersebut, penelitian ini berkontribusi dalam memberikan rekomendasi awal spesifikasi UAV multi-role berdasarkan klasifikasi payload dan berat kosong. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar awal dalam menentukan konfigurasi UAV yang efisien, khususnya untuk misi ISR, pemetaan, dan logistik ringan.

Dalam konteks ini, penelitian mengenai klasifikasi payload dan berat kosong UAV sangat penting untuk memberikan rekomendasi desain UAV multi-role. Analisis statistik payload dan berat kosong dapat mengidentifikasi pola spesifikasi dominan pada UAV, khususnya dalam rentang payload 1–20 kg dan berat kosong 1–10 kg yang mendominasi berbagai misi ISR, pemetaan, serta logistik ringan[16]–[20]. Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan payload dan berat kosong UAV berdasarkan kategori misi serta memberikan rekomendasi spesifikasi UAV multi-role yang efisien dan fungsional.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk menganalisis persyaratan payload dan berat kosong pada Unmanned Aerial Vehicle (UAV) multi-role. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari 50 UAV yang diperoleh dari spesifikasi teknis pabrikan, artikel ilmiah, katalog produk, serta sumber teknis terbuka yang memuat informasi payload dan berat kosong UAV.

Kriteria inklusi data dalam penelitian ini adalah UAV yang memiliki informasi payload dan berat kosong secara jelas, digunakan untuk misi militer/ISR, pemetaan, pertanian, atau logistik, serta memiliki data spesifikasi yang dapat dibandingkan antar kategori. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi UAV yang tidak mencantumkan data payload atau berat kosong secara lengkap, UAV eksperimental yang belum memiliki spesifikasi teknis terbuka, serta UAV dengan data yang tidak konsisten antara satu sumber dengan sumber lainnya.

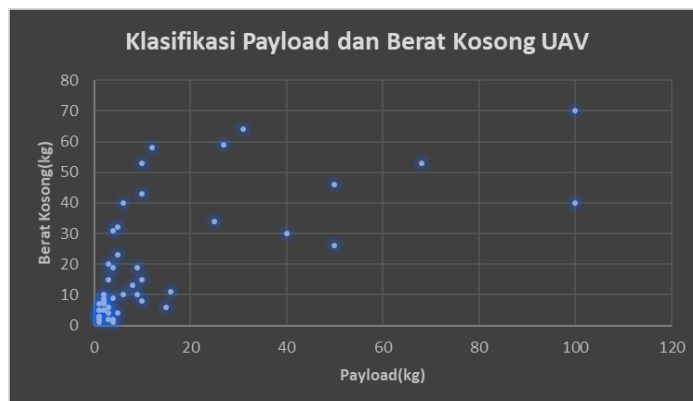
Data yang terkumpul kemudian diklasifikasikan berdasarkan kategori misi, yaitu militer/ISR, pemetaan, pertanian, dan logistik. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa nilai maksimum, minimum, rata-rata, median, dan standar deviasi. Visualisasi scatter plot digunakan untuk melihat pola sebaran data dan kecenderungan hubungan antara *payload* dan berat kosong. Selain itu, dilakukan analisis kecenderungan sederhana untuk mengidentifikasi rentang *payload* dan berat kosong yang paling dominan digunakan pada UAV *multi-role*.

Penelitian ini belum menggunakan analisis lanjutan seperti regresi, korelasi kuantitatif, atau clustering berbasis algoritma. Oleh karena itu, hasil penelitian lebih difokuskan sebagai kajian awal untuk mengidentifikasi pola umum dan rekomendasi awal spesifikasi UAV *multi-role* berdasarkan data spesifikasi yang tersedia.

### III. HASIL DAN DISKUSI

Dalam pengembangan dan perancangan pesawat tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle/UAV*), hubungan antara *payload* (muatan) dan berat kosong menjadi faktor utama yang menentukan efektivitas UAV dalam menjalankan misi *multi-role*. *Payload* menunjukkan kemampuan UAV dalam membawa berbagai peralatan misi seperti kamera, sensor, maupun logistik, sedangkan berat kosong mencerminkan kapasitas struktur dan sistem yang menopang kinerja UAV. Kombinasi kedua parameter tersebut memungkinkan UAV untuk diklasifikasikan ke dalam kategori operasional tertentu yang menggambarkan karakteristik performa muatan sekaligus desain strukturnya. Hubungan ini divisualisasikan melalui scatter plot yang menampilkan distribusi data hasil penelitian, sehingga memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai keterkaitan antara *payload* dan berat kosong UAV.

Pemilihan 50 data UAV dilakukan karena data tersebut memiliki informasi *payload* dan berat kosong yang lengkap, dapat diklasifikasikan berdasarkan kategori misi, serta relevan untuk membandingkan kebutuhan UAV *multi-role*. Data yang tidak memiliki informasi *payload* atau berat kosong secara lengkap tidak digunakan dalam penelitian ini.



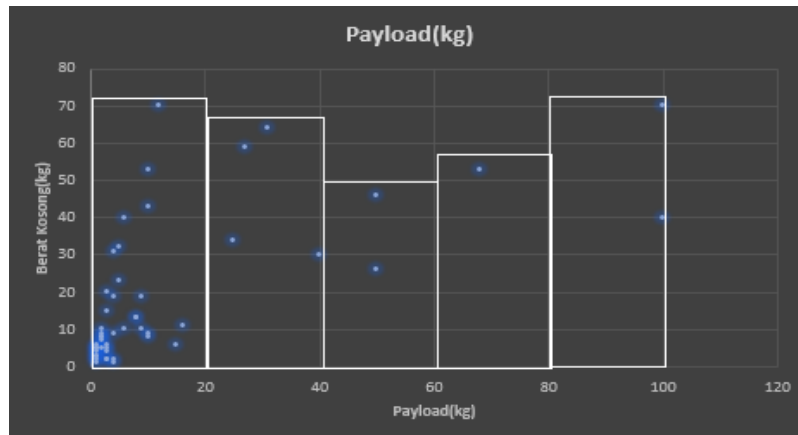
Gambar 1 Scatter Plot Klasifikasi *Payload* dan Berat Kosong UAV

Berdasarkan scatter plot yang diperoleh, terlihat bahwa peningkatan *payload* cenderung diikuti oleh peningkatan berat kosong UAV. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar muatan yang dibawa, maka struktur UAV perlu dirancang lebih kuat untuk menopang *payload* tersebut. Namun, hubungan ini tidak selalu linier karena desain UAV juga dipengaruhi oleh konfigurasi struktur, jenis propulsi, material, sistem kendali, serta kebutuhan misi. Oleh karena itu, interpretasi hubungan *payload* dan berat kosong dalam penelitian ini digunakan sebagai dasar awal, bukan sebagai model prediktif desain UAV.

Rentang *payload* 1–20 kg dan berat kosong 1–10 kg menjadi rentang yang paling dominan karena dapat mencakup beberapa jenis misi sekaligus, khususnya ISR ringan, pemetaan, dan logistik ringan. Secara teknis, rentang ini menunjukkan bahwa UAV *multi-role* sebaiknya dirancang dengan sistem *payload* modular agar dapat mengganti peralatan misi tanpa mengubah struktur utama secara signifikan. Dengan demikian, UAV dapat memiliki fleksibilitas operasional yang lebih baik, namun tetap menjaga efisiensi berat dan kestabilan terbang.

### 3.1 Klasifikasi *Payload UAV*

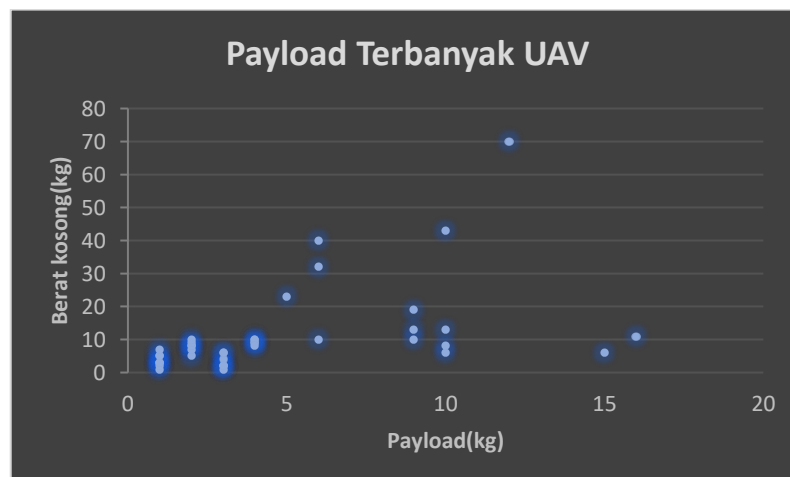
Berdasarkan hasil pengumpulan data dan analisis, UAV dapat diklasifikasikan menurut kemampuan *payload* yang dimiliki, di mana faktor ini menjadi pembeda utama dalam fungsi, kapasitas, dan tujuan operasionalnya. Setiap UAV dirancang sesuai kebutuhan spesifik, seperti pemetaan, pertanian, misi militer ISR (Intelligence, Surveillance, Reconnaissance), maupun logistik. Klasifikasi ini menggambarkan variasi kapasitas beban angkut, mulai dari kategori ringan dengan *payload* 1–20 kg hingga kategori berat yang mencapai 100 kg. Hasil analisis menunjukkan bahwa mayoritas UAV, baik komersial maupun militer, berada pada kategori *payload* di bawah 20 kg, yang banyak digunakan untuk aplikasi pemetaan, pertanian, dan ISR skala ringan. Penyebaran klasifikasi *payload* tersebut divisualisasikan pada Gambar 2 yang memperlihatkan distribusi UAV berdasarkan kapasitas muatannya.



Gambar 2 Scatter Plot *Payload UAV*

Berdasarkan Gambar 2, sebaran *payload UAV* menunjukkan bahwa sebagian besar data berada pada rentang 0–20 kg. Hal ini menunjukkan bahwa UAV dengan *payload* ringan hingga menengah lebih banyak digunakan pada misi ISR, pemetaan, dan logistik ringan. Sementara itu, UAV dengan *payload* di atas 20 kg cenderung digunakan untuk misi khusus seperti pertanian dan logistik dengan kapasitas angkut lebih besar.

Setelah dilakukan klasifikasi *payload UAV* pada Gambar 4.2, tahap berikutnya adalah menentukan spesifikasi *payload* berdasarkan data yang membentuk cluster pada scatter plot di Gambar 4.3, dengan mengacu pada titik yang paling padat dan mencakup berbagai kategori UAV. Dari hasil analisis, spesifikasi *payload* yang dipilih berada pada rentang 0–20 kg karena menjadi area dengan konsentrasi data tertinggi. Pada rentang tersebut, diperoleh 15 UAV kategori militer, 17 UAV kategori pemetaan, dan 7 UAV kategori logistik, sehingga dapat disimpulkan bahwa spesifikasi *payload* 0–20 kg merupakan kapasitas dominan yang digunakan oleh berbagai jenis UAV multi-role.

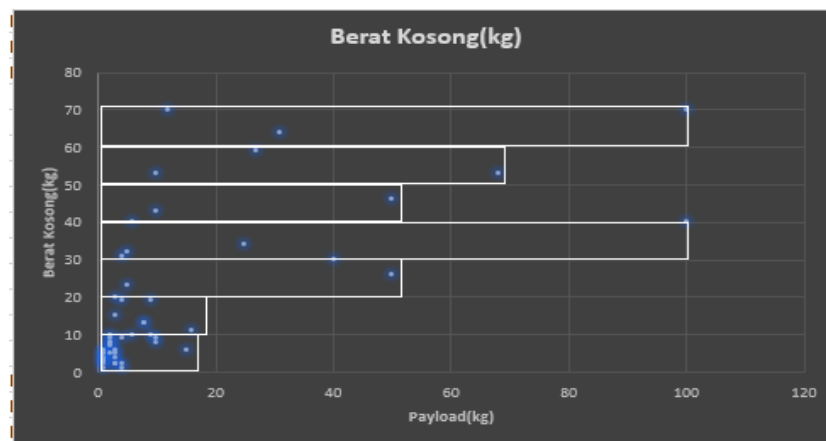


Gambar 3 Scatter plot *UAV* dengan rentang *payload* 0–20 kg

Berdasarkan Gambar 3, UAV dengan payload 0–20 kg memiliki sebaran data yang paling padat dibandingkan rentang payload lainnya. Rentang ini mencakup beberapa kategori misi, terutama militer/ISR, pemetaan, dan logistik ringan. Oleh karena itu, payload 0–20 kg dapat dijadikan acuan awal dalam menentukan kapasitas muatan UAV multi-role ringan.

### 3.2 Klasifikasi Berat Kosong UAV

Selain klasifikasi berdasarkan kapasitas payload, UAV juga dapat dikelompokkan menurut berat kosong (*empty weight*), yaitu massa UAV tanpa bahan bakar, payload, maupun komponen tambahan lainnya. Parameter ini sangat penting karena berpengaruh terhadap performa UAV, meliputi *endurance*, jarak tempuh, dan efisiensi penggunaan bahan bakar. Pada Gambar 4.4 ditampilkan scatter plot klasifikasi UAV berdasarkan berat kosong, yang menunjukkan kecenderungan dominasi pada kategori UAV ringan di bawah 20 kg. Dari total 50 data UAV yang dianalisis, diperoleh 27 UAV dengan berat kosong 0–10 kg, 7 UAV dengan berat kosong 10–20 kg, 3 UAV dengan berat kosong 20–30 kg, 5 UAV dengan berat kosong 30–40 kg, 2 UAV dengan berat kosong 40–50 kg, serta masing-masing 3 UAV pada kategori 50–60 kg dan 60–70 kg. Hasil ini menegaskan bahwa UAV dengan berat kosong rendah lebih banyak digunakan karena menawarkan fleksibilitas dan efisiensi operasional yang tinggi.

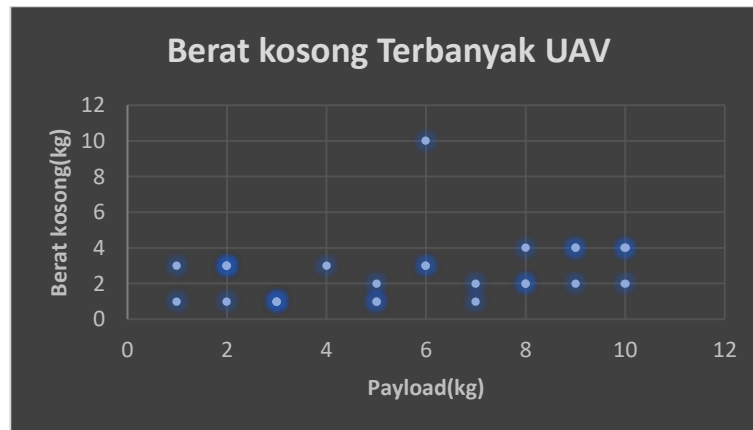


Gambar 4 Scatter plot berat kosong UAV

Berdasarkan Gambar 4, mayoritas UAV memiliki berat kosong pada rentang 0–10 kg. Hal ini menunjukkan bahwa UAV ringan lebih banyak digunakan karena memiliki efisiensi operasional yang baik, mudah dikonfigurasi, dan sesuai untuk berbagai misi ringan hingga menengah. UAV dengan berat kosong lebih besar cenderung digunakan untuk misi yang membutuhkan struktur lebih kuat dan kapasitas payload lebih tinggi.

Setelah dilakukan klasifikasi berat kosong UAV pada Gambar 4.4, tahap berikutnya adalah menentukan spesifikasi berat kosong berdasarkan cluster pada scatter plot Gambar 4.5, dengan mengacu pada titik yang paling padat dan mencakup berbagai kategori UAV. Dari hasil analisis, spesifikasi berat kosong yang dipilih berada pada rentang 0–10 kg karena merupakan area dengan konsentrasi data tertinggi. Pada rentang tersebut, diperoleh 6 UAV kategori militer, 17 UAV kategori pemetaan, dan 3 UAV kategori logistik. Hal ini menunjukkan bahwa UAV dengan berat kosong 0–10 kg mendominasi, sehingga spesifikasi ini dapat dijadikan acuan utama dalam perancangan UAV multi-role yang membutuhkan fleksibilitas tinggi serta efisiensi dalam berbagai misi.

Berdasarkan Gambar 5, rentang berat kosong 0–10 kg merupakan kelompok yang paling dominan dalam data UAV yang dianalisis. Rentang ini banyak ditemukan pada UAV pemetaan, militer/ISR ringan, dan logistik ringan. Hasil ini memperkuat rekomendasi bahwa UAV multi-role ringan sebaiknya dirancang dengan berat kosong 1–10 kg agar tetap efisien dan fleksibel untuk berbagai misi.



Gambar 5 Scatter plot UAV dengan rentang berat kosong 0–10 kg

### 3.3 Klasifikasi Payload UAV Berdasarkan Kategori

Berdasarkan data yang tersedia, dilakukan klasifikasi nilai payload UAV berdasarkan kategori misi, yaitu militer (ISR), pemetaan, pertanian, dan logistik, dengan tujuan untuk memperoleh gambaran kuantitatif terkait kemampuan muatan masing-masing kategori. Analisis ini mencakup perhitungan nilai minimum, maksimum, rata-rata, median, dan standar deviasi dari payload, sehingga dapat memberikan informasi yang lebih terukur mengenai variasi kapasitas beban angkut UAV sesuai peran operasionalnya. Hasil perhitungan payload pada tiap kategori UAV tersebut ditampilkan pada tabel berikut sebagai dasar untuk memahami karakteristik kebutuhan payload UAV multi-role.

Tabel 1 Statistik *Payload* Berdasarkan Kategori

Kategori	Payload (kg)				
	Max	Min	Rata-rata	Median	Standar Deviasi
Militer (ISR)	12	1	4,8	3	3,5
Pemetaan	10	1	2,8	2	2,3
Logistik	16	3	7,8	9	4,5

Hasil klasifikasi payload menunjukkan perbedaan karakteristik pada tiap kategori misi UAV. Untuk misi militer (ISR), payload berkisar antara 1–12 kg dengan rata-rata 4,8 kg dan median 3 kg, serta standar deviasi 3,5 yang menandakan adanya variasi cukup besar sehingga UAV kategori ini memiliki fleksibilitas untuk misi ringan hingga menengah. Pada misi pemetaan, payload berada pada rentang 1–10 kg dengan rata-rata 2,8 kg dan median 2 kg, serta standar deviasi 2,3 yang relatif kecil, sehingga menunjukkan distribusi payload lebih terfokus pada kapasitas rendah sesuai kebutuhan sensor dan kamera pemetaan. Sementara itu, kategori logistik memiliki rentang payload lebih luas, yaitu 3–16 kg, dengan rata-rata 7,8 kg dan median 9 kg, serta standar deviasi 4,5, yang mencerminkan kecenderungan UAV logistik digunakan pada kapasitas menengah hingga berat untuk mendukung pengangkutan barang maupun suplai.

### 3.4 Klasifikasi Berat Kosong UAV Berdasarkan Kategori

Berdasarkan data yang tersedia, dilakukan klasifikasi nilai berat kosong (empty weight) UAV berdasarkan kategori militer, pemetaan, pertanian, dan logistik dengan tujuan untuk memperoleh nilai minimum, maksimum, rata-rata, median, serta standar deviasi pada masing-masing kategori. Analisis ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai variasi berat kosong UAV, yang sangat berpengaruh terhadap kinerja seperti daya jelajah, efisiensi energi, dan kemampuan membawa payload. Hasil perhitungan klasifikasi berat kosong tiap kategori UAV tersebut disajikan pada tabel berikut sebagai dasar untuk memahami karakteristik desain dan performa UAV sesuai dengan kebutuhan misinya.

**Tabel 2** Statistik Berat Kosong Berdasarkan Kategori

Kategori	Berat Kosong (kg)				
	Max	Min	Rata-rata	Median	Standar Deviasi
Militer	10	5	7,5	7,5	1,8
Pemetaan	10	1	4,4	4	2,7
Logistik	10	2	6,6	8	4,1

Hasil klasifikasi berat kosong UAV menunjukkan perbedaan karakteristik pada tiap kategori misi. Pada kategori militer, berat kosong berkisar 5–10 kg dengan rata-rata 7,5 kg, median 7,5 kg, serta standar deviasi 1,8, yang menandakan variasi relatif kecil sehingga desain UAV militer cenderung konsisten dan stabil. Kategori pemetaan memiliki rentang lebih luas, yaitu 1–10 kg dengan rata-rata 4,4 kg, median 4 kg, serta standar deviasi 2,7, menunjukkan adanya variasi ukuran yang wajar karena UAV pemetaan digunakan mulai dari drone kecil untuk survei lokal hingga UAV lebih besar untuk cakupan area luas. Sementara itu, kategori logistik memiliki berat kosong 2–10 kg dengan rata-rata 6,6 kg, median 8 kg, dan standar deviasi 4,1, yang mengindikasikan variasi cukup tinggi akibat kebutuhan fleksibilitas ukuran untuk mendukung kapasitas angkut dari skala kecil hingga menengah.

### 3.5 Identifikasi Kebutuhan *Payload* UAV

Dalam perancangan UAV multi-role, kebutuhan *payload* sangat bergantung pada jenis misi yang dijalankan, karena setiap misi memerlukan kapasitas dan karakteristik muatan yang berbeda. UAV dengan misi ISR (Intelligence, Surveillance, Reconnaissance) memiliki *payload* bervariasi antara 1–12 kg, umumnya ringan namun dapat mencapai beban lebih besar untuk membawa sensor optik, kamera resolusi tinggi, radar miniatur, atau perangkat komunikasi militer. Pada misi pemetaan, kebutuhan *payload* lebih kecil, berkisar 1–10 kg, karena umumnya hanya digunakan untuk kamera fotogrametri, sensor multispektral, atau LIDAR mini yang relatif ringan. Sementara itu, UAV logistik menuntut *payload* terbesar dengan kapasitas 3–16 kg, karena dirancang untuk mengangkut beban menengah hingga berat, seperti paket medis, peralatan darurat, maupun barang konsumsi.

### 3.6 Identifikasi Kebutuhan Berat Kosong UAV

Berat kosong UAV berperan penting dalam menentukan kapasitas *payload* yang dapat dibawa, dengan tren yang berbeda pada tiap misi sesuai kebutuhan operasionalnya. UAV militer untuk misi ISR (Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance) memiliki berat kosong 5–10 kg, menandakan desain struktur yang ringan namun kuat agar mampu membawa sensor optik, kamera resolusi tinggi, atau sistem komunikasi tanpa mengurangi manuver dan *endurance*. UAV pemetaan memiliki rentang berat kosong lebih luas, yaitu 1–10 kg, yang menunjukkan kecenderungan desain lebih ringan untuk mengoptimalkan durasi terbang serta kestabilan akuisisi data citra atau LIDAR. Sementara itu, UAV logistik berada pada kisaran 2–10 kg, mencerminkan bobot mendekati kategori menengah hingga berat karena harus menopang sistem tambahan seperti kompartemen kargo, mekanisme pengait, atau wadah kapsul, sehingga mendukung fungsinya dalam pengangkutan barang maupun suplai.

### 3.7 Rekomendasi *Payload* dan Berat kosong UAV Multi-Role

Berdasarkan hasil klasifikasi UAV pada subbab 4.4 dan 4.5 terkait *payload* dan berat kosong, kategori *payload* 0–20 kg teridentifikasi sebagai yang paling dominan sehingga dijadikan acuan dalam pemilihan UAV sesuai jenis misi, yakni militer, pemetaan, dan logistik. Pada misi ISR (Intelligence, Surveillance, Reconnaissance), UAV umumnya membutuhkan *payload* bervariasi antara 1–12 kg dengan berat kosong 5–10 kg, mencerminkan desain yang seimbang antara daya angkut sensor dan ketahanan struktur. Untuk misi pemetaan, UAV memiliki *payload* lebih kecil, yaitu 1–10 kg, dengan berat kosong 1–10 kg, yang menekankan efisiensi dan kestabilan dalam pengambilan data citra atau LIDAR. Sementara itu, UAV logistik menuntut *payload* lebih tinggi, berkisar 3–16 kg, dengan berat kosong 2–10 kg, menandakan kebutuhan struktur yang lebih kuat untuk menopang sistem angkut barang maupun suplai.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kebutuhan payload dan berat kosong UAV berbeda sesuai jenis misi. UAV militer/ISR memiliki payload 1–12 kg dengan berat kosong 5–10 kg, UAV pemetaan memiliki payload 1–10 kg dengan berat kosong 1–10 kg, UAV logistik memiliki payload 3–16 kg dengan berat kosong 2–10 kg, sedangkan UAV pertanian cenderung membutuhkan payload cairan yang lebih besar. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa rentang payload 1–20 kg dan berat kosong 1–10 kg merupakan konfigurasi yang paling dominan untuk UAV multi-role ringan. Kontribusi utama penelitian ini adalah memberikan rekomendasi awal spesifikasi payload dan berat kosong UAV multi-role berdasarkan analisis data dari 50 UAV. Secara teknis, hasil ini menunjukkan bahwa desain UAV multi-role perlu memperhatikan keseimbangan antara kapasitas payload, berat kosong, dan fleksibilitas integrasi misi. Desain modular menjadi pendekatan yang disarankan agar UAV dapat digunakan untuk beberapa misi tanpa perubahan besar pada struktur utama.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Austin, R. (2010). *Unmanned Aircraft Systems: UAV Design, Development and Deployment*. Wiley.
- [2] ICAO. (2015). *Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)*. International Civil Aviation Organization.
- [3] Valavanis, K., & Vachtsevanos, G. (2015). *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Springer.
- [4] Colomina, I., & Molina, P. (2014). “Unmanned Aerial Systems for Photogrammetry and Remote Sensing.” *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92, 79–97.
- [5] Kharchenko, V., & Prusov, V. (2019). *UAV Multi-role Systems: Design and Application*. Springer.
- [6] Watts, A. C., Ambrosia, V. G., & Hinkley, E. A. (2012). “Unmanned Aircraft Systems in Remote Sensing and Scientific Research.” *Remote Sensing*, 4(6), 1671–1692.
- [7] Bekmezci, I., Sahingoz, O. K., & Temel, Ş. (2013). “Flying Ad-Hoc Networks (FANETs): A Survey.” *Ad Hoc Networks*, 11(3), 1254–1270.
- [8] Hassanalian, M., & Abdelkefi, A. (2017). “Classifications, Applications, and Design Challenges of Drones.” *Progress in Aerospace Sciences*, 91, 99–131.
- [9] Austin, R. (2011). *Small Unmanned Aircraft: Theory and Practice*. Wiley.
- [10] Clothier, R., et al. (2015). “Risk Perception and the Public Acceptance of Drones.” *Risk Analysis*, 35(6), 1167–1183.
- [11] Erdelj, M., Natalizio, E., Chowdhury, K., & Akyildiz, I. F. (2017). “Help from the Sky: Leveraging UAVs for Disaster Management.” *IEEE Pervasive Computing*, 16(1), 24–32.
- [12] Bayraktar, I. (2021). “Operational Effectiveness of Bayraktar TB2 UAV in Multi-role Missions.” *Defence Technology Journal*, 17(5), 1345–1357.
- [13] DJI. (2021). *Agras T30 Agricultural Drone Specifications*. DJI Official.
- [14] Zipline. (2020). *Autonomous Logistics and UAV Delivery Systems*. Zipline International.
- [15] Huang, Y., Hoffmann, W., Lan, Y., Wu, W., & Fritz, B. (2015). “Agricultural UAVs for Plant Protection in China.” *Smart Agricultural Technology*, 2(3), 25–32.
- [16] Linchant, J., et al. (2015). “UAVs for Wildlife Monitoring: Review and Recommendations.” *Biological Conservation*, 189, 208–227.
- [17] Anderson, C., & Gaston, K. J. (2013). “Lightweight Drones Will Transform Spatial Ecology.” *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(3), 138–146.
- [18] Zhang, C., & Kovacs, J. M. (2012). “The Application of Small UAVs for Precision Agriculture: A Review.” *Precision Agriculture*, 13(6), 693–712.
- [19] Valerio, F., & Marconi, L. (2016). “Payload-Oriented UAV Design: Challenges and Trends.” *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 84(1), 123–140.
- [20] Tzanetos, E., et al. (2022). “Mars Ingenuity Helicopter: First Aerial Vehicle on Another Planet.” *Nature Astronomy*, 6, 1349–1357.