

# PENGEMBANGAN SISTEM PENYEMPROTAN PADA *PLATFORM* PESAWAT TANPA AWAK BERBASIS *QUADCOPTER* UNTUK MEMBANTU PETANI MENGURANGI BIAYA PERTANIAN DALAM MENDORONG KONSEP PERTANIAN PINTAR (*SMART FARMING*)

Kris Hariyanto<sup>1</sup>, Djarot Wahyu Santoso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Teknik Penerbangan, STT Adisutjipto Yogyakarta, Indonesia  
Email: <sup>1</sup>techno\_kris@yahoo.com

<sup>2</sup>: Teknik Penerbangan, STT Adisutjipto Yogyakarta, Indonesia  
Email: <sup>2</sup>djarot\_wahju84@yahoo.com

## ABSTRAK

*This study aims to develop the technology of unmanned aircraft for agricultural purposes in realizing the food security of Indonesia. One of the main problems of agriculture in Indonesia is the high cost of agriculture especially the use of chemicals, fertilizer to labor. During this time farmers spend resources such as fertilizer to all plants without the required portion. So it should be attempted an engineering that can reduce the cost of agriculture in terms of labor usage for fertilizing activities and spraying of pests are relatively expensive. The method that will be used for the problem is to make a prototype of pest spraying system by using liquid media on platform unmanned Aerial Vehicle (UAV) with quadcopter base. Stages in this research include: desk assessment, making of design requirement objective, conceptual making and basic design and making real prototype UAV. Meanwhile, to know the performance performance of the spraying results is done flight stability test and pest spraying performance. The test results show that with prototype UAV platform using 0.5 Litre liquid media, capable of spraying an area of 2 m<sup>2</sup> with a flying time of 10 minutes with a height of 70 cm from the ground. The results of this test will be developed further to be made a larger platform dimensions and capability of transport.*

**Keywords:** *Unmanned Aerial Vehicle, Liquid Spraying System, Stability, Agriculture*

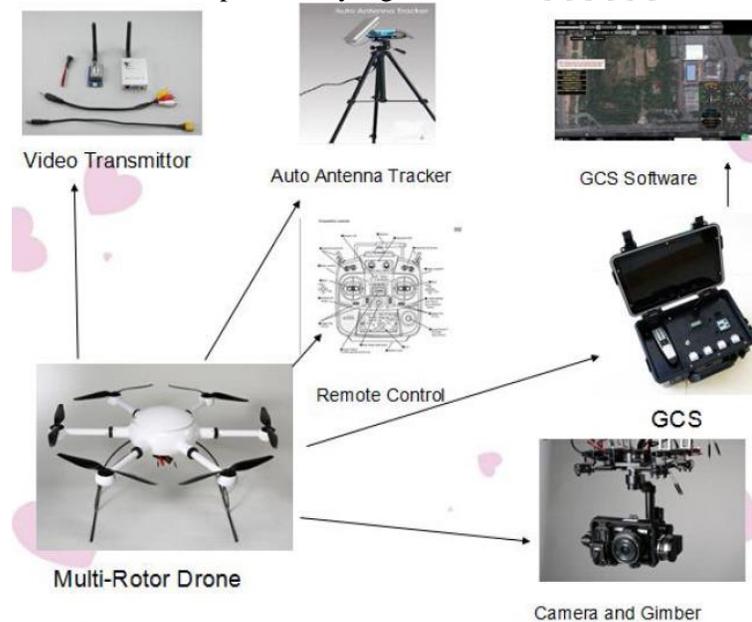
## 1. PENDAHULUAN

Selama ini proses pemupukan, pembasmian hama dilakukan dengan cara manual dan bergotong royong, proses penyemprotan hama terkadang masih dilakukan dengan menggunakan pestisida yang merupakan zat kimia berbahaya bagi tubuh manusia. Dengan luasan areal pertanian yang relatif luas, maka kegiatan tersebut kurang efektif dan tidak tepat sasaran. Belum lagi proses pemupukan juga masih dilakukan dengan cara manual yaitu tenaga manusia dimana untuk luasan areal pertanian tersebut tidak mungkin dilakukan dengan satu tenaga manusia saja.

Berdasar latar belakang permasalahan tersebut perlu dikembangkan sebuah peralatan bantu yang mampu menggantikan tugas-tugas pertanian dalam hal pemupukan maupun penyemprotan terhadap hama tanaman pertanian melalui aplikasi teknologi. Teknologi yang menjadi pilihan adalah menggunakan pesawat terbang tanpa awak atau *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang digabungkan dengan sistem penyemprotan. *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau pesawat terbang tanpa awak adalah topik baru dalam dunia pertanian. Era teknologi yang sempat diragukan terutama di Indonesia ini mulai dikembangkan oleh beberapa negara untuk meningkatkan sektor pertanian mereka. Presiden Joko Widodo (Jokowi) pernah mempopulerkan nama drone sebagai salah satu materi kampanyenya dalam suatu debat saat pemilihan umum presiden beberapa waktu yang lalu. Namun sampai sekarang belum terealisasi karena proses manufakturnya membutuhkan biaya yang relatif mahal dan perlu pengenalan teknologi dari bidang ilmu yang

berkompeten yaitu teknik penerbangan, ditambah lagi media penyemprotan menggunakan media cair dimana kemungkinannya akan terjadi kurang stabilnya performa terbang dari pesawat terbang tanpa awak tersebut, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai performa terbang pada saat melakukan kegiatan penyemprotan dengan menggunakan media cair.

*Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* adalah pesawat terbang yang tidak menggunakan awak dan penerbangannya dikendalikan dari jarak jauh. Tenaga untuk menerbangkannya dapat menggunakan mekanis maupun elektrik, apabila menggunakan tenaga mekanis maka diperlukan sebuah mesin piston dengan menggunakan bahan bakar seperti layaknya kendaraan bermotor, sedangkan apabila menggunakan tenaga elektrik maka diperlukan sebuah motor listrik menggunakan sumber arus dari baterai. Gaya angkat pesawat terbang tanpa awak tersebut dihasilkan oleh putaran propeller. Keduanya, baik mekanis maupun elektrik kontrol kendalinya adalah menggunakan elektrik. Seiring perkembangan teknologi, pesawat terbang tanpa awak tersebut dapat dilakukan pengendalian dengan menggunakan perangkat komputer agar jelajah terbangnya dapat diawasi dan terbatas pada area yang dibutuhkan.[1] [2] [3]



Gambar 1. Komponen UAV

Gaya angkat (thrust) yang dihasilkan oleh putaran propeller dapat dipresentasikan melalui formula berikut :

$$\underline{F}_{thrust} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ F_{M1} + F_{M2} + F_{M3} + F_{M4} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Jika diuraikan, maka akan didapatkan gaya angkat total yaitu :

$$m_{tot} \cdot \ddot{\underline{r}} = \underline{F}_{gravity} - \underline{F}_{thrust} + \underline{F}_{disturbance} + \underline{F}_{drag}$$

$$\ddot{\underline{r}} = \frac{1}{m_{tot}} (\underline{F}_{gravity} - \underline{F}_{thrust} + \underline{F}_{disturbance} + \underline{F}_{drag})$$

$$\begin{bmatrix} \ddot{X}_b \\ \ddot{Y}_b \\ \ddot{Z}_b \end{bmatrix} = \frac{1}{m_{tot}} \left( g \cdot \begin{bmatrix} \sin(\theta) \\ -\sin(\phi) \cdot \cos(\theta) \\ \cos(\phi) \cdot \cos(\theta) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ F_{M1} + F_{M2} + F_{M3} + F_{M4} \end{bmatrix} + \underline{F}_{disturbance} + \underline{F}_{drag} \right)$$

Sedangkan momen inersia yang diakibatkan oleh penggerak motor listrik adalah :

$$\begin{aligned} \underline{M}_{thrust} + \underline{M}_{motorinertia} &= \underline{I} \cdot \ddot{\alpha} + \dot{\alpha} \times \underline{I} \cdot \dot{\alpha} \\ \underline{I} \cdot \ddot{\alpha} &= \underline{M}_{thrust} + \underline{M}_{motorinertia} - \dot{\alpha} \times \underline{I} \cdot \dot{\alpha} \\ \ddot{\alpha} &= \underline{I}^{-1} \cdot (\underline{M}_{thrust} + \underline{M}_{motorinertia} - \dot{\alpha} \times \underline{I} \cdot \dot{\alpha}) \end{aligned} \quad (2)$$

Performa motor listrik dan propeller

Motor listrik dan propeller harus dilakukan uji performa dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$K_v = 922 \left[ \frac{rpm}{volt} \right] \quad (3)$$

Electrical power · efficiency = Mechanical power

$$\begin{aligned} E \cdot I \cdot \sqrt{3} &= N \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot T \\ \frac{E}{N} &= 0.0604599788 \cdot \frac{T}{I} \end{aligned} \quad (4)$$

Dimana :

E = voltase motor listrik(V)

I = arus motor (A)

N= kecepatan putar motor (rpm)

T = torsi motor (Nm)

Sehingga :

$$\begin{aligned} \frac{E}{N} &= \frac{1}{K_v} \\ \frac{T}{I} &= K_t \end{aligned} \quad (5)$$

Sistem penyemprotan dilakukan untuk melakukan kegiatan seperti pemupukan cair serta penyemprotan hama. Pada proses tersebut harus dilakukan pemilihan saluran semprot (nozzle) yang tepat dan ukuran pompa penyemprot juga harus diperhatikan [4].

Komponen Sistem Penyemprotan

Pompa

Pompa untuk sistem penyemprotan pertanian umumnya terdapat empat jenis yaitu :

Sistem diafragma

Sistem piston

Sistem roller

Sistem roda gigi

Keempat sistem penyemprotan tersebut menghasilkan tekanan untuk penyemprotan dengan menggunakan media cair.

Persaratan yang dibutuhkan untuk sistem penyemprotan adalah sebagai berikut :

1. Memiliki kemampuan untuk penyemrotan bidang berbaris (high clearance for row crop)
2. Memiliki bagian penyemprotan yang panjang dan dapat diatur ketinggian penyemprotannya
3. Memiliki material yang tidak mudah berkarat
4. Memiliki kecepatan penyemprotan yang dapat diatur volumenya

Sebelum melakukan jumlah cairan kimia yang akan dimasukkan ke dalam tangki penampung, maka terlebih dahulu perlu diketahui beberapa hal sebagai berikut :

- Laju kuantitas aliran cairan kimia
- Kapasitas tangki penampung media cair
- Output keluaran sistem penyemprotan

Volume laju keluaran media cair per hektar luasan area pertanian adalah :

$$\frac{\text{litres} / 100m \times 100m}{\text{swath}(m)} = \text{litres} / \text{ha} \quad (6)$$

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui desain teknis, desain manufaktur pesawat terbang tanpa awak yang digabungkan dengan sistem penyemprotan. Sedangkan luaran dari penelitian ini adalah sebuah bentuk prototipe pesawat terbang tanpa awak yang digabungkan dengan sistem penyemprotan serta hasil unjuk kerja pesawat terbang tanpa awak yang digabungkan dengan sistem penyemprotan.

## 2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

### a. Bahan penelitian

Adapun bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah bahan yang memiliki kemampuan tahan terhadap korosi serta memiliki berat seringan mungkin. Bahan tersebut berupa :

Bahan Utama :

Tabel 1. Komponen utama platform UAV

Item	Komponen
Sensor	IMU Current/ voltage Rengefinder GPS
Control System	RIO Battery X-bee transceiver
Drive System	Motor ESC Battery Charger Cable Drive System Propeller
Miscellaneous	IMU-connector RIO-connector female RIO-connector male Flat cable 3.3v-regulator
Frame System	Alumunium square hollow Paint Copper plate

Bahan pendukung :

Media cair untuk proses penyemprotan : fungisida dan herbisida

### b. Alat penelitian

Alat yang akan digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Jangka sorong
- b. Pipe bending
- c. Gergaji besi
- d. Mesin bubut
- e. Mesin Gerinda
- f. Mesin bor
- g. Las acyteline

c. Lokasi Penelitian

No.	Jenis Kegiatan Penelitian	Lokasi
1.	Pembuatan UAV +sistem Penyemprotan	Laboratorium Propulsi, Manufaktur dan Perawatan Pesawat Terbang STTA
2.	Pengujian performa UAV + sistem Penyemprotan	Lahan pertanian desa Kadipolo Berbah KP4 UGM

d. Metode Penelitian

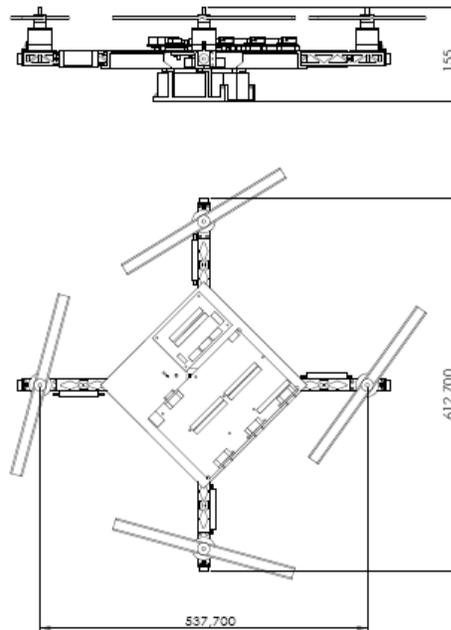
Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, pertama dilakukan tahap persiapan yaitu mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan meliputi : komponen UAV, komponen penyemprot (*sprayer*), komponen controller, instrumen uji unjuk kerja serta peralatan lain dan dipastikan dalam kondisi standard. Dilanjutkan dengan melakukan studi literatur dan observasi, yaitu melakukan kajian secara teoritis tentang desain pesawat terbang tanpa awak atau Unmanned Aerial Vehicle (UAV) berbasis quadcopter yang digabungkan dengan sistem penyemprotan untuk kegiatan pertanian yaitu pemupukan dan penyemprotan hama dengan menggunakan media cair. Studi literatur dilakukan dengan mencari informasi dari bukubuku, jurnal, laporan akhir penelitian, skripsi, tesis dan artikel di internet. Dengan melakukan studi literatur ini akan diperoleh informasi berkenaan dengan permasalahan pada desain pesawat terbang tanpa awak digabungkan dengan sistem penyemprotan. Selain melakukan studi literatur juga melakukan observasi di lapangan, yaitu observasi pada daerah pertanian berupa lahan pertanian sebagai objek untuk melakukan uji performa.

Selanjutnya melakukan desain teknis, desain manufaktur serta perakitan, sedangkan ter adalah melakukan pengujian performa terbang Pengujian unjuk kerja pesawat terbang tanpa awak yang mengalami pengembangan desain . Pada setiap pengujian, hal yang perlu dilakukan adalah pengukuran dan pencatatan meliputi Performa dan stabilitas terbang pesawat terbang tanpa awak (UAV).

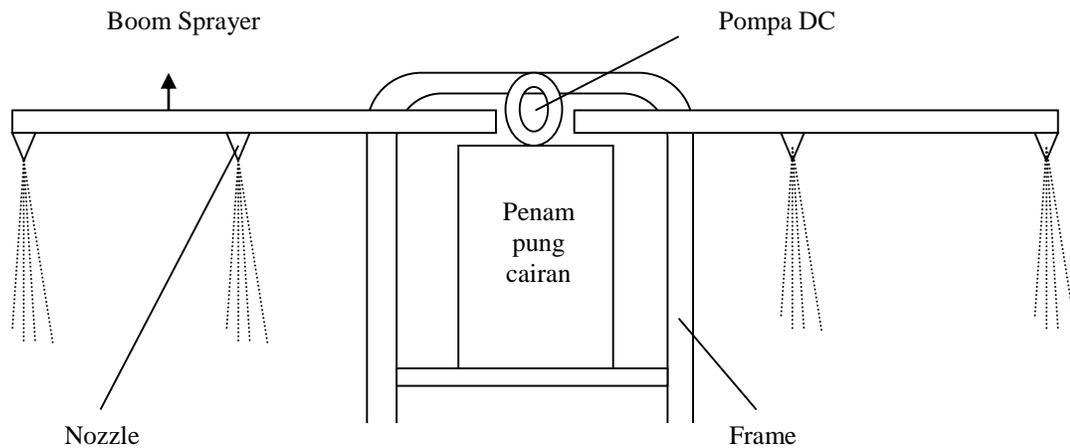
Data yang diperoleh dari hasil pengujian unjuk kerja pesawat terbang tanpa awak atau Unmanned Aerial Vehicle (UAV) berbasis quadcopter yang digabungkan dengan sistem penyemprotan untuk kegiatan pertanian yaitu pemupukan dan penyemprotan hama dengan menggunakan media cair selanjutnya dilakukan interpretasi data, kemudian dibuat grafik agar mempermudah dalam melakukan analisis data.

e. Model dan rancangan penelitian

Diagram rancangan pesawat terbang tanpa awak atau Unmanned Aerial Vehicle (UAV) berbasis quadcopter yang digabungkan dengan sistem penyemprotan untuk kegiatan pertanian yaitu pemupukan dan penyemprotan hama dengan menggunakan media cair dapat dilihat seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2. Rencana rancangan platform pesawat terbang tanpa awak berbasis quadcopter



Gambar 3. Rencana rancangan sistem penyemprot media cair

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Persyaratan dan Tujuan Pembuatan Pesawat Tanpa Awak (*UAV*) dengan Penyemprotan :

Permasalahan	Fungsi
Dominan desain	Penugasan misi pemupukan berbahan cairan
Kemampuan	Menjelajah daerah sempit dan mengangkat beban 0.5 kg berupa cairan dengan ketinggian 3 m
Kebutuhan landasan	- <i>Take off - landing</i> daerah sempit - Semua kondisi landasan

- Desain mekanis dan system
- Biaya perawatan murah
  - Keandalan
  - Umur pemakaian panjang

Pada tahapan perancangan pesawat ini parameter-parameter yang ditentukan sebagai berikut :

*Weight*

Konfigurasi pesawat

*Geometry sizing*

**a. Menentukan berat kosong pesawat Tanpa Awak dengan Sistem Penyemprotan**

Diperkirakan berat kosong pesawat sekitar 2 kg dan beban (pay load) membawa air dan pupuk ditentukan sebesar 0.5 kg.

$$\begin{aligned} M_{\text{trust total}} &= W_{\text{kosong}} + W_{\text{payload}} \text{ (kg)} & (6) \\ &= 2 + 0.5 = 2.5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$M_{\text{trust total}} > 2.5 \text{ kg}$$

Untuk menentukan daya angkat tiap motor :

$$\begin{aligned} M_{\text{trust motor}} &= \frac{M_{\text{trust total}}}{4} = \frac{2,5}{4} & (7) \\ &= 0.625 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$M_{\text{trust motor}} > 0.625 \text{ kg}$$

Berdasarkan kriteria diatas, maka dipilih *motor brushless* Sunnysky 800 KV dengan 2.78 x 3.4 cm dengan daya angkat *maximum* 1 kg.

Tabel 2. Spesifikasi motor brushles sebagai berikut :

Kv (rpm/V)	800
Weight (kg)	0,087
Max Current (A)	17
Max Voltage (V)	11,1
Thrust (kg) GWS1147 Prop	1

**b. Menentukan berat kerangka (frame) pesawat :**

$$W_{\text{kosong}} = W_{\text{frame}} + W_{\text{sistem}} \text{ (kg)}$$

Tabel Berat total komponen pada pesawat

Komponen	Jumlah	Berat (Kg)	Berat Total (Kg)
Motor	4	0.087	0.348
ESC	1	0.138	0.138

Batery	1	0.333	0.333
Flight Control	1	0.01	0.01
Propeller	4	0.01	0.04
Tangki Sprayer dan Pompa Sprayer	1	0,45	0,45
Servo dan receiver	1	0,2	0,2
Berat Total Sistem			1.519

$$\begin{aligned}
 W_{frame} &= W_{kosong} - W_{sistem} \quad (\text{kg}) & (8) \\
 &= 2,5 - 1,519 \\
 &= 0,481 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{trust\ total} &= W_{kosong} + W_{payload} \quad (\text{kg}) & (9) \\
 &= (0,481 + 1,519) + 0,5 \\
 &= 2,5 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Konfigurasi Pesawat Tanpa Awak dengan Sistem Penyemprotan.

Komponen	Konfigurasi
Arm	Quadcopter "X" type
Fuselage	Persegi type
Landing skid	4 landing skid
Motor Tractor	1 kg of thrust
Propeller	11 x 4.7 R CW CCW
ESC	Multirotor 4IN1 esc
Flight Control	Mini CC3D
Battery	Lithium polymer 2200 mAh

c. Menentukan Geometri Pesawat Tanpa Awak dengan Sistem Penyemprotan

Menentukan luas fuselage (Kanopi)

$$LK_{total} = LRC_{receiver} + LFC + LESC \quad (10)$$

$LRC_{receiver} = 4.04 \text{ cm} \times 2.11 \text{ cm}$ ,  $LFC = 2.2 \text{ cm} \times 3.8 \text{ cm}$ ,  $LESC = 5.2 \text{ cm} \times 2.6 \text{ cm}$

$$LK_{total} = 8.5244 + 8.36 + 13.52 = 30.41 \text{ cm}^2$$

$$L_f = \frac{L_{Ktotal}}{3} = 10,14 \text{ cm}^2$$

$L_f = L_{Kanopiatas} + L_{Kanopi\ bawah} + L_{Dudukan\ tangki}$

Dimana :

$L_f$  ( $\text{m}^2$ ) merupakan luas fuselage

$LK_{total}$  adalah luas komponen total

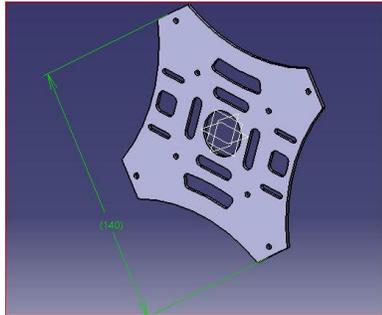
$LRC_{receiver}$  adalah luas radio control receiver

$LFC$  adalah luas flight controller

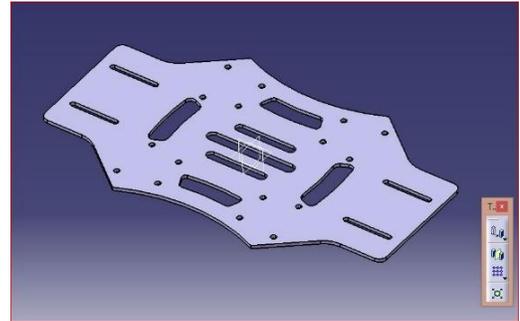
LESC adalah luas *electronic speed control*

Sehingga ditentukan  $L_f > 10.14 \text{ cm}^2$ .

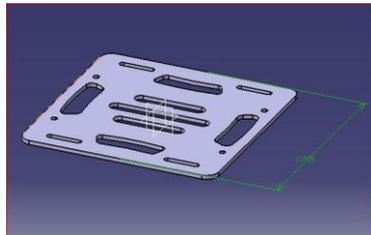
Diambil panjang *fuselage* (kanopi) atas = 14 cm, diperoleh dari pembagian luas total semua komponen yang akan dipasangkan di *fuselage*



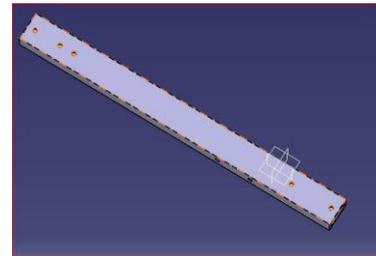
Kanopy Atas Pesawat



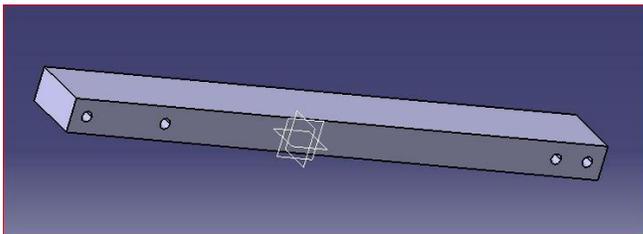
Kanopi bawah Pesawat



Dudukan tangki



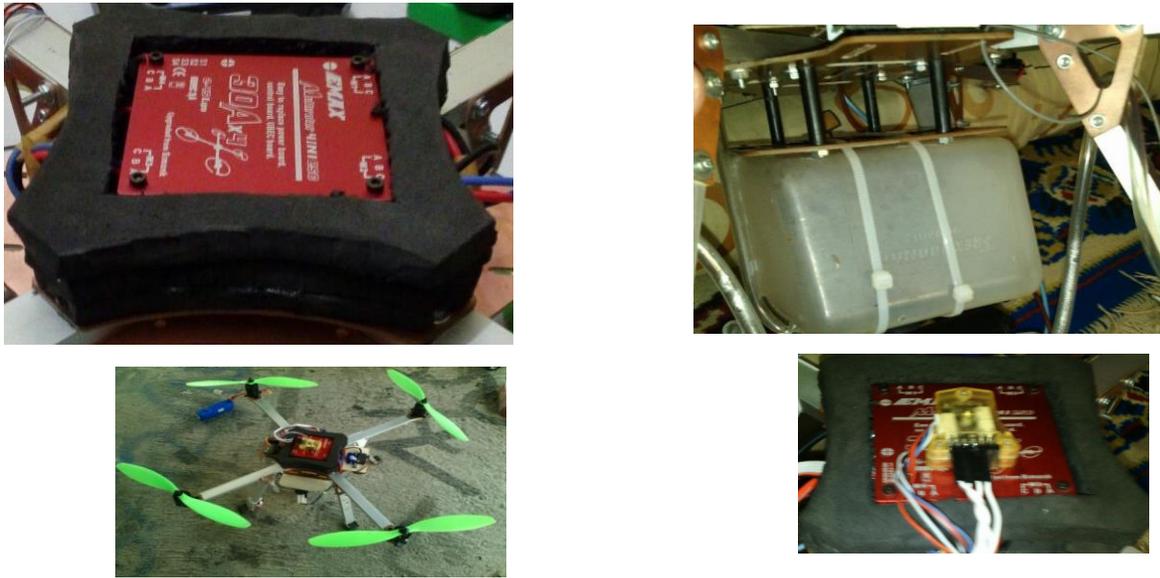
Arm



Landing Skid

Gambar 4. Hasil desain *frame platform UAV*





Gambar 5. Perakitan Platform UAV



Gambar 6. Uji terbang platform UAV

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan platform UAV berbasis quadcopter mampu melaksanakan misi sesuai tugasnya yaitu penyemprotan dengan cairan pembasmi hama. Adapun dengan menggunakan fluida cair dengan massas 0.5 kg tersebut mampu melakukan penyemprotan dengan luasan area 2 meter persegi dengan waktu 5 menit dengan altitude 10 cm di atas tanaman padi, sementara endurance maksimum yang dimiliki baterai adalah 10 menit

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Penelitian Kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini dalam bentuk Hibah Penelitian Dosen Pemula Sesuai dengan perjanjian penugasan Pelaksanaan Program Penelitian Masyarakat Nomor : 099/SP2H/PPM/DRPM/2017, Tanggal 3 April 2017

## **6. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Austin Reg, 2008. “ Unmanned Aerial System UAV “, John Wiley and Son Ltd, USA.
- [2] Megnussen Oyvind, 2011.” Modelling, Desain and Experimental Study for A Quadcopter System Construction ”, University of Agder, USA.
- [3] Sikiric Vedran, 2008.” Control Technology,Stockholm, Sweden. of Quadcopter”, Royal Institute of
- [4] Vardan Harsh, et. all. 2010.” Development of Automated Aerial Pesticide Sprayer ”, Departemen of Mechanical Engineering Amrita Vishwa Vidyapeetham, India.