

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

Djarot Wahyu santoso¹, Kris Hariyanto²

Prodi Teknik Penerbangan

Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta

¹djarot_wahyu84@yahoo.com, ²techno_kris@yahoo.com

Abstract

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. The performance of the spraying results is done flight stability test and pest spraying performance. The test results show that the prototype UAV platform using 0.5 litres liquid media, capable of spraying an area of 2 m² 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

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi Pesawat Tanpa Awak untuk kepentingan pertanian dalam mewujudkan ketahanan pangan Indonesia. Salah satu permasalahan utama pertanian di Indonesia adalah tingginya biaya pertanian khususnya penggunaan bahan kimia, pupuk hingga tenaga kerja. Selama ini petani menghabiskan sumber daya seperti pupuk untuk ke semua tanaman tanpa porsi yang dibutuhkan, pemakaian tenaga kerja yang relatif besar untuk proses penyemprotan hama area yang luas. Sehingga harus diupayakan rekayasa yang mampu melakukan kegiatan pemupukan dan penyemprotan hama secara cepat, efisien dan akurat. Metode yang akan digunakan untuk permasalahan tersebut adalah membuat sebuah prototipe sistem penyemprotan hama dengan menggunakan media cair pada *platform Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* dengan basis *quadcopter*. Tahapan dalam penelitian ini meliputi: *desk assessment*, pembuatan *design requirement objective*, pembuatan *konseptual* dan rancangan dasar serta pembuatan riil prototipe *UAV*. Sedangkan untuk mengetahui unjuk kerja hasil penyemprotan dilakukan uji stabilitas terbang dan performa penyemprotan hama. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe *platform UAV* yang menggunakan media cair 0,5 liter, mampu melakukan penyemprotan area seluas 2 m² dengan waktu terbang 10 menit pada ketinggian 70 cm dari tanah. Hasil pengujian ini nantinya akan dikembangkan lebih lanjut untuk dibuat *platform* yang lebih besar dimensinya serta kemampuan angkutnya.

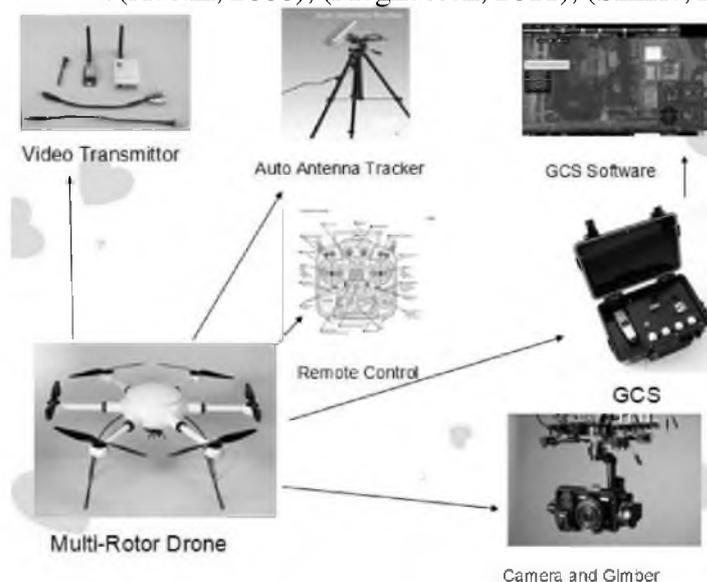
Kata kunci : *Unmanned Aerial Vehicle, Sistem penyemprotan Cair, Stabilitas, Pertanian*

1. Pendahuluan

Selama ini proses pemupukan, pembasmian hama dilakukan dengan cara manual dan bergotong royong, proses penyemprotan hama dilakukan dengan menggunakan pestisida yang merupakan zat kimia berbahaya bagi tubuh manusia. Dengan 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. Di Indonesia teknologi ini baru mulai dikembangkan diantaranya digunakan untuk mendeteksi kesehatan tanaman pangan dan melakukan pemupukan dari udara. Namun karena proses manufakturnya membutuhkan biaya yang relatif mahal dan perlu pengenalan teknologi dari bidang ilmu yang berkompeten yaitu teknik penerbangan, penerapan teknologi ini di bidang pertanian belum begitu berkembang. Ditambah lagi media penyemprotan menggunakan media cair dimana kemungkinannya terjadi kurang stabilnya performa terbang dari pesawat terbang 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, untuk tenaga mekanis diperlukan mesin piston dengan bahan bakar seperti layaknya kendaraan bermotor, sedangkan pemakaian 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 (Austin, 2008), (Megnussen, 2011), (Sikiric, 2008).



Gambar 1. Komponen UAV

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan 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 tersebut.

2. Landasan Teori

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

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

Jika diuraikan, maka akan didapatkan gaya angkat total :

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

Sedangkan momen inesia yang diakibatkan oleh penggerak motor listrik :

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

Performa motor listrik dan propeller

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

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

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 : Sistem diafragma, sistem piston, sistem roller, sistem roda gigi
- Keempat sistem penyemprotan tersebut menghasilkan tekanan untuk penyemprotan dengan menggunakan media cair.

Persyaratan yang dibutuhkan untuk sistem penyemprotan adalah :

1. Memiliki kemampuan untuk penyemprotan 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 menentukan jumlah cairan kimia yang akan dimasukkan ke dalam tangki penampung, maka terlebih dahulu perlu diketahui beberapa hal :

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

Volume laju keluaran media cair per hektar luasan area pertanian :

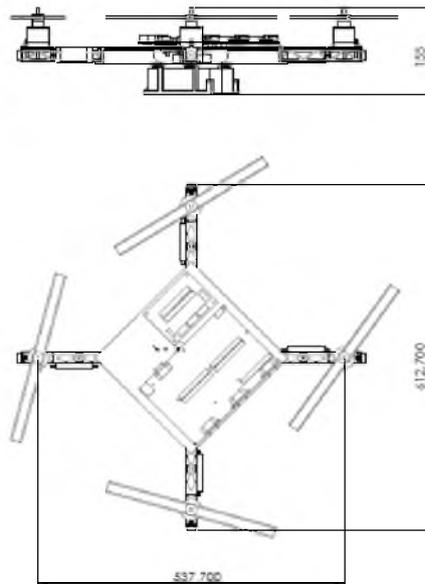
$$\frac{\text{litres} / 100m \times 100m}{\text{swath}(m)} = \text{litres} / \text{ha} \quad (6)$$

3. Metode Penelitian

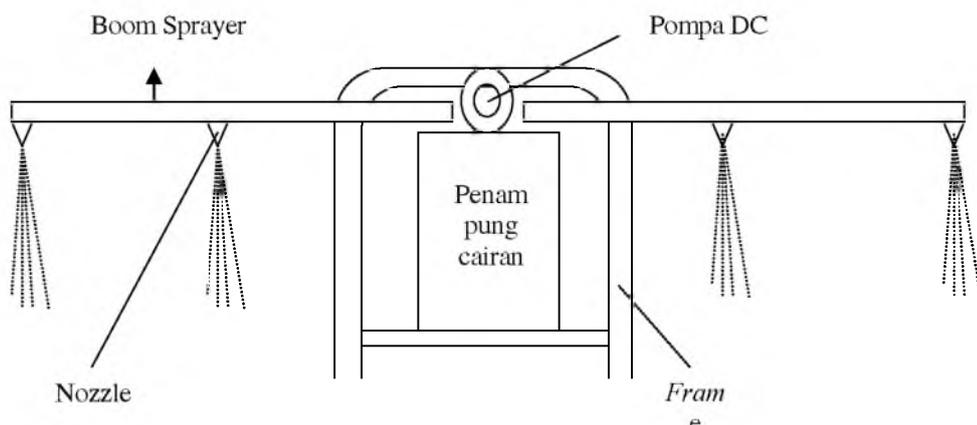
Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, pertama dilakukan tahap persiapan yaitu mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan : komponen UAV, komponen penyemprot (*sprayer*), komponen kontroller, instrumen uji unjuk kerja serta peralatan lain dan dipastikan dalam kondisi standard. 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.

Selanjutnya melakukan desain teknis, desain manufaktur serta perakitan, sedangkan terakhir 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).

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 2.



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



Gambar 3. Rencana rancangan sistem penyemprot media cair

Persyaratan yang ingin dicapai dalam rancangan pesawat UAV ini :

- Kemampuan menjelajah di daerah sempit dan mengangkat beban 0.5 kg berupa cairan dengan ketinggian 3 m.
- Dapat melakukan *Take off - landing* di daerah sempit pada semua kondisi landasan.
- Desain mekanis dan sistemnya dengan biaya perawatan murah, handal, umur pemakaian panjang

4. Hasil Dan Analisis

Pada tahapan perancangan pesawat ini parameter-parameter yang ditentukan :

Weight, Konfigurasi pesawat, *Geometry sizing*

Berat kosong pesawat Tanpa Awak dengan Sistem Penyemprotan adalah sekitar 2 kg dengan beban (*payload*) membawa air dan pupuk ditentukan sebesar 0.5 kg. Sehingga daya dorong *trust* yang dihasilkan minimal lebih besar 2,5 kg

Untuk menentukan daya angkat tiap motor :

$$\begin{aligned} \text{Daya trust motor} &= &= 0.625 \text{ kg} \\ \text{Daya trust motor} &> 0.625 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

Tabel 1. Spesifikasi motor brushles :

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

Berat kerangka (frame) pesawat merupakan berat kosong pesawat dikurangi berat sistem dan *payload* sehingga diperoleh 0,481 Kg dengan berat *system* sebesar 1,519 Kg.

Tabell. Berat total Sistem 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 |
| <i>Flight Control</i> | 1 | 0.01 | 0.01 |
| <i>Propeller</i> | 4 | 0.01 | 0.04 |
| <i>Tangki Sprayer dan Pompa Sprayer</i> | 1 | 0,45 | 0,45 |
| <i>Servo dan receiver</i> | 1 | 0,2 | 0,2 |
| Berat Total Sistem | | | 1.519 |

Konfigurasi Pesawat Tanpa Awak dengan Sistem Penyemprotan adalah :

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

Berikut model rancangan *platform* UAV dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil desain *frame platform* UAV



Gambar 5. Perakitan *Platform UAV*



Gambar 6. Uji terbang *platform UAV*

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan *platform UAV* berbasis *quadcopter* mampu melaksanakan misi semua 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 selama waktu 5 menit pada *altitude* 10 cm di atas tanaman padi, sementara *endurance* maksimum yang dimiliki baterai adalah 10 menit.

Daftar Pustaka

Austin Reg, 2008. " Unmanned Aerial System UAV ", John Wiley and Son Ltd, USA.

Megnussen Oyvind, 2011. " Modelling, Design and Experimental Study for A Quadcopter System Construction ", University of Agder, USA.

Sikiric Vedran, 2008. " Control of Quadcopter", Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.

Vardan Harsh, S.Dheepak, P.T. Aditya, Arul Sanjivi, 2010. " Development of Automated Aerial Pesticide Sprayer ", Departemen of Mechanical Engineering Amrita Vishwa Vidyapeetham, India.

