



Rancang Bangun Drone *Quadcopter* Tanpa Awak Penyiram Pupuk Tanaman

Cyntia Widiyari¹, Raja S. Agustinus Dulan Este²

¹Program Studi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Caltex Riau, email: cyntia@pcr.ac.id

²Program Studi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Caltex Riau, email: raja17tt@mahasiswa.pcr.ac.id

Abstrak

Saat ini proses pemupukan yang dilakukan petani masih tergolong manual. Cara ini memaksa petani bersentuhan langsung dengan pupuk yang merupakan bahan kimia. Kemajuan teknologi menjadikan manusia mampu menciptakan *quadcopter* yang dapat membantu proses pemupukan. *Quadcopter* yang dirancang pada penelitian ini dilengkapi dengan sebuah motor pompa yang akan mengaktifkan sistem penyiraman pupuk. Arduino dan sensor LDR berfungsi untuk membuat *quadcopter* menyemburkan pupuk secara otomatis sesuai dengan Waypoint yang sudah ditentukan. Informasi yang diterima oleh modul receiver *fs-ia6b* tersebut akan diolah oleh AMP Pro yang nantinya akan mengontrol sistem *quadcopter*. ESC (Electronic Speed Controller) sebagai kontrol kecepatan motor serta perangkat serta prangkat pendukung seperti *compass* sebagai petunjuk arah dan software *Mission Planner* sebagai pendukung otomatis terbang ke tujuan. Hasil pengujian didapatkan error posisi menyemburkan pupuk yang sesuai di titik yang sudah ditentukan ternyata mengalami pergeseran posisi. Pergeseran titik sebesar 0,2 – 0,5 meter. *Quadcopter* dapat mengangkat beban dengan stabil mulai dari 300-600 ml, dengan kapasitas baterai 5500 mAH dan tegangan 22,2V. *Quadcopter* dapat terbang tanpa penambahan beban selama 10-15 menit. Ketika dilakukan penambahan beban sebesar 600 ml, *quadcopter* dapat terbang sekitar 7-8 menit.

Kata kunci: Pemupukan, *Quadcopter*, AMP Pro, Waypoint, *Mission Planner*.

Abstract

Currently, the fertilization process is carried out by farmers is still classified as manual. This method forces directly contact with fertilizers, which are chemicals. Continuously contact can cause itching or irritation of the skin and can even cause an infection of the skin. Advances in technology have enabled humans to create *quadcopters* that can help the fertilization process. The *quadcopter* designed in this research is equipped with a motor pump that will activate the fertilizer sprinkling system. Arduino and LDR sensors function to make the *quadcopter* automatically spray fertilizer according to the predetermined Waypoint. The information received by the *fs-ia6b* receiver module will be processed by AMP Pro which will later control the *quadcopter* system. ESC (Electronic Speed Controller) as motor speed control as well as supporting devices and devices such as a *compass* as directions and *Mission Planner* software to support automatic flying to the destination. The test results showed that the position error of spraying the appropriate fertilizer at a predetermined point turned out to have a shift in position. The point shift is 0.2 - 0.5 meters. The *quadcopter* can lift loads stably from 300-600 ml, with a battery capacity of 5500 mAH and a voltage of 22.2V. The *quadcopter* can fly without additional load for 10-15 minutes. When the 600 ml is added, the *quadcopter* can fly for about 7-8 minutes

Keywords: Fertilization, *Quadcopter*, AMP Pro, Waypoint, *Mission Planner*.

1. Pendahuluan

Pada bidang pertanian, pemberian pupuk dilakukan dalam rangka peningkatan hasil panen. Namun penggunaan pupuk secara manual oleh petani memiliki beberapa efek negative diantaranya jika terkena kulit dapat menyebabkan gatal-gatal atau iritasi, karena pupuk mengandung zat kimia yang berbahaya. Penyemprotan manual *pump* juga dapat merusak tanaman karena proses penyemprotan manual menjadikan petani menginjak lahan pertanian yang sudah ditanami. Kondisi tersebut menjadikan perlu adanya inovasi untuk meminimalisir resiko akibat kontak langsung petani dengan cairan pupuk dan efek tanaman yang terinjak.

Penelitian Utomo (2015) tentang *Quadcopter* yang dirancang menggunakan frame dengan konfigurasi “+” dan memiliki dimensi yang telah ditentukan sebesar 60cm x 60cm x 15cm dengan berat keseluruhan 876g dan frame yang digunakan menggunakan bahan aluminium. Untuk memberi daya angkat dan sebagai penggerak *propeller* pada *Quadcopter* dapat bergerak bebas udara, maka motor brushless yang digunakan Turnigy 1200KV dan menggunakan *propeller* dengan dimensi 10 x 4.5, sebagai pengendali arah putaran keempat motor maka menggunakan ESC (Electronic Speed Control) sebesar 20A, untuk menjaga keseimbangan *Quadcopter* maka digunakanlah sensor *gyroscope* dan *accelerometer* IMU 10 DOF, kemudian diproses menggunakan mikrokontroler ATmega 328P sebagai pengontrol keempat motor. Baterai lithium 3300 mAh/3sell yang berperan sebagai mengaktifkan seluruh perangkat elektronika pada *Quadcopter*, dan dengan menggunakan remot control Tx/Rx 6 channel 2,4 GHz agar *Quadcopter* dapat dikendalikan dari jarak jauh.

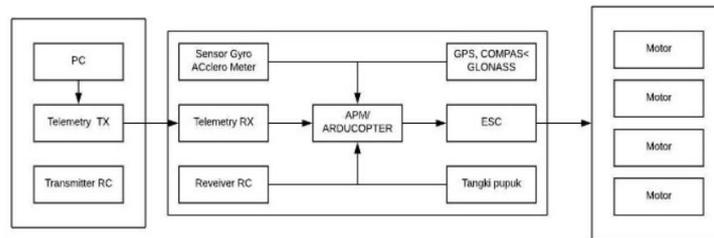
Penelitian Djarot Wahyu Santoso¹ dan Kris Hariyanto (2017) berjudul Pengembangan Sistem Penyemprotan Pada Platform Pesawat Tanpa Awak Berbasis *Quadcopter*, hasil pengujiannya menunjukkan bahwa *prototipe platform* UAV yang menggunakan media cair 0,5 liter, mampu melakukan penyemprotan area seluas 2 m² dengan waktu terbang 10 menit pada ketinggian 70 cm dari tanah.

Anton Yudhana dan Miko Wardani (2017) merancang penyemprot pestisida untuk pertanian padi berbasis *Quadcopter*. *Quadcopter* yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis *quadcopter* tipe X dengan dimensi 650mm yang dibuat oleh tarot. *Quadcopter* bergerak menggunakan 4 buah baling-baling (*propeller*) dengan ukuran 13x5,5-inch yang dipasang pada motor brushless 700KV. *Quadcopter* pada saat penyiraman cairan pestisida melakukan *take off* menggunakan 2 cara, yaitu penyemprotan dengan mode terbang GPS-hold dan penyemprotan mode terbang secara otomatis diatur melalui *Mission Planner software*. Penyemprotan pestisida menggunakan *quadcopter* menghasilkan penyemprotan yang sempurna apabila penyemprotan dilakukan dengan ketinggian 3m dengan menggunakan persentase *nozzle holder* 75%.

Dari penelitian-penelitian sebelumnya, dirancanglah sebuah *Quadcopter* tanpa awak yang membawa cairan pupuk untuk disemprotkan ke tanaman. Alat ini menambah spesifikasi *Quadcopter* yang sudah pernah dirancang, diantaranya beban cairan pupuk yang mampu dibawa lebih banyak. Luas lahan pertanian yang mampu dicover *Quadcopter* lebih luas dengan posisi terbang tidak terlalu tinggi. Dengan menggunakan alat *Quadcopter* tanpa awak ini harapannya pekerjaan petani lebih cepat dan dana yang dikeluarkan lebih sedikit pada proses pemupukan tanaman. *Quadcopter* dilengkapi aplikasi GPS, dengan pemetaan pada lahan pertanian maka *Quadcopter* akan bergerak menyemprotkan pupuk dengan jalur yang sudah ditentukan pada saat pemetaan. Pengujian *Quadcopter* saat terbang dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Mission Planner*.

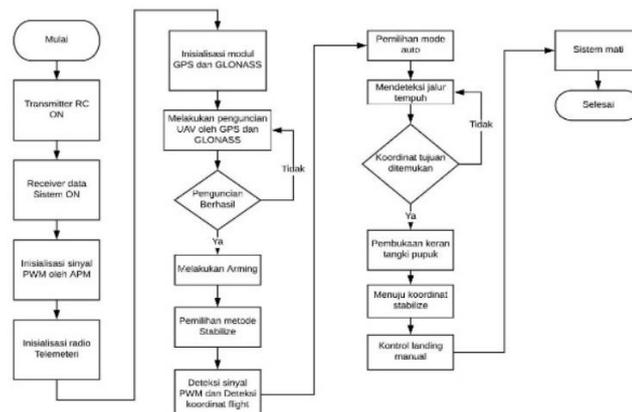
2. Perancangan

2.1 Perancangan Sistem

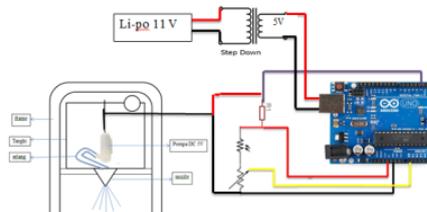


Gambar 7. Blok Diagram Sistem

Gambar 7 merupakan uraian perencanaan kerja dari penelitian ini. PC yang terhubung dengan *Radio Telemetry TX* merupakan perlengkapan pendukung yang digunakan untuk mengirimkan data koordinat tujuan (*waypoint*) pada *software* yang kemudian akan dikirim melalui bantuan radio *telemetry TX*. Saat data dikirimkan dari PC maka akan diterima oleh radio *telemetry RX* dimana data tersebut akan diteruskan ke bagian *APM/ APM Pro*. *APM / AMP Pro* merupakan otak dari *Quadcopter (Flight Controll Board)* yang fungsinya untuk mengontrol semua sistem pada *Quadcopter* serta menerima data-data yang dikirimkan oleh perangkat pendukungnya. *Sensor Gyro, Accelerometer* yang terintegrasi pada *APM / APM Pro* sebagai sensor pendukung untuk dapat menjaga kestabilan, mengetahui gerak dari *Quadcopter*, mengetahui ketinggian *Quadcopter* serta membantu *Flight Controll Board* melakukan eksekusi data yang menunjang pergerakan *Quadcopter*. Kemudian modul *GPS dan GLONASS* yang telah terintegrasi sensor kompas merupakan salah satu bagian terpenting, karena *GPS dan GLONASS* tersebut merupakan perangkat pembantu untuk membantu *Quadcopter* mendapatkan koordinat dimana dia berada serta mendapatkan koordinat tujuan (*waypoint*) yang kemudian juga membantu dalam proses perencanaan sistem terbang otomatis *Quadcopter* tersebut pada *software*. Koordinat yang diterima modul *GPS dan GLONASS* akan membantu otak *Quadcopter* untuk dapat terbang stabil pada ketinggian yang diinginkan, sensor kompas yang terintegrasi pada modul *GPS dan GLONASS* merupakan perangkat yang menentukan arah mata angin dari *Quadcopter* tersebut, karena sensor *magnetometer* tersebut mengacu pada pembacaan medan magnet pada bumi, pembacaan sensor kompas tersebut membantu *Quadcopter* untuk mengetahui arah posisinya. *Transmitter RC* merupakan bagian yang digunakan untuk melakukan beberapa proses manual pada *Quadcopter*, diantaranya melakukan proses *arming*, proses *disarming*, *take off* manual, *landing* manual dan pembuka keran tangki pupuk. Instruksi tersebut akan diterima oleh *receiver RC* yang telah terpasang ke *Flight Controll Board*. Saat proses *arming*, *software* pada PC juga akan menerima data *inisialisasi arming* yang telah dilakukan kemudian instruksi terakhir yaitu penyelesaian dari *Flight Controll Board* untuk mengeksekusi atau memerintahkan *ESC* menggerakkan motor untuk berputar sesuai perintah data yang diterima.



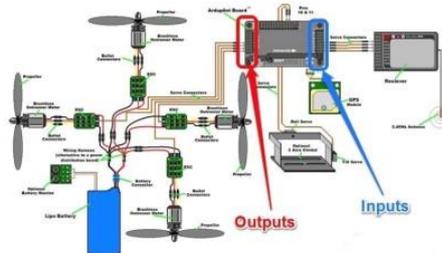
Gambar 8. Flowchart Sistem



Gambar 9. Sistem Penyemprotan Pupuk

2.2 Rancangan Hardware

Pada gambar 10 adalah Wiring Komponen Drone *Quadcopter* yang merupakan rangkaian APM Pro arduplane. Terlihat pada gambar 10 beberapa komponen lain seperti motor *brushless*, ESC (Elektronik Speed Control), battery, GPS (Global Positioning System), dan juga receiver RC akan terhubung pada APM Pro arduplane. Semua komponen tersebut akan dihubungkan menggunakan kabel jumper. Rangkaian komponen diletakkan ditengah-tengah drone *Quadcopter*. ESC akan di letakkan pada sisi *frame* menuju ke motor *brushless*.



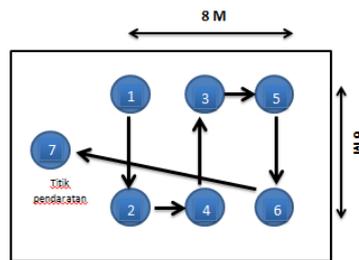
Gambar 10. Wiring Komponen



Gambar 11. Mekanik Drone Quadcopter Tampak Atas

Tangki untuk menampung cairan pupuk berkapasitas 500-600 ml. Desain posisi kran terletak pada bagian tengah tangki. Kran akan langsung terhubung pada selang dan *nuzzle*. Selang dan *nuzzle* akan diberi kedudukan agar tetap pada posisi luruh sehingga penyemprotan pupuk tetap efisien. Landing page akan dipasangkan pada rangka drone agar pada saat *take off* dan *landing* tidak merusak perangkat lain dikarenakan benturan atau getaran.

Penambahan arduino pada *quadcopter* untuk membuat agar pompa air dapat menyemprotkan cairan pupuk secara otomatis pada setiap titik waypoint yang sudah ditentukan. Dengan bantuan sensor LDR untuk membuat pompa air melakukan penyemprotan cairan pupuk secara otomatis dengan memanfaatkan bayangan dari pohon sehingga sensor LDR tidak mendapatkan cahaya yang cukup dan kemudian memberikan power pada pompa air. Sensor LDR yang diset jika terkena cahaya maka tidak akan menghantarkan power dan ketika tidak mendapatkan cahaya yang cukup maka akan menghantarkan power untuk pompa air.



Gambar 12. Pola Pergerakan Quadcopter

Rancangan pola pergerakan *quadcopter* pada saat melakukan penyemprotan seperti gambar 12. Luas yang dapat disemprotkan oleh *quadcopter* dengan pupuk cair 600 ml adalah 2,5 m persegi dengan waktu penerbangan 5-7 menit. Pola terbang *quadcopter* pada saat penyemprotan pupuk adalah *point to point*. Pada saat *quadcopter* berada pada point atau titik koordinat yang sudah ditentukan maka *quadcopter* akan menyemprotkan pupuk pada *waypoint* tersebut.

2.3 Rancangan Pengujian

Pengujian penyemprotan pupuk cair oleh drone *quadcopter* saat mode terbang tanpa awak (secara otomatis) diatur melalui *Mission Planner software*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi ketepatan titik tujuan/*waypoint* (jalur terbang drone *quadcopter* autopilot). Selain itu juga dilakukan pengujian kestabilan daya angkat beban (beban maksimum yang mampu dibawa drone *quadcopter*).

3. Hasil Dan Analisa

3.1 Pengujian tegangan masukan pompa air dan pemasangan pompa air

Pompa air yang digunakan untuk proses penyemprotan adalah pompa air mini yang membutuhkan supply tegangan 5 volt. Pengujian tegangan pada pompa air yang bertujuan untuk menguji kelayakan komponen yang digunakan dan sebagai cara untuk mengetahui nilai yang diperoleh dari baterai yang kemudian dikonversi dari 11V menjadi 5V. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan yang diperlukan oleh pompa air agar tidak melebihi dari yang dibutuhkan.

Pompa air DC 5V ini berfungsi sebagai pendorong air menuju nozzle kemudian cairan disemprotkan. Dengan tegangan 5V motor akan memompa cairan. Jika tegangan yang diterima pompa air lebih dari 5V maka akan dapat menyebabkan kerusakan pada pompa air tersebut. Tegangan yang dikeluarkan dari baterai adalah 11V maka diperlukan komponen atau *module* untuk dikonversi menjadi 5V.



Gambar 14. Pengukuran Tegangan yang Masuk ke Modul Convert

Gambar 14 merupakan hasil Pengujian pengukuran tegangan keluaran dari baterai yaitu sebesar 11V, tegangan ini kemudian dikonversi pada modul convert agar tegangan outputnya menjadi kurang lebih 5V sesuai kebutuhan pompa air.

3.2 Pengujian daya angkat drone

Pada pengujian daya angkat pada drone *quadcopter* ini sebagaimana untuk mengetahui sikap terbang (*attitude*) terbang dan daya angkat dengan melakukan dua metode yaitu, dengan dan tanpa adanya beban yang sudah ditentukan pada drone *quadcopter*. Data pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Kestabilan Daya Angkat Terbang Drone dengan Propeller 12 inch

Kondisi	Propeller	Beban (L)	Throttle (%)	Kestabilan	Kemampuan Terbang
Tanpa Beban	12 X 4,5 Inch	-	25%	Tidak	Tidak
			50%	Stabil	Stabil
			75%	Stabil	Stabil
			100%	Stabil	Stabil
Dengan Beban	12 X 4,5 Inch	200 ml	25%	Tidak	Tidak
			50%	Stabil	Stabil
			75%	Stabil	Stabil
			100%	Stabil	Stabil
Dengan Beban	12 X 4,5 Inch	400 ml	25%	Tidak	Tidak
			50%	Stabil	Stabil
			75%	Stabil	Stabil
			100%	Stabil	Stabil
Dengan Beban	12 X 4,5 Inch	600 ml	25%	Tidak	Tidak
			50%	Stabil	Stabil
			75%	Stabil	Stabil
			100%	Stabil	Stabil

Dari hasil pengujian daya angkat terbang drone *quadcopter* terlihat bahwa perbedaan dari respon, sikap dan gaya terbang drone *quadcopter* dengan tanpa beban akan lebih baik dari pada adanya beban pada drone *quadcopter*.

Pada pengujian terbang drone *quadcopter* tanpa beban, drone *quadcopter* dapat terbang dengan kondisi *throttlet* 50%. Pada saat drone *quadcopter* digerakkan ke kanan, kiri, maju dan mundur maka akan sedikit terdorong dikarenakan drone *quadcopter* terlalu ringan. Pada saat drone *quadcopter* berada diudara dengan ketinggian 1-3meter berada diposisi stabil dan tenang.

Pada pengujian terbang dengan beban 200ml, drone *quadcopter* dapat terbang pada saat throttle berada pada posisi 50%. Drone *quadcopter* juga dapat terbang lebih tinggi jika *throttlet* berapa da posisi 75% dan 100%. Jika *throttle* pada posisi yang lebih tinggi maka drone *quadcopter* akan terbang lebih tinggi juga. Pada saat *throttlet* pada posisi 50% maka ketinggian yang diinginkan didapatkan.

Pada pengujian terbang dengan beban 400ml, drone *quadcopter* dapat terbang pada saat posisi *throttlet* 50%. Pada saat drone *quadcopter* diperintahkan ke arah kanan, kiri, maju dan mundur maka pergerakan yang terjadi kurang kestabilan dikarenakan terjadinya guncangan cairan pada wadah yang tersedia. Pada saat drone *quadcopter* diam di udara, *quadcopter* dapat tenang dan stabil.

Pada pengujian terbang dengan beban 600ml, drone *quadcopter* dapat terbang jika posisi *throttlet* berada pada 50% dengan terbang rendah lebih rendah dibandingkan dengan pada saat drone membawa beban 200-400ml, dikarenakan beban yang dibawa lebih berat. Tetapi drone *quadcopter* pada saat diam diudara dengan stabil. Untuk mendapatkan ketinggian terbang drone *quadcopter* perlu menaikkan posisi *throttlet* sebanyak 15% agar mendapatkan posisi yang

diinginkan tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah. Pada saat drone *quadcopter* mulai bergerak dari *waypoint* ke *waypoint* lainnya mengalami ketidakstabilan dikarenakan guncangan air yang semakin lama semakin berkurang, faktor angin juga mempengaruhi ketidakstabilan drone *quadcopter* pada saat terbang di udara.

3.3 Pengujian Software

Pengujian *quadcopter* saat terbang dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Mission Planner*. Aplikasi ini digunakan mulai dari proses *load firmware*, proses kalibrasi drone sebelum diterbangkan dan proses penentuan/perencanaan titik tujuan terbang drone *quadcopter* ke *waypoint* (perencanaan jalur terbang drone *quadcopter* tanpa awak). Pada aplikasi ini juga dilakukan *setting* pada *remote control*, untuk mengatur *switch* yang terdapat pada *remote*. Membuat beberapa fungsi pada *switch* yang terdapat pada *remote control*.



Gambar 16. Aplikasi Mission Planner

Pada gambar 16 diatas menunjukkan bahwa perangkat *hardware* pada *quadcopter* sudah terhubung dengan aplikasi *mission planner*. Hal ini menandakan bahwa *quadcopter* siap menerima konfigurasi dari aplikasi *mission planner*. Konfigurasi berupa *load firmware* atau perencanaan terbang yang diinginkan. Penghubung antara *hardware* pada drone *quadcopter* dengan aplikasi *mission planner* dapat menggunakan kabel data atau radio telemetry. Jika sudah terhubung maka aplikasi akan otomatis mendapatkan informasi posisi *quadcopter* dimana berada. Pada bagian bawah juga akan muncul *altitude*, *longtitude*, dan *latitude* *quadcopter* tersebut. Pada saat menunjukan posisi drone *quadcopter* *Ground Control Station* (GCS) akan mengindikasikan pergerakan *quadcopter* pada kondisi yang aslinya. Jika drone *quadcopter* bergerak kemana saja seperti bergerak ke kanan, kiri dan bahkan terbalik akan terbaca oleh GCS secara terbalik atau kebalikan dari pergerakan drone *quadcopter* yang aslinya. Nilai-nilai dari berbagai sensor yang digunakan pada *quadcopter* juga akan terbaca dan muncul pada *display* GCS.



Gambar 17. Setting Mode Auto Pilot pada *quadcopter*

Pada gambar 17 diatas merupakan cara membuat mode *auto pilot* pada *quadcopter* yang akan berfungsi jika menekan *switch* pada *remote control*. Membuka aplikasi *mission planner* yang kemudian Fling Control FC pada drone harus terhubung pada aplikasi *mission planner*. Kemudian membuka menu *config/tuning* dan memilih mode APM (*Copter Pids*). Memilih channel *switch* yang ingin difungsikan untuk mengaktifkan mode *auto* pada *quadcopter*. Kemudian akan ada

menu pada bagian ch7 opt, lalu memilih menu *Auto Tune*. Setelah itu maka *Switch 7* pada *remote control* jika ditekan akan mengaktifkan mode *auto pilot* pada *quadcopter*.

3.4 Pengujian *Error* pada Titik Tujuan (*Waypoint*)

Pada pengujian ini untuk menentukan titik koordinat titik tujuan (*waypoint*) mulai dari home sampai dengan titik tujuan (*waypoint*). Jalur yang akan dibuat terdiri dari 6 titik dimana dari home (titik 1) sampai titik 6 dengan jalur zig zag. Pembuatan jalur *waypoint* tersebut dimulai dari titik home kemudian pengisian ketinggian dari terbang drone *quadcopter*. Kemudian mengatur *command* yang bermula pada titik setelah home dengan mengatur *command* menjadi *waypoint* kemudian dititik akhir *command* akan diubah menjadi *return to launch*.



Gambar 18. Jalur *Waypoint* pada Aplikasi *Mission Planner*

Gambar 18 merupakan tampilan menu pada aplikasi *mission planner* untuk membuat jalur terbang otomatis dari titik awal sampai titik yang akan dituju. Dengan 6 titik jalur yang akan ditempuh oleh *quadcopter*, pada saat titik akhir maka *quadcopter* akan kembali ke jalur awal untuk mendarat dengan otomatis. Jalur penerbangan yang sudah ditunjukkan ternyata mengalami *error* atau pergeseran dari titik koordinat yang sudah ditentukan. *Error* yang terjadi dapat terjadi karena factor akurasi pembacaan data gps atau adanya faktor angin yang cukup kencang sehingga *quadcopter* bergeser dari jalur yang sudah ditentukan.

Tabel 2. Tabel *Error* Ketepatan Posisi Koordinat

Waypoint	Jarak Tempuh (m)	Ketinggian (m)	<i>Error</i> (m)	<i>Error</i> (%)
Waypoint 1		2	0,4	4%
Waypoint 2		2	0,5	4%
Waypoint 3	30	2	0,5	5%
Waypoint 4		2	0,6	6%
Waypoint 5		2	0,6	6%
Waypoint 6		2	0,4	4%

Pada tahap kali ini dengan pengujian terbang dengan rute yang ditentukan, hasil ketepatan pada titik koordinat masih dalam keadaan yang wajar dan masih yang diinginkan. Koordinat yang diinginkan tidak lebih dari 4 m dan pengujian masih dalam radius yang diinginkan. Penyebab *error* pada titik koordinat dikarenakan kencangnya angin, guncangan carian pupuk pada wadah, dan gps tidak sempurna pada saat menangkap sinyal yang ada. Modul gps yang sudah terhubung pada rangkain harus dalam keadaan terhubung dengan baik, jika tidak terhubung dengan baik

maka gps tidak dapat berkerja secara optimal. Berikut rumus dalam mencari nilai *error* saat pengambilan data *waypoint*.

$$\frac{\text{Koordinat hp}-\text{Koordinat mission planner}}{\text{Koordinat mission planner}} \times 100$$

Dari pengujian yang telah dilakukan tingkat akurasi yang didapatkan pada saat *quadcopter* terbang mode auto pada *waypoint* 1-6 berbeda dikarenakan faktor keadaan yang terjadi pada setiap titik seperti terjadinya angin kencang, guncangan beban dan daya baterai yang tersedia. Tingkat *error* 4% yang didapatkan pada pengujian merupakan tingkat *error* yang paling minimum didapatkan dikarenakan pada *waypoint* 1 dan 2 daya baterai yang masih tersedia cukup banyak sehingga memberikan daya pada motor yang digunakan cukup maksimal.

3.5 Pengujian Ketahanan Terbang

Pengujian terbang ini akan berguna untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan pada saat *quadcopter* melakukan penyemprotan cairan pupuk, sejauh mana ketahanan *quadcopter* saat membawa beban. Beban yang sudah ditentukan dengan berbagai berat yang akan diangkut oleh *quadcopter*. Dengan berbagai macam beban maka akan mendapatkan hasil yang berbeda dari setiap beban yang diangkut oleh *quadcopter*.

Tabel 3. Ketahanan Terbang

No	Beban	Waktu (menit)
1	–	15
2	300 ml	12
3	600 ml	9

Perancangan drone *quadcopter* ini telah dirancang dengan ditetapkannya berat beban maksimal 600ml, kapasitas baterai yang digunakan 5500 mAh 6S 11.1V. Berat beban yang sudah ditentukan merupakan kapasitas daya angkat dari sebuah motor *brushless* yang gunakan, dan waktu terbang juga dilihat untuk menjaga kondisi baterai agar tidak rusak. Berat tersebut merupakan berat maksimal dari daya angkat *quadcopter*. Daya angkut maksimal dari motor yang digunakan sebesar 3,375 kg, total berat *quadcopter* 3,1 kg. Berat yang diangkut motor tidak boleh melebihi kapasitas maksimum daya angkat motor agar dapat menjaga kualitas baterai dan kestabilan drone *quadcopter* saat terbang. Dengan beban yang tidak melebihi berat maksimum daya angkat, maka *quadcopter* dapat terbang lebih lama.

4. Kesimpulan

1. Daya angkat pada drone *quadcopter* yang mampu mengangkat beban dengan stabil dari berat 200-600 ml. Berat maksimum yang dapat diangkut oleh drone *quadcopter* sebesar 600ml.
2. Besarnya *error* pergeseran posisi saat drone *quadcopter* terbang mode *auto* yaitu sebesar 4%.
3. Luas lahan pertanian yang dapat disemprotkan cairan pupuk oleh drone *quadcopter* 30 meter, dengan ketinggian 2-3 meter.
4. Agar system dapat bekerja optimal, maka besarnya tegangan input pada pompa air adalah tidak lebih dari 5V (4,1 V).
5. Pada pengujian ketahanan terbang, drone *quadcopter* menggunakan *power* dari baterai dengan kapasitas 5500 mAh 6S 11.1 V, *quadcopter* dapat terbang tanpa beban selama 11 menit dan jika dengan beban maksimal yaitu 600ml dapat terbang selama 7 menit.

Daftar Pustaka

- [1] Santosol W. Djarot, Hariyanto Kris. Pengembangan Sistem Penyemprotan Pada Platform Pesawat Tanpa Awak Berbasis Quadcopter Untuk Membantu Petanu Mengurangi Biaya Pertanian Dalam Mendorong Konsep Pertanian Pintar (*Smart Farming*). Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT). 1(1):87. November 2017.
- [2] Y. Anton, Wardani Miko. Rancang Bangun Penyemprot Pestisida Untuk Pertanian Padi Berbasis Quadcopter. Jurnal Ilmu Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI). Vol.3, No.2. Desember 2017.
- [3] Setiawan Indri. Alat Penyiram Pestisida Menggunakan Quadcopter Pada Dinas Pertanian. Sekolah Tinggi Manajemen dan Ilmu Komputer (STMIK) Raharja. Januari 2017.
- [4] Utomo. Rancang bangun UAV (Unmanned Aerial vehicle) model *quadcopter* dengan menggunakan algoritma proportional integral derivative. e-Proceeding of Applied Science: Vol. 1 . 1-35. 2015.