

ANALISIS PENGARUH KECEPATAN SUDUT TERHADAP PUTARAN PROPELLER DAN KESTABILAN QUADCOPTER

Alias Uto Purba¹, Bekti Yulianti²

¹Mahasiswa Elektro Unsuraya, ²Dosen Teknik Elektro Unsuraya

Abstract

Quadcopter is one of the Unmanned Aerial Vehicles (UAV) or the so-called unmanned aerial vehicle which is a flying vehicle that has the ability to operate without a pilot on board. A Quadcopter must consist of the following important components: - The quadcopter consists of 4 motor brushles and each motor has 1 propeller. - The quadcopter can perform several basic functions including pitch, roll and yaw - The system built into the Quadcopter is automatic.

In designing this tool is to make a block diagram as a reference for each block, each of which is related to one another, thus forming a control system with a microcontroller controlled via RC (Remote Control) media.

To make a quadcopter so that it can fly, a force of F is needed, for this position the force F required must be less than $6,37 \text{ kg m/s}^2$.

Keyword : *Quadcopter, UAV, multicopter*

Abstrak

Quadcopter merupakan salah satu Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau disebut wahana udara tak berawak merupakan sebuah wahana terbang yang mempunyai kemampuan dapat beroperasi tanpa adanya pilot didalam wahana tersebut. Sebuah Quadcopter harus terdiri dari komponen komponen yang penting seperti berikut ini : - Quadcopter terdiri dari 4 buah motor brushles dan tiap motor terdapat 1 buah propeller. - Quadcopter dapat melakukan beberapa dasar fungsi diantaranya pitch, roll dan yaw - System yang dibangun dalam Quadcopter adalah secara otomatis.

Dalam mendesain alat ini adalah membuat blok diagram sebagai acuan pada setiap blok, masing-masing saling terkait satu dengan yang lainnya, sehingga membentuk suatu sistem pengendali dengan mikrokontroler yang dikendalikan melalui media RC (Remote Control).

Untuk membuat quadcopter supaya dapat terbang maka dibutuhkan gaya sebesar F , untuk posisi tersebut gaya F yang diperlukan harus lebih kecil dari $6,37 \text{ kg m/s}^2$.

Kata Kunci : Quadcopter, UAV, multicopter

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Quadcopter merupakan salah satu Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau disebut wahana udara tak berawak merupakan sebuah wahana terbang yang mempunyai kemampuan dapat beroperasi tanpa adanya pilot didalam wahana tersebut. Sekarang ini teknologi sistem UAV (Unmanned Aerial Vehicle) banyak dikembangkan banyak pihak menggunakan heli multirotor.

Sebuah Quadcopter harus terdiri dari komponen komponen yang penting seperti berikut ini : - Quadcopter terdiri dari 4 buah

motor brushles dan tiap motor terdapat 1 buah propeller. - Quadcopter dapat melakukan beberapa dasar fungsi diantaranya pitch, roll dan yaw - System yang dibangun dalam Quadcopter adalah secara otomatis. Propeler ini yang dapat menghasilkan gaya angkat (trust) sehingga quadcopter dapat hover, take off ataupun landing. Dengan mengubah besaran kecepatan putaran keempat buah motor maka quadcopter dapat bergerak atas, bawah, maju, mundur, kiri, kanan, dan rotasi. Pergerakan di atas tersebut lebih

dikenal dengan istilah pitch (bergerak maju atau mundur), roll (bergerak kiri atau kanan), dan yaw (rotasi kiri atau rotasi kanan).

Lazimnya multirotor yang digunakan yaitu quadcopter, hexacopter dan Octocopter. Quadcopter adalah sebuah alat yang terdiri dari berbagai macam seperangkat alat elektronik, Quadcopter adalah pesawat yang tak berawak dan pada saat ini banyak digunakan untuk membantu mengambil photo dari udara, melihat situasi sebuah bencana dan lain-lain.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Multirotor/Multicopter

Merupakan salah satu jenis UAV dengan konfigurasi rotary-wing. Pada multirotor sistem penggerak menggunakan 2 rotor atau lebih. Kontrol gerak dihasilkan dengan mengatur kecepatan rotor untuk mengubah torsi dan gaya dorong dari masing-masing rotor.

2.2 Quadrotor/Quadcopter

Quadrotor memiliki empat buah motor yang masing-masing dapat bergerak bersamaan ataupun tidak. Jika menginginkan suatu perpindahan dalam satu titik ke titik lain dibutuhkan diferensial kecepatan pada motor quadrotor. Karena prinsip kerja dari pergerakan quadrotor bertitik pada kecepatan motor masing – masing.

2.3. Aerodinamika Pada Rotor

Seperti halnya helikopter konvensional, sebagian besar sifat aerodinamis dari quadrotor dipengaruhi oleh rotor, keadaan alam dan efisiensi daya. Riset di Australian National University menunjukkan bahwa kinerja rotor pada helikopter dapat diperoleh dari teori momentum rotor. Kinerja ini sangat penting bahwa wahana rotary-wing harus mampu menghasilkan gaya dorong yang cukup mampu melawan setiap hembusan eksternal pada rangka untuk menstabilkan wahana, serta mampu membawa payload peralatan seperti kamera sensor, dan kontroler.

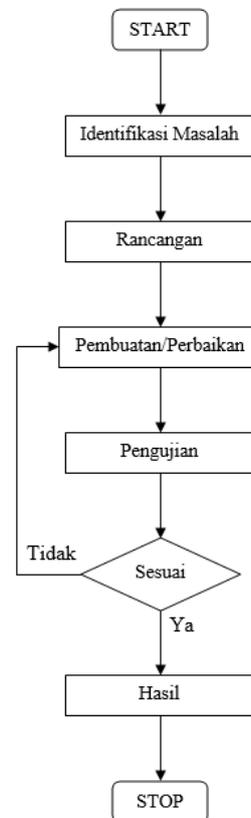
2.5 Lift Force pada Rotor

Lift atau daya angkat biasanya berhubungan dengan sayap dari sebuah model airfoildfixed-wing, namun lift juga dapat dihasilkan oleh propeller, layang-layang, helikopter, perahu layar, bahkan pada bentuk dari sebuah mobil. Lift pada dasarnya berarti susah angkat untuk melawan gravitasi. Ada beberapa teori untuk menjelaskan lift, antara lain prinsip Bernouli yang menjelaskan bahwa aliran udara merupakan energi yang konstan, ketika udara mengalir pada bagian yang memiliki tekanan udara rendah, maka aliran udara tersebut akan semakin cepat.

III. METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Quadcopter

Diagram alir quadcopter ditunjukkan pada Gambar 1.



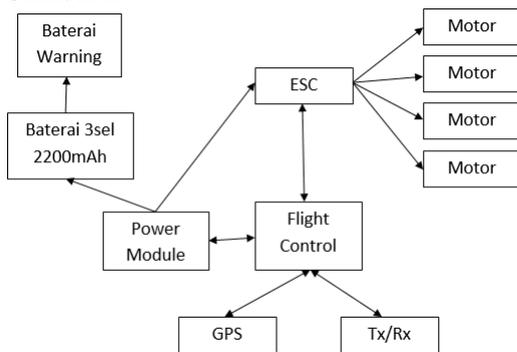
Gambar 1 Diagram Alir Quadcopter

3.2 Waktu dan Tempat Pembuatan Quadcopter

Perancangan dan pembuatan Quadcopter dilakukan di Jl. Kamboja Halim Jakarta Timur. Untuk percobaan terbang selama masa pembuatan dilakukan di lapangan Mall Cipinang Indah. Pengujian dan percobaan terbang selama masa uji dilakukan di halaman Universitas Suryadarma sedangkan pengukuran dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Suryadarma.

3.3 Bagan Quadcopter

Bagan quadcopter ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Bagan Quadcopter

3.4 Pemilihan Komponen

1. Frame
Tipe V Tail dengan berbahan Nilon
Alasan Pemilihan : Karena Lebih gesit dan akselerasi lebih baik.
2. Baterai
Tipe LIPO 2200 mAh 3 Cell 11,1 V
Alasannya Pemilihan : Karena menyesuaikan kapasitas Wahana Quadcopter yang ada.
3. ESC
Tipe NFS 30 A Alasan Pemilihan : Rate Ampere yang dimiliki oleh ESC ini lebih besar dibanding kebutuhan arus motor sehingga ESC tidak akan panas.
4. Motor Brushless
Tipe SL 2212 / 920 kv alasan pemilihan : motor nya cukup mengangkat berat quadcopter.
5. Propeller
Cf 9 .4 x 4.3” alasan pemilihan : merupakan penguncian otomatis pada jenis baling-baling.
6. Flight control

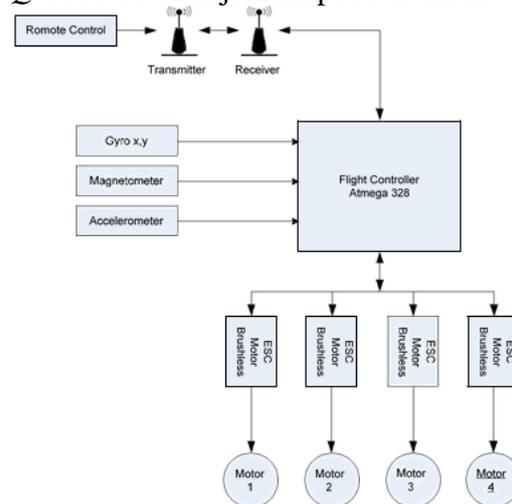
Tipe APM 2.5 alasan pemilihan : merupakan system kendali pada wahana Quadcopter.

7. Telemetri
Tipe 433 Mega alasan pemilihan : mampu menempuh jarak jauh sampai 2 km.
8. Gimbal
Tipe tarot 2D alasan pemilihan : mampu menjaga ke stabilan terhadap cuaca.

IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Diagram Blok Sistem Kendali Quadrotor

Langkah pertama dalam mendesain alat ini adalah membuat blok diagram sebagai acuan pada setiap blok, masing-masing saling terkait satu dengan yang lainnya, sehingga membentuk suatu sistem pengendali dengan mikrokontroler yang dikendalikan melalui media RC (Remote Control). Diagram Blok Sistem Kendali *Quadrotor* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Blok Sistem Kendali Quadrotor

Pada gambar 3 menjelaskan antara lain :

1. Mikrokontroler Atmega 328P
Komponen ini merupakan pusat proses dari sistem wahana terbang. Atmega 328P sebagai prosesor utama, memproses sensor dan menjadikannya output yang dapat berupa data serial maupun sinyal *PWM* yang digunakan untuk mngendalikan *quadrotor*.

2. *Remote Control, Transmitter, & Receiver*

Komponen ini berfungsi sebagai pengirim data masukan ke pusat pengendali quadrotor agar komponen-komponen lainnya dapat bekerja sesuai dengan data yang dikirimkan.

3. *Electronic Speed Control (ESC)*

Komponen ini berfungsi sebagai pengatur kecepatan motor sesuai dengan PWM yang diberikan oleh mikrokontroler.

4. DC Motor *Brushless*

Komponen ini berfungsi sebagai penggerak dari quadrotor. Berikut spesifikasi dari DC Motor Brushless yang digunakan.

Spesifikasi :

KV: 920

Configuration : 2N14P

Shaft Diameter: 3mm

Motor Dimensions (Dia.* Len) : $\Phi 32 \times 22$

Weight (g): 54g

Idle current(10v(A)) : .7A

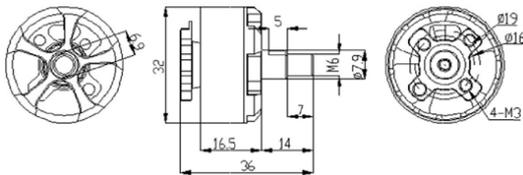
No.of Cells(Lipo): 3-4S

Max Continuous current (A)180S: 3 0A

Max Continuous Power (W)180S: 4 0W

Max. efficiency current: (4-12A)>8 5%

internal resistance (Rm) : 0.044 Ω

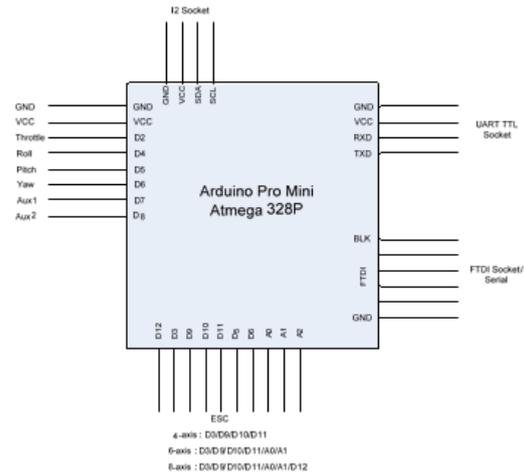


5. *Personal Computer (PC)*

Alat ini berfungsi sebagai wadah untuk menampilkan data yang ditangkap oleh quadrotor.

4.2 Rangkaian Mikrokontroler Atmega328P

Rangkaian mikrokontroler Atmega328P telah diprogram untuk mengatur sistem dari alat yang akan dibuat. Rangkaian mikrokontroler Atmega328P ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Rangkaian mikrokontroler Atmega328P

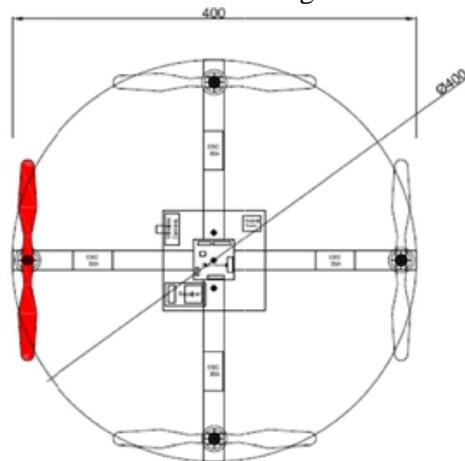
4.3 Desain Perangkat Keras (*hardware*)

Tahap berikutnya dalam perancangan alat ini, yaitu men desain perangkat keras (*hardware*) yang disesuaikan dengan jarak terjauh dari RC. Perangkat keras yang dimaksud adalah quadrotor atau wahana tanpa awak, berikut komponen-komponen yang digunakan untuk mendesain perangkat dari quadrotor:

a. Perancangan Rangka *Quadrotor (frame)*.

Dimensi standar bagian terluar dari rangka quadrotor ditunjukkan pada Gambar 5.

- Diameter : 400mm
- Tinggi: 120mm
- Berat kosong : 50gr
- Berat isi : 980gr



Gambar 5 Dimensi Rangka Quadrotor

4.4 Pengujian terhadap quadcopter

Percobaan terbang dilakukan untuk memastikan bahwa alat dapat berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. Dalam perencanaannya alat didesain untuk dapat mengangkat beban sampai 1.3kg. Alat dapat menerima atau merespon perintah sampai jarak 1.5km. Diharapkan alat dapat mengudara selama 7 menit tanpa beban.

4.5. Percobaan Terbang Tanpa Beban

Dalam percobaan terbang tanpa beban diambil 10 data untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh alat dari awal sampai mencapai titik ketinggian yang telah ditentukan dalam table.

Tabel 1 Percobaan Terbang Tanpa Beban Ketinggian 1 meter

Data ke-	Ketinggian (meter)	Waktu (detik)
1	1	6,2
2		6,4
3		6,1
4		5,9
5		6,2
6		6,1
7		6,4
8		6
9		6,3
10		6,1
Rata - rata		6,17

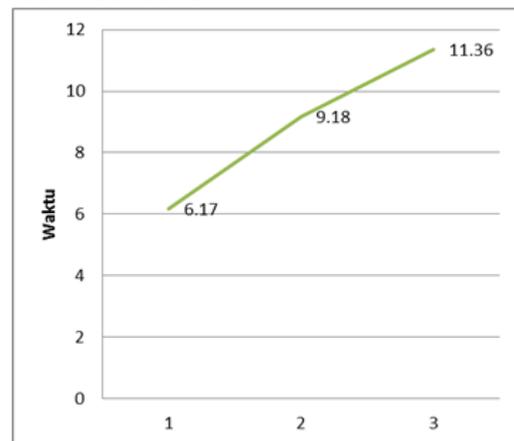
Tabel 2 Percobaan Terbang Tanpa Beban Ketinggian 2 meter

Data ke-	Ketinggian (meter)	Waktu (detik)
1	2	8,9
2		8,8
3		9,5
4		9,2
5		9,4
6		9,6
7		9,1
8		9
9		9,3
10		9
Rata - rata		9,18

Tabel 3 Percobaan Terbang Tanpa Beban Ketinggian 3 meter

Data ke-	Ketinggian (meter)	Waktu (detik)
1	3	11,1
2		11,5
3		11,3
4		11,4
5		11,5
6		11
7		11,1
8		11,2
9		11,8
10		11,7
Rata - rata		11,36

Dari hasil rata-rata yang didapat pada beberapa percobaan terbang tanpa beban, diketahui regresi linear dari percepatan terbang alat tergambar seperti dalam Gambar 6. Dari hasil rata-rata yang didapat pada beberapa percobaan terbang tanpa beban, diketahui regresi linear dari percepatan terbang alat tergambar seperti dalam Gambar 6.



Gambar 6 Percobaan Terbang Tanpa Beban

4.6 Percobaan Terbang Dengan Beban

Untuk membuat suatu perbandingan dan untuk melihat perbedaan grafik yang terjadi antara terbang tanpa beban dan terbang dengan beban, maka quadcopter juga diuji sebanyak 10 kali dengan menggunakan beban seberat 150 gr. Hasilnya bisa dilihat pada ketiga tabel berikut.

Tabel 4 Percobaan Terbang Dengan Beban Ketinggian 1 meter

Data ke-	Ketinggian (meter)	Beban (gr)	Waktu (detik)
1	1	150	7,3
2			7,5
3			7,2
4			7
5			7,3
6			7,2
7			7,5
8			7,1
9			7,4
10			7
Rata - rata			7,25

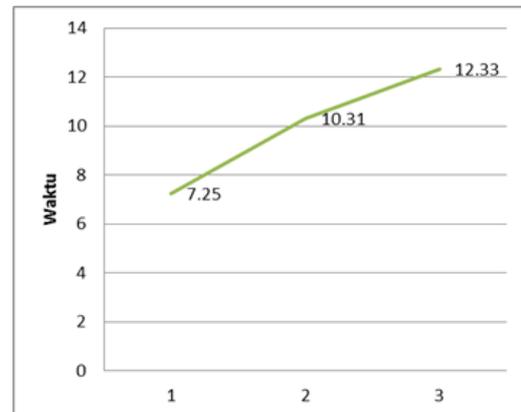
Tabel 5 Percobaan Terbang Dengan Beban Ketinggian 2 meter

Data ke-	Ketinggian (meter)	Beban (gr)	Waktu (detik)
1	2	150	10,1
2			10,3
3			10,4
4			10,6
5			10,7
6			10,3
7			10,2
8			10,2
9			10,2
10			10,1
Rata - rata			10,31

Tabel 6 Percobaan Terbang Dengan Beban Ketinggian 3 meter

Data ke-	Ketinggian (meter)	Beban (gr)	Waktu (detik)
1	3	150	12,2
2			12,5
3			12,4
4			12,3
5			12,1
6			12,2
7			12,6
8			12,3
9			12,2
10			12,5
Rata - rata			12,33

Dari hasil rata-rata yang didapat pada beberapa percobaan terbang dengan beban, diketahui regresi linear dari percepatan terbang alat tergambar seperti dalam Gambar 7.



Gambar 7 Percobaan Terbang Dengan Beban

Dengan melihat perbandingan antara Gambar 6 dengan Gambar 7 dapat diketahui bahwa regresi linear yang terjadi cenderung sama. Untuk mengetahui tingkat perbedaan waktu terbang pada berbagai beban, maka dilakukan ujicoba terbang dengan massa beban yang berbeda. Percobaan terbang dengan beragam beban ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Percobaan Terbang Dengan Beragam Beban

Data ke-	Ketinggian (meter)	Beban (gram)	Waktu (detik)	Waktutunggu (detik)
1	3	150	12.2	45.7
2	3	200	12.9	39.6
3	3	250	14.1	33.2
4	3	300	15.5	27.7
5	3	350	17.8	22.3
Rata – rata		250	14.5	33.7

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil, pengumpulan data, pengolahan data maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Quadcopter adalah robot penjelajah udara Unmanned Aerial Vehicle (UAV) yang termasuk kategori UAV micro dan banyak digunakan oleh beberapa lembaga atau instansi. Robot quadcopter merupakan UAV yang memiliki ciri khusus yang mudah dikenali yaitu memiliki empat buah baling-baling motor yang digunakan sebagai penggeraknya.
- b. Quadcopter dapat dimodelkan sebagai empat buah rotor yang terhubung oleh lengan yang saling bersilangan. Setiap baling-baling terhubung dengan sebuah motor elektrik dan terpasang di setiap lengan. Baling-baling depan dan belakang Quadcopter berputar dengan arah berlawanan jarum jam, sebaliknya baling-baling kanan dan kiri juga berputar searah putaran jarum jam. Keuntungan dari dua pasang baling-

baling yang berputar berlawanan arah adalah saling meniadakan efek momen inersia akibat putaran baling-baling.

- c. Untuk membuat quadcopter supaya dapat terbang maka dibutuhkan gaya sebesar F .
- d. Dapat dianalisa bahwa untuk posisi tersebut gaya F yang diperlukan harus lebih kecil dari $6,37 \text{ kg m/s}^2$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azzumar, Muhammad. *Jurnal Pemodelan dan Simulasi BLDC Motor*. Universitas Indonesia. 2012
- [2] Franzel, Louis E. *Communication Electronics*. Mc-Graw Hill Book Co-Singapore. 1990.
- [3] Lister. *Electric Circuits and Machines (sixth edition)*. Mc-Graw Hill, Inc. 1984. Alih bahasa : Gunawan, Ir. DRS Hanapi. Mesin dan Rangkaian Listrik. Erlangga. 1994.
- [4] Margunadi, A.R. *Pengantar Umum Elektroteknik*. PT. Dian Rakyat.1986.
- [5] Putra, Rendi Aditya Wijaya; Eka Firmansyah; F Danang Wijaya. *Jurnal Metode Six Step Comutation pada Perancangan Kendali Sensored Motor BLDC. Vol 1 No. 1*. April 2014.
- [6] Tefay, Benjamin; Bazle Eizad; Peter Crosthwaite; Surya Singh; Adam Postula. *Design of an Integrated Electronic Speed Controller for Compact Robotic Vehicles*. Robotic Aircraft Research Group School of Information Technology and Electrical Engineering. The University of Queensland, Brisbane 4072