

Pengendalian *Quadcopter* Menggunakan *CC3D Flight Controller*

Zoel Fachri¹, Muhammad Ichsan²,

^{1,2} Program Studi Mekatronika, Politeknik Aceh, Banda Aceh 23119

¹zoel@politeknikaceh.ac.id, ²sancep666@gmail.com

ABSTRACT

Quadcopter technology is currently growing rapidly and is widely used in various needs, such as in the fields of education, military, multimedia, health and others. In the quadcopter flight phase at a certain altitude, a critical phases often occur such as shock and instability due to several external influences such as wind. These problems lead the research to control the quadcopter in maintaining a stable altitude and movement with roll, pitch and yaw positions. The quadcopter control to produce stability is set using a PID control system with these parameter values processed into the CC3D Flight Controller as well as error feedback from the gyroscope and accelerometer sensors. The results of the study show that a quadcopter using the CC3D flight controller can maintain a flight altitude of 15 meters with a value of $KP = 0.0030$, $Ki = 0.000050$ and $Kd = 0.0030$.

Keywords: *Quadcopter, CC3D Flight Controller, PID, Gyroscope, Accelerometer*

ABSTRAK

Teknologi *quadcopter* saat ini terus berkembang pesat dan banyak digunakan dalam berbagai kebutuhan, baik di bidang pendidikan, militer, multimedia, kesehatan dan lain-lain. Dalam fase penerbangan *quadcopter* pada ketinggian tertentu sering terjadi fase kritis seperti guncangan dan ketidakstabilan diakibatkan pengaruh eksternal seperti angin. Permasalahan tersebut menjadikan penelitian untuk mengendalikan *quadcopter* dalam mempertahankan ketinggian dengan stabil serta pergerakan dengan posisi *roll, pitch dan yaw*. Pengendalian *quadcopter* untuk menghasilkan kestabilan diatur menggunakan sistem kontrol PID dengan nilai parameter tersebut diproses kedalam *CC3D Flight Controller* serta *feedback error* dari sensor *gyroscope* dan *accelerometer*. Hasil dari penelitian menunjukkan *quadcopter* menggunakan *CC3D flight controller* dapat mempertahankan ketinggian terbang 15 meter dengan nilai $KP= 0,0030$, $Ki=0,000050$ dan $Kd= 0,0030$.

Kata Kunci: *Quadcopter, CC3D Flight Controller, PID, Gyroscope, Accelerometer*

I. PENDAHULUAN

Quadcopter disebut juga jenis UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), salah satu jenis pesawat tanpa awak dengan tipe multirotor yang memiliki 4 buah rotor untuk dapat menggerakkan *propeller*. *Propeller* tersebut berfungsi untuk memberikan gaya angkat pada *quadcopter* sehingga dapat terangkat ke atas [1].

Pengaplikasian teknologi *quadcopter* saat ini sangat dibutuhkan baik itu bidang

multimedia, kesehatan, pendidikan, militer dan lain-lain. Dalam penerapan *quadcopter* pada bidang-bidang tersebut digunakan untuk pengambilan data sebagai bahan penelitian, menjalankan misi yang beresiko tinggi serta pengambilan gambar dan video yang tidak bisa dijangkau oleh manusia dan lain-lain [2].

Pengendalian *quadcopter* saat ini masih dikendalikan oleh manusia dengan menggunakan sebuah alat pengendali salah satunya *joystick*, namun penggunaan *joystick* untuk mengendalikan *quadcopter* harus

memiliki skill khusus oleh operator [3].

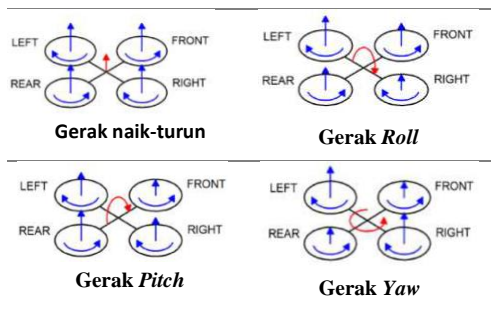
Pada fase penerbangan *quadcopter* yaitu pada ketinggian ketentuannya tertentu merupakan fase paling kritis, dimana resiko terjadi guncangan paling besar dikarenakan kendala struktur rangka *quadcopter* yang kecil sangat besar potensinya pengaruh terhadap beban angin sehingga *quadcopter* tidak stabil. Melihat permasalahan tersebut, maka diperlukan sebuah kendali *quadcopter* yang mampu terbang dengan stabil dan dapat mempertahankan ketinggian dan posisinya yaitu dengan salah satu sistem kendali yaitu *PID Controller* dengan input data dari sensor *gyroscope* dan *accelerometer* [4]. Pada penelitian ini dilakukan implementasi sensor *gyro* dan *accelerometer* dengan *CC3D Flight Controller* dan sistem kendali *PID* pada *quadcopter* untuk dapat memberikan respon cepat untuk kestabilan *quadcopter*.

II. METODE PENELITIAN

Quadcopter dapat terbang dengan adanya daya dorong yang dihasilkan oleh *propeller*, dengan adanya daya dorong ke atas maka motor yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan pada *propeller* dapat dikontrol menggunakan *CC3D flight controller*, tahapan penelitian ini menjelaskan perancangan sistem mekanik dan elektrik pada pengendalian *quadcopter*.

1. Analisis Sistem

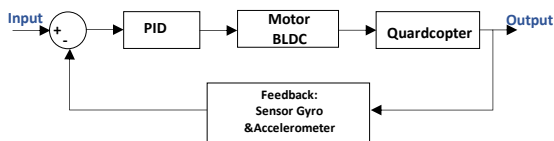
Quadcopter memiliki empat baling-baling penggerak yang diposisikan tegak lurus terhadap bidang datar, masing-masing pergerakan *propeller* menghasilkan daya angkat yang besar lebih dari seperempat berat keseluruhan *quadcopter* untuk terbang. Kecepatan *quadrotor* tergantung pada sendiri, untuk menghindari terjadinya momen putar pada *body*, arah putaran *propeller* pada setiap rotornya berbeda, terdapat 4 pergerakan yang dapat dilakukan oleh *quadcopter* yaitu gerak naik-turun, gerak *roll* (kanan-kiri), gerak *pitch* (depan-belakang) dan gerak *yaw* (berputar arah) [5].



Gambar 1. Pergerakan pada *Quadcopter* [5]

2. Sistem Kendali PID

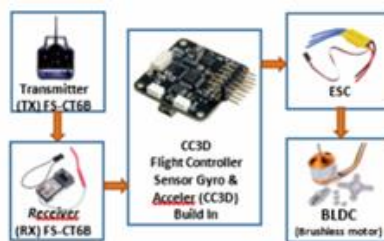
Sistem kendali *PID* yang diterapkan pada *quadcopter* dibutuhkan untuk memperbaiki pada tanggapan transien dan maupun tanggapan tunak [6].



Gambar 2. Sistem Kendali *PID* pada *Quadcopter* [7]

Pada Gambar 2 menjelaskan sistem kendali *PID* mengontrol kecepatan motor *BLDC quadcopter* untuk dapat menghasilkan kestabilan dari pengaruh error antara input dan output saat *quadcopter* di terbangkan serta menggerakkan pergerakan *roll, pitch, yaw* [7].

3. Perancangan Sistem *Quadcopter*



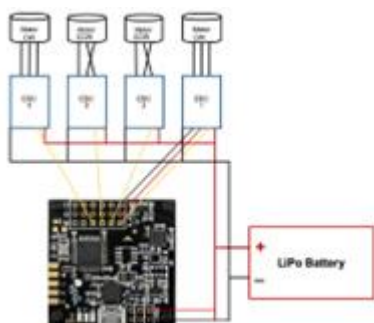
Gambar 3. Blok Diagram Perancangan Sistem *Quadcopter*

Pada blok diagram yang ditunjukkan Gambar 3 menjelaskan bahwa sinyal yang diintergrasikan oleh transmitter diterima oleh receiver, sinyal yang diterima oleh receiver

menjadi masukan ke CC3D *flight controller* yang mengubah data receiver menjadi *pulse microsecond* untuk menggerakkan motor *brushless*.

4. Konfigurasi Flight Controller

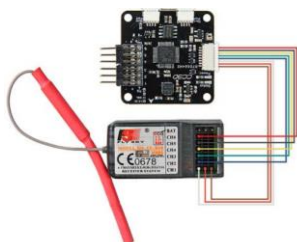
Modul CC3D *flight controller* diberikan tegangan yang sudah teregulasi sebesar 5VDC agar dapat aktif dan ESC mendapat nilai DC 11.1VDC dari baterai LiPo, pada port sinyal output CC3D disambungkan pada sinyal input ESC dan output ESC langsung menuju motor *brushless*.



Gambar 4. Konfigurasi *Flight Controller* terhadap ESC dan Motor *Brushless*

5. Konfigurasi Receiver dengan CC3D

Pada receiver (RX) FS-CT6B memiliki 6 channel atau 6 output dan 1 slot untuk tegangan dari baterai 5V.



Gambar 5. Konfigurasi pada receiver(RX)

6. Konfigurasi Transmitter (TX) FS-CT6B

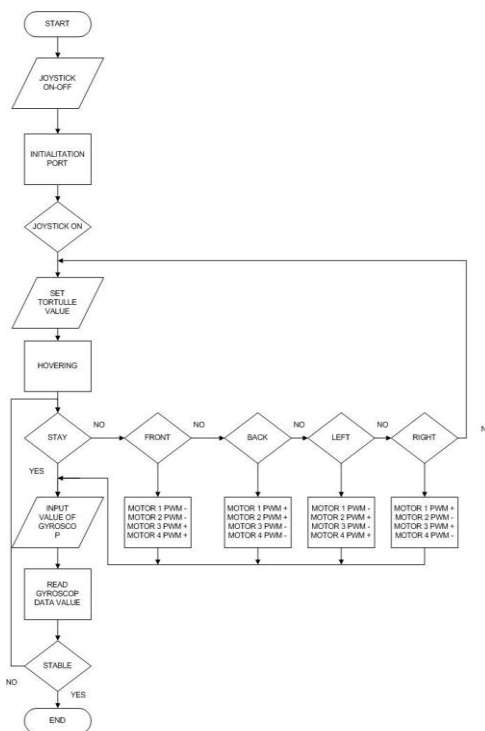
Pada *Transmitter* (TX) FS-CT6B memiliki 6 channel atau 6 Input, transmitter memancarkan sinyal yang akan diterima oleh RX. Pergerakan *quadcopter* dapat diarahkan oleh joystick *Transmitter* (TX) FS-CT6B dengan pergerakan *roll*, *pitch*, *yaw*



Gambar 6. Konfigurasi *Pitch*, *Roll* dan *Yaw* pada *Transmitter*

6. Algoritma Pemrograman *Quadcopter*

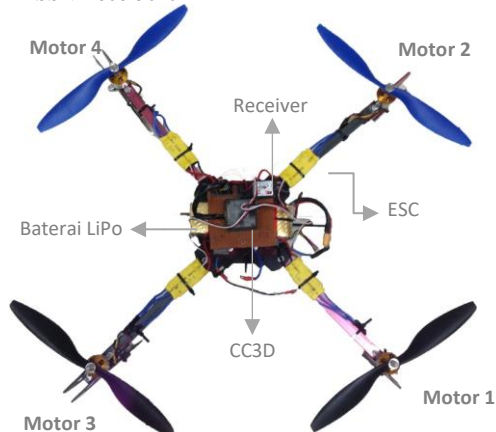
Secara garis besar, algoritma pemrograman dari *quadcopter* digambarkan pada diagram alir pada Gambar 7.



Gambar 7. Flowchart Algoritma *Quadcopter*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 8 menunjukkan hasil integrasi komponen pada *quadcopter* dengan motor *brushless* serta *propeller* yang terletak setiap di ujungnya. Pada bagian pusat *quadcopter* diletakkan baterai LiPo dan ESC serta CC3D *flight controller* untuk mendapatkan titik berat di satu titik pusat agar keseimbangan *quadcopter* stabil tidak terjadi gangguan fisik.



Gambar 8. Hasil Quadcopter terintegrasi CC3D flight controller

Proses pengujian pergerakan *pitch*, *roll* dan *yaw* pada *quadcopter* menggunakan CC3D flight controller ini untuk mengetahui setiap motor *brushless* dapat merespon cepat dapat memudahkan kendali dari *transmitter* terhadap *receiver* pada *quadcopter* maka diperlukan proses kalibrasi kecepatan motor. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur *tachometer* untuk mengukur kecepatan motor untuk pergerakan *pitch*, *roll* dan *yaw* pada *quadcopter*.

Data dari tabel 1 menunjukkan bahwa saat kondisi pergerakan *pitch*, *roll* dan *yaw* pada *quadcopter* dapat bergerak dengan baik yaitu sesuai dengan pergerakan *pitch*, *roll* dan *yaw*. Pada gerak *pitch* dengan kondisi maju, motor 1 berputar dengan kecepatan 10,602 rpm dan motor 2,3,4 berputar dengan putaran sama yaitu 3,618 rpm, sehingga *quadcopter* terdorong maju. Sebaliknya pada motor 4 berputar *propeller* dengan kecepatan 10,602 rpm dan motor 1,2,3 berputar sama sebesar 3,618 rpm, maka *quadcopter* mundur.

Pada pengujian pergerakan *roll* terjadi kondisi *quadcopter* bergerak ke kanan yaitu motor 1 dan 2 berputar bersamaan dengan putaran sebesar 11,021 rpm dan motor 3 dan 4 sebesar 6,034 rpm. Sebaliknya kondisi *quadcopter* bergerak ke kiri.

Pengujian pergerakan *yaw* pada *quadcopter* terjadi kondisi gerak putar mengarah ke kiri dan ke kanan saat motor 1 dan 4 bergerak dengan putaran sama yaitu

12,744 rpm lebih besar dari motor 2 dan 3 sebesar 9,850 rpm dan sebaliknya pada motor berputar sama dengan putaran motor 2 dan 3 lebih besar dari putaran motor 1 dan 4.

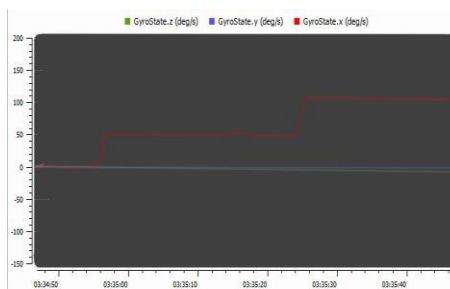
Tabel 1. Pengujian pergerakan *pitch*, *yaw* dan *roll*

Gerak	M1	M2	M3	M4	Kondisi
Pitch	10,602	3,618	3,618	3,618	Maju
	3,618	3,618	3,618	10,602	Mundur
Roll	11,021	11,021	6,034	6,034	Kanan
	6,034	6,034	11,021	11,021	Kiri
Yaw	12,744	9,850	9,850	12,744	Putar Kiri
	9,850	12,744	12,744	9,850	Putar Kanan

* Satuan kecepatan M1,M2,M3,M4: rpm

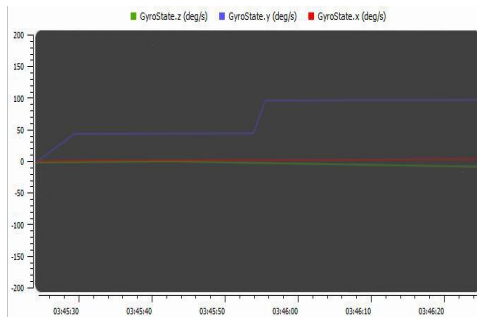
Pengujian sensor *gyro* menggunakan *software OpenPilot* bertujuan untuk mengetahui nilai perpindahan sudut *gyroscope* pada saat mengudara, nilai di integrasi menjadi diagram grafik pada modul *OpenPilot*. Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan CC3D pada *quadcopter* dengan perangkat PC.

Pada gambar 9 ditunjukkan hasil percobaan pergerakan grafik pada sumbu X *gyroscope* dapat dilihat dengan cara memiringkan posisi *quadcopter* sebesar 45° dan 90°.



Gambar 9. Pengujian sumbu X / roll sensor *gyroscope* menggunakan *software OpenPilot*

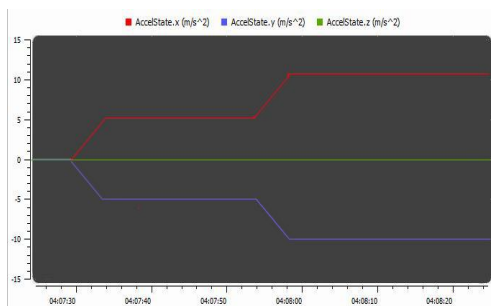
Pada gambar 10 hasil pengujian pergerakan grafik pada sumbu Y *gyroscope* dapat dilihat dengan cara memiringkan posisi *quadcopter* sebesar 45° dan 90°. Dari hasil pengujian sensor *gyroscope* dapat diketahui bahwa pembacaan sensor menggunakan satuan *deg/s (degree per second)* tidak terlalu sesuai dikarenakan adanya pembacaan error pada sensor yang belum di integrasi oleh PID, pembacaan sensor benar adanya dengan pergerakan sumbu X dan Y *gyroscope*.



Gambar 10. Pengujian sumbu Y /pitch sensor gyroscope menggunakan software OpenPilot

Pengujian sensor *accelerometer* pada *quadcopter* bertujuan untuk mengetahui nilai kecepatan perpindahan pada saat mendarat, nilai di intergrasi menjadi diagram grafik pada modul OpenPilot.

Percobaan *accelerometer* pada sumbu X dan Y pada *quadcopter* pada percobaan pergerakan grafik pada sumbu X dan Y *accelerometer* dapat dilihat dengan cara menggoyangkan 50 mm kedepan dan 50 mm kesamping kiri diamkan 3 detik dan dilanjutkan 50 mm kekiri dan 50 mm kedepan, dapat dilihat hasil pembacaan sensor sesuai dengan titik nol *quadcopter*.



Gambar 11. Pengujian accelerometer pada sumbu X dan Y sensor menggunakan software OpenPilot

Pada gambar 11 hasil pengujian sensor *Accelerometer* dapat diketahui bahwa pembacaan sensor menggunakan satuan m/s (*milli per second*) tidak terlalu sesuai dikarenakan adanya pembacaan error pada sensor yang belum di intergrasi oleh PID, pembacaan sensor benar adanya dan akurat

dengan pergerakan sumbu X dan Y *accelerometer*.

Pengujian PID dilakukan agar meminimalkan error pada hasil keluaran sensor dan di intergrasikan kepada *output* akhir yaitu motor.



Gambar 12. Pengaturan control PID pada software OpenPilot

Tabel 2. Pengujian untuk menentukan Kp,Ki dan Kd

KP	KD	KI	Hasil
0.00050	0.00000	0.000000	Sedikit mundur
0.00300	0.00000	0.000000	Sedikit mundur dan Bergetar
1.00000	0.00000	0.000000	Overshoot di awal
0.00300	0.00050	0.000000	Tidak terkendali dan respon lambat
0.00300	0.00300	0.000050	Terkendali, terpegaruh terhadap eksternal
0.00300	0.00400	0.000100	Terkendali, respon lambat
0.00300	0.00600	1.000000	Over control

Setelah melakukan percobaan pada sistem control PID maka hasil analisa dapat disimpulkan bahwa nilai KP yang berlebihan maka proses awal *hovering* akan tidak stabil, nilai Ki yang berlebihan akan menyebabkan *quadcopter* beresilasi pada saat *hovering*, nilai Kd yang berlebihan akan menyebabkan

pengontrolan *quadcopter* akan menjadi *over control* .

Beberapa percobaan pada sistem kendali PID untuk mendapatkan hasil yang stabil dengan ketinggian terbang 15 meter pada *quadcopter* dengan nilai $K_P = 0,0030$, nilai $K_I = 0,000050$ dan nilai $K_D = 0,0030$ dan terjadi tidak stabil akibat berpengaruh eksternal yaitu angin.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian perbedaan pengaturan berlebihan nilai *set point* PID pada *Quadcopter* mengalami ketidakstabilan saat terbang dikarenakan output kecepatan pada 4 motor tidak mampu seimbang. *Quadcopter* mampu terbang stabil dengan nilai $K_P = 0,0030$, nilai $K_I = 0,000050$ dan nilai $K_D = 0,0030$ yang diproses kedalam *CC3D Flight Controller* serta pembacaan *feedback error* sensor sangat baik sesuai dengan derajat asli kemiringan dan kecepatan sensor.

Pengembangan penelitian pada sistem *quadcopter* ini yaitu dapat menjaga posisi ketinggian sesuai yang diinginkan yaitu *altitude hold* serta stabil terhadap pengaruh eksternal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S.Saffanah, K.Wijayanto and A.R.A Tahtawi, "Sistem Kendali Kestabilan *Quadcopter* Dengan Navigasi Manual Berbasis Kendali PID", Vol. 2, pp. 93-98, 2020.
- [2] R.Zaenudin, I.M.B. Suksmadana and G.R. Wiriasto, "Implementasi dan Perancangan Sistem Kendali Posisi Ketinggian (*Altitude*) *Quadcopter* Berbasis *Arduino Uno R3*", Vol. 7, No. 1, 2020
- [3] M.J. Caesariano, E. Setiawan, H. Fitriyah, " Sistem Kendali Pitch, Roll dan Ketinggian *Quadcopter* Dengan Isyarat Tangan Menggunakan Kalman Filter", *industri* , vol. 6, no. 1, 2022.
- [4] A. Hanifullah, I.A. Bangsa, A. Stefanie, "Implementasi *Quadcopter* Pembawa Arm Robot Pembersih Kaca Jendela Gedung Bertingkat" , vol. 9, no. 2, 2020.
- [5] Khumairowati and B. Yulianti, "Analisis Motor Pada *Quadcopter*" , vol. 8, no. 2, 2016.
- [6] C. L. Phillips, R. D. Harbor, *Sistem Kontrol: Dasar-dasar Feedback Control System*, Jakarta: Prenhallindo, 1996.
- [7] A. Mulyadi, Wijono, B. Siswojo," Desain Simulasi Sistem Kontrol PID Pada Pengendalian Kecepatan Motor Penggerak *Quadcopter*", Vol. 22, No. 4, 2022.