

# Desain dan Implementasi Kendali Posisi pada Quadcopter

1<sup>st</sup> Farhan Gema Mahardika

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

farhangm@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Muhammad Ridho Rosa

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

mridhorosa@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Muh. Zakiyullah Romdlony

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

zakiyullah@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**—Mempertahankan posisi pada saat terbang di udara menjadi hal yang sangat penting dalam mengendalikan UAV, dengan mengandalkan data posisi yang dikirimkan dari *Global Positioning System* (GPS) maka UAV dapat mempertahankan posisi pada saat terbang di udara. Pada penelitian kali ini, penulis berhasil membuat *flight controller* yang dapat mempertahankan posisi quadcopter pada *setpoint* tertentu menggunakan mikrokontroler STM32F103C8T6 yang dikombinasikan dengan sensor IMU yang berfungsi untuk *stabilize mode*, sensor barometer yang berfungsi untuk *altitude hold mode*, kemudian terdapat juga sensor kompas yang berfungsi untuk memberikan informasi heading terhadap kutub utara, selatan, barat, atau timur, dan yang terakhir sensor GPS yang berfungsi untuk membaca nilai *longitude* dan *latitude*. Penulis menggunakan pengendali PID dalam merancang *quadcopter* yang dapat mempertahankan posisi dengan bantuan GPS. Dilakukan beberapa percobaan dengan gangguan maupun tidak, hasil yang didapatkan dengan menggunakan  $K_p=3,0$ ;  $K_d=7,5$  sistem dapat kembali ke titik setpoint dengan gangguan maupun tanpa gangguan dalam waktu 30 detik. Jika ditambahkan  $K_i$ , sistem mengalami presentase *error* 46% jika ditinjau dengan grafik jarak.

**Kata kunci**—UAV, modul GPS, *quadcopter*

## I. PENDAHULUAN

Pada UAV dibutuhkan kestabilan pada saat terbang di udara. Stabilitas merupakan sebuah kemampuan untuk terbang dan kembali ke posisi tertentu. Dalam kondisi tertentu pesawat juga dapat mengalami keadaan yang stabil dan tidak stabil. Quadcopter adalah salah satu jenis bentuk robot tanpa awak yang memiliki 4 buah rotor sebagai penggerak propeller yang menghasilkan gaya angkat ke atas. Quadcopter dapat melakukan take off dan landing tegak lurus terhadap permukaan sehingga dapat dilakukan pada tempat yang sempit [1].

Penulis akan menggunakan *flight controller* berbasis pada mikrokontroler STM32F103 yang dipadukan dengan sensor IMU yang berfungsi untuk mengendalikan pergerakan pitch, roll, dan yaw. Ketika berada pada *stabilize mode*, kemudian penulis juga menambahkan sensor barometer yang berfungsi untuk mengendalikan ketinggian ketika berada pada *altitude hold*, dan *modul* GPS yang berfungsi sebagai pembacaan nilai *longitude* dan *latitude*, nantinya nilai *longitude* dan *latitude* yang dibaca oleh pembacaan sensor GPS ini akan digunakan sebagai acuan untuk memasuki mode *position hold* yang menjadi fokus dari Tugas Akhir penulis. Hasil dari penelitian dapat menjadi landasan dalam pengembangan *flight controller* menggunakan mikrokontroler STM32F103, serta penambahan fitur-fitur lain, selain itu juga dapat mengurangi ketergantungan dalam menggunakan *flight controller* yang sudah jadi di pasaran.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Quadcopter

*Quadcopter* memiliki konfigurasi empat buah rotor yang berfungsi sebagai penggerak *propeler* yang akan menghasilkan gaya angkat. *Quadcopter* juga dapat melakukan *take-off* dan *landing* secara vertikal, atau yang biasa disebut dengan *Vertical Take-off and Landing* (VTOL) [2].

*Quadcopter* diklasifikasikan sebagai *rotorcraft*, karena daya angkat nya dipengaruhi oleh empat buah rotor. Penggunaan dari empat buah rotor sendiri mengakibatkan berkurangnya energi kinetik yang dihasilkan selama *quadcopter* dalam keadaan terbang di udara, karena energi kinetik dipengaruhi oleh massa dari rotor dan kecepatan rotor. Bentuk rotor dari *quadcopter* sendiri berbentuk lebih kecil jika dibandingkan dengan *helicopter*, hal tersebut akan menyebabkan berkurangnya resiko kerusakan yang disebabkan propeller mengenai obyek tertentu [2].

### B. Flight Controller

Quadcopter memerlukan sebuah komponen yang dapat digunakan untuk mengendalikan pergerakan dan posisi *quadcopter* pada saat terbang di udara. *Flight Controller* menjadi salah satu hal penting dalam merancang sebuah *quadcopter* agar dapat bergerak sesuai dengan keinginan pengguna. Komponen ini berbentuk sebuah papan sirkuit kecil yang mengatur fungsi *quadcopter* dan terintegrasi oleh berbagai jenis sensor dan *aktuator* [3].

*Flight Controller* juga berfungsi sebagai pemroses pengiriman data dari telemetri pada *Ground Control Station* (GCS) dengan telemetri yang dipasang pada *quadcopter*, dan komunikasi antara pengguna dan penerima yang ada pada sistem *quadcopter*. FC memiliki beberapa komponen penunjang, yaitu:

#### 1. Sensor Barometer

Sensor ini digunakan untuk mengetahui tekanan udara pada saat UAV terbang di udara. Cara kerja sensor ini dengan mengukur tekanan di udara berdasarkan ketinggian [3].

#### 2. Sensor IMU (Inertial Measurement Unit)

Pada sensor ini berfungsi untuk menghitung dan mengirimkan data perubahan sikap pada UAV. Cara kerja dari sensor ini adalah dengan mendeteksi tingkat percepatan serta perubahan variabel rotasi, termasuk *pitch*, *roll*, dan *yaw*. IMU merupakan kombinasi dari beberapa sensor seperti *gyroscope* dan *accelerometer* [4].

#### 3. Modul GPS (*Global Positioning System*)

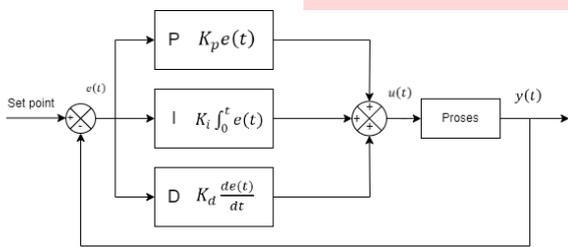
Pada modul ini berfungsi untuk mendapatkan informasi *longitude*, *latitude*. Sistem ini menggunakan bantuan beberapa satelit untuk mengirimkan sinyal mikro ke penerima [5].

#### 4. Sensor Kompas

Sensor kompas merupakan sensor yang dapat membaca arah, mengukur medan magnet. Penulis menggunakan sensor kompas HMC5883L, sensor ini didesain untuk membaca medan magnet yang cocok jika digabungkan ke sistem quadcopter sebagai penunjuk arah. [15].

C. Kendali PID

Kendali PID (Proportional, Integral, Derifatif) merupakan sebuah sistem kontroler yang digunakan untuk menentukan presisi suatu sistem dengan adanya feedback pada sistem tersebut. Komponen PID mencakup proporsional, integral, dan turunan. Elemen P, I, dan D, bertujuan untuk mempercepat respon suatu sistem, menghilangkan latensi, dan menghasilkan perubahan awal yang besar. Karakteristik dari kendali PID sangat dipengaruhi oleh ketiga elemen P, I, dan D. Pengaturan nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  akan menghasilkan keluaran yang berbeda ketika salah satu dari ketiga konstanta tersebut ditonjolkan [2].



Persamaan kendali PID dalam domain waktu (t) adalah:

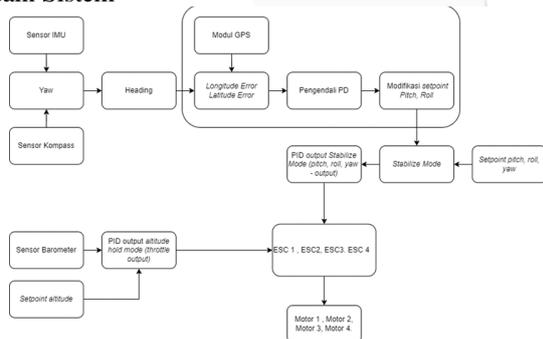
$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

atau dalam domain waktu (s) adalah:

$$U(s) = K_p E(s) + K_i \frac{1}{s} E(s) + K_d s E(s) \quad (2)$$

III. METODE

A. Desain Sistem

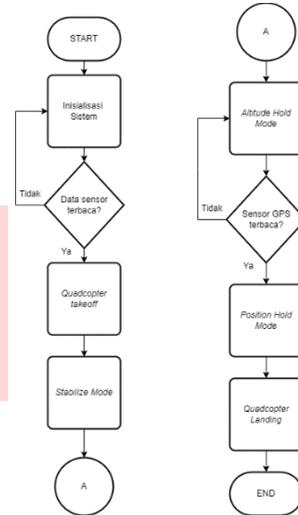


GAMBAR 2 (Desain Sistem)

Merupakan desain keseluruhan sistem pada quadcopter, dalam hal mengendalikan posisi agar dapat hover pada titik setpoint dibutuhkan beberapa kombinasi sensor seperti barometer sebagai pengendali throttle agar sistem dapat mempertahankan ketinggian dengan baik, kemudian juga dipadukan dengan sensor kompas dan sensor IMU yang digunakan untuk mendapatkan heading untuk mengkoreksi orientasi pada saat sistem menghadap ke utara, selatan, barat, atau timur. Kemudian heading tersebut dikalkulasikan untuk menghitung *longitude*, dan *latitude error* antara *setpoint*

dengan posisi pembacaan GPS. Pembacaan selanjut nya diteruskan ke modifikasi pada PID *setpoint base* yang berguna untuk mendapatkan nilai *error PID stabilize*, dan diteruskan kedalam pengendalian ESC (*Electronic Speed Controll*). Dalam pengendalian ESC, nilai dari *throttle* didapatkan dari pembacaan PID *altitude hold mode* dengan bantuan sensor barometer.

B. Diagram Alir Sistem



GAMBAR 3 (Diagram Alir Sistem)

Pada diagram alir sistem diawali dengan inialisasi sistem quadcopter dengan tujuan untuk melihat apakah semua sensor sudah terbaca dengan benar atau belum, jika terjadi error maka quadcopter tidak dapat diterbangkan, dan harus dilakukan inialisasi ulang, jika tidak terjadi error maka quadcopter siap diterbangkan dengan stabilize mode, kemudian masuk ke altitude hold mode, jika GPS terbaca dengan baik maka dapat masuk ke position hold mode.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Alat



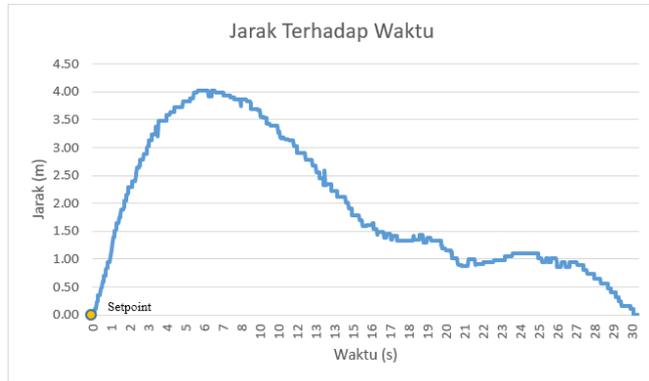
GAMBAR 4 Realisasi Alat

Pada gambar 4 menunjukkan realisasi dari alat yang telah dirancang. Sistem yang dirancang menggunakan frame DJI F450 dengan diameter 45cm dan tinggi 25cm, baterai 11.1v

4200mAh, kemudian terdapat empat buah motor dengan spesifikasi 1000kv, dan menggunakan ESC 30A.

### B. Hasil Pengujian Tanpa Gangguan

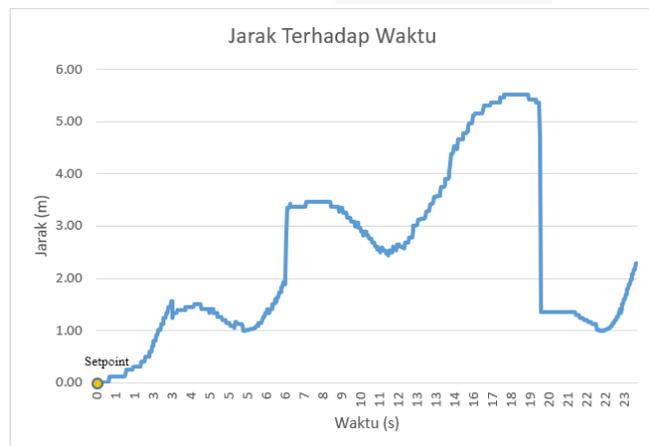
Dilakukan pengujian dengan menggunakan dua kondisi, yaitu dengan gangguan dan tanpa gangguan, didapatkan hasil sebagai berikut:



GAMBAR 5

(Grafik Jarak pada  $K_p = 3,0$ ;  $K_d = 7.5$  Tanpa Gangguan)

Pada Gambar 5 dapat dilihat grafik jarak terhadap waktu yang ditempuh oleh sistem *quadcopter*, sistem mengalami *drifting* sejauh 4meter akibat pengaruh angin yang cukup kencang, namun berhasil kembali ke titik *setpoint* dalam waktu 30 detik.



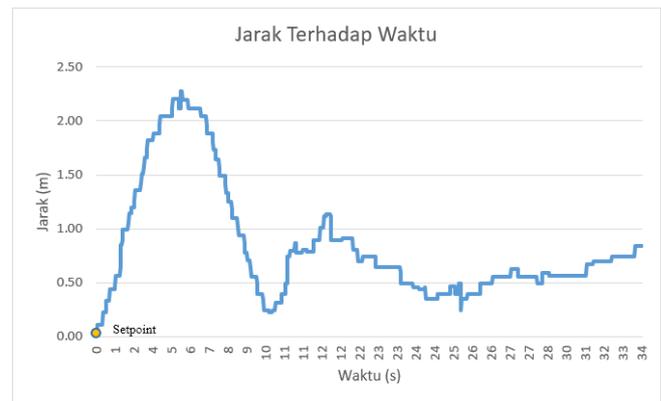
GAMBAR 6

(Grafik Jarak pada  $K_p$  3,0  $K_i$  0,01  $K_d$  7,5)

Dilakukan pengujian dengan menambahkan penguat  $K_i$  senilai 0,01, hasil yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 6, sistem mengalami ketidakstabilan dan tidak dapat mempertahankan posisi.

### C. Hasil Pengujian Dengan Gangguan

Kemudian dilakukan pengujian dengan menggunakan gangguan eksternal dengan penarikan pada *frame* sistem dengan menggunakan tali.



GAMBAR 7

(Grafik Jarak pada  $K_p = 3,0$ ;  $K_d = 7.5$  Dengan Gangguan)

Pada Gambar 7 dapat dilihat grafik jarak terhadap waktu dengan sistem diberi gangguan eksternal, sistem ditarik sejauh 2meter kemudian dilepaskan kembali, kemudian diberikan gangguan kembali sejauh 1meter pada titik *setpoint*, ketika dilepas sistem dapat kembali ke awal penarikan, dan terbang pada *range* jarak 0.50 meter hingga 1 meter dari titik *setpoint*.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang dilakukan, sistem dapat mempertahankan posisi tanpa gangguan dan dapat kembali pada titik *setpoint* dalam waktu 30 detik dengan nilai  $K_p = 3,0$ ;  $K_d = 7.5$ , kemudian jika diberikan gangguan dengan nilai yang sama, sistem juga dapat kembali ke radius jarak 1meter dari titik *setpoint*. Penambahan penguat  $K_i$  menjadikan sistem *quadcopter* menjadi tidak stabil.

## REFERENSI

- [1] Priambodo, A.S., Astrowulan, K. and Susila, J., 2012. "Perancangan dan Implementasi Sistem Kendali PID untuk Pengendalian Gerakan Hover pada UAV Quadcopter."
- [2] ADIWIJAYA, W., 2016. Penunjuk Arah Kiblat Berbasis Arduino Nano Dengan Menggunakan Sensor Kompas Hmc5883l (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).
- [3] Jack Brown, "QUADCOPTER FLIGHT CONTROLLERS: THE PROCESS BEHIND EVERY QUADCOPTER," Drone Lab. <https://www.mydronelab.com/accessories/quadcopter-flight-controller.html> (accessed Dec. 16, 2021).
- [4] Suryanti, D.I., 2017. "Inertial Measurement Unit (IMU) Pada Sistem Pengendali Satelit. Media Dirgantara," 12(2).
- [5] Alfeno, S. and Devi, R.E.C., 2017. "Implementasi Global Positioning System (GPS) dan Location Based Service (LSB) pada Sistem Informasi Kereta Api untuk Wilayah Jabodetabek." Jurnal Sisfotek Global, 7(2).

- [6] Pamungkas, C.A., 2019. "Aplikasi penghitung jarak koordinat berdasarkan latitude dan longitude dengan metode euclidean distance dan metode haversine." Jurnal Informa: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, 5(2), pp.8-13.
- [7] Maarif, A., Puriyanto, R.D. and Hasan, F.R.T., 2020. "Robot Keseimbangan Dengan Kendali Proporsional-Integral-Derivatif (PID) dan Kalman Filter." IT Journal Research and Development, 4(2).

