

Stabilisasi Kendaraan Tanpa Awak Jenis Propeller Menggunakan Metode Pengontrol Derivatif Integral

Stabilization Of Propeller Type Unmanned Vehicles Using Method Of Integral Derivative Control

1st Abdan Fahrurrozi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
abdanfahrurrozi@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Agung Surya Wibowo
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
agungsw@telkomuniversity.ac.id

3rd Erwin Susanto
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
erwinelektro@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) adalah pesawat udara tanpa awak yang mempunyai banyak fungsi salah satu nya dapat digunakan untuk memfoto, merekam, memantau dan meliputi suatu objek dari udara menggunakan kamera yang terpasang pada pesawat. Permasalahan pada multirotor yaitu dalam stabilitas pada saat beban di multirotor tidak seimbang akan mempengaruhi stabilitas UAV dan dapat menimbulkan jatuhnya UAV saat diudara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang multirotor (dua propeller) skala prototipe dan mengatur kecepatan motor agar tetap stabil dengan penggunaan kontroler PID. Parameter K_p , K_d , K_i yang menjadi komponen PID harus memiliki nilai yang sesuai agar bisa menghasilkan keluaran yang optimal. Pada Penelitian ini telah dibuat sistem dengan stabil menyeimbangkan propeller pada UAV dengan error state yang relatif kecil. Pada penelitian ini UAV hanya menggunakan 2 motor, dan di stabilisasi menggunakan Gyroscope melalui PID yaitu Proportional Integral Derivative. Nilai dari PID didapatkan dengan manual dengan nilai $K_p = 430,05$, $K_d = 72,09$, dan $K_i = 0$.

Kata Kunci : UAV, propeller, proportional integral derivative

I. PENDAHULUAN

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) didefinisikan sebagai pesawat tanpa awak. UAV banyak mendapatkan perhatian dari berbagai

Abstract

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) is an unmanned aerial vehicle that has many functions, one of which can be used to photograph, record, monitor and cover an object from the air using a camera mounted on the aircraft. The problem with multirotor is that in stability when the load in the multirotor is not balanced will affect the stability of the UAV and can cause the fall of the UAV in the air. The aim of the study was to design a prototype-scale multirotor (two propellers) and set the speed of the motor to stay balanced with the use of a PID controller. Parameters K_p , K_d , K_i which are components of PID must have the appropriate value in order to produce optimal output. In this research has been made a system with a stable balancing propeller on UAVs with a relatively small error state. In this study, the UAV only uses 2 motors, and is stabilized using a Gyroscope through PID i.e. Proportional Integral Derivative. The value of PID is obtained manually with the value of $K_p = 430.05$, $K_d = 72.09$, and $K_i = 0$.

Keywords: UAV, propeller, proportional integral derivative

kalangan pada saat ini, karena dapat menggantikan peranan pilot manusia sebagai sistem kendalinya. Perkembangan kontrol otomatis membuat pesawat sasaran tembak yang sederhana mampu berubah menjadi pesawat tanpa

awak yang kompleks dan rumit [1]. Proses kontrol pesawat sepenuhnya dilakukan oleh sistem autopilot dengan mengacu pada parameter-parameter yang telah ditentukan oleh pengguna sebelum terbang. Pada pesawat tanpa awak juga dibutuhkan kestabilan pada saat di udara. Stabilitas pesawat adalah kemampuan untuk kembali ke posisi tertentu dalam suatu penerbangan [2]. Berbagai bentuk UAV telah dirancang dan salah satunya adalah *Propeller* [3]. Permasalahan pada Multirotor adalah kestabilan terbang pada saat beban pada multirotor tidak berada pada posisi seimbang sehingga dapat berpengaruh pada kestabilan multirotor yang dapat menyebabkan crash multirotor saat berada di udara. Pada penelitian ini diharapkan dapat memperbaiki respon dari hasil penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan. Propeller mampu terbang dan mendarat secara otomatis dari satu titik ke titik lainnya dan deteksi kemiringan sudut Propeller dilakukan dengan menggunakan sensor gyroscope, accelerometer dan magnetometer serta terdapat 4 buah pengontrol PID yakni pengontrol PID roll, pengontrol PID pitch, pengontrol PID yaw dan pengontrol PID ketinggian [4].

II. KAJIAN TEORI

a. Propeller

Propeller memiliki sistem gerak Propeller memiliki dua baling – baling penggerak yang diposisikan tegak lurus terhadap bidang latar. Masing – masing rotor (baling – baling dan motor penggeraknya) menghasilkan daya angkat dan memiliki jarak yang sama terhadap pusat massa pesawat [5].



Gambar 2.1 Sistem Gerak UAV pada 2 motor propeller

Pada Gambar 2.1 UAV dual motor propeller atau Twinrotor adalah jenis kopter yang digerakkan oleh dua rotor. Pisau-pisau berputar dalam arah yang berlawanan dan rotor ekor tidak diperlukan untuk melawan bertindak angular momentum baling-baling. Sebagai sistem

dinamik yang digabungkan, dengan mengubah kecepatan motor, posisi juga berubah. Sistem ini digerakkan dan sangat dinamis tidak stabil [6].

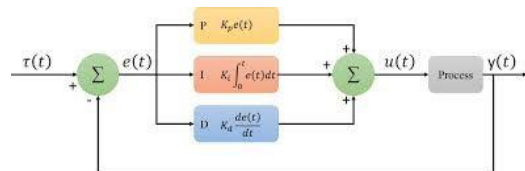
b. Sensor IMU MPU-5060 (Gyroscope – Accelerometer)

IMU (Inertial Measurement Unit) merupakan sebuah perangkat elektronika yang mampu mengukur dan melaporkan kecepatan, orientasi, dan gaya gravitasi menggunakan kombinasi dari accelerometer dan gyroscope. GY-521 MPU-6050 adalah sebuah modul berinti MPU-6050 yang merupakan 6 axis Motion Processing Unit dengan penambahan regulator tegangan dan beberapa komponen pelengkap lainnya yang membuat modul ini siap dipakai dengan tegangan supply sebesar 3- 5V DC [7].

Accelerometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran (vibrasi), dan mengukur percepatan akibat gravitasi (inklinasi).

c. PID Control

PID Control ini telah digunakan untuk menstabilkan sikap quadrotor di sekitar posisi hover. Kontroler dirancang dengan model linierisasi dari quadrotor pada titik hover trim. Pengontrol dikembangkan dengan menggunakan model Simulink nonlinier dan diverifikasi pada sistem fisik. Pengontrol yang dihasilkan mampu menstabilkan sistem fisik dalam waktu tiga detik. Linearitas pada pengontrol membatasi penggunaannya hanya di sekitar titik keseimbangan hover. Gangguan yang kuat dari posisi ini menyebabkan hilangnya kendali. Kontrol PID digunakan untuk mengontrol sikap, ketinggian dan posisi.



Gambar 2.2 Blok diagram PID

Karakteristik kontroler proposional :

1. Jika nilai K_p kecil, kontroler proporsional hanya mampu melakukan koreksi kesalahan yang kecil, sehingga akan menghasilkan respon sistem yang lambat.
2. Jika nilai K_p dinaikkan, respon sistem menunjukkan semakin cepat mencapai keadaan mantapnya (steady state).
3. Jika nilai K_p diperbesar sehingga mencapai harga yang berlebihan, akan mengakibatkan sistem bekerja tidak stabil, atau respon sistem akan berisolasi.

Karakteristik kontroler integral :

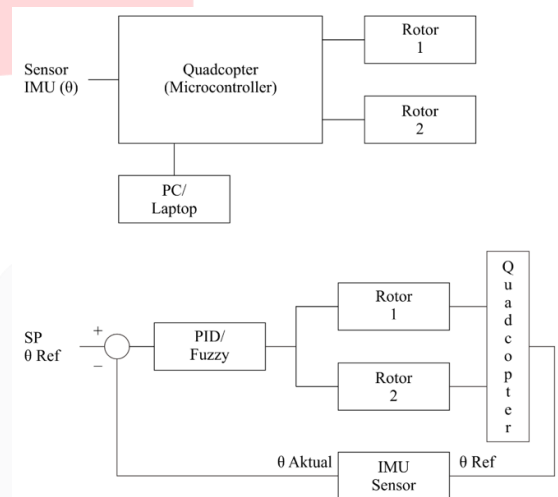
1. Keluaran kontroler membutuhkan selang waktu tertentu, sehingga kontroler integral cenderung memperlambat respon.
2. Ketika sinyal kesalahan berharga nol, keluaran kontroler akan bertahan pada nilai sebelumnya.
3. Jika sinyal kesalahan tidak berharga nol, keluaran akan menunjukkan kenaikan atau penurunan yang dipengaruhi oleh besarnya sinyal kesalahan dan nilai K_i .
4. Konstanta integral K_i yang berharga besar akan mempercepat hilangnya offset. Tetapi semakin besar nilai konstanta K_i akan mengakibatkan peningkatan osilasi dari sinyal keluaran kontroler.

Kontrol derivative memiliki karakteristik :

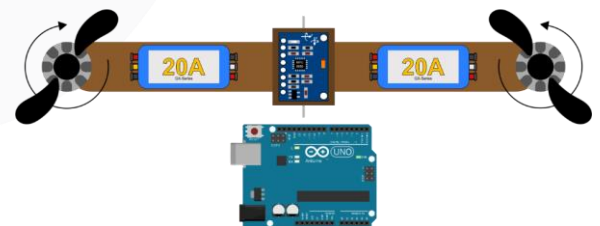
1. Kontroler ini tidak dapat menghasilkan keluaran bila tidak ada perubahan pada masukannya (berupa sinyal kesalahan).
2. Jika sinyal kesalahan berubah terhadap waktu, maka keluaran yang dihasilkan kontroler tergantung pada nilai K_d dan laju perubahan sinyal kesalahan.
3. Kontroler derivative mempunyai suatu karakter untuk mendahului, sehingga kontroler ini dapat menghasilkan koreksi yang signifikan sebelum pembangkit kesalahan menjadi sangat besar. Jadi kontroler derivative dapat mengantisipasi pembangkit kesalahan, memberikan aksi yang bersifat korektif, dan cenderung meningkatkan stabilitas sistem [8].

III. METODE

Sistem ini dirancang untuk dapat menstabilkan Brushless motor 1 Axis atau motor penggerak. PID dimanfaatkan sebagai system untuk menstabilkan motor UAV. Pengontrol Derivatif Integral Proporsional. Terdapat sistem kontrol untuk mengendalikan kecepatan motor pada bagian sisi . Sistem ini bekerja untuk mensuplai aliran listrik yang diperlukan pada jaringan. Model perangkat keras terdiri dari papan pengontrol penerbangan, Electronic Speed Controller (ESC), motor BLDC dan baling-baling.



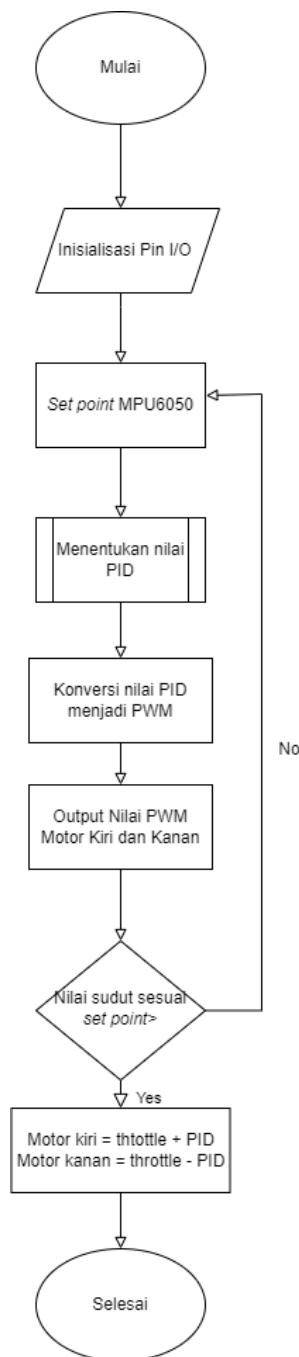
Gambar 3. 1 Diagram Blok



Gambar 3. 2 Desain Perangkat

MPU-6050 menghasilkan data angle sudut, max dan min, maximal yang dimana adalah 45° dan minimal -45° , lalu di MPU-6050 terdapat datasheet yang akan menginformasikan nilai

maksimal dan minimalnya, seperti halnya -20° sampai 20° , jadi di desain seperti alat pompa dikarenakan jika sudut 45° akan terlalu curam. Fungsi PID yang dipakai pada penelitian ini adalah untuk bekerja menyelaraskan motor dua yaitu, ketika motor kiri lebih cepat maka motor kanan akan berkurang yang mengartikan bahwa posisi sudut akan bertambah ke arah kanan.

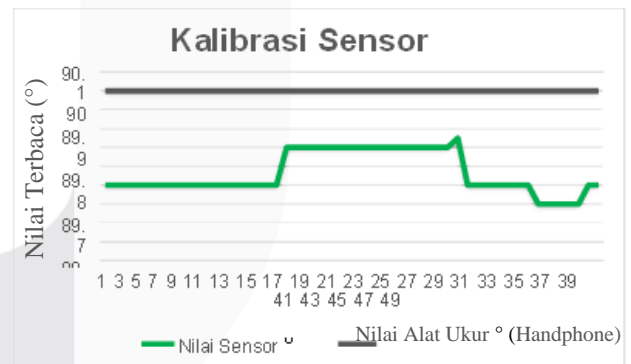


Gambar 3. 5 Diagram Alir Sistem

Alur dari *flowchart* dapat dijelaskan sebagai berikut:

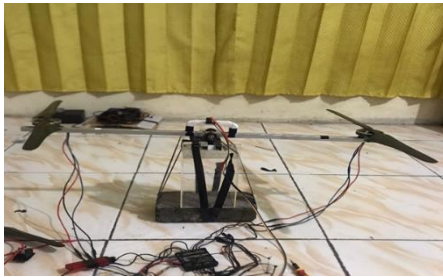
1. Sistem diawali dengan inisialisasi pin untuk menentukan pin input dan pin output
2. Pembacaan sudut MPU6050 dan menentukan sudut *set point* yang sudah ditentukan
3. Menentukan nilai K_p , K_d dan K_i
4. Hasil perhitungan PID dikonversi menjadi nilai PWM untuk menjadi output pada pergerakan motor *brushless*
5. Ketika sudut sesuai dengan *set point* maka PWM motor kiri dan PWM motor kanan akan seimbang
6. Ketika sudut tidak sesuai akan *looping* dan kembali pada sudut *set point*
7. Selesai

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



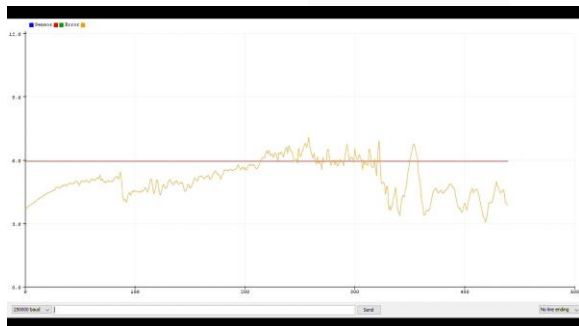
Gambar 4.1 Grafik Kalibrasi Sensor MPU6050 dan Alat Ukur

Gambar 4.1 merupakan grafik dari hasil nilai MPU6050 pada serial monitor yang dibandingkan dengan alat ukur berupa menggunakan aplikasi pada *handphone*. Grafik hijau merupakan nilai dari hasil sensor MPU6050 dimana sensor dalam keadaan tegak. Grafik hitam merupakan hasil alat ukur pada aplikasi *handphone* sebagai pembanding untuk pengujian kalibrasi sensor. Dengan grafik tersebut dan dihasilkan nilai error (%) senilai 1% atau akurasi sensor MPU6050 dengan nilai 99%.



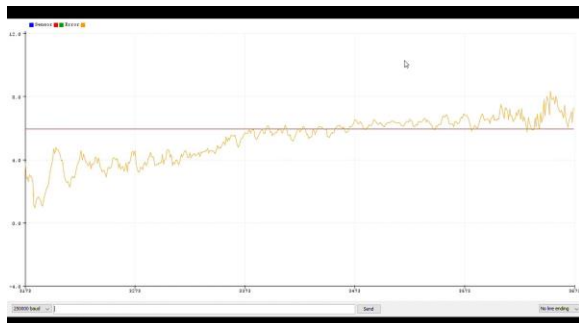
Gambar 4.2 Gambar Pengujian saat Alat Setimbang

Gambar 4.2 merupakan kondisi saat alat posisi setimbang, penulis mengamati ketika posisi setimbang nilai derajat pada sensor MPU yang berada serial monitor. Nilai ini digunakan untuk *set point* ketika menentukan parameter PID seperti K_p , K_d , K_i . Dengan menentukan tempat dan posisi yang setimbang harus tetap, tidak boleh berubah ubah. Percobaan yang dilakukan hanya dua kali karena kebutuhan nilai setimbang akan digunakan seterusnya dan didapatkan 5.8 untuk *set point*.



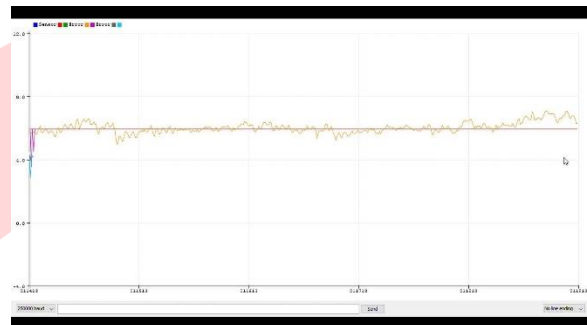
Gambar 4.2 Hasil Respon Kp dengan nilai 200

Gambar 4.2 merupakan hasil pada pengujian dengan K_p bernilai 200 K_d 0 dan K_i 0 dengan waktu 30 detik dengan sudut *set point* sebesar 5,84. Pada pengujian ini didapatkan hasil *error steady state* dengan nilai 15,59895%.



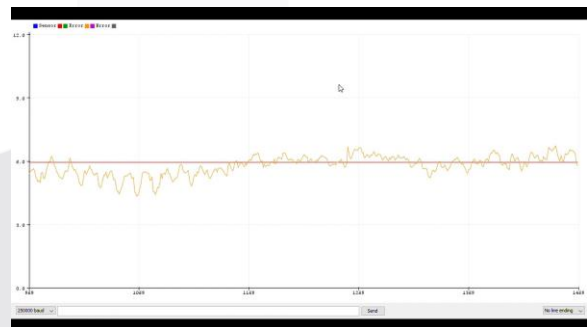
Gambar 4.3 Hasil Respon Kp dengan nilai 100

Gambar 4.3 merupakan hasil pada pengujian dengan K_p bernilai 100 K_d 0 dan K_i 0 dengan waktu 30 detik dengan sudut *set point* sebesar 5,84. Pada pengujian ini didapatkan hasil *error steady state* dengan nilai 4,40732%.



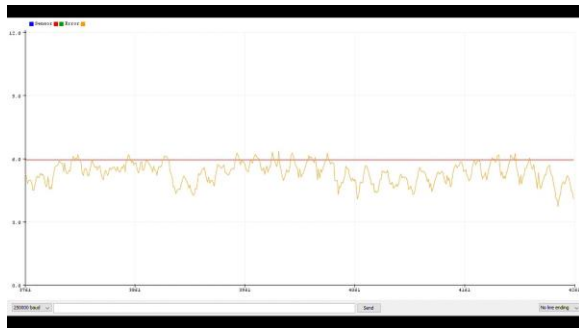
Gambar 4.4 Hasil Respon Kp dengan nilai 430,05

Gambar 4.4 merupakan hasil pada pengujian dengan K_p bernilai 430,05 K_d 0 dan K_i 0 dengan waktu 30 detik dengan sudut *set point* sebesar 5,84. Pada pengujian ini didapatkan hasil *error steady state* dengan nilai 0,418501%.



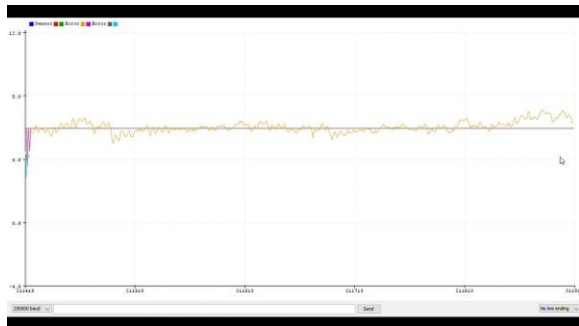
Gambar 4.5 Hasil Respon Kd dengan nilai 200

Gambar 4.5 merupakan hasil pada pengujian dengan K_p bernilai 430,05 K_d 200 dan K_i 0 dengan waktu 30 detik dengan sudut *set point* sebesar 5,84. Pada pengujian ini didapatkan hasil *error steady state* dengan nilai 3,315277%.



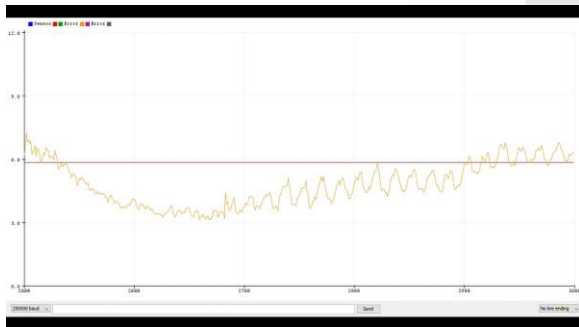
Gambar 4.6 Hasil Respon Kd dengan nilai 20

Gambar 4.6 merupakan hasil pada pengujian dengan Kd bernilai 430,05 Kd 20 dan Ki 0 dengan waktu 30 detik dengan sudut *set point* sebesar 5,84. Pada pengujian ini didapatkan hasil *error steady state* dengan nilai 15,83397%.



Gambar 4.7 Hasil Respon Kd dengan nilai 72,9

Gambar 4.7 merupakan hasil pada pengujian dengan Kp bernilai 430,05 Kd 72,9 dan Ki 0 dengan waktu 30 detik dengan sudut *set point* sebesar 5,84. Pada pengujian ini didapatkan hasil *error steady state* yang relatif kecil dengan nilai 4,96945%.



Gambar 4.8 Hasil Respon Terhadap Gangguan

Gambar 4.8 merupakan kondisi ketika alat saat diberikan gangguan. Dapat diamati ketika diberikan gangguan alat dapat memberikan respon untuk mempertahankan pada nilai sudut *set point* yang sudah ditentukan yaitu 5,84. Pada pengujian ini didapatkan hasil *error steady state* yang relatif kecil dengan nilai 7,48809%.

V. KESIMPULAN

Metode kontrol PID berhasil menstabilkan *propeller* pada UAV dengan *error steady state* 0,4 %. Dengan menerapkan metode PID pada UAV, sistem kendali PID yang diterapkan pada kendaraan tanpa awak dua *propeller* dengan nilai parameter PID Kp = 430,05, Kd = 72,05, dan Ki = 0.

REFERENSI

- [1] P. Fidiantoro, "Pengaplikasian Sensor Akselerometer Dan Giroskop Dalam Stabilisasi Robot Terbang 4 Baling – Baling (Quadcopter) Laporan," Politek. Negeri Sriwij., Vol. 53, No. 9, Pp. 1689–1699, 2013.
- [2] A. Dharmawan And I. N. Firdaus, "Purwarupa Sistem Otomasi Terbang Landas Dan Mendarat Quadcopter," Ijeis - Indones. J. Electron. Instrum. Syst., Vol. 2, No. 1, Pp. 87–96, 2012.
- [3] A. A. Erino, "Pencarian Rute Optimum Pada Kebakaran Area Pemukiman Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization," 1945.
- [4] A. Nari, "Analisis Perbandingan Pengendali Smc Dan Hybrid Smc-Fuzzy Untuk Mengendalikan Posisi Hover Quadcopter Pada Sudut Yaw," Univ. Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru, Vol. 2, No. 1, Pp. 41–49, 2010.
- [5] Wicaksono, Hendi. 2013. Self Stabilizing 1 Axis QuadCopter Using T2-Fuzzy Controller. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Surabaya.
- [6] M. S. Hudha and M. S. Zuhrie, "Rancang bangun sistem pengendalian self balancing pada dual motor proppeler menggunakan kontroler PID," Jurnal Teknik Elektro, vol. 8, no. 3, 2019.
- [7] Df-Robot, "Gravity: Analog Do (Dissolved Oxygen) Sensor For Arduino – Dfrobot." 2019.

- [8] Prayogo and Rheco Ari, "Perancangan Sistem Kendali Gerak Lateral Way-To-Way Point UAV Quadcopter Menggunakan Kontroler PID Fuzzy," 2016.

