PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KENDALI PID PADA *AUTONOMOUS MOVING FORWARD QUADCOPTER*

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF PID CONTROL SYSTEM IN AUTONOMOUS MOVING FORWARD QUADCOPTER

RIZKAR FEBRIAN.[1], SUWANDI[2], REZA FAUZI I.[3]

[1,2,3] Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

[1]rizkarfebrian@student.telkomuniversity.ac.id, [2] suwandi@telkomuniversity.ac.id,
[3]rezafauzii@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Quadcopter merupakan salah satu jenis Unmanned Aerial Vehiclhe (UAV) rotary wing yang memiliki empat buah lengan. Quadcopter dapat terbang secara vertical dan horizontal, hal tersebut dipengaruhi oleh tiga sumbu yaitu gerakan sumbu x (pitch), sumbu y (roll), dan sumbu z (yaw). Untuk melakukan gerak secara horizontal diperlukan kestabilan keempat motor agar quadcopter tidak terbalik. Kontrol PID digunakan untuk mengatur keempat motor tersebut, dan untuk mendapatkan nilai PID digunakan metode tuning Ziegler nichols. Nilai kontrol yang didapat setelah melakukan tuning yaitu , pada sumbu x, , pada sumbu y dan , pada sumbu z . Moving forward pada dasarnya sama dengan gerakan hover, perbedaannya hanya terdapat pada sudut salah satu sumbunya, maka dari itu set poin sudut yang diberikan agar quadcopter dapat melakukan gerakan horizontal adalah $2^o – 10^o$.

Kata kunci : *Quadcopter*, PID, *pitch, roll, yaw*, Ziegler Nichols.

Abstract

Quadcopter is kind of Unmanned Aerial Vehiclhe (UAV) rotary wing which has four arms. Quadcopter can fly vertically and horizontally, it is influenced by three axes, there are x-axis (pitch), y-axis (roll), and z-axis (yaw). To perform the horizontal movement needed the stability of four motors that quadcopter will not turn upside down. PID control is used to set the four motors, and to get the PID value used Ziegler Nichols tuning method. The control value obtained after tuning that Kp = 4.5, Kd = 2 on the x axis, Kp = 4.8, Kd = 2.7 on the y axis and Kp = 8.75, Kd = 0.005 z axis. Moving forward is basically the same as the hover movement, the difference is only found in the corner of one axis, and therefore the set of points given angle in order quadcopter can perform horizontal movement is 2o - 10o.

Keyword : *Quadcopter, PID, pitch, roll, yaw, Ziegler Nichols.*

[*] *Corresponding author*

1. Pendahuluan

Penelitian pada bidang penerbangan sudah berkembang sangat pesat pada saat ini, terutama dalam bidang auto pilot, atau bahkan sudah memasuki ranah pesawat tanpa awak. Salah satu penelitian yang banyak dilakukan oleh peneliti saat ini adalah quadcopter. Quadcopter merupakan salah satu pesawat tanpa awak yang memiliki empat buah lengan, masing-masing lengan memiliki sebuah motor dan baling-baling. Quadcopter memiliki banyak fungsi, salah satu kegunaannya yaitu sebagai pesawat pengintai.

Quadcopter memiliki empat gerakan utama yaitu take off, hover, cruise, dan landing [1]. Dalam melakukan gerakan tersebut quadcopter dituntut untuk tetap stabil, mengingat ukuran yang dimiliki quadcopter relatif kecil mengakibatkan gerakan quadcopter mudah terganggu oleh angin. Jika kestabilan terganggu maka quadcopter akan kehilangan keseimbangan dalam terbang dan akan terjatuh. Dari keempat gerakan dasar quadcopter, keseimbangan merupakan hal yang sangat krusial yang dibutuhkan pada saat quadcopter melakukan gerakan cruise. Jika quadcopter gagal, maka tugas yang diberikan kepada quadcopter gagal. Kegagalan gerakan cruise tidak hanya disebabkan oleh faktor angin, tetapi faktor pengendali yang handal juga mempengaruhi. Oleh karena itu diperlukan adanya sistem kendali otomatis dalam melakukan cruise.

Ketidak stabilan pada saat moving forward dapat diatasi dengan menggunakan sistem kontrol PID yang diintegrasikan dengan quadcopter. Oleh karena itu penelitian kali ini bertujuan untuk mengontrol kestabilan quadcopter saat melakukan moving forward dengan menggunakan kontrol PID. Penelitian kali ini merupakan pengembangan dari penelitian yang sebelumnya sudah dilakukan. Penelitian sebelumnya membahas tentang bagaimana melakukan autonomous take off dan autonomous landing [2][3].

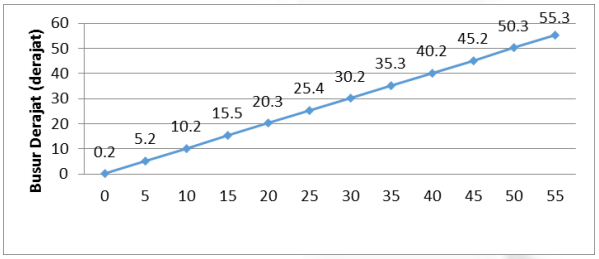
2. Pengujian

2.1. Karakterisasi Sensor

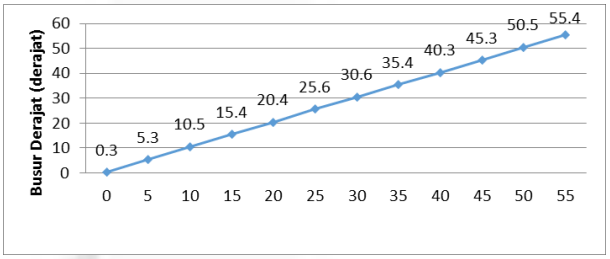
Alat-alat yang digunakan pada *quadcopter* duji terlebih dahulu sebelum digunakan, diantaranya:

1. Sensor Sudut

Pengujian Sensor sudut dilakukan dengan cara membandingkan nilai sudut yang terbaca oleh sensor dengan busur. Berikut adalah grafiknya :



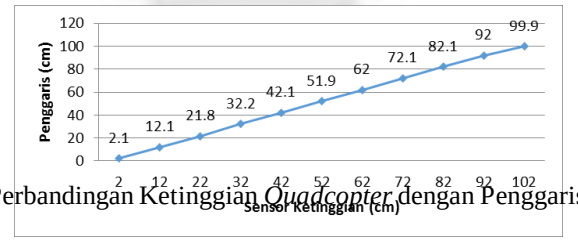
Perbandingan Sudut *Pitch* dengan Busur



Perbandingan Sudut *Roll* dengan Busur

2. Sensor Ketinggian / Jarak

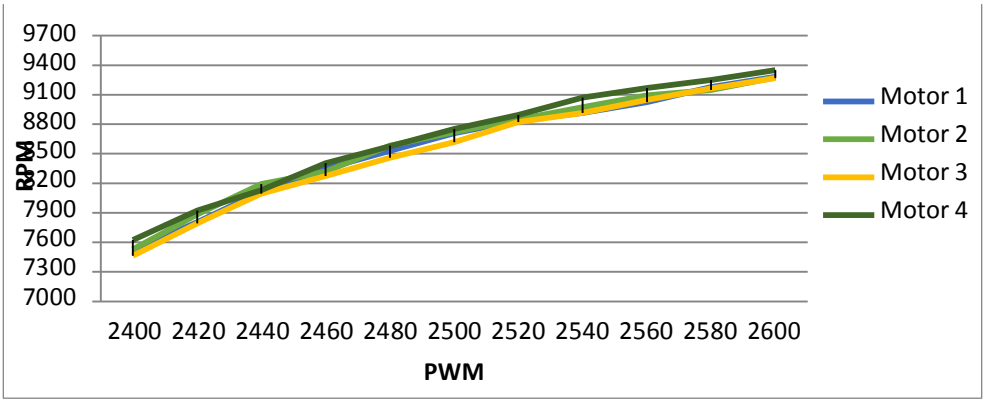
Pengujian sensor jarak dilakukan dengan cara membandingkan nilai sudut yang terbaca oleh sensor dengan penggaris. Sensor yang digunakan adalah sensor HC-SR04 memiliki range pengukuran dari 2cm – 300cm. Berikut grafik yang didapat dari perbandingan nilai sensor jarak dengan penggaris :



Perbandingan Ketinggian *Quadcopter* dengan Penggaris

3. Motor

Pengujian motor dilakukan dengan membandingkan nilai PWM yang diberikan kepada motor dengan nilai kecepatan motor yang sebenarnya. Nilai kecepatan motor yang telah terpasang propeller diketahui dengan cara mengukurnya menggunakan tachometer. Pengujian dilakukan dengan memberikan PWM mulai dari 2200 sampai 2700. Berikut hasil data pengamatan dengan menggunakan software X-TCU



Perbandingan Nilai PWM dengan RPM Motor

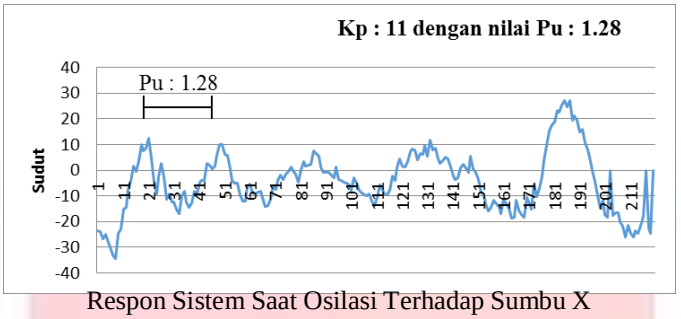
Pada gambar di atas nilai RPM yang dihasilkan masing-masing motor masih memiliki perbedaan nilai RPM, hal tersebut ditunjukkan dengan adanya garis yang terpisah. *Quadcopter* yang digunakan tidak akan terbang dengan stabil walau diberi masukan PWM yang sama. Oleh karena itu dibutuhkan kontrol untuk mengatur nilai RPM masing-masing motornya agar menghasilkan RPM yang sama sehingga *quadcopter* dapat terbang dengan stabil.

2.2. Pencarian Nilai Kontrol

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai keseimbangan pada masing-masing sumbunya. Percobaan dilakukan pada tiga sumbu, yaitu sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z. nilai kontrol didapat dengan menggunakan metode Ziegler Nichols kedua.

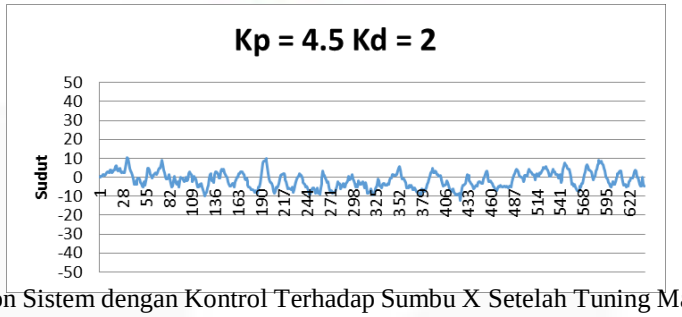
2.2.1. Pengujian Sumbu X

Beri masukan PWM tetap pada motor satu dan tiga lalu kondisikan *quadcopter* pada sudut 0^o. Nilai Ku diberikan dan dinaikkan terus menerus pada sistem sampai *quadcopter* bergerak osilasi :



Respon Sistem Saat Osilasi Terhadap Sumbu X

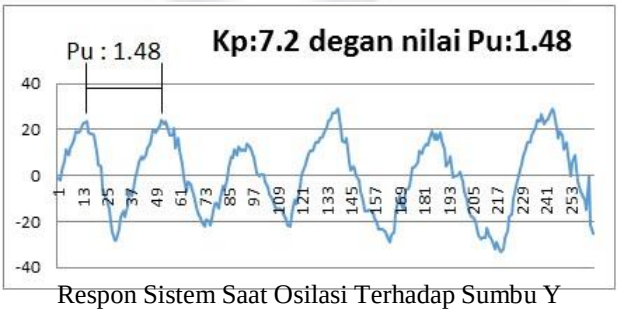
Didapat nilai , , dari persamaan, masukkan nilai kontrol tersebut ke dalam program sistem. Respon sistem setelah diberi nilai kontrol ternyata masih belum stabil dan masih memiliki error yang cukup besar, sehingga perlu dilakukan pendekatan nilai kontrol ±2 dari nilai kontrol yang didapat. Sistem bergerak dengan stabil saat sistem diberi nilai kontrol dan , berikut adalah grafik sistem setelah diberikan nilai kontrol tersebut :



Respon Sistem dengan Kontrol Terhadap Sumbu X Setelah Tuning Manual

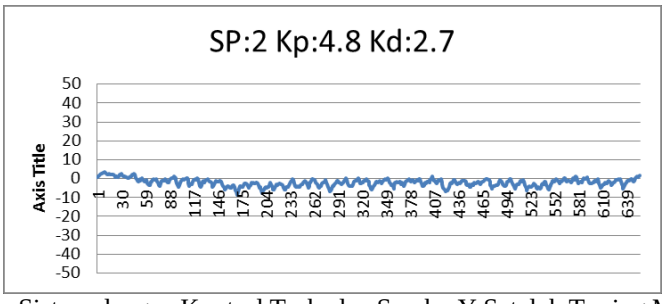
2.2.2. Pengujian Sumbu Y

Beri masukan set point PWM tetap pada motor dua dan empat lalu kondisikan *quadcopter* pada sudut 0^o. Nilai Ku diberikan dan dinaikkan terus menerus pada sistem sampai *quadcopter* bergerak osilasi :



Respon Sistem Saat Osilasi Terhadap Sumbu Y

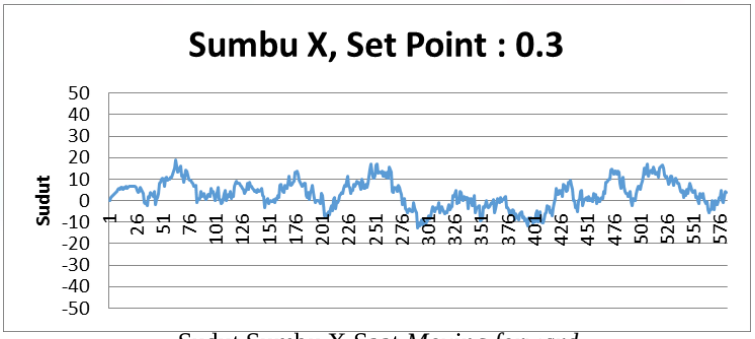
Didapat nilai , , dari persamaan, masukkan nilai kontrol tersebut ke dalam program sistem. Respon sistem setelah diberi nilai kontrol ternyata masih belum stabil dan masih memiliki error yang cukup besar, sehingga perlu dilakukan pendekatan nilai kontrol ±2 dari nilai kontrol yang didapat. Sistem bergerak dengan stabil saat sistem diberi nilai kontrol dan , berikut adalah grafik sistem setelah diberikan nilai kontrol tersebut :



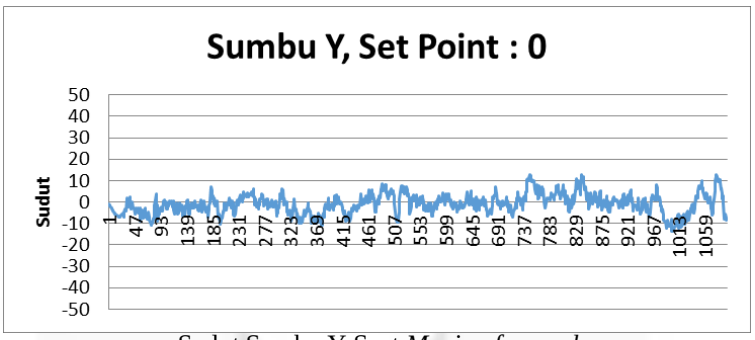
Respon Sistem dengan Kontrol Terhadap Sumbu Y Setelah Tuning Manual

2.3. Pengujian *Cruise*

Pengujian dilakukan dalam ruangan yang tertutup. *Quadcopter* dapat bergerak *cruise* apabila salah satu sudutnya tidak berada pada titik 0^o.



Sudut Sumbu X Saat *Moving forward*



Sudut Sumbu Y Saat *Moving forward*

3. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan :

1. Ketika quadcopter diberikan nilai kontrol PID yang didapat dari metode pencarian Ziegler Nichols, respon sistem masih memiliki error namun sangat kecil dan dibutuhkan tuning secara manual. Hal tersebut dikarenakan pusat masa quadcopter yang tidak diperhitungkan.
2. Nilai sudut sumbu X dalam percobaan setelah diberi nilai kontrol PD yaitu $\pm 10^o$ yang berarti quadcopter masih dalam keadaan stabil.
3. Nilai sudut sumbu Y dalam percobaan setelah diberi nilai kontrol PD yaitu $\pm 8^o$ yang berarti quadcopter masih dalam keadaan stabil.
4. Quadcopter dapat terbang dengan stabil ketika set poin sudut yang diberikan tidak berada pada 0^o. Nilai tersebut didapat dari respon quadcopter ketika diberikan set poin 0^o.
5. Prinsip utama Moving Forward Hampir sama dengan hover, yang membedakan hanya sudut terhadap sumbu X atau Y.

Daftar Pustaka:

[1] Basta, Peter O. (2012). *Quadcopter* Flight [online]. Tersedia : http://scholarworks.csun.edu/bitstream/handle/10211.2/1023/*Quadcopter*Proj_PBASTA_FINAL3.pdf?sequence=1.

[2] Permana, Fajar Sidik. (2014). *Perancangan dan Implementasi Sistem Kendali PID pada Autonomous Take off Quadcopter*. Program Studi Teknik Fisika. Bandung. : Universitas Telkom

[3] Budiman, Arif. (2014). *Perancangan dan Implementasi Sistem Kendali PID pada Autonomous Landing Quadcopter*. Program Studi Teknik Fisika. Bandung. : Universitas Telkom.