

PENGATURAN KECEPATAN MOTOR BLDC DENGAN METODE PID BERBASIS ARDUINO UNO SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA

Harits P. Nuryadin, Fiqqih Faizah, I Wayan Yudhi M. W

Politeknik Penerbangan Surabaya
Email: hrtsprabowo@gmail.com

Abstrak

Motor Brushless DC (BLDC) adalah motor turunan dari motor DC konvensional yang dinilai memiliki torsi yang besar serta range kecepatan yang tinggi, perbedaannya yaitu pada motor BLDC sudah tidak lagi menggunakan sikat seperti motor DC konvensional sehingga tidak lagi terjadi rugi tegangan pada sikat serta perawatannya yang mudah. Tugas akhir ini bertujuan untuk menunjang dan mengoptimalkan sistem pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya khususnya program studi Teknik Listrik Bandar Udara pada mata kuliah Sistem Penggerak Utama dan memperkenalkan kepada Taruna sebuah sistem kontrol otomatis yaitu PID (Proportional Integral Derivatif). Dalam tugas akhir ini motor BLDC A2212 1000kV nantinya akan di padukan dengan metode PID dan akan di kontrol oleh Arduino Uno, dengan adanya keypad yang digunakan untuk menginput nilai Kp, Ki dan Kd dan LCD yang digunakan sebagai media monitoring, serta Sensor Kecepatan IR LM393 yang digunakan sebagai pembaca kecepatan motor. Alat ini di desain agar penggunaanya mudah untuk mengamati nilai konstanta yang diberikan terhadap kecepatan serta kestabilan motor. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan nilai konstanta PID yang bervariasi, dari beberapa nilai yang diberikan motor bekerja paling baik pada nilai konstanta Kp= 10,6 Ki= 20,9 dan Kd= 5,9 ini dibuktikan dengan grafik respon yang yang di hasilkan. Dari hasil pegujian dapat disimpulkan bahwa dengan metode PID yang diterapkan pada sistem untuk mengatur kecepatan motor, dapat mempengaruhi pada waktu motor dalam mencapai set point yang telah di tentukan, namun ini juga di pengaruhi dengan nilai konstanta PID yang di berikan, ketika nilai PID yang di masukan tidak sesuai maka akan berpengaruh terhadap rise time motor, terjadinya overshoot, dan error

Kata Kunci : PID (Proportional Integral Derivatif), Motor BLDC, Arduino uno, Sensor Kecepatan

Abstract

Brushless DC motor is a motor derived from conventional DC motors which are considered to have high torque and high speed range, the difference is that BLDC motors isn't use brushes like conventional DC motors, so they no longer lose voltage in brushing and easy to maintenance. In this thesis aims to support and optimize the learning system at the Aviation Polytechnic Of Surabaya, especially in Airport Electrical Engineering subject Sistem Penggerak Utama and introduce cadets to the automatic control system PID (Proportional Integral Derivative). In this thesis the BLDC A2212 1000kV motor will be integrated with the PID method and will be controlled by the Arduino Uno, a keypad used to enter the values of Kp, Ki and Kd and the LCD used as a monitoring, and speed sensor IR LM393 as a motor speed reader. This tool is designed so easily to understand, the user can observe a constant value given to motor speed and stability. The test was carried out by giving different PID values, from several values given by the best motors at values of Kp = 10.6 Ki = 20.9 and Kd = 5.9 as evidenced by the response graph. From the test results, it can be concluded that the application of the PID method to the motor speed regulation system can affect the motor time to reach a predetermined point, but this is also influenced by the PID constant value given at the time of the PID value. Incorrect input will affect jump times, overshoot and errors.

Keywords: PID (Proportional Integral Derivative), BLDC Motor, Arduino Uno, Speed Sensor

PENDAHULUAN

Politeknik Penerbangan Surabaya adalah institusi pendidikan dibawah Kementrian Perhubungan dan dinaungi oleh Badan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Perhubungan Udara yang mendidik

dan mengasuh taruna sehingga dapat menjadi insan yang akan menjadi penerus bangsa dalam bidang penerbangan.

Politeknik Penerbangan Surabaya memiliki 7 program studi, salah satunya adalah Diploma III Teknik Listrik Bandar Udara. Program studi ini

mempelajari sistem kelistrikan di suatu bandar udara mulai dari sistem pembangkitan, transmisi distribusi, peralatan kelistrikan penerbangan, sistem proteksi, dan sistem penerangan bandar udara.

Terdapat berbagai mata kuliah yang diberikan, salah satunya adalah Mesin Penggerak Utama yang mempelajari tentang jenis-jenis motor listrik dan komponen-komponen dari motor listrik serta cara kerjanya. Motor listrik adalah sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, salah satu jenisnya adalah motor listrik DC. Motor listrik DC memerlukan suplai tegangan dari arus searah (DC), ketika arus listrik mengalir melewati kumparan dalam medan magnet, gaya magnet menghasilkan torsi yang akan memutar motor, komutator membalikan arah arus listrik setiap setengah putaran untuk menjaga arah putaran pada arah yang sama.

Dalam perkembangannya, motor DC konvensional mulai tergantikan oleh motor DC tanpa sikat atau Brushless DC (selanjutnya disebut BLDC) ini di karenakan motor BLDC memiliki beberapa keunggulannya yaitu suara halus, ukuran kompak, torsi besar, efisiensi tinggi, memiliki umur pakai yang panjang, dan mudah dikontrol. (Kholis, 2014).

Pada pengaplikasiannya, motor BLDC dipadukan dengan sebuah metode guna mempermudah mengontrol motor BLDC tersebut agar sesuai dengan apa yang diinginkan, salah satu contohnya adalah metode Proportional Integral Derivatif (PID) yaitu kontrol yang terdiri dari konfigurasi standar K_p , K_i , dan K_d yang nilainya ditentukan agar mendapatkan hasil atau kecepatan yang diinginkan yaitu kecepatan dengan stabilitas yang baik dengan tingkat error dan overshoot yang kecil.

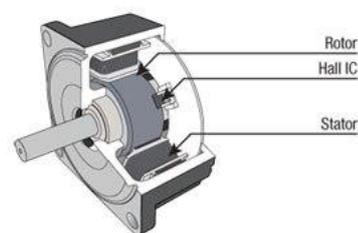
Untuk menunjang dan mengoptimalkan sistem pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya program studi Diploma III Teknik Listrik Bandar Udara khususnya di mata kuliah Mesin Penggerak Utama maka akan di buat sebuah karya ilmiah dengan judul “PENGATURAN KECEPATAN MOTOR BLDC DENGAN METODE PID BERBASIS ARDUINO UNO SEBAGAI MEDIA

PEMBELAJARAN DI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA”

TINJAUAN PUSTAKA

Motor Brushless DC (BLDC)

Secara umum, motor BLDC dianggap sebagai motor dengan performa tinggi yang mampu menghasilkan torsi yang besar pada range kecepatan yang besar. Motor Brushless DC adalah turunan dari motor DC yang paling umum digunakan, yaitu motor DC dengan sikat dan mereka memiliki kurva karakteristik torsi dan kecepatan yang sama. Perbedaan utama motor BLDC dan DC adalah penggunaan sikat. Motor BLDC tidak memiliki sikat dan harus terkomutasi secara elektronik. Komutasi merupakan perubahan fase arus motor pada waktu yang tepat untuk menghasilkan torsi rotasional. Dalam motor DC dengan sikat, motor memiliki komutator fisik yang digerakkan dengan sikat untuk memindahkan rotor. Dalam motor BLDC, kekuatan arus listrik magnet permanen menyebabkan motor untuk bergerak, sehingga komutator fisik tidak diperlukan. Motor BLDC sangat handal karena tidak memiliki sikat yang dapat aus dan harus diganti. Ketika dioperasikan dalam kondisi optimal, usia motor dapat lebih dari 10000 jam. Untuk aplikasi jangka panjang, hal ini dapat menjadi keuntungan yang besar. Setiap kali motor rusak atau perlu diganti, plant atau bagian dari plant harus dimatikan. Hal ini membutuhkan waktu dan uang, tergantung pada berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengganti komponen yang aus dan rusak agar plant dapat berjalan seperti semula. Meskipun motor BLDC memakan biaya lebih dari motor DC dengan sikat, hal ini akan sepadan seiring dengan banyaknya waktu dan uang yang dihabiskan motor DC dengan sikat. (Kholis, 2014)



Gambar 1 Konstruksi Motor BLDC.

Kontrol PID

Sistem Kontrol PID merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut (Feedback). Sistem kontrol PID terdiri dari tiga buah cara pengaturan yaitu kontrol P (Proportional), D (Derivative) dan I (Integral), dengan masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Dalam implementasinya masing-masing cara dapat bekerja sendiri maupun gabungan diantaranya. Dalam perancangan sistem kontrol PID yang perlu dilakukan adalah mengatur parameter P, I atau D agar tanggapan sinyal keluaran sistem terhadap masukan tertentu sebagaimana yang diinginkan. Secara umum hubungan antara harga yang diinginkan atau disebut setpoint, harga proses yang terukur (Process Variable), sinyal kesalahan (Error) dan keluaran pengontrol (Controller Output). (Permata, 2013)

Berikut Persamaan untuk mengetahui nilai PID :

$$Kp \cdot e(t) + \int_0^t e(t)dt + Kd \frac{de(t)}{dt}$$

Dengan :

$$Ki = Kp \frac{1}{Ti}$$

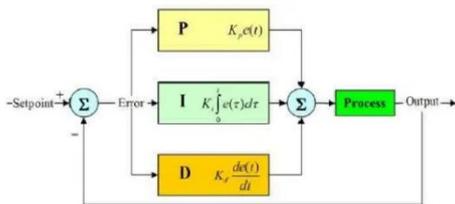
$$Kd = Kp \cdot Td$$

Ket : Kp= Konstanta Proportional

Ti = Kosnstanta Integral

Td=Konstanta Diverensial

e(t)=Error (Selisih antara set point dengan kondisi sekarang)



Gambar 2 Blok Diagram PID Controller.

Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis Atmega328. Alat ini mempunyai 14 pin input/output digital dan 6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM, 6 input analog, resonator keramik 19MHz, koneksi USB, soket listrik, ICSP header, dan tombol reset. Dengan

kabel USB alat ini mudah dihubungkan ke komputer dan dapat diaktifkan dengan baterai atau adaptor AC ke DC. (Andrianto, 2016)



Gambar 3 Arduino Uno

Keypad 4x4

Keypad berfungsi sebagai interface antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (Human Machine Interface).



Gambar 4 Keypad 4x4

LCD Display

LCD atau Liquid Crystal Display adalah suatu jenis media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (liquid crystal) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. Teknologi Liquid Crystal Display (LCD) atau Penampil Kristal Cair sudah banyak digunakan pada produk-produk seperti layar Laptop, layar Ponsel, layar Kalkulator, layar Jam Digital, layar Multimeter, Monitor Komputer, Televisi, layar Game portabel, layar Thermometer Digital dan produk-produk elektronik lainnya. Teknologi Display LCD ini memungkinkan produk-produk elektronik dibuat menjadi jauh lebih tipis jika dibanding dengan teknologi Tabung Sinar Katoda (Cathode Ray Tube atau CRT). Jika dibandingkan dengan teknologi CRT, LCD juga jauh lebih hemat dalam mengkonsumsi daya karena LCD bekerja berdasarkan prinsip pemblokiran cahaya sedangkan CRT berdasarkan prinsip pemancaran cahaya. Namun LCD membutuhkan lampu backlight (cahaya latar belakang) sebagai cahaya

pendukung karena LCD sendiri tidak memancarkan cahaya. Beberapa jenis backlight yang umum digunakan untuk LCD diantaranya adalah backlight CCFL (Cold cathode fluorescent lamps) dan backlight LED (Light-emitting diodes). (Kho, 2014)



Gambar 5 LCD Display

ESC (*Electronic Speed Control*)

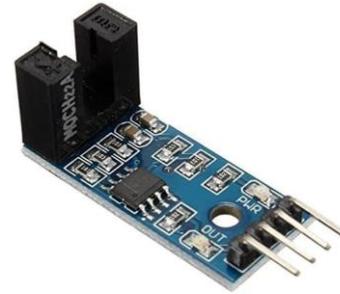
Electronic Speed Control atau ESC adalah rangkaian elektronik yang digunakan untuk mengubah kecepatan motor listrik, rute dan juga berfungsi sebagai rem dinamis. Ini sering digunakan pada model radio kontroler yang bertenaga listrik, dengan perubahan yang paling sering digunakan untuk motor DC *brushless* pada dasarnya menyediakan 3-fasa tenaga listrik yang dihasilkan secara elektronik sumber energi tegangan rendah untuk motor. (Abdul, 2020)



Gambar 6 Electronic Speed Control

Sensor kecepatan

Sensor kecepatan adalah sebuah sensor untuk mengukur kecepatan pada material/benda yang akan diukur atau diuji. Kecepatan adalah jarak yang ditempuh oleh suatu benda dalam suatu waktu.



Gambar 7 Sensor Kecepatan

Potensiometer

Potensiometer adalah sebuah jenis resistor yang mengatur sebuah tahanan atau hambatan secara linier atau Komponen resistif tiga kawat yang bertindak sebagai pembagi tegangan yang menghasilkan sinyal output tegangan variabel kontinu yang sebanding dengan posisi fisik wiper di sepanjang trek. (Mozonk, 2019)

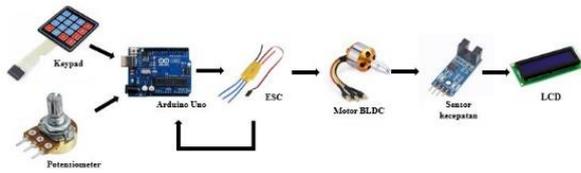


Gambar 8 Potensiometer

PERANCANGAN

Desain Alat

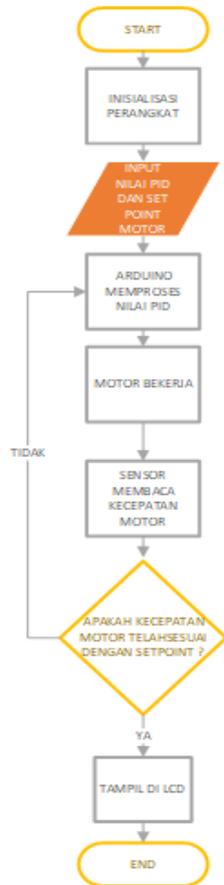
Cara kerja dari rancangan alat dimulai dari penginputan nilai K_p , K_i dan K_d melalui keypad serta penentuan set point kecepatan motor melalui potensiometer, data yang masuk akan diolah melalui mikrokontroler Arduino Uno kemudian mikrokontroler Arduino Uno akan memberikan perintah kepada *Electronic Speed Control* (ESC) untuk menggerakkan motor BLDC. Setelah motor BLDC berkerja, sensor akan membaca kecepatan dari motor BLDC.



Gambar 9 Blok diagram rancangan

Cara Kerja Alat

Berdasarkan *Flowchart* dibawah dapat dijelaskan langkah-langkah dari alat yang akan di buat, yaitu dimulai dari inialisasi perangkat, kemudian memasukan nilai PID dan set point kecepatan motor, setelah itu sensor akan membaca kecepatan motor dan akan di tampilkan ke lcd, jika kecepatan belum sesuai arduino akan memerintahkan *Electronic speed control* (ESC) untuk mengatur kembali kecepatan motor hingga kecepatan motor sesuai.



Gambar 10 Flowchart Kontrol Perancangan

HASIL IMPLEMENTASI DAN ANALISIS

Pada bab ini akan dibahas tentang pengujian berdasarkan perencanaan dari sistem yang telah dibuat. Program pengujian disimulasikan di suatu sistem yang sesuai. Pengujian ini dilaksanakan

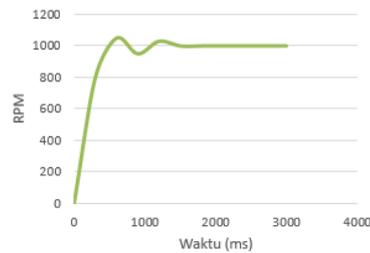
untuk mengetahui apakah sistem sudah sesuai dengan perencanaan atau belum. Pengujian dilakukan secara terpisah, dan kemudian dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan.

Pada pengujian ini, dilakukan untuk mengetahui pengaruh nilai konstanta PID terhadap sistem. Saya melakukan 3 kali pengambilan sampel data dengan nilai konstanta PID yang berbeda-beda namun dengan set point yang sama yaitu 1000 rpm. Adapun nilai konstanta pid yang di berikan dapat di lihat dari table di bawah ini :

Tabel 1 Nilai Konstanta PID

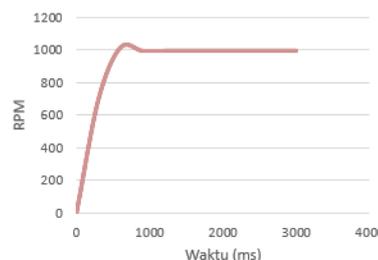
No.	Kp	Ki	Kd
1.	1.25	45.6	0.68
2.	10.6	20.9	5.6
3.	12.6	7.2	9.8

Dari nilai konstanta Kp, Ki dan Kd yang di berikan terhadap sistem, berikut grafik respon kecepatan motor terhadap waktu yang dihasilkan.



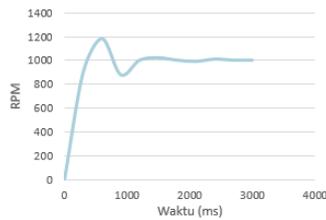
Gambar 11 Grafik Percobaan 1

Pada percobaan 1 ini dapat di lihat bahwa kecepatan motor untuk mencapai setpoint pada waktu 607 ms dengan overshoot mencapai 1050 rpm.



Gambar 12 Grafik Percobaan 2

Pada percobaan 2 di dapat bahwa kecepatan motor untuk mencapai 1000 Rpm merlukan waktu sekitar 800 ms, kemudian terjadi overshoot pada motor hingga 1018 rpm.



Gambar 13 Grafik Percobaan 3

Pada percobaan ke 3 dapat di lihat pada grafik bahwa terjadi overshoot pada motor dan hingga 1178 rpm yang menandakan bahwa kecepatan motor tidak stabil. Berikut table hasil percobaan :

Tabel 2 Hasil Percobaan

No. Percobaan	Risetime	Overshoot
1.	607 ms	1050
2.	657 ms	1018
3.	587 ms	1180

Dari hasil percobaan di atas, disimpulkan bahwa dengan metode PID yang diterapkan pada sistem untuk mengatur kecepatan motor, dapat berpengaruh pada waktu motor dalam mencapai set point yang telah di tentukan, namun ini juga di pengaruhi dengan nilai konstanta PID yang di berikan, ketika nilai PID yang di masukan tidak sesuai maka akan berpengaruh terhadap rise time motor, terjadinya overshoot, dan error.

SIMPULAN

Dari keseluruhan pengujian alat, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk menunjang pembelajaran tentang motor listrik dan metode PID
2. Dengan alat ini kita dapat mengetahui dan mengamati pengaruh metode PID terhadap peforma motor
3. Dangan adanya metode PID kita dapat membuat sebuah rancangan alat dengan respon yang cepat dan error yang minim
4. Motor bekerja paling baik pada nilai $K_p=10,6$ $K_i=20,9$ dan $K_d=5,6$
5. Penentuan naili K_p , K_i dan K_d sangat berpegaruh terhadap respon sitem yaitu

berupa raise-time, error serta overshoot yang terjadi pada motor

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul. (2020). *Kontrol Kecepatan Elektronik (ESC) - Prinsip Kerja dan Aplikasinya*. Jakarta.
- [2] Engineering, L. (2014). *Brushless DC Motors*. New York.
- [3] Kho, D. (2014). *Pengertian LCD (Liquid Crystal Display) dan Prinsip Kerja LCD*. Yogyakarta: Universitas Gajahmada.
- [4] Kholis, I. (2014). *Brushless Motor dan Spesifikasinya*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [5] Mozonk. (2019). *Pengertian dan Cara Kerja Potensionmeter Beserta Fungsinya*. Wonogiri.
- [6] Permata, E. (2013). *PID (Proportional-Integral-Derivative) Controller*. Bandung: Universitas Telkom.
- [7] Purnama, A. (2020). *Matrix Keypad 4x4 Untuk Mikrokontroler*. Jogjakarta.
- [8] Santoso, H. (2015). *Arduino Untuk Pemula*. Trenggalek: Ebook Elangsakti.
- [9] Syam, R. (2013). *Dasar Dasar Teknik Sensor*. Makassar: Universitas Hassanudin.