



Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development

+62 821-7074-3613

ranahresearch@gmail.com

<https://jurnal.ranahresearch.com/>



Analisa Perbandingan Kontroler PID Terhadap Motor BLDC Menggunakan Penalaran Cohen-Coon dan Trial & Error

Rendi Fajar Gumilang¹, Sitti Amalia², Anggun Anugrah³, Sepanur Bandria⁴

¹ Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, rendifajar80@gmail.com

² Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, sittiamalia23213059@gmail.com

³ Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, anggunanugrah@gmail.com

⁴ Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, sepanurbandria@yahoo.com

Corresponding Author: rendifajar80@gmail.com¹

Abstract: The purpose of this research is to design PID control on BLDC motors using 2 tuning methods, namely Cohen-Coon and Trial & Error. PID control of formula calculations with calculations in Simulink Matlab. From the simulation results shown in graphical form, the use of the PID control gives a better effect than the use of the P and PI controls. This can be seen in the comparison curve which shows the speed of the initial start process when using the PID control. In the Trial & Error method, the response value of the system to controller P is obtained, namely, rise time = 0.0151 s, settling time = 0.6 s, overshoot = 75.9%, peak time = 1.74 s, and time delay = 0.424 s. on the PI controller namely, rise time = 0.0148 s, settling time = 0.591 s, overshoot = 76.3%, peak time = 1.74 s, and time delay = 0.0416 s. on the PID controller namely, rise time = 0.0496 s, settling time = 0.55 s, overshoot = 44 %, peak time = 1.31 s, and time delay = 0.128 s. In the Cohen-Coon method, the response value of the system to controller P is obtained, namely, rise time = 0.0168 s, settling time = 0.575 s, overshoot = 73.3%, peak time = 1.71 s, and time delay = 0.0469 s. on the PI controller namely, rise time = 0.0573 s, settling time = 0.603 s, overshoot = 39.3%, peak time = 1.23 s, and time delay = 0.142 s. on the PID controller namely, rise time = 0.276 s, settling time = 0.658 s, overshoot = 2.42 %, peak time = 0.159 s, and time delay = 0.576 s. From the simulation results it is shown that the value for the Cohen-Coon tuning method is better than the Trial & Error method, perhaps because the input value for the Trial & Error method is larger.

Keyword: BLDC Motors, PID Controllers, Matlab, Cohen-Coon, Trial&Error

Abstrak: Tujuan penelitian ini yaitu merancang kontrol PID pada motor BLDC dengan menggunakan 2 metode tuning yaitu Cohen-Coon dan Trial & Error. Kontrol kendali PID terhadap perhitungan rumus dengan perhitungan di Simulink Matlab. Dari hasil simulasi yang ditunjukkan dalam berbentuk grafik, penggunaan kontrol PID memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan kontrol P dan PI. Hal ini dapat dilihat pada kurva perbandingan yang menunjukkan cepatnya proses star awal pada penggunaan kontrol PID. Pada metode Trial & Error didapatkan nilai respon sistemnya pada pengendali P yaitu, rise time = 0,0151 s, settling time = 0,6 s, overshoot = 75,9 %, peak time = 1,74 s, dan time delay

= 0,424 s. pada pengendali PI yaitu, rise time = 0,0148 s, settling time = 0,591 s, overshoot = 76,3 %, peak time = 1,74 s, dan time delay = 0,0416 s. pada pengendali PID yaitu, rise time = 0,0496 s, settling time = 0,55 s, overshoot = 44 %, peak time = 1,31 s, dan time delay = 0,128 s. Pada metode Cohen-Coon didapatkan nilai respon sistemnya pada pengendali P yaitu, rise time = 0,0168 s, settling time = 0,575 s, overshoot = 73,3 %, peak time = 1,71 s, dan time delay = 0,0469 s. pada pengendali PI yaitu, rise time = 0,0573 s, settling time = 0,603 s, overshoot = 39,3 %, peak time = 1,23 s, dan time delay = 0,142 s. pada pengendali PID yaitu, rise time = 0,276 s, settling time = 0,658 s, overshoot = 2,42 %, peak time = 0,159 s, dan time delay = 0,576 s. Dari hasil simulasi ditunjukkan bahwa nilai untuk metode tuning Cohen-Coon lebih baik dibandingkan dengan Trial & Error, mungkin karena input nilai pada metode Trial & Error lebih besar.

Kata Kunci: Motor BLDC, Kontroller PID, Matlab, *Cohen-Coon*, *Trial & Error*

PENDAHULUAN

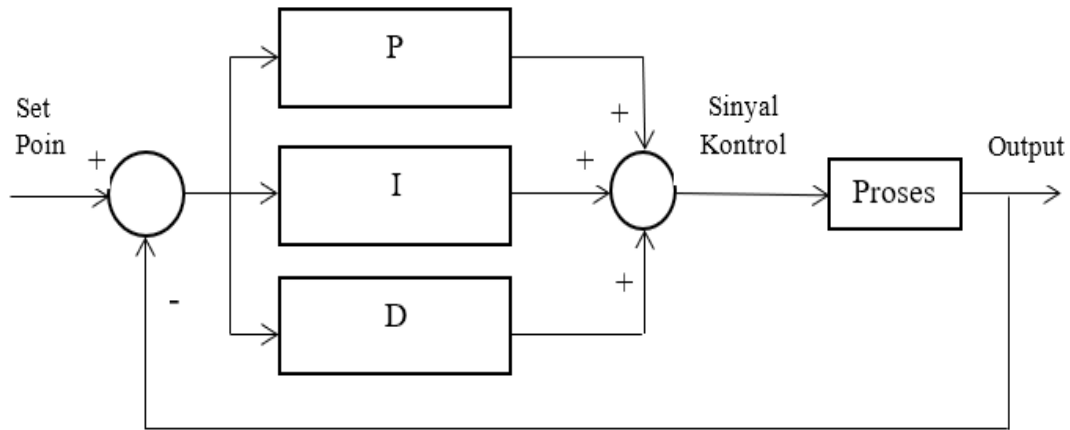
Motor listrik yang andal, sangat efisien, dan perawatan rendah menjadi lebih penting seiring berjalannya waktu. Motor BLDC memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan motor DC dengan sikat dan motor induksi, termasuk karakteristik kecepatan-ke-torsi yang ditingkatkan, respons dinamis yang tinggi, peningkatan efisiensi dan keandalan, masa operasi yang lebih lama (karena sikat tidak digunakan), operasi yang tenang, lebih luas rentang kecepatan, dan biaya perawatan yang lebih rendah (Wibowo & Riyadi, 2018).

Motor BLDC membutuhkan sistem kontrol untuk bekerja dengan baik dan mengatur kecepatan putaran motor karena tidak mampu beroperasi sendiri. dua magnet dengan polarisasi yang sama. Rotor motor arus searah tanpa sikat (BLDC) terdiri dari magnet permanen, sehingga kutub magnetnya tetap, tetapi stator terdiri dari belitan, sehingga kutub magnetnya dapat berfluktuasi tergantung pada arah arus yang mengalir melalui belitannya (Akbar & Riyadi, 2018).

Kontrol PID menggunakan logika Cohen-Coon untuk meningkatkan performa kecepatan motor DC. Salah satu cara untuk menentukan perubahan langkah secara manual dengan menganalisis respon sistem kontroler adalah dengan metode Cohen-Coon. Dengan menggunakan metode Cohen-Coon, respon sistem akan direpresentasikan sebagai langkah sebagai respon orde pertama ditambah waktu mati. Tiga parameter yang dapat diperoleh dari reaksi ini adalah K_p , t_i , dan t_d . Tiga jenis kontroler terpisah-kontrol proporsional, kontrol integral, dan kontrol derivatif-digabungkan untuk membuat sistem kontroler PID. PID memiliki struktur dan metode kontrol yang mudah dipahami. Ini meningkatkan keinginan PID. Bahkan pada tingkat operasi, hanya diperlukan pengalaman praktis dan pemahaman teori kontrol yang belum sempurna, bukan penguasaan pengetahuan matematika yang rumit (Siregar & Amalia, 2022).

METODE

Jenis penelitian yang digunakan pada kali ini yaitu dengan mengumpulkan data-data pada motor BLDC yang digunakan, kemudian melakukan simulasi dan analisa pada performa motor BLDC berbasis PID dengan menggunakan metode Cohen-Coon dan Trial&Error.



Gambar 1. Diagram blok kendali PID

Dimana :

1. Set Point adalah nilai masukan dari sebuah sistem.
2. Error adalah selisih nilai dari sensor umpan balik dan nilai masukan.
3. Sinyal Kontrol adalah nilai ekuivalensi dari kendali P, kendali I, dan kendali D.
4. Output adalah nilai yang dihasilkan dari digunakannya kendali PID yang telah didapatkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Tegangan	V	12	Volt
Inersia	J	92,5	g.m ³
Konstanta tegangan balik	K _e	0,0763	V/(rad/s)
Konstanta torsi	K _t	25,5	mN-m/A
Resistansi	R _a	1,20	Ω
Induktansi	L _a	0,560	mH
Kecepatan konstant	v	375	rpm

Tabel 1. Spesifikasi motor BLDC

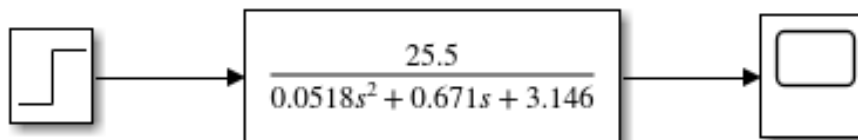
Mencari fungsi alih motor BLDC :

$$G_u = \frac{K_t}{(L_a J)s^2 + (R_a J + L_a)s + (R_a + K_e K_t)}$$

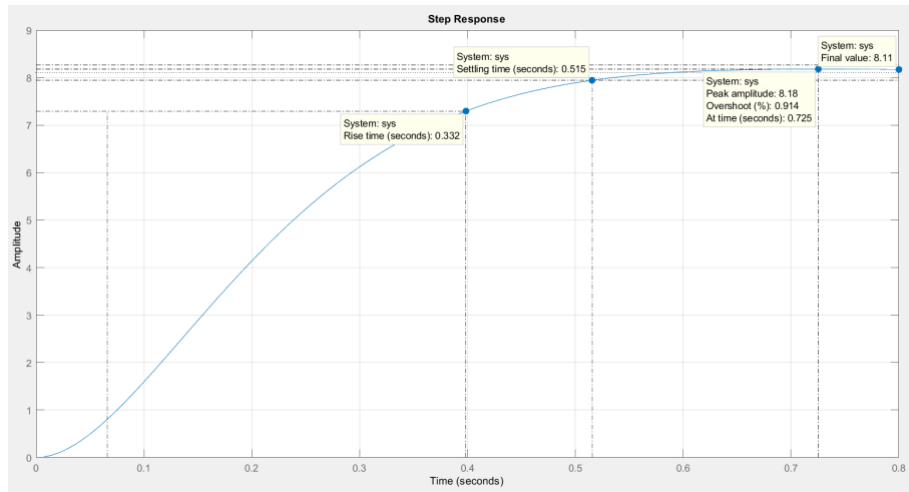
$$G_u = \frac{25,5}{[(0,560)(0,0925)]s^2 + [(1,20)(0,0925) + (0,560)]s + [(1,20) + (0,0763)(25,5)]}$$

$$G_u = \frac{0,0518s^2 + 0,671s + 3,14565}$$

Kemudian perhitungan pemodelan tadi dimasukkan kedalam rangkaian Simulink :

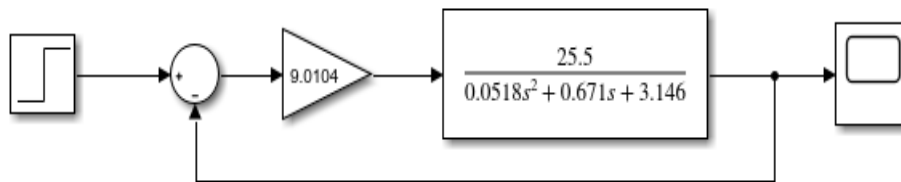


Gambar 2. Model BLDC Open Loop

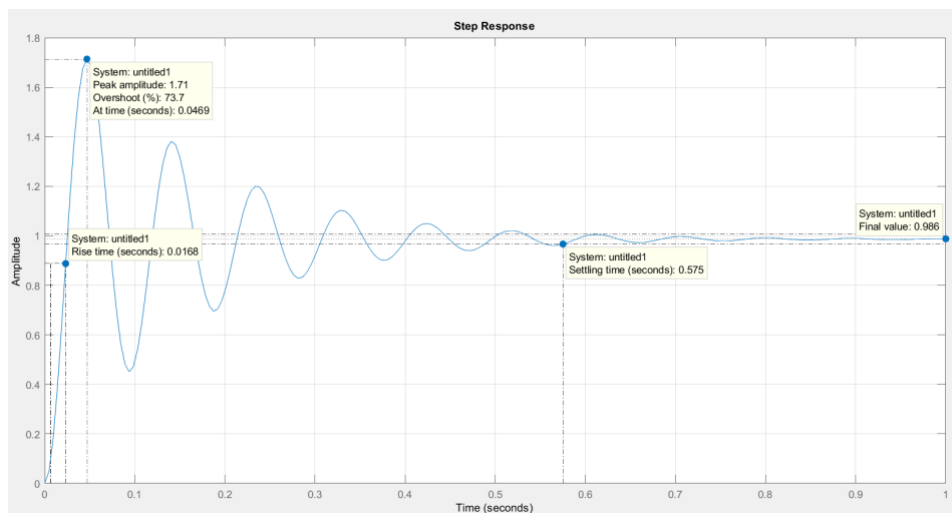


Gambar 3 Respon sistem Open Loop

Kemudian berikut ini pengujian motor BLDC dengan dimasukkan dalam kendali P, PI, dan PID. Berikut ini adalah hasil yang didapatkan :



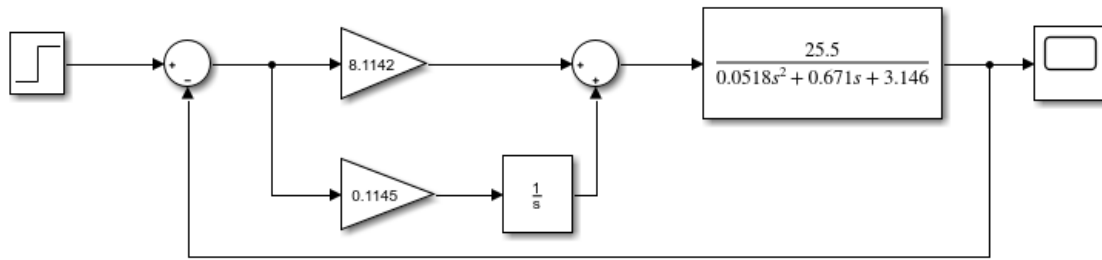
Gambar 4. Model BLDC dengan kendali P



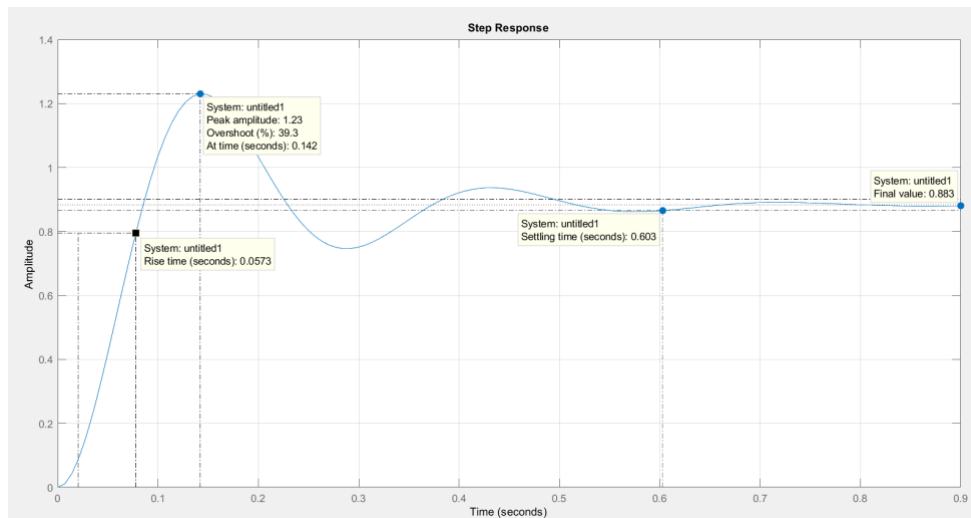
Gambar 5 Respon sistem pengendali P

Dari pengujian model motor BLDC dengan pengendali P, dengan memasukkan input yang ada pada parameter motor BLDC maka didapatkan hasil sebagai berikut ini :

- Rise time = 0,0168
- Settling time = 0,575
- Overshoot = 73,3
- Peak time = 1,71
- Time delay = 0,0469



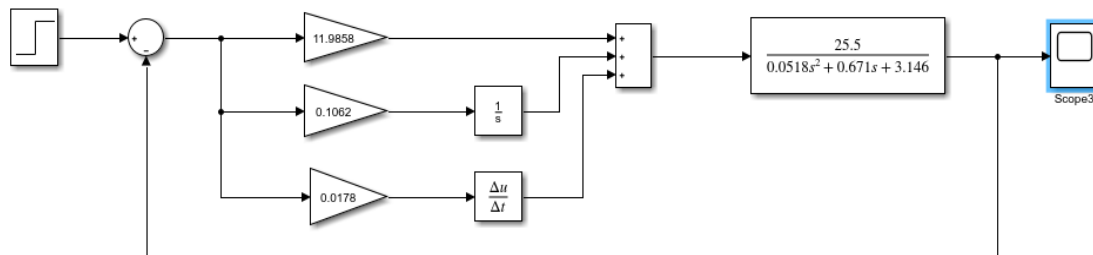
Gambar 6. Model BLDC dengan kendali PI



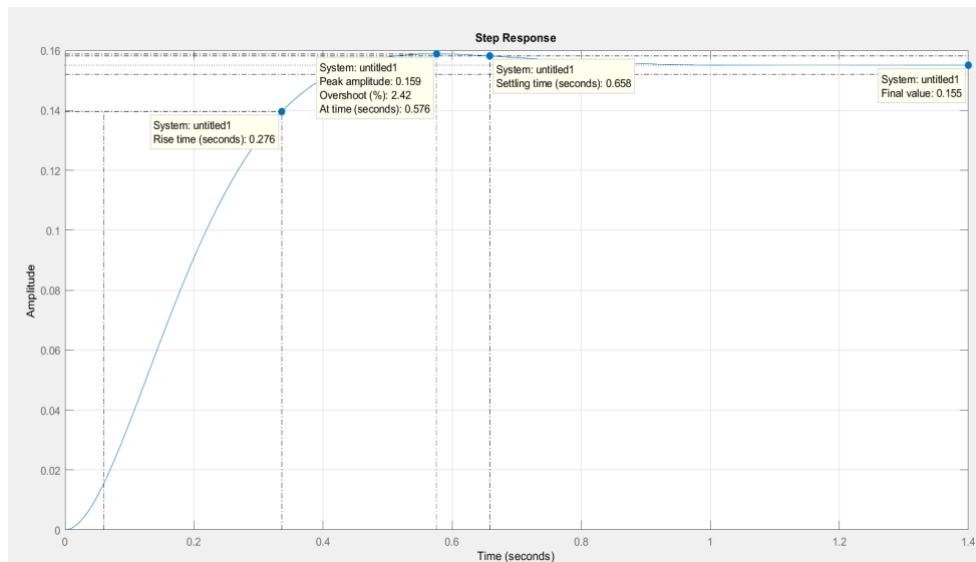
Gambar 7. Respon sistem penegndali PI

Dari pengujian model motor BLDC dengan pengendali PI, dengan memasukkan input yang ada pada parameter motor BLDC maka didapatkan hasil sebagai berikut ini:

- Rise time = 0,0573
- Settling time = 0,603
- Overshoot = 39,3
- Peak time = 1,23
- Time delay = 0,142



Gambar 8. Model BLDC dengan kendali PID

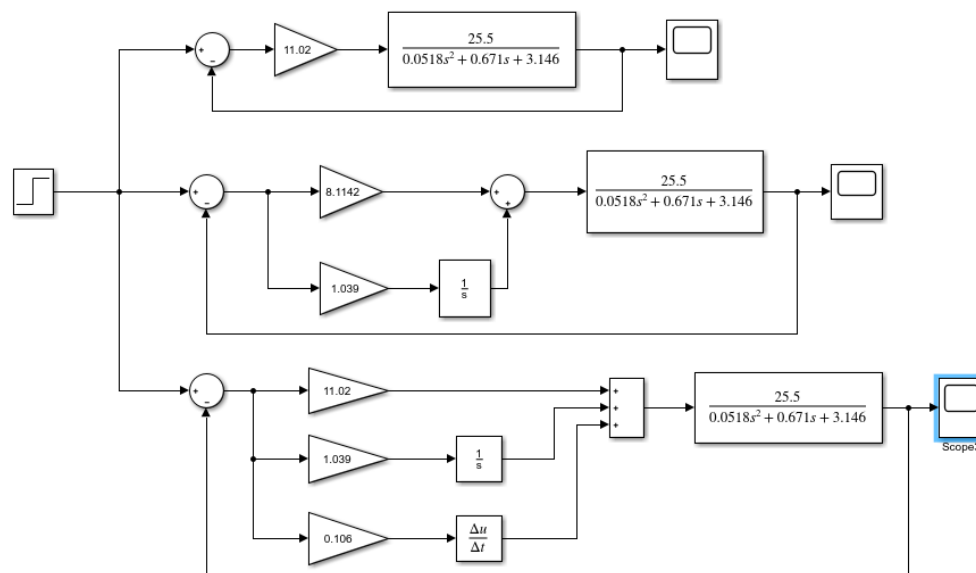


Gambar 9. Respon sistem pengendali PID

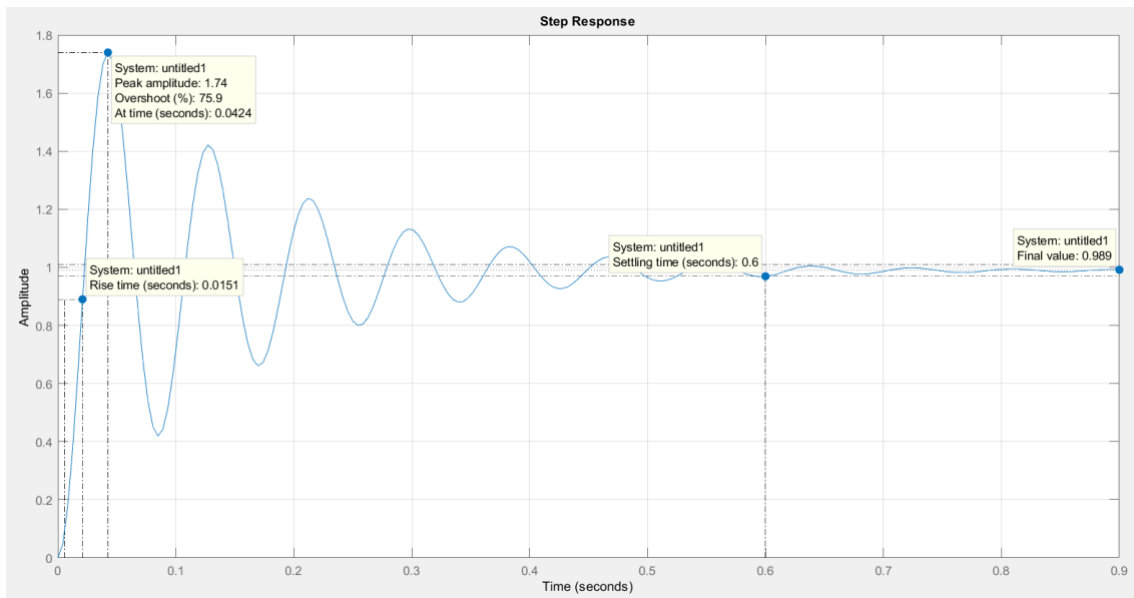
Dari pengujian model motor BLDC dengan pengendali PID, dengan memasukkan input yang ada pada parameter motor BLDC maka didapatkan hasil sebagai berikut ini :

- Rise time = 0,276
- Settling time = 0,658
- Overshoot = 2,42
- Peak time = 0,159
- Time delay = 0,576

Setelah mendapatkan hasil dengan menggunakan penalaran Cohen-Coon, berikut ini adalah pengujian dengan menggunakan metode Trial&Error atau metode coba-coba:



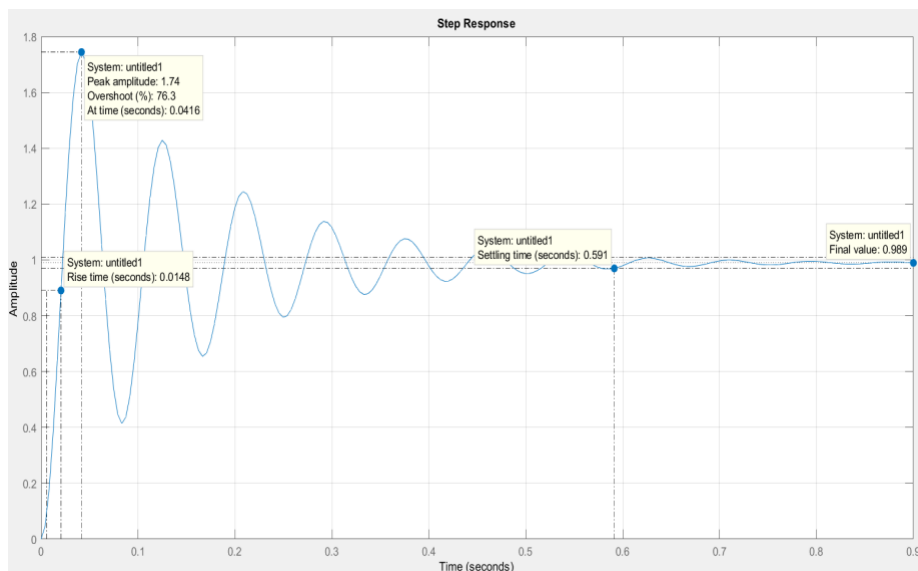
Gambar 10. Model BLDC PID Trial&Error



Gambar 11. Respon sistem pengendali P

Pada pengujian model BLDC Trial & Error pada pengendali P dengan memasukkan nilai input yang telah ditentukan, maka didapatkan hasil yaitu :

- Rise time = 0,0151
- Settling time = 0,6
- Overshoot = 75,9
- Peak time = 1,74
- Time delay = 0,424

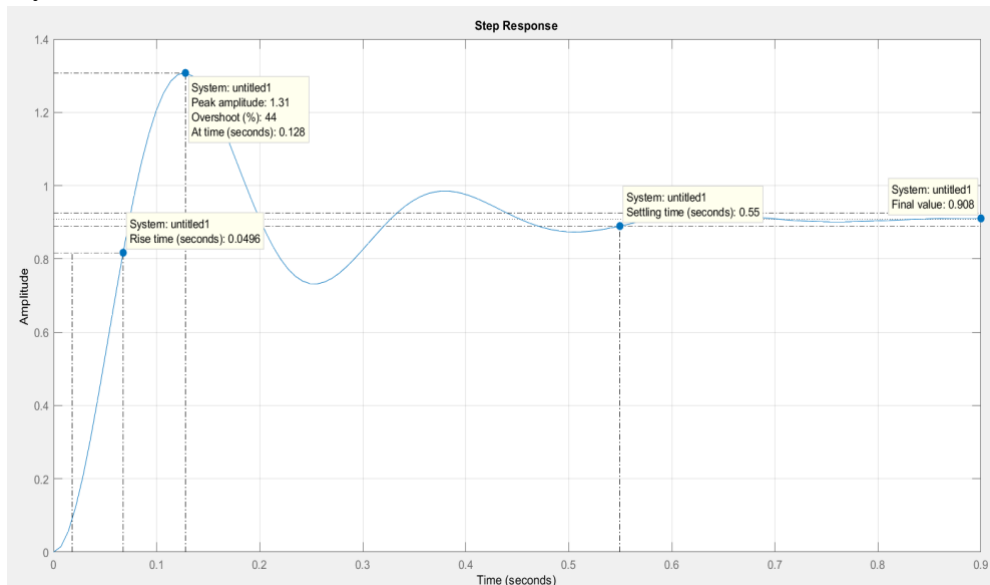


Gambar 12. Respon sistem pengendali PI

Pada pengujian model BLDC Trial & Error pada pengendali PI dengan memasukkan nilai input yang telah ditentukan, maka didapatkan hasil yaitu :

- Rise time = 0,0148
- Settling time = 0,591
- Overshoot = 76,3

Peak time = 1,74
Time delay = 0,0416



Gambar 13. Respon sistem pengendali PID

Pada pengujian model BLDC Trial & Error pada pengendali PID dengan memasukkan nilai input yang telah ditentukan, maka didapatkan hasil yaitu :

Rise time = 0,0496
Settling time = 0,55
Overshoot = 44
Peak time = 1,31
Time delay = 0,128

KESIMPULAN

Hasil uji coba menunjukkan bahwa metode tuning Cohen-Coon menghasilkan nilai respon sistem yang lebih rendah dari metode Trial & Error, baik itu dengan pengendali P, PI maupun pengendali PID. Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa kontrol PID memiliki nilai steady state yang mendekati nilai input dan memiliki nilai time delay, peak time, overshoot dan settling time yang lebih baik dari pada pengendali P dan pengendali PI. Kontroler PID mengungguli kontrol P dan PI dalam simulasi. Penelitian menunjukkan bahwa kontrol start motor P dan PI lebih menguntungkan. Karena kontrol P dan PI mengatur kecepatan motor pada saat yang tepat. Profitabilitas kondisi mapan PID, Karena motor membutuhkan waktu lebih sedikit untuk mencapai keadaan tunak daripada kontrol P dan PI. Cohen-Coon tuning dengan Trial&Error menghasilkan nilai Kp, Ki, dan Kd yang agak berbeda. Keduanya dapat mempercepat respon motor pada posisi awal.

REFERENSI

Akbar, D. & Riyadi, S., 2018. Pengaturan Kecepatan Pada Motor Brushless DC (BLDC) Menggunakan PWM (Pulse Width Modulation). *SNIKO*, I(1), p. 1.
Alsaid, B., Salah, W. & Alawneh, Y., 2019. Modelling of sensored speed control of BLDC motor using MATLAB/SIMULINK. *IJECE*, IX(5), pp. 3333-3334.

- Amalia, S., 2019. Implementasi 2 lilitan fasa terhubung terhadap tegangan pada motor brushless direct current (BLDC) rotor luar dengan analisis anova. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, VIII(2), p. 99.
- Ardiansyah, M. D. & Rohman, F., 2019. Implementasi dan Analisis Kendali Kecepatan Motor BLDC 1 kW menggunakan Algoritma PID. *Jurnal ELTEK*, XVII(02), pp. 81-93.
- Astuti, p. & Masdi, H., 2022. Sistem Kendali Kecepatan Motor BLDC Menggunakan PWM Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *JTEIN*, III(1), pp. 120-121.
- Dhanda, A. & niwas, D., 2015. Comparison of Ziegler-Nichols, Cohen-Coon and Fuzzy Logic Controllers for Heat Exchanger Model. *IJEMHS*, XV(01), pp. 1-7.
- Irsyadi, F., Arrofiq, M., Sumanto, B. & Sebastian, M., 2021. Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Kecepatan Motor BLDC Hub Bergir Pada Sepeda Listrik. *Sains Terapan*, VII(1), p. 9.
- Kurniawan, F. A., 2020. DESAIN SISTEM PENGATURAN POSISI SUDUT AERO PENDULUM BERBASIS FUZZY LOGIC. *Teknik Elektro*, IX(03), pp. 625-632.
- Oguntoyinbo, O. J., 2009. *PID CONTROL OF BRUSHLESS DC MOTOR AND ROBOT TRAJECTORY PLANNING AND SIMULATION WITH MATLAB/SIMULINK*. Finland: s.n.
- putra, R. A. B. S., Tahtawi, A. R. A. & Wijayanto, K., 2021. Pengendalian Kecepatan Motor DC Menggunakan Metode Fuzzy Integral Controller. *IRWNS*, III(12), p. 52.
- Sartika, E. M., Muliady, Sarjono, R. & Yuvens, V., 2021. Pengontrolan Kecepatan Rotor BLDC UAV Berdasarkan Hasil Identifikasi menggunakan Metode Regresi. *Jurnal ELEKOMIKA*, IX(1), pp. 114-124.
- Siong, T. C., Ismail, B., Siraj, S. F. & Mohammed, M. F., 2011. Fuzzy Logic Controller for BLDC Permanent Magnet Motor Drives. *Internasional Journal of Electrical & Computer Sciences*, XI(02), pp. 12-17.
- Siregar, G. A. & Amalia, S., 2022. ANALISIS PERFORMANSI PENGENDALI PID PADA MOTOR DC DENGAN MENGGUNAKAN METODE TUNING COHEN-COON. *SEMINAR NASIONAL DAN TEKNOLOGI*, XII(01), pp. 633-638.
- Suryatini, F. & Firasanti, A., 2018. Kendali P, PI, dan PID analog pada pengaturan Kecepatan Motor DC dengan Penelaan Ziegler-Nichols. *Journal of Electrical and Electronics*, VI(1), pp. 65-67.
- Suryatini, F. & Firasanti, A., 2020. KENDALI P, PI DAN PID ANALOG PADA PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC DENGAN PENALAN ZIEGLER-NICHOLS. *ELECTRICAL AND ELECTRONICS*, VI(01), pp. 65-80.
- Triwijaya, S., Prasetyo, Y. & Wati, T., 2021. Kontrol Kecepatan Motor BLDC dengan PID-Firefly. *JURNAL IPTEK*, XXV(01), pp. 51-58.
- Wahono, T. & Sutikno, T., 2016. Skema Pengendali Motor BLDC Tanpa Sensor Posisi Rotor dengan metode Deteksi Kembali EMF berbasis Mikrokontroler Arduino. *JITEKI*, II(2), pp. 69-70.
- Wibowo, Y. C. & Riyadi, S., 2018. Analisa Pembebanan pada Motor Brushless DC (BLDC). *SNIKO*, III(10), p. 1.
- Xia, C. L., 2012. *PERMANENT MAGNET BRUSHLESS DC MOTOR DRIVES AND CONTROLS*. 1st ed. Tianjin University: WILEY.

- Yulianta, A. D. & Hadi, S. p., 2015. PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR BRUSHLESS DC (BLDC) MENGGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY. *JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA*, VIII(1), pp. 1-4.
- Zuhrie, M. S., Rusimanto, P. W. & Kholis, N., 2021. RANCANG BANGUN PID CONTROLLER DENGAN TUNING ZIEGLER NICHLOLS UNTUK PENGENDALIAN POSISI SUDUT MOTOR DC. *Teknik Elektro*, X(02), pp. 537-545.