



Ranah Research :

Journal of Multidisciplinary Research and Development

+62 821-7074-3613

ranahresearch@gmail.com

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



Analisa Perbandingan Pengendali PID pada Motor DC Menggunakan Metode Ziegler-Nichols dan *Trial and Error*

Refigol Afrawira¹, Rendi Fajar Gumilang², Sitti Amalia³, Sepanur Bandri⁴

¹ Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, reyfigol1@gmail.com

² Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, rendifajar80@gmail.com

³ Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, sittiamalia23213059@gmail.com

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

Corresponding Author: reyfigol1@gmail.com¹

Abstract: *The purpose of this research is to design a PID control on a DC motor using 2 tuning methods, namely Trial & Error and Ziegler-Nichols. The results showed that the Pittman DC Motor system response from the Pittman DC motor was very unstable, in which there were still many oscillations and a very high overshoot value. In the Trial & Error method, the system response value was obtained on the P controller, namely, rise time = 0.000551 s, settling time = 0.00468 s, overshoot = 37.1 %, peak time = 0.972 s, and time delay = 0.00134 s. on the PI controller namely, rise time = 0.000396 s, settling time = 0.00534 s, overshoot = 47.7%, peak time = 1.23 s, and time delay = 0.00102 s. on the PID controller namely, rise time = 0.000223 s, settling time = 0.00502 s, overshoot = 64.6%, peak time = 1.54 s, and time delay = 0.000601 s. In the Ziegler-Nichols method, the response value of the system to the P controller is obtained, namely, rise time = 0.00118 s, settling time = 0.00564 s, overshoot = 15.4%, peak time = 0.178 s, and time delay = 0.00262 s. on the PI controller namely, rise time = 0.000275 s, settling time = 0.00531 s, overshoot = 58.3%, peak time = 1.44 s, and time delay = 0.000767 s. on the PID controller, namely, rise time = 0.00133 s, settling time = 0.00446 s, overshoot = 12.6 %, peak time = 0.0237 s, and time delay = 0.00288 s. The simulation results show that the value for the Ziegler-Nichols tuning method is better than the Trial & Error method, perhaps because the input value for the Trial & Error method is larger.*

Keyword: DC Motors, PID Controllers, Matlab, Ziegler-Nichols, Trial & Error

Abstrak: Tujuan penelitian ini yaitu merancang kontrol PID pada motor DC dengan menggunakan 2 metode tuning yaitu *Trial & Error* dan *Ziegler-Nichols*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Motor DC *Pittman* respon sistem dari motor DC *Pittman* sangat tidak stabil, yang mana masih terdapat banyak osilasi serta nilai *overshoot* yang sangat tinggi, Pada metode *Trial& Error* didapatkan nilai respon sistemnya pada pengendali P yaitu, rise time = 0,000551 s, settling time = 0,00468 s, overshoot = 37,1 %, peak time = 0.972 s, dan time delay = 0,00134 s. pada pengendali PI yaitu, rise time = 0,000396 s, settling time = 0,00534 s,

overshoot = 47,7 %, peak time = 1,23 s, dan time delay = 0,00102 s. pada pengendali PID yaitu, rise time = 0,000223 s, settling time = 0,00502 s, overshoot = 64,6 %, peak time = 1,54 s, dan time delay = 0,000601 s. Pada metode Ziegler-Nichols didapatkan nilai respon sistemnya pada pengendali Pyaitu, rise time = 0,00118 s, settling time = 0,00564 s, overshoot = 15,4 %, peak time = 0,178 s, dan time delay = 0,00262 s. pada pengendali PI yaitu, rise time = 0,000275 s, settling time = 0,00531 s, overshoot = 58,3 %, peak time = 1,44 s, dan time delay = 0,000767 s. pada pengendali PID yaitu, rise time = 0,00133 s, settling time = 0,00446 s, overshoot = 12,6 %, peak time = 0,0237 s, dan time delay = 0,00288 s. Dari hasil simulasi ditunjukkan bahwa nilai untuk metode tuning *Ziegler-Nichols* lebih baik dibandingkan dengan *Trial & Error*, mungkin karena input nilai pada metode *Trial & Error* lebih besar.

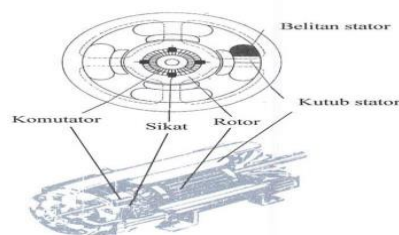
Kata Kunci: Motor DC, Kontroler PID, Matlab, *Ziegler-Nichols*, *Trial & Error*

PENDAHULUAN

Motor DC adalah peralatan elektromekanis yang mengubah daya listrik menjadi daya mekanis dengan arus searah sebagai suplai energi listriknya. Motor DC terdiri dari dua bagian dasar yaitu *stator* dan *rotor*. Stator merupakan bagian dari motor DC yang tidak bergerak sedangkan rotor merupakan bagian yang bergerak. Pada stator terdapat belitan yang dinamakan belitan medan karena berfungsi menghasilkan medan magnet, sedangkan pada rotor terdapat belitan yang dinamakan belitan jangkar karena berfungsi membawa arus beban. Pada poros rotor terdapat komutator dan sikat, komutator bergerak bersamaan dengan poros rotor sedangkan sikat tidak bergerak tetapi menyentuh komutator. Komutator berupa silinder yang terbuat dari beberapa segmen tembaga yang terisolasi satu sama lain, dan sikat terbuat dari bahan karbon. Komutator dan sikat secara bersamaan berfungsi sebagai penyearah.

Penggunaan motor arus searah sudah sangat dikenal secara luas. Keuntungan-keuntungan yang menonjol akan penggunaan motor-motor arus searah tersebut timbul dengan penunjukan karakteristik operasinya. Motor DC secara luas dipergunakan dalam berbagai macam penerapan yang memerlukan putaran yang dapat diatur dan beberapa penerapannya digunakan pada industri tekstil, industri kertas dan lain-lain.

Motor DC terutama motor DC penguatan terpisah mempunyai keunggulan-keunggulan tersendiri, yang mana motor DC penguatan terpisah ini mempunyai kecepatan yang hampir konstan pada tegangan jepit yang konstan meskipun terjadi perubahan beban.

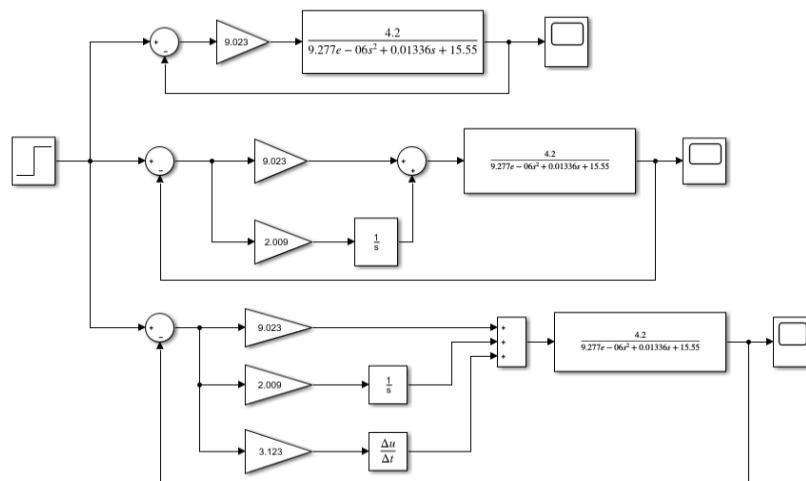


Gambar 1. konstruksi motor DC

METODE

Jenis Penelitian ini dilakukan berdasarkan pada masalah yang bersifat pemodelan dan simulasi dari Analisis Peningkatan performansi Pengendali PID Pada Motor DC Dengan Menggunakan Metode Tuning *ziegler-Nichols* dan *Trial & Error*

1. Mencari spesifikasi motor DC.
2. Mencari fungsi alih dengan memasukkan nilai pada rumus.
3. Memasukkan nilai fungsi alih pada listing program di matlab.
4. Setelah hasil running keluar, maka terlihat nilai *risetime*, *settlingtime* dan *overshoot*.
5. Mencari nilai K_p , K_i dan K_d dengan memasukkan nilai pada rumus.



Gambar 2. Model DC PID Trial And Error

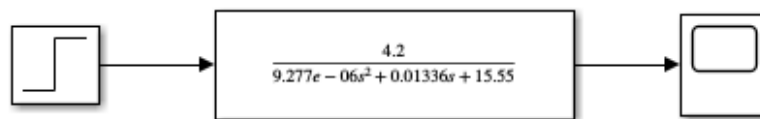
Model	: PITTMAN Series GM 9000 type GM9X33
No-Load Speed	: 5993 rpm
No-Load Current	: 0,20 A
Konstanta Aplifier (KA)	: 10 N-m/A
Konstanta Torsi Motor (KT)	: 4,20 Nm/A
Back-EMF konstan (kb)	: 3,10 (V/krpm)
Momen Inersia (J)	: 4.46 x 10-6 kg/m2
Induktansi jangkar (LA)	: 2,08 mH = 2,08 x 10 ⁶ H = 2.080.000 H
Resistansi (RA)	: 2,53 ohm



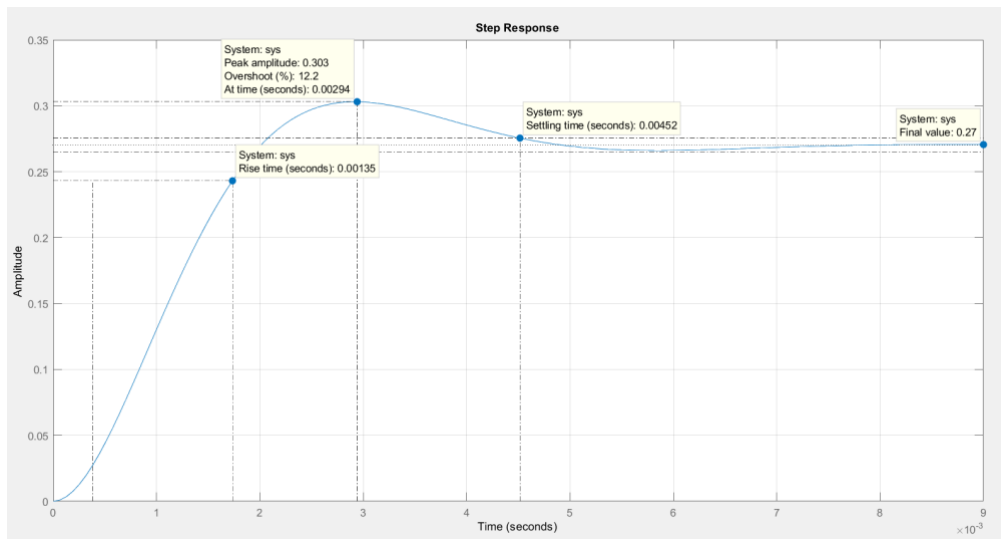
Gambar 3. motor DC Pittman

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapatkan nilai K, td dan T dapat diperoleh dengan cara melakukan persamaan matematika motor DC yang telah dimodelkan sebelumnya dalam transfer function diberikan unit-step dengan loop terbuka. Berikut ini hasilnya :



Gambar 4 Simulasi Motor DC



Gambar 5. Kurva Respon Dengan Garis tangen

Untuk mendapatkan parameter P, PI, dan PID dapat di peroleh dari table persamaan Ziegler-Nichols dimana langkah pengerjaanya sebagai berikut ini :

Hasil perhitungan Untuk Kontrol P :

Setelah nilai k_p , T_d , dan T_i didapatkan, maka untuk mendapatkan nilai pengendalian P adalah dengan persamaan berikut ini :

$$k_p = \frac{T}{L}$$

Rumus penalaran Ziegler-Nichols untuk mencari nilai K_p :

$$k_p = \frac{0,00153}{0,00272} \quad k_p = 0,5625$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat dianalisa yaitu pada control P di dapatkan nilai $K_p = 0,5625$ dari perhitungan manual.

Hasil Perhitungan Untuk Kontrol PI :

Perhitungan dengan memasukkan nilai-nilai K , t_d dan T dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$k_p = 0,9 \frac{T}{L}$$

$$T_i = \frac{L}{0,3}$$

Perhitungan penalaran Ziegler-Nichols untuk mencari nilai K_p :

$$k_p = 0,9 \left(\frac{0,00153}{0,00272} \right)$$

$$k_p = 0,9 (0,5625)$$

$$k_p = 0,50625$$

Perhitungan penalaran Ziegler-Nichols untuk mencari nilai T_i :

$$T_i = \frac{0,00272}{0,3}$$

$$T_i = 0,00816$$

Dari perhitungan diatas maka dapat dianalisa pada kontroler Pi didapatkan nilai Kp 0,50625 dan nilai Ti 0,00816.

Dibawah ini adalah untuk mendapatkan nilai KI :

$$ki = \frac{Kp}{Ti}$$
$$ki = \frac{0,50625}{0,00816}$$
$$ki = 62,0404$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai KI 62,0404, Didaapatkan nilai KP dan TI :

$$Kp = 0,50625$$

$$Ti = 0,00816$$

$$Ki = 62,0404$$

Hasil Perhitungan Untuk Kontrol PID :

Perhitungan dengan memasukan nilai-nilai Kp, Ti dan Td dengan menggunakan rumus sabagai berikut :

$$kp = 1,2 \left(\frac{T}{L} \right)$$

$$Ti = 2 (L)$$

$$Td = 0,5 (L)$$

Perhitungan penalaran Ziegler-Nichols untuk mencari nilai Kp :

$$kp = 1,2 \left(\frac{0,00153}{0,00272} \right)$$

$$kp = 1,2(0,5625)$$

$$kp = 0,675$$

Perhitungan penalaran Ziegler-Nichols mencari nilai Ti :

$$Ti = 2 (0,00272)$$

$$Ti = 0,00544$$

Perhitungan penalaran Ziegler-Nichols untuk mencari nilai Td :

$$Td = 0,5 (0,00272)$$

$$Td = 0,00136$$

Perhitungan penalaran Ziegler-Nichols untuk mencari nilai KI :

$$ki = \frac{Kp}{Ti}$$

$$ki = \frac{0,675}{0,00544}$$

$$ki = 124,08$$

Perhitungan penalaran Ziegler-Nichols untuk mencari nilai KD :

$$Kd = Kp \times Td$$

$$Kd = 0,675 \times 0,00136$$

$$Kd = 0,000918$$

Dari analisa diatas pada kontroler Pi didapatkan nilai Kp = 0,675 , Ti = 0,00544 Td = 0,00136, Ki = 124,08, Kd = 0,000918 pada hasil dari perhitungan manual.

Tabel 1. hasil Dari Perhitungan Manual Metode Ziegler-Nichols

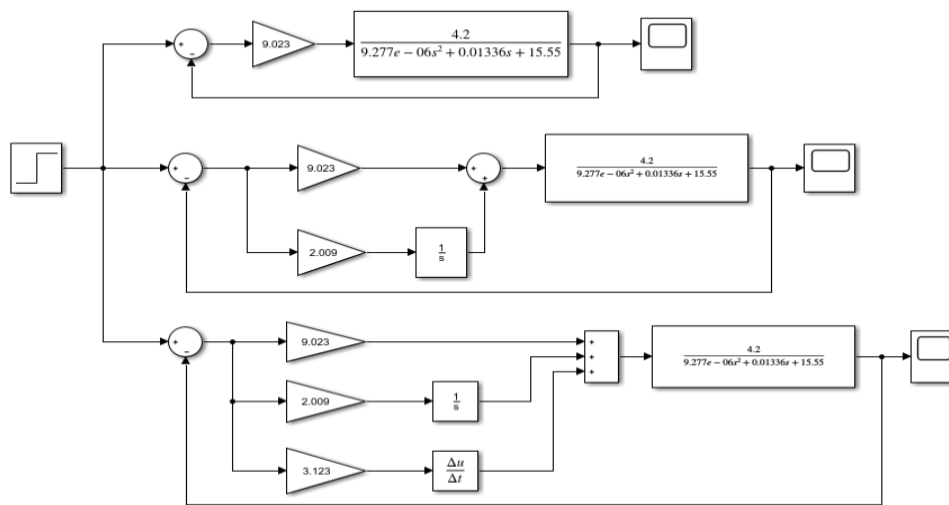
	Kp	Ti	Td	Ki	Kd
P	0,5625	0	0	0	0
PI	0,50625	0,5065	0	62,0404	0
PID	0,675	0,0016	0,017	124,08	0,000918

Setelah mencari dengan perhitungan manual, kemudian dilakukan pengujian motor DC dengan metode Trial & Error, dan setelah itu dilakukan pengujian dengan metode Ziegler-Nichols.

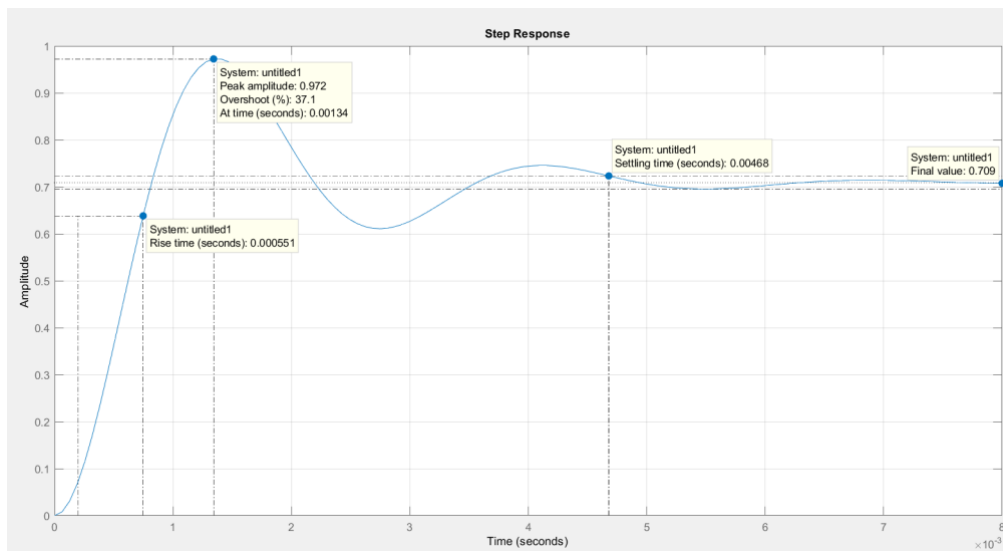
Berikut adalah pengujian metode trial & Error

Tabel 2. Nilai Input Metode Trial & Error

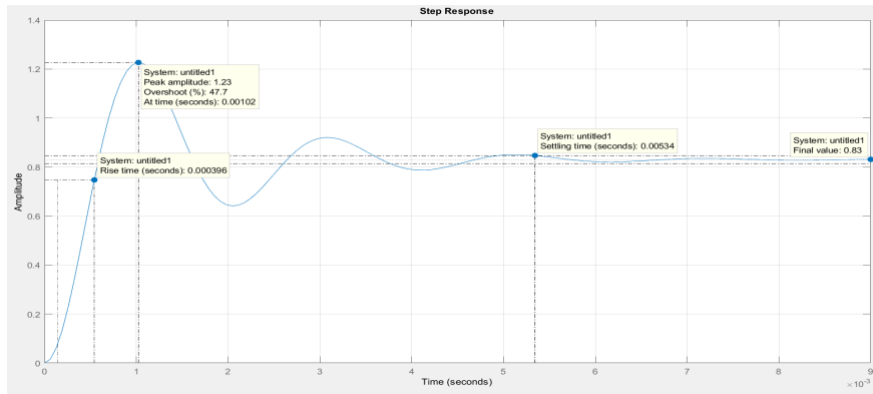
	Kp	Ki	Kd
P	9,023	0	0
PI	9,023	2,009	0
PID	9,023	2,009	3,123



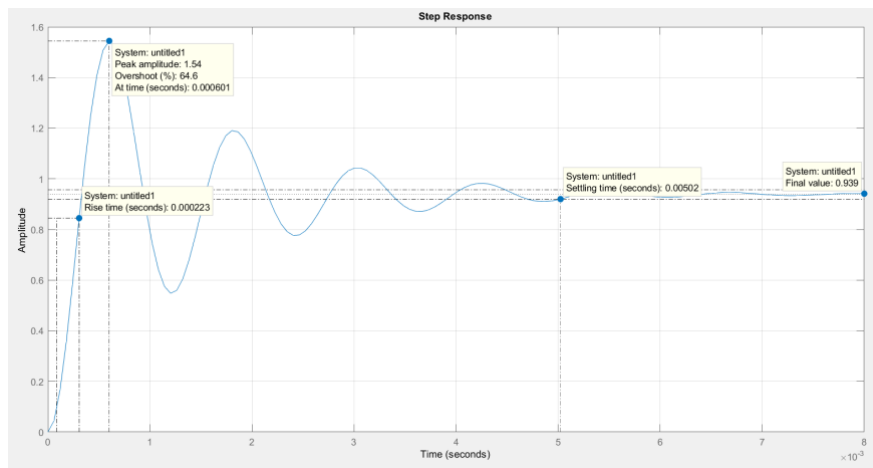
Gambar 6. Blok Diagram Trial & Error



Gambar 7. Respon Uji Trial and Error Pada pengendali P



Gambar 8. Respon uji DC Trial and Error pada pengendali PI

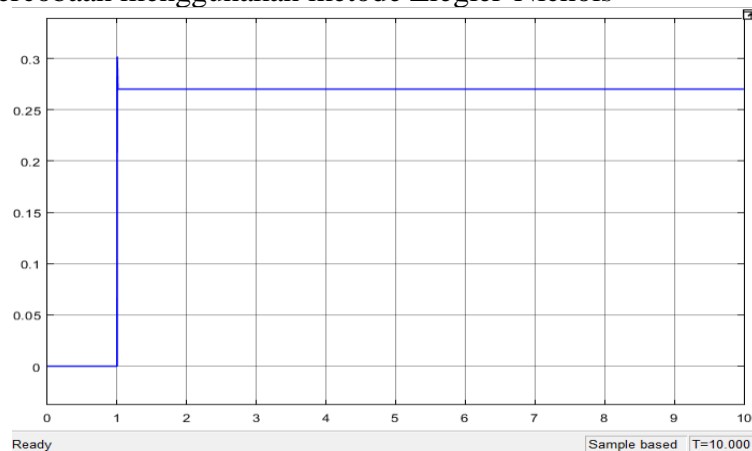


Gambar 9. Respon uji DC Trial and Error pada pengendali PID

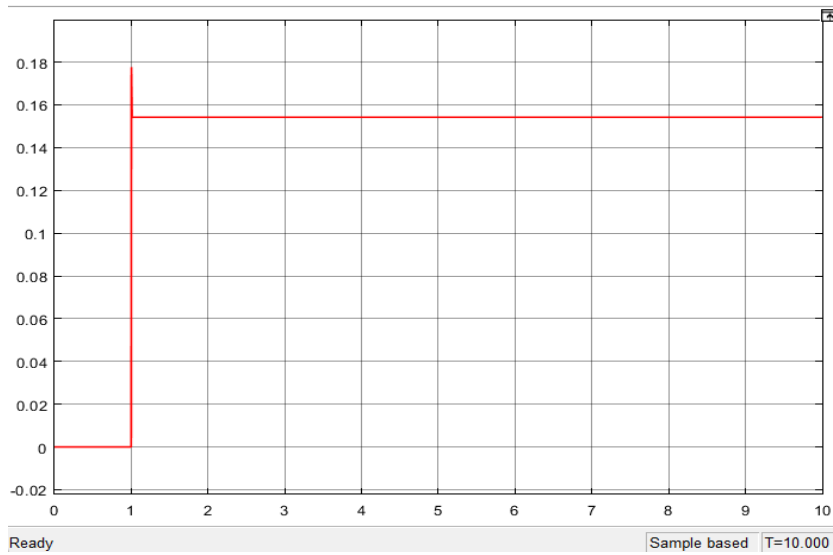
Tabel 3. Perbandingan Metode Trial and Error Pada Pengendali P, PI, dan PID

	Rise time	Settling time	Overshoot	Peak time	Time delay
P	0,000551	0,00468	37,1	0,972	0,00134
PI	0,000396	0,00534	47,7	1,23	0,00102
PID	0,000223	0,00502	64,6	1,54	0,000601

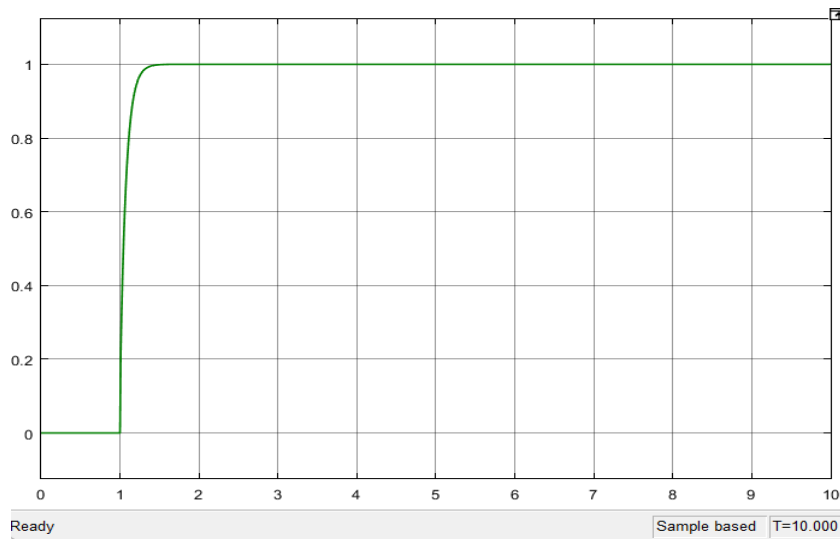
Berikut adalah Percobaan menggunakan metode Ziegler-Nichols



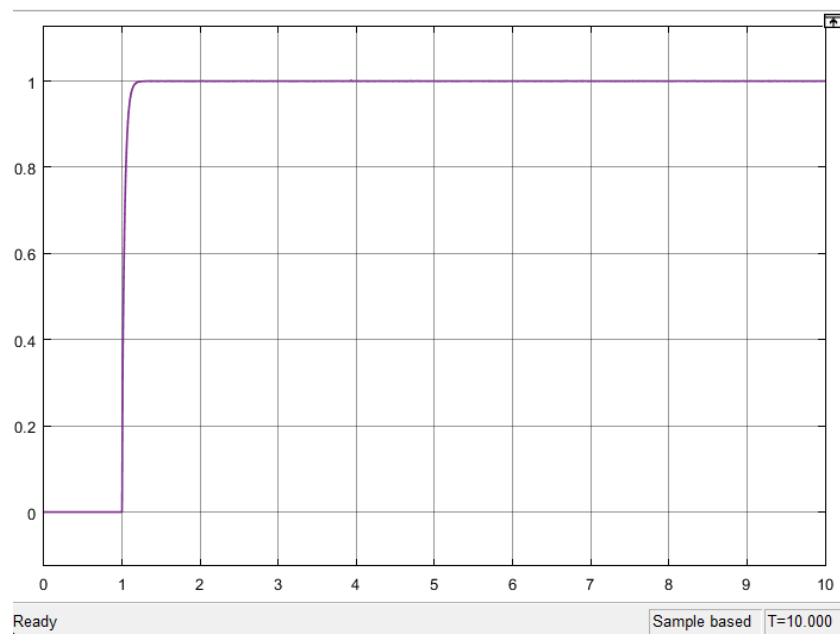
Gambar 10. Open Loop



Gambar 11. Respon uji DC metode Ziegler-Nichols dengan pengendali P



Gambar 12. Respon uji DC metode Ziegler-Nichols dengan pengendali PI



Gambar 13. Respon uji DC metode Ziegler-Nichols dengan pengendali PID

Tabel 4. Perbandingan metode Ziegler-Nichols pada pengendali P, PI dan PID

	Rise time	Settling time	Overshoot	Peak time	Time delay
P	0,00118	0,00564	15,4	0,178	0,00262
PI	0,000275	0,00531	58,3	1,44	0,000767
PID	0,00133	0,00446	12,6	0,0237	0,00288

KESIMPULAN

Dapat dilihat hasil yang di dapatkan dibawah ini perbandingan metode Trial & Error dan Ziegler-Nichols. Pada metode Trial & Error didapatkan nilai respon sistemnya pada pengendali P yaitu, rise time = 0,000551 s, settling time = 0,00468 s, overshoot = 37,1 %, peak time = 0.972 s, dan time delay = 0,00134 s. pada pengendali PI yaitu, rise time = 0,000396 s, settling time = 0,00534 s, overshoot = 47,7 %, peak time = 1,23 s, dan time delay = 0,00102 s. pada pengendali PID yaitu, rise time = 0,000223 s, settling time = 0,00502 s, overshoot = 64,6 %, peak time = 1,54 s, dan time delay = 0,000601 s. Pada metode Ziegler-Nichols didapatkan nilai respon sistemnya pada pengendali P yaitu, rise time = 0,00118 s, settling time = 0,00564 s, overshoot = 15,4 %, peak time = 0,178 s, dan time delay = 0,00262 s. pada pengendali PI yaitu, rise time = 0,000275 s, settling time = 0,00531 s, overshoot = 58,3 %, peak time = 1,44 s, dan time delay = 0,000767 s. pada pengendali PID yaitu, rise time = 0,00133 s, settling time = 0,00446 s, overshoot = 12,6 %, peak time = 0,0237 s, dan time delay = 0,00288 s. Dari hasil simulasi

REFERENSI

- Amalia, s., 2019. Pengaturan Kecepatan Motor DC Pada Aplikasi Belt Konveyor Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis MC. *journal 1*, 8(11), pp. 5-6.
- Handy, W., 2004. Analisa Performansi dan Robustness beberapa metode tuning kontroler PID pada motor DC. *jurnal 2*, 4(12), pp. 70-78.
- Sari, M. K., Hadi, W. & Cahyani, W., 2020. Analisis Motor Brushless Direct Current Aksial Fluks 3 Fasa menggunakan magnet permanen neodymium sebagai prime mover generator. *jurnal 5*, 19(1), p. 2.
- syamsuar, s., wibawningrum, r. & makarim, h., 2011. CARA KERJA DAN PENGGUNAAN MOTOR DIRECT CURRENT (DC). *JTE*, 23(5), pp. 3-4.
- prasetyo, e. H., 2016. Pengaturan Kecepatan Motor DC dengan Menggunakan Mikrokontroler berbasis fuzzy-PID. *journal 1*, 4(1), pp. 5-6.