

ANALISIS PERFORMANSI PENGENDALI PID PADA MOTOR DC DENGAN MENGGUNAKAN METODE TUNING COHEN-COON

Gema Anwari Siregar^{1*} dan Sitti Amalia¹

¹ Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang
Jl. Gajah Mada Jl. Kandis Raya, kp. Olo, kec. Nanggalo, Kota Padang, Sumatera Barat 25173.
*Email: gemaanwari999@gmail.com

Abstrak

Kontroler PID merupakan kontroler yang bisa dipakai untuk mendapatkan tanggapan atau respon yang diinginkan dalam sebuah sistem, karena kontroler ini telah terbukti mampu memberikan performansi yang baik dengan akurasi hasil perkiraan yang bagus dan mempunyai tingkat error yang kecil. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisa 2 motor DC dengan kendali PID terhadap perhitungan rumus dengan perhitungan di Simulink Matlab, menganalisa respon sistem overshoot, rise time, settling time memakai metode Cohen-Coon. Metode yang digunakan yaitu metode Cohen-Coon. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa Pada Motor DC Shunt respon sangat tidak stabil, yang mana masih terdapat banyak osilasi serta nilai overshoot yang sangat tinggi yaitu 97 %, untuk settling time yaitu 55.1 second dan nilai rise time yaitu 0.156 second. Pada Motor DC Pittman respon sistem dari motor DC Pittman sangat tidak stabil, yang mana masih terdapat banyak osilasi serta nilai overshoot yang sangat tinggi yaitu 98.5 %, untuk settling time yaitu 3.75s dan untuk rise time 0.0049s. Pada Motor DC Shunt respon sistem atau hasil dari running pada matlab dengan menggunakan pengendali PID, dengan menginputkan nilai $P = 49.38$, $I = 0.1214$ dan $D = 0.0181$. Sehingga dapat dianalisa bahwa respon sistem telah stabil dengan tidak adanya overshoot serta tidak ada osilasi pada grafik, kemudian respon waktu naik dari grafik juga telah stabil ditunjukkan dengan nilai dari rise time yaitu 2.67 serta settling time yaitu 4.78. Pada Motor DC Pittman respon sistem atau hasil dari running program pada matlab dengan menggunakan pengendali PID, dengan menginputkan nilai $P = 49.38$, $I = 0.1214$ dan $D = 0.0181$. Sehingga dapat dianalisa bahwa respon sistem telah stabil dengan tidak adanya overshoot serta tidak ada osilasi pada grafik, kemudian respon waktu naik dari grafik juga telah stabil ditunjukkan dengan nilai dari rise time yaitu 0.139 serta settling time yaitu 0.242.

Kata Kunci : Motor DC, Kontroler PID, Tuning, Performansi, Cohen-Coon

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, Kebutuhan akan teknologi motor yang memiliki efisiensi lebih tinggi, kecepatan yang tinggi dan dapat divariasikan dan biaya perawatan yang rendah. Hanya saja motor yang di gunakan saat zaman sekarang yakninya motor brushles DC dan Motor Induksi, dari kedua motor tersebut memiliki biaya perawatan yang tinggi. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan akan efisiensi yang tinggi, torsi yang tinggi dan biaya perawatan yang rendah maka di gunakan lah Motor DC. Motor DC di gunakan karena memiliki kelebihan yaitu memiliki tingkat efisiensi lebih tinggi dan dimensi lebih kecil. Selain itu, dengan tidak adanya sikat arang maka perawatan menjadi ringan, hampir tidak ada nois. Kelebihan motor DC yaitu tanggap lebih cepat, umur pakai yang lama dan memiliki kecepatan yang tinggi. Motor DC dikendalikan secara elektronik tanpa sikat sehingga mempunyai keuntungan seperti rasio inersia/torsi tinggi efisiensi tinggi (Anugrah, 2020). Adapun kekurangan motor DC yaitu tingkat pengendalian kecepatan yang rumit dan harga yang lebih mahal (Abdurrahman As-Salaf Dan Syahril, 2021). Untuk memperbaiki motor DC agar kecepatan lebih konstan maka dilakukanlah perbaikan dengan cara pengontrolan agar kecepatan motor DC tetap konstan. Maka untuk melihat performa kecepatan motor DC dapat dilakukan dengan cara membaca karakteristik motor dari nilai rise time, settling time, overshoot, dan error stady state. Sehingga diperlukan sistim kendali PID memperbaiki performa kecepatan motor DC.

Untuk memperbaiki performa kecepatan motor DC Maka digunakan pengendalian PID dengan penalaran Cohen-Coon. Metode Cohen-Coon adalah salah satu metode dengan melihat respon sistim kontroler, dapat diketahui perubahan langkah secara manual. Dengan menggunakan metode Cohen-

Coon respon sistim akan di modelkan ke berupa langkah sebagai respon orde pertama ditambah waktu mati. Dari respon ini terdapat tiga parameter yaitu K_p , t_i , dan t_d ditemukan (Faradisa et al., 2020). Sistem pengendali PID merupakan pengontrolan gabungan tiga macam pengendali yaitu, kendali propotional, kendali integral, dan kendali derivative. PID memiliki kesederhanaan struktur, kemudahan dalam proses penalaran kontrolnya. Hal tersebut membuat PID semakin populer. Bahkan pada tingkat pengoperasiannya, sehingga tidak dituntut untuk menguasai pengetahuan matematika yang begitu rumit, melainkan hanya di butuhkan pengalaman lapangan serta mengetahui teori kontrol dasar saja (Proporsional dan Derivative, 2008).

Pada Kontroler PID dengan penalaran Cohen-coon dapat menangani masalah dalam sistem kendali kecepatan motor DC. PID bekerja dengan cara menghitung error $e(t)$ kemudian di bandingkan dengan nilai referensi lalu di koreksi berdasarkan nilai propotional, integral dan derivatif dengan penalaran Cohen-Coon (Aziz, 2021). Dengan demikian dibutuhkan pengendalian untuk mengatasi masalah tersebut dengan menggunakan pengendali PID, dengan tujuan untuk mencari nilai parameter PID menggunakan metoda Cohen-Coon, kemudian menganalisis performa masing-masing pengendali. Pemodelan simulasi juga dilakukan dengan memanfaatkan software Matlab Simulink, setelah pemodelan dibangun dan di simulasikan didapatkan parameter PID yakni nilai K_p , nilai K_i , dan nilai K_d . Kemudian respon transient dan tanggapan sistim dari masing masing kendali dibandingkan untuk melihat hasil performa yang baik (Isdaryani, Feriyonika dan Ferdiansyah, 2020).

2. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah Studi Literatur. Dengan cara mengumpulkan, mempelajari berkas-berkas, dokumen yang ada diperpustakaan serta jurnal-jurnal penunjang motor DC. Selanjutnya referensi dan teori-teori.

Dengan spesifikasi data yang didapatkan seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Motor DC Pitman

Model	PITMAN 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 Kosntan (Kb)	3,10 (V/krpm)
Momen Inersia (J)	4,46 x 10 ⁻⁶ kg/m ²
Induktansi jangkar (La)	2,08 mH = 2,08 x 10 ⁶ H = 2.080.000 H
Resistansi (Ra)	2,53 ohm

Rumus penguatan masson (Masson Gain Formula) yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

$$T(s) = \frac{\frac{K_t}{JLa}}{s^2 + s(La + JRa) + Ra + K_t.K_b} \tag{1}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Mencari Fungsi Alih Pada Motor DC

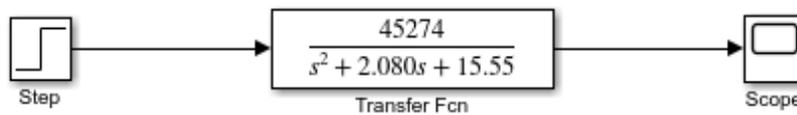
$$T(s) = \frac{\frac{K_t}{JLa}}{s^2 + s(La + JRa) + (Ra + Kb K_T)}$$

$$T(s) = \frac{\frac{4,20}{4,46 \times 10^{-6} \cdot 2,08}}{s^2 + s((2,08) + 4,46 \times 10^{-6} \cdot 2,53) + ((2,53) + 3,10 \cdot 4,20)}$$

$$T(s) = \frac{\frac{4,20}{9,2768 \times 10^{-6}}}{s^2 + s((2,08) + 0,000112838) + 15,55}$$
$$T(s) = \frac{\frac{4,20 \times 10^6}{9,2768}}{s^2 + s(2,080) + 15,55}$$
$$T(s) = \frac{45274}{s^2 + 2,080s + 15,55}$$

Kemudian dari hasil pemodelan matematis tadi, maka didapatkanlah fungsi alih dari motor dc yang kita gunakan yaitu :

$$T(s) = \frac{45274}{s^2 + 2,080s + 15,55}$$



Gambar 1 Pengujian Rangkaian Motor DC *Pittman* Tanpa Pengendali

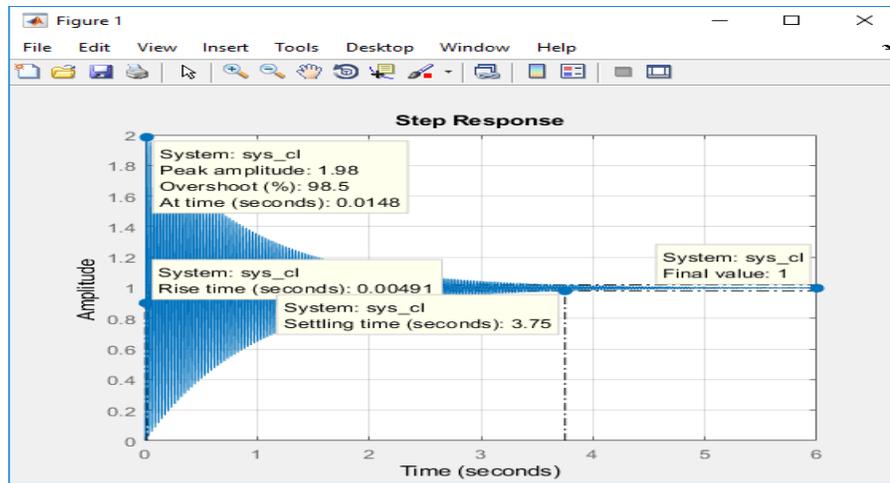
3.2 Mencari Bentuk Sinyal Di Matlab

1. Listing Program

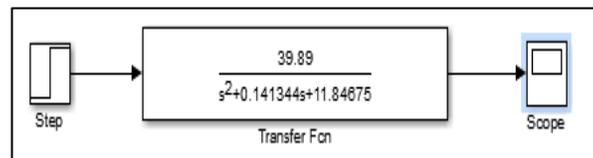
```
clc
clear all
lose all
close all hidden
% Fungsi Alih Lingkar Terbuka
num_ol = [ 45274 ];
den_ol = [ 1 2.080 15.55 ];
sys_ol = tf (num_ol,den_ol)
% Fungsi Alih Lingkar Tertutup
[num_cl,den_cl] = cloop(num_ol,den_ol,-1);
sys_cl = tf(num_cl,den_cl)
step (sys_cl)
grid on
```

2. Hasil Sinyal

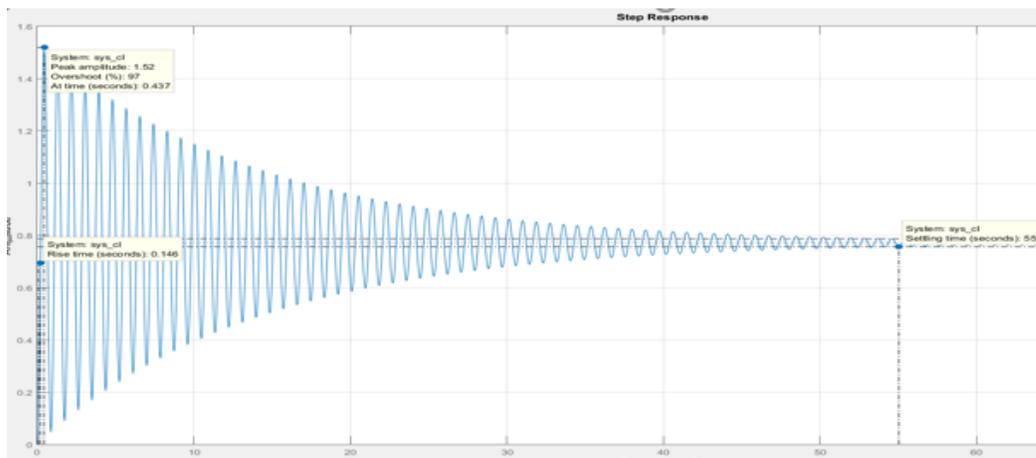
Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa respon sistem dari motor DC sangat tidak stabil, yang mana masih terdapat banyak osilasi serta nilai overshoot yang sangat tinggi yaitu 98.5 %, dan untuk settling time nya yaitu 3.75 second. Berdasarkan permasalahan tersebut, sesuai dengan tujuan awal skripsi ini kami akan menggunakan pengendali PID untuk menghilangkan overshoot yang tinggi, mengurangi osilasi serta mempercepat respon waktu naik dari sistem.



Gambar 2. Hasil Running Program



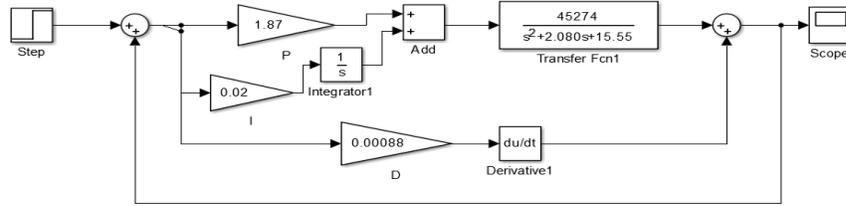
Gambar 3 Pengujian Rangkaian Motor DC *Shunt* Tanpa Pengendali



Gambar 4. Hasil Running Program

3.3. Respon Pengendali PID

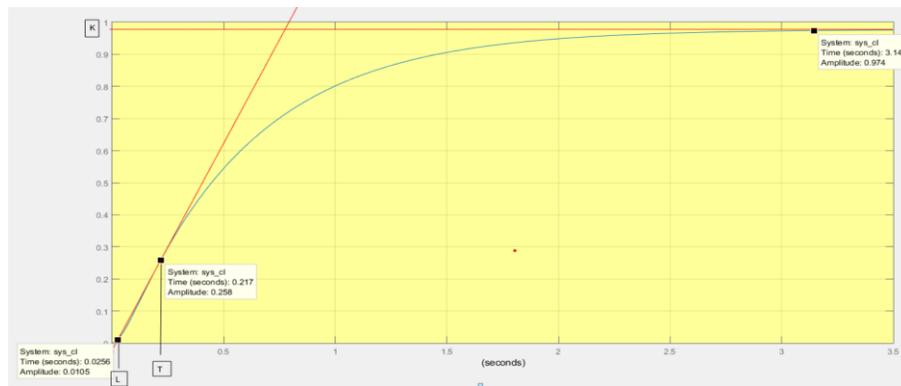
Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing kontroler P, I dan D dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara paralel menjadi kontroler proporsional plus integral plus differensial (kontroler PID). Elemen-elemen kontroler P, I dan D masing-masing secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan *offset* dan menghasilkan perubahan awal yang besar. Blok diagram kontroler PID.



Gambar 5 Blok Diagram Sistem PID Dalam Simulink-Matlab



Gambar 6 Hasil Running Program



Gambar 7 Grafik Hasil Menentukan K,L dan T

Pada gambar 4, dimana konstanta $K = 0.974$, waktu mati $L = 0.0256$ dan waktu tunda $T = 0.217$
 Dimana :

K = penguatan

L = waktu mati (*dead time*)

T = waktu tunda (*delay time*)

3.4. Hasil perhitungan untuk tipe kontroler PID adalah sebagai berikut:

Perhitungan dengan nilai K , L dan T dengan menggunakan rumus sabagai berikut :
 Perhitungan K_p

$$\begin{aligned}
 a. \quad K_p &= \frac{1}{k} \left(\frac{T}{L} \right) \left[\frac{4}{3} + \frac{1}{3} \left(\frac{L}{T} \right) \right] \\
 K_p &= \frac{1}{1.027} \left(\frac{0.0256}{0.0256} \right) \left[\frac{4}{3} + \frac{1}{3} \left(\frac{0.0256}{0.0256} \right) \right] \\
 K_p &= (1.027)(1.58) \\
 K_p &= 1.62
 \end{aligned}$$

b. Konstanta I (K_i)

$$K_i = L \left[\frac{30}{9} + \frac{3}{20} \left(\frac{L}{T} \right) \right]$$

$$K_i = 0.0256 \left[\frac{30}{9} + \frac{3}{20} \left(\frac{0.0256}{\frac{0.0256}{0.0256}} \right) \right]$$

$$K_i = (0.0256)(1.14)$$

$$K_i = 0.029$$

c. Konstanta D (K_d)

$$K_d = L \left[\frac{4}{11+2} \left(\frac{L}{T} \right) \right]$$

$$K_d = 0.0256 \left[\frac{4}{11+2} \left(\frac{0.0256}{0.0256} \right) \right]$$

$$K_d = (0.0256) \left(\frac{4}{13} (1) \right)$$

$$K_d = 0.0079$$

4. KESIMPULAN

1. Perbandingan motor DC *shunt* dan Motor DC *pittman* tanpa Pengendali sama-sama memiliki *overshoot* yang sangat tinggi, dan osilasi yang sangat banyak, tapi kecepatan respon sistem *settling time* dan *rise time* pada motor DC *Shunt* lebih cepat responnya.
2. Pengendali PID yang mana *overshoot* sudah stabil, dan tidak terdapat osilasi pada grafik, kecepatan respon sistem *settling time* = 0.242 dan *rise time* = 0.139

DAFTAR PUSTAKA

- ABDURRAHMAN AS-SALAF, M.H. dan SYAHRIAL, S. (2021) "Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor BLDC menggunakan Software PSIM," *MIND Journal*, 6(1), hal. 103–117. doi:10.26760/mindjournal.v6i1.103-117.
- Anugrah, R.F. (2020) "Kontrol Kecepatan Motor Brushless DC Menggunakan Six Step Comutation Dengan Kontrol PID (Propotional Integral Derivative)," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, 7(2), hal. 57–63. doi:10.21107/triac.v7i2.7923.
- Aziz, muhammad A. (2021) "Analisis Performa Pid Pada Sistem Kontrol Kecepatan Motor Bldc."
- Faradisa, S. *et al.* (2020) "Perancangan Kontroler PID Dengan Metode Tuning Cohen-Coon Untuk Kendali Suhu Pada Inkubator Bayi Berbasis Labview 2014," *Teknik Elektro*, 9(2), hal. 293–301.
- Isdaryani, F., Feriyonika, F. dan Ferdiansyah, R. (2020) "Comparison of Ziegler-Nichols and Cohen Coon tuning method for magnetic levitation control system," *Journal of Physics: Conference Series*, 1450(1). doi:10.1088/1742-6596/1450/1/012033.
- Proporsional, P.I.D. dan Derivative, I. (2008) "Deskripsi Buku :," *Test* [Preprint].