



Analisa Performansi Beberapa Metode Kontroler PID Pada Magnetic Ball

Tamaji¹, Yoga Alif Kurnia Utama², Adrianus Raffel³

Prodi Teknik Elektro^{1,2,3} Fakultas Teknik, Universitas Widya Kartika

Jl. Sutorejo Prima Utara II/1, Kota Surabaya

Telp. +62315922403/5926359, Fax. +6231 5925790

E-mail: tamajikayadi@gmail.com¹, yoga.alif@widyakartika.ac.id², adrianusrffel@gmail.com³

Abstraks

Received : 15-8-2021

Accepted : 15 -9-2021

Published : 20-9-2021

Kontroler PID adalah kontroler yang sampai sekarang masih banyak digunakan di dunia industri. Kontroler PID terbukti dapat memberikan performansi kontrol yang baik meski mempunyai algoritma sederhana dan mudah dipahami. Hal yang penting pada desain kontroler PID ini ialah menentukan parameter kontroler atau tuning . Proyek ini mencoba menerapkan advanced PID tuning yang didalamnya melibatkan beberapa metode tuning untuk mendapatkan performansi terbaik pada suatu sistem atau plant yang bersifat labil atau critically stable seperti pada pengontrolan ketinggian magnetic ball. Beberapa metode yang akan dibahas di sini ialah Ziegler-Nichols, Non kontrol, On Off, Trial Error, dan Chien-Hrones-Reswick (C-H-R). Dengan mengimplementasikan kontroler PID pada magnetic ball, akan dianalisa performansi dari sistem tersebut. Hasil menunjukkan bahwa dari lima metode Kontrol PID untuk mengontrol posisi dari *magnetic ball* metode Kontrol yang paling baik berurutan adalah PID Kontrol Trial Error, PID Kontrol On Off, PID Ziegler-Nichols, Metode Chien-Hrones-Reswick, dan PID Non Kontrol.

Kata Kunci: Chien-Hrones-Reswick, kontroler PID, magnetic ball, Trial Error, Ziegler-Nichols

Abstract

PID controller is a controller that is still widely used in the industrial world. The PID controller is proven to provide good control performance even though it has a simple and easy-to-understand algorithm. The important thing in the design of this PID controller is to determine the controller parameters or tuning. Project tries to implement advanced PID tuning which involves several tuning methods to get the best performance on a system or plant that is unstable or critically stable, such as controlling the height of a magnetic ball. Some of the methods that will be discussed here are Ziegler-Nichols, Non-control, On Off, Trial Error, and Chien-Hrones-Reswick (C-H-R). From results show that of the five PID Control methods to control the position of the magnetic ball, the best sequential control method is PID Control Trial Error, PID Control On Off, PID Ziegler-Nichols, Chien-Hrones-Reswick Method, and PID Non-Control.

Keywords: Chien-Hrones-Reswick, PID controller, magnetic ball, Trial Error, Ziegler – Nichols

1. PENDAHULUAN

Magnetic Ball adalah suatu rangkaian sistem yang terdiri atas bola baja padat yang bersifat ferromagnetic (benda yang memiliki sifat kemagnetan yang paling kuat dan tahan lama) yang melayang di atas permukaan suatu

medium udara apabila diberi tenaga elektromagnet yang berasal dari kumparan elektromagnet. Sistem Magnetic Ball ini banyak digunakan di dalam berbagai bidang [1]. Contohnya, kereta maglev, turbin angin, bearingless motor, dan masih banyak yang lain

lagi. Tujuan utama dari kegunaan Magnetic Ball ini adalah meminimalkan atau menghilangkan gesekan yang dihasilkan oleh pergerakan yang sangat cepat. Obyek yang akan dilayangkan di dalam percobaan akan ditempatkan di bawah sebuah elektromagnet. Kekuatan medan magnet yang dihasilkan oleh elektromagnet jika dikendalikan secara tepat maka akan melawan gravitasi bumi yang menyebabkan benda melayang [2]. Metode ini disebut teorema Circumvents Earnshaw dengan menggunakan kontrol umpan balik. Untuk mengatasi objek yang menempel pada elektromagnet, maka posisi benda penting untuk dikendalikan.

Penelitian mengenai Magnetic Ball telah banyak dilakukan, diantaranya menggunakan pengendali fuzzy-gain scheduling, LQG (Linear Quadratic Gaussian), dan lain sebagainya [3]. Berdasarkan dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem dari Magnetic Ball merupakan sistem yang nonlinear sehingga Magnetic Ball sulit untuk dikendalikan dan sistem ini merupakan sistem yang tidak stabil, terbukti dari dari hasil keluaran sistem terjadi osilasi yang besar.

Pada penelitian ini akan digunakan metode kontroler PID (Proportional – Integral – Derivative) untuk mengendalikan atau mengontrol sistem Magnetic Ball yang tidak stabil[4]. Di dalam penelitian ini akan terdapat beberapa metode kontroler PID yang akan digunakan seperti, on off, PID Ziegler – Nichols, Chien-Hrones-Reswick, dan trial error. Dan dari metode – metode yang akan digunakan akan diketahui metode yang paling baik untuk mengendalikan atau mengontrol sistem Magnetic Ball. Metode yang paling baik adalah metode yang memiliki hasil performansi dengan error yang paling kecil.

2. METODE

2.1 Metode Non Kontrol

Di dalam metode non kontrol ini berarti sistem dari *magnetic ball* tidak akan dikontrol oleh apapun, sehingga hasil dari metode ini murni dari sistem yang telah ditentukan.

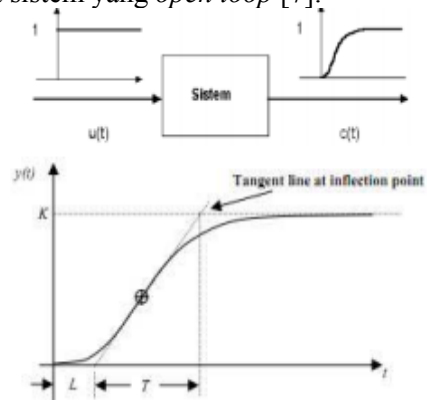
2.2 Metode Ziegler-Nichols

Metode Ziegler-Nichols adalah metode *tuning* PID yang paling banyak digunakan[5].

Meskipun metode ini sudah lama dipublikasikan (tahun 1940) namun metode ini masih banyak digunakan[6]. Terdapat dua cara penentuan nilai PID menggunakan metode Ziegler-Nichols antara lain:

-Metode Step Response

Metode ini merupakan metode yang digunakan pada sistem yang *open loop* [7].



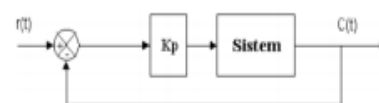
Gambar 1 Permodelan Sistem dan *Output* Dengan Metode *Step Response* Ziegler-Nichols

Tabel 1 PID dengan metode Step response

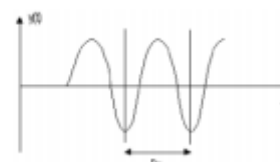
Tipe pengontrol	Kp	Ti	Td
P	T/L	~	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

- Metode Osilasi

Metode ini digunakan pada sistem yang *close loop*[8].



Gambar 2. Permodelan Sitem *Close Loop*



Gambar 3. Hasil *Output* dengan Metode Osilasi Ziegler-Nichols

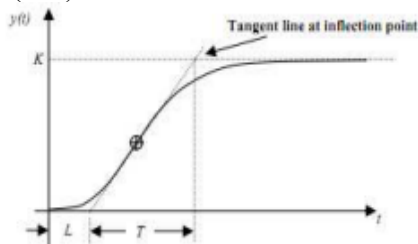
Tabel 2 PID dengan metode Osilasi

Tipe pengontrol	Kp	Ti	Td
P	0.5 Ku		
PI	0.45 Ku	$\frac{1}{2} Pu$	
PID	0.6 Ku	0.5 Pu	0.125 Pu
PID with no overshoot	0.2 Ku	Pu/2	Pu/3

2.3 Metode Chien-Hrones-Reswick (C-H-R)

Metode C-H-R merupakan modifikasi dari metode Ziegler-Nichols[9], metode ini diciptakan oleh Chien-Hrones-Reswick pada tahun 1952 yang mana menghasilkan kompensator yang lebih baik untuk aplikasi proses Kontrol[10].

Metode C-H-R memanfaatkan Metode Open Loop ZN yang menggunakan step response untuk menentukan nilai K, L, T dan $a = K (L/T)$.



Gambar 4. Hasil Metode Step Response

Tabel 3 Rumus untuk Menghitung Nilai Kp, Ki, dan Kd pada Metode Chien-Hrones-Reswick (C-H-R)

Tabel 3 Tabel metode C-H-R				
Overshoot	0%		20%	
Tipe	Disruption	Guide	Disruption	Guide
Kp	0.95/a	0.6/a	1.2/a	0.95/a
Ti	2.4L	T	2L	1.35T
Td	0.42L	0.5L	0.42L	0.47L

2.4 Metode Kontrol PID Trial Error

Pada metode ini, kita akan melakukan kontrol terhadap PID dengan cara mencoba – coba, dengan cara menentukan nilai P, I, D yang *output* hasilnya mendekati dengan *set point* dengan grafik yang bagus (tidak terlalu osilasi atau stabil).

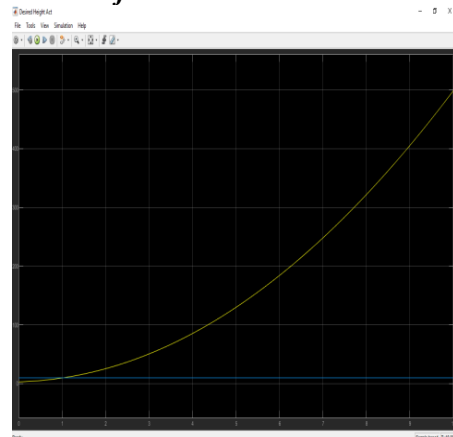
2.5 Metode Kontrol On Off (Trial Error)

Pada metode ini, kita akan melakukan kontrol terhadap Relay dengan cara mencoba –

coba, dengan cara menentukan nilai *On Off* yang *output* hasilnya mendekati dengan *set point* dengan grafik yang bagus (tidak terlalu osilasi atau stabil).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

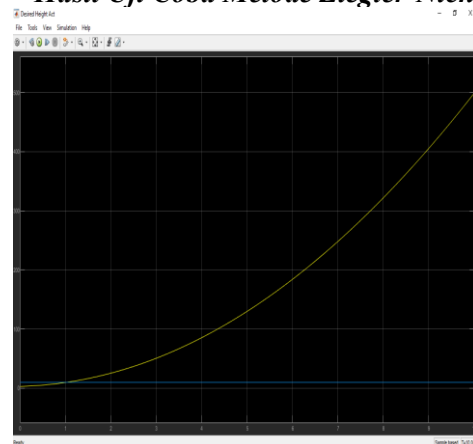
3.1 Hasil Uji Coba Metode Non Kontrol



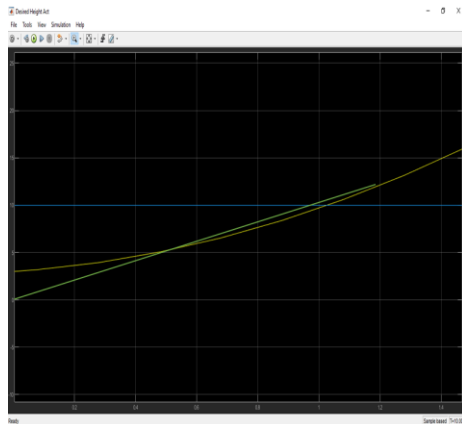
Gambar 5. Grafik Uji Coba Metode Non Kontrol

Dari percobaan Metode Non Kontrol diperoleh grafik pada gambar III.1 dan mendapatkan nilai performansi kendali ISE (*Integral of Squared Error*) sebesar $4.5126e+05$

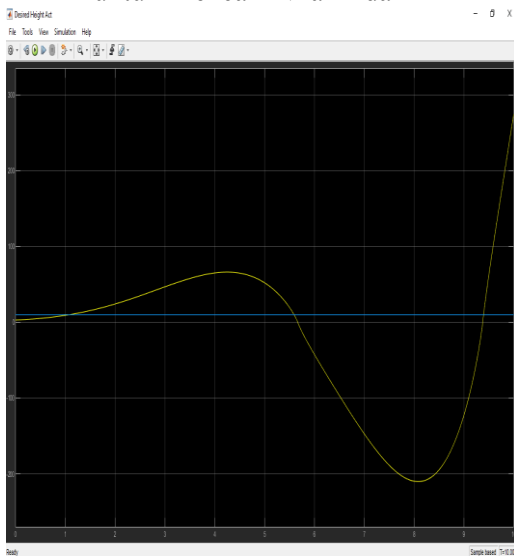
3.2 Hasil Uji Coba Metode Ziegler-Nichols



Gambar 6. Grafik Hasil Metode Step Response pada Metode Ziegler-Nichols



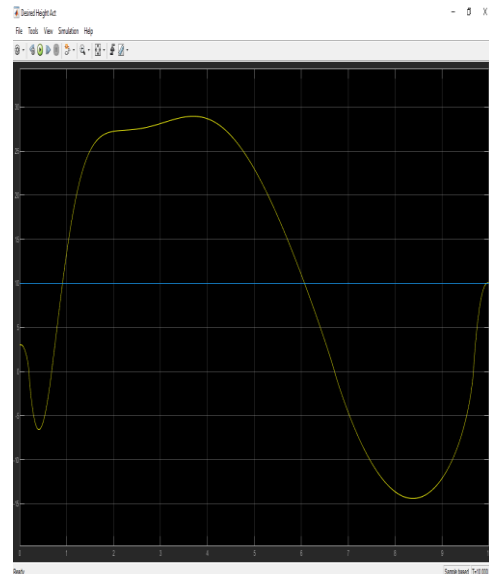
Gambar 7. Gambar Penentuan Garis Singgung untuk Mencari Nilai T dan L



Gambar 8. Hasil Uji Coba Metode Ziegler-Nichols

Dari Percobaan metode Ziegler-Nichols diperoleh nilai $L=0,5$ dan $T=0,95$ (gambar III.2.2) hasil grafik pada gambar III.2.3 dan mendapatkan nilai performansi kendali ISE (*Integral of Squared Error*) sebesar $1.1255e+05$.

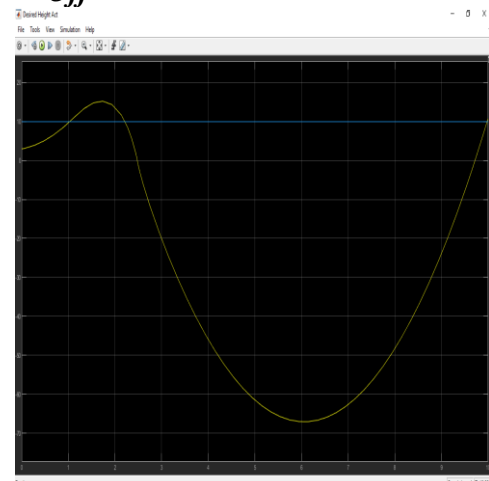
3.3 Hasil Uji Coba Metode PID Kontrol Trial Error



Gambar 9. Hasil Uji Coba Metode PID Kontrol Trial Error

Dari percobaan Metode PID Kontrol Trial Error diperoleh grafik pada gambar III.3 dan mendapatkan nilai performansi kendali ISE (*Integral of Squared Error*) sebesar $2.5798e+03$

3.4 Hasil Uji Coba Metode PID Kontrol On Off

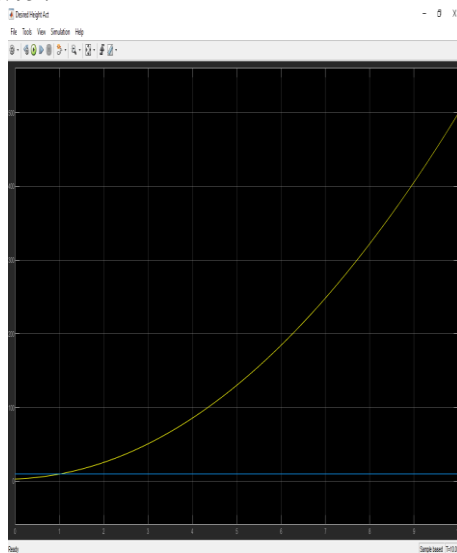


Gambar 10. Hasil Uji Coba Metode PID Kontrol On Off

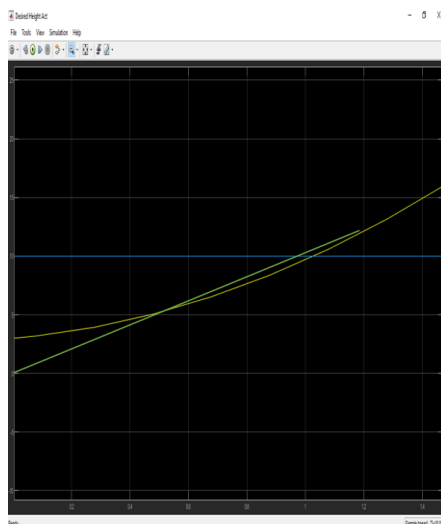
Dari percobaan Metode PID Kontrol On Off diperoleh grafik pada gambar III.4 dan mendapatkan nilai performansi kendali ISE

(Integral of Squared Error) sebesar $2.4927e+04$.

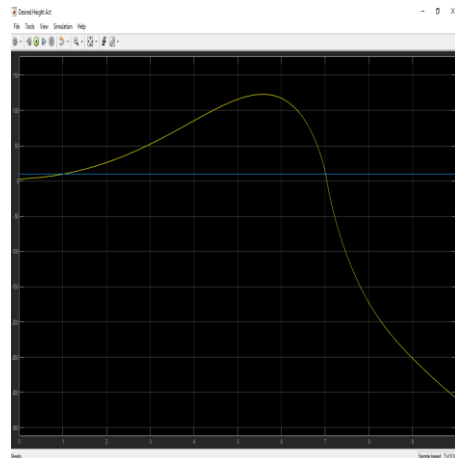
3.5 Hasil Uji Coba Metode Chien-Hrones-Reswick



Gambar 11. Grafik Hasil Metode Step Response dengan Memanfaatkan pada Metode Ziegler-Nichols



Gambar 13. Gambar Penentuan Garis Singgung untuk Mencari Nilai T, dan L



Gambar 14. Hasil Uji Coba Metode Chien-Hrones-Reswick

Dari percobaan Metode Chien-Hrones-Reswick diperoleh nilai $L= 0,5$, $T= 0,95$, $K= 10$, dan $a= 5,26$, grafik pada gambar III.5.3 dan mendapatkan nilai performansi kendali ISE (Integral of Squared Error) sebesar $1.8033e+05$

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dari lima metode Kontrol PID untuk mengontrol posisi dari *magnetic ball* metode Kontrol yang paling baik berurutan adalah PID Kontrol Trial Error, PID Kontrol On Off, PID Ziegler-Nichols, Metode Chien-Hrones-Reswick, dan PID Non Kontrol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih yang sebanyak banyaknya kepada Universitas Widya Kartika yang telah membantu dalam sarana dan prasarana guna menyelesaikan penelitian ini.

PUSTAKA

- [1] Wicaksono, Handy, □Analisa Performansi dan Robustness Beberapa Metode Tuning Kontroler PID pada Motor DC, □ Jurnal Teknik Elektro Vol. 4, No. 2, September 2004: 70 - 78
- [2] Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim. [6. BAB I.pdf \(uin-suska.ac.id\)](http://uin-suska.ac.id) (Diakses Juni 26, 2021).
- [3] Nugraha Iqbal.M, Febriansyah Aan, Khoiri A.F, Pratama.D, □PENERAPAN ADVANCED PID TUNING PADA

PLANT YANG CRITICALLY
STABLE: HEIGHT LEVITATION
PINGPONG BALL. □

- [4] Ogata, katsuhiko. Modern Control Engineering.
- [5] Neil Kuyvenhove. PID Tuning Methods An Automatic PID Tuning Study with MathCad, Calvin College ENGR; 2002.
- [6] Chen, H. C., & Huang, H. H. 2013. Design of buck-type current source inverter fed brushless DC motor drive and its application to position sensorless control with square-wave current. IET Electric Power Applications, 7(5), 416-426.
- [7] Dorf. R. C, Bishop R. H. 2008. Modern Control System Eleventh Edition. Pearson International Edition: Prentice Hall.
- [8] Willis, M.J., Proportional – Integral – Derivative Control, 1999.
- [9] Ogunnaike, B.A., dan Ray, W.H., Process Dynamics, Modelling and Control. Oxford University Press . New York, USA. 1994.
- [10] Dorf, R.C., dan Bishop, R.H., Modern Control Systems. Prentice Hall International. New Jersey. 2001.