

DESAIN PID CONTROLLER PADA MOTOR DC DENGAN MENGGUNAKAN SIMULINK MATLAB

Gustria Emanuela¹, Rismawaty Arunglabi², Nicolaus Allu³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar

Email : rismawaty.arunglabi@ukipaulus.ac.id¹, nicolaus@ukipaulus.ac.id²

Corresponding Author: rismawaty.arunglabi@ukipaulus.ac.id

Abstrak

Motor DC merupakan jenis motor yang paling banyak digunakan dibidang industri,elektronik dan lain-lain. Penelitian banyak dilakukan dalam pengembangan pengendali Proportional Integral Derivative (PID). Pengendali yang sudah dikembangkan kemudian di uji menggunakan model matematis yang mempunyai karakteristik yang berbeda-beda yang mendekati karakteristik beberapa sistem yang nyata kemudian dilakukan analisis secara matematis dan simulasi dengan sebuah perangkat lunak. PID sering digunakan dalam dunia industri disebabkan ketangguhannya dalam mengatasi permasalahan. Terdapat kekurangan dalam PID yaitu pada metode penalaan yang dilakukan dengan cara coba-coba(trial and error). Prosedur penalaan dilakukan dengan cara manual yaitu metode trial and error yang hasilnya belum tentu benar, untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan suatu pendekatan alternatif yang dapat mencapai suatu nilai yang relatif lebih baik dan cepat untuk melakukan proses penalaan. Penelitian ini menggunakan metode penalaan Ziegler Nichols. Berdasarkan hasil simulink diperoleh nilai besaran gangguan tanpa pengendali pada putaran motor, untuk gangguan putaran terendah terjadi pada 1904RPM dan gangguan putaran tertinggi mencapai 2213 RPM. Pada pengendali tertala diperoleh nilai besaran gangguan dengan pengendali $K_p= 3.6$, $K_i=2.857$, $K_d=1.134$ diperoleh untuk putaran motor pada gangguan putaran terendah pada 1818 RPM dan gangguan putaran tertinggi mencapai 2176 RPM. Terlihat bahwa pada motor DC dengan pengendali menghasilkan putaran terendah dan putaran tertinggi mengalami penurunan dari putaran nominalnya sebesar 2000 RPM selama 80 detik dan mengalami gangguan koefisien gesek sekitar 20 detik.

Kata kunci : Motor DC, Parameter PID, Metode Ziegler Nichols

PENDAHULUAN

Motor DC atau Motor Arus Searah tergolong dalam kategori jenis motor yang paling banyak digunakan baik dalam lingkungan industri, peralatan rumah tangga, mainan anak-anak hingga piranti pendukung sistem instrument elektronik. Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk memutar *Impeller* pompa, kipas, atau *blower*, menggerakkan kompresor dan lain-lain [7].

Pengendali PID (*Proportional – Integral – Derivative*) merupakan kombinasi dari ketiga jenis pengendali. Ketiga jenis controller tersebut tidak dapat berdiri sendiri karena hasil yang dicapai kurang baik sebab masing-masing controller memiliki kelemahan maupun kelebihan sendiri-sendiri. Untuk memenuhi sistem yang diinginkan maka ketiga parameter PID harus ditetapkan

secara optimal. Ada beberapa metode penalaan atau *Tuning* PID konvensional yang telah dikembangkan, seperti metode coba-coba (*try and error*), metode Ziegler-Nichols, metode tanggapan (*step respons*) dan metode analitik [8].

Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan dengan menggunakan metode-metode diatas dapat dilihat bahwa dengan penggunaan pengendali PID dalam suatu sistem mempunyai kelemahan, yakni bahwa parameter-parameter dalam pengendali harus selalu ditala (*Tune Up*) bila terjadi perubahan didalam sistem, perubahan tersebut akan menyebabkan terjadinya *Tuning* kembali dari parameter-parameter PID tersebut.

Penalaan pengendali PID adalah yang paling banyak digunakan saat ini karena keefektifannya, sederhana dalam implementasi dan luas penggunaannya. Konfigurasi standar penalaan dari pengendali PID memiliki parameter-parameter K_p , K_i dan K_d yang dipilih atau

ditentukan agar karakteristik *plant* sesuai dengan kriteria desain yang diharapkan.

Penelitian ini, menggunakan model pengendali kecepatan dari motor arus searah. Karena model ini banyak ditemui dibidang industri. Pengendali PID ini akan dirancang menggunakan metode penalaan Ziegler Nichols dan dianalisa hasilnya.

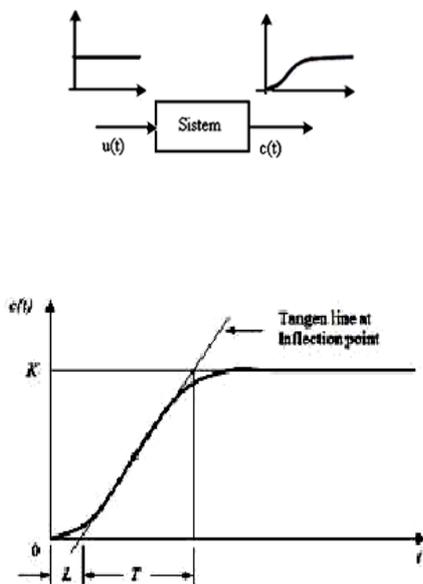
METODE PENELITIAN

Pengendali PID

Respon suatu sistem kontrol selalu menunjukkan osilasi teredam sebelum mencapai *steady-state*. Dalam perancangan sistem kendali PID yang perlu dilakukan adalah mengatur parameter P, I atau D agar tanggapan sinyal keluaran sistem terhadap masukan tertentu sebagaimana yang diinginkan.

Metode Penalaan ZIEGLER NICHOLS

Cara penalaan PID juga bisa berdasarkan metode tala dari Ziegler-Nichols. Metode ini bertujuan untuk pencapaian maximum overshoot (MO) : 25 % terhadap masukan step. Bentuk kurva dari kendali PID dengan menggunakan metode Ziegler-Nichols diperlihatkan pada gambar 2[13] dan tabel 1 Ziegler Nichols [13]:



Gambar 2. Kurva Penalaan PID Ziegler- Nichols

Dimana : $L = \text{Delay time}$

$T = \text{Konstanta waktu tunda}$

TABEL 1. ZIEGLER-NICHOLS

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

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

MOTOR ARUS SEARAH

Motor arus searah yang digunakan adalah motor arus searah terkendali jangkar tipe 73186 *class* 0.3. Parameter motor arus searah terkendali jangkar dalam Simulink diperlihatkan pada Tabel 2.

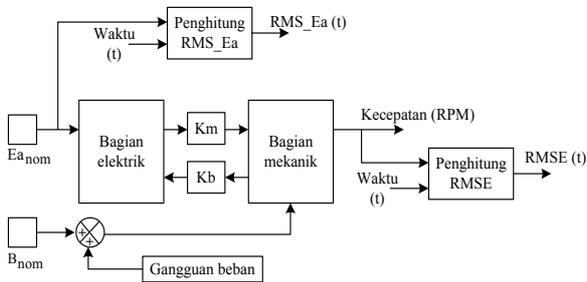
Tabel 2

Parameter Motor DC Terkendali Jangkar dan hasil analisis parameter lainnya[1]

No	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
1	Daya	P	0,3	KWatt
2	Kecepatan putar nominal	w_{no} m	2000	RPM
			209,44 0	rad/sec
3	Tegangan Jangkar	Ea	220	Volt
5	Arus Jangkar	Ia	1,8	Ampere
6	Tahanan Jangkar	Ra	12	W
7	Momen Inersia	J	0,177	Nmsec ² /rad
8	Konstanta gesekan/friction	B	6,83x10 ⁻³	Kg.m ² /rad.sec
9	Konstanta motor	Km	0,796	N.m/Amp.
10	Konstanta GGL lawan	Kb	0,947	Volt.sec/rad
11	Torsi	T	1,432	Kg.m ² /sec ²

A. Motor DC terkendali Jangkar dengan gangguan tanpa pengendali.

Pada kondisi motor dalam kondisi gangguan diperlihatkan pada gambar simulink dibawah ini :

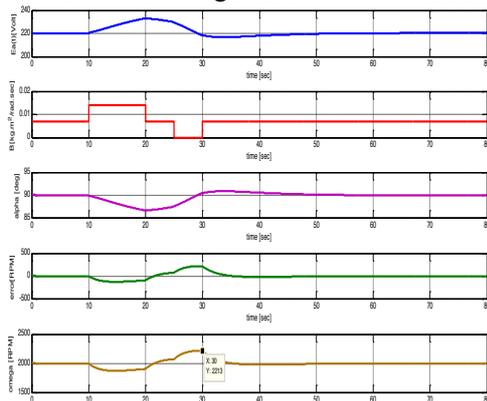


Gambar 3. Gambar bagan Simulink Motor

DC Terkendali jangkar dengan gangguan tanpa pengendali

Perubahan kecepatan putaran motor arus searah terjadi seiring dengan perubahan beban, artinya kecepatan putaran motor tergantung pada naik atau turunnya beban motor tersebut. Perubahan beban yang terjadi disebut dengan gangguan (*disturbance*). Seberapa besar perubahan beban yang diberikan pada motor akan berdampak pada perubahan kecepatan putar motor arus searah. Jika terjadi gangguan, kecepatan putaran motor arus searah sedapat mungkin tetap berputar pada kecepatan nominalnya.

Berdasarkan gambar simulink motor DC tanpa pengendali (Gambar 3) diperoleh grafik hasil simulink sebagai berikut:



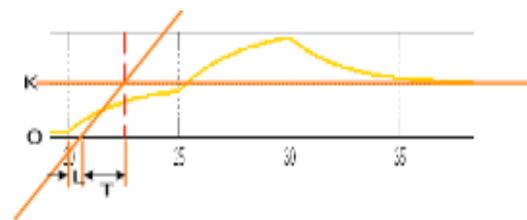
Gambar 4. Grafik hasil Simulink antara tegangan, beban, alpha (sudut Penyalaan), arus jangkar,error dan kecepatan putar terhadap waktu tanpa pengendali.

Nilai besaran gangguan yang terjadi pada putaran motor pada gambar 4 yakni putaran akan mengalami gangguan saat diberi koefisien gesekan

pada 10 detik pertama hingga 30 detik terakhir, dimana terlihat tegangan nominal (E_a), alpha (sudut penyalaan) mengalami gangguan selama motor diberi gangguan, sehingga gangguan putaran terendah terjadi pada 1904 RPM dan gangguan putaran tertinggi mencapai 2213 RPM dari putaran nominalnya sebesar 2000 RPM, mengalami gangguan koefisien gesek sekitar 20 detik.

B. Motor Arus Searah Kendali Jangkar Dengan pengendali pada kondisi Gangguan (Closed Loop Control)

Pengendali yang digunakan yaitu kendali Proporsional-Integral-Derivatif (PID). Diperlihatkan potongan grafik hasil Simulink kecepatan motor arus searah terhadap kondisi gangguan tanpa pengendali pada Gambar 5.



Gambar 5. Potongan grafik hasil Simulink kecepatan motor terhadap waktu dengan gangguan tanpa pengendali

Dari gambar 5 diatas diperoleh :

$$L = 0,63 \text{ dan } T = 1,89.$$

Sehingga diperoleh :

$$K_p = 1.2T/L = 1.2 (1.89/0.63) = 3.6$$

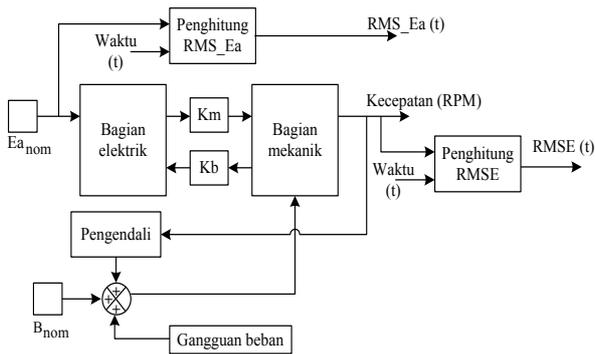
$$T_i = 2L = 2 \times 0.63 = 1.26$$

$$K_i = K_p / T_i = 3.6 / 1.26 = 2.857$$

$$T_d = 0.5L = 0.5 \times 0.63 = 0.315$$

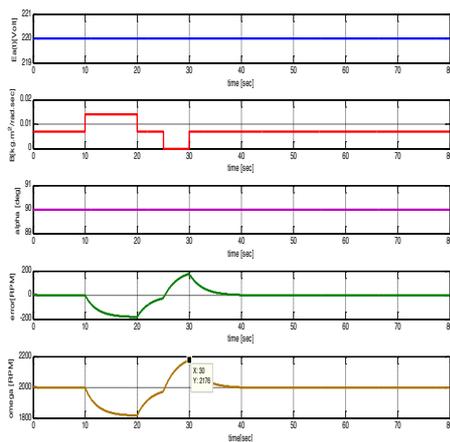
$$K_d = K_p \times T_d = 3.6 \times 0.315 = 1.134$$

Dalam membuat pengendalian daur tertutup pada motor arus searah terkendali jangkar. Selengkapny dapat dilihat pada gambar bagan berikut ini,



Gambar 6. Gambar bagan Simulink Motor DC kondisi gangguan dengan pengendali (closed loop control)

Bila motor arus searah closed loop control dengan inialisasi sistem PID : Pengendali Proporsional-Integral-Derivative ($K_p = 3,6$, $K_i = 2,857$, $K_d = 1,134$) dimasukkan kedalam simulink diperoleh grafik hasil simulink yang diperlihatkan pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik hasil simulink motor arus searah dengan pengendali $K_p=3.6$, $K_i=2.857$, $K_d=1.134$.

Nilai besaran gangguan dengan pengendali yang terjadi pada putaran motor pada gambar 6 yakni putaran akan mengalami gangguan saat diberi koefisien gesekan pada 10 detik pertama hingga 30 detik terakhir, terlihat tegangan nominal (E_a), alpha (sudut penyalan) kelihatan stabil sehingga gangguan putaran terendah terjadi pada 1818 RPM dan gangguan putaran tertinggi mencapai 2176 RPM dari putaran nominalnya sebesar 2000 RPM dan mengalami gangguan koefisien gesek sekitar 20 detik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil simulink diperoleh :

1. Nilai besaran gangguan tanpa pengendali yang terjadi pada putaran motor pada gangguan putaran terendah terjadi pada 1904 RPM dan gangguan putaran tertinggi mencapai 2213 RPM dari putaran nominalnya sebesar 2000 RPM selama 80 detik dan mengalami gangguan koefisien gesek sekitar 20 detik.
2. Nilai besaran gangguan dengan pengendali $K_p = 3,6$, $K_i = 2,857$ dan $K_d = 1,134$ yang terjadi pada putaran motor pada gangguan putaran terendah terjadi pada 1818 RPM dan gangguan putaran tertinggi mencapai 2176 RPM dari putaran nominalnya sebesar 2000 RPM selama 80 detik dan mengalami gangguan koefisien gesek sekitar 20 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allu, N, Sadjad, R.S. 2016. Pengendalian Kecepatan Motor Arus Searah Terkendali Jangkar dengan Pengendali PID Tertala Berbasis Perhitungan Nilai Akar Kuadrat Rata-rata
- [2] Bagia I Nyoman, Parsa I Made. 2018. Motor-Motor Listrik. Cendana. CV. Rasi Terbit
- [3] Bobal, Vladimir. 1999. Self-Tuning PID Controller. *Department of Automatic Control, Faculty of Technology Zlin: Proceedings of the 7th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED99) Haifa, Israel - June 28-30.*
- [4] Erwin, S. 2009. Kontrol *Proporsional Integral Derivatif* (PID) Untuk Motor DC Menggunakan Personal Computer. Departemen Teknik Elektro Institut Teknologi Telkom Bandung
- [5] Harifuddin. 2008. Pemodelan dan Pengendalian Motor DC Terkendali Jangkar. *Jurnal MEDIA ELEKTRIK, Volume 3 Nomor 1, Juni.*
- [6] Ogata K. 1991. *Teknik Kontrol Automatik – terjemahan: Ir. Edi Laksono, Jakarta: Erlangga.*
- [7] Pinem, A. 2009. *Pengaturan Kecepatan Motor DC Dengan Integral Siklus Kontrol (Aplikasi Pada Laboratorium Konversi Energi Listrik FT-USU) (Skripsi). Medan: Universitas Sumatera Utara.*

- [8] Purwanto E., Mukti W., & Soebagio. 2009. Pengembangan Metoda *Self Tuning* Parameter PID Controller Dengan Menggunakan *Genetic Algorithm* Pada Pengaturan Motor Induksi Sebagai Penggerak Mobil Listrik, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, di Yogyakarta 20 Juni.
- [9] Ruzita S. 2009. Analisis Pengendalian Motor DC Menggunakan Logika PID Dengan Mikro Kontroler ATMEGA 8535. *Jurnal Teknik Mesin* Vol. 6, No. 2, Desember.
- [10] Sianipar, RH. 2018. *Dasar Sistem Kontrol dengan Matlab*. Yogyakarta: ANDI
- [11] Tatang S & Berayan M. 2007. Sistem Pengaturan Motor AC Servo Dengan Controller PID *Self Tuning* Berbasis *Fuzzy Logic*. *Jurnal DiSainTek* Vol. 01, No. 01, Desember.
- [12] Thomas N & Poongodi P. 2009. Position Control of DC Motor Using Genetic Algorithm Based PID Controller. *Proceedings of the World Congress on Engineering Vol II WCE 2009, London, U.K – July 1-3*.
- [13] Zaidir J. 2015. Implementasi Kendali PID Penalaan Ziegler Nichols Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Informatika*, Vol.15, No.1, Juni.