Jurnal Fisika dan Terapannya (2020) Vol.

DOI:

JURNAL FISIKA DAN TERAPANNYA

**p-ISSN:, e-ISSN:**

**http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/jft**

**Review: Penggunaan Kontrol PID Dengan Berbagai Metode Untuk Analisis Pengaturan Kecepatan Motor DC**

**Muhammad Irhas1, Iftitah2, dan Siti Asyiqah Azizah Ilham3**

*1Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar*

*email:* [*60400117038@uin-alauddin.ac.id*](mailto:60400117038@uin-alauddin.ac.id) *1,* [*60400117060@uin-alauddin.ac.id*](mailto:60400117060@uin-alauddin.ac.id) *2, dan* [*60400117008@uin-alauddin.ac.id*](mailto:60400117008@uin-alauddin.ac.id) *3*

**INFO ARTIKEL**

*Status artikel:*

Diterima:

Disetujui:

Tersedia online:

*Kata kunci:* Konstanta, Kontrol PID, Set Point

**ABSTRAC**

*DC motor is a motor tha is widely applied to industrial and household equipment because of the level of flexibility and fairly easy operation. But in terms of speedDC motrs have the disadvantage that the speed is not constant along with the addition of the load so to overcome this problem a controller is needed in order to obtain a constant speed in accordance with the desired set poit. PID control is a control that serves to minimize the error rate of a plant. This control consists of Controller parameters P, I, D where the value of this parameter determines the level of response of a control to the plant. So it is necessary to engineer the tuning parameters with various methods so that the value of a parameter is in accordance with the palnt. Based on the description above, the purpose of this study is to review various tuning methods in response to the response of a DC motor.*

1. **PENDAHULUAN**

Pada skala industri, peralatan, rumah tangga, *air conditionar* (AC), robotika hingga alat transportasi motor listrik semakin banyak digunakan sebagai penggerak, terutama untuk motor listrik arus searah (DC) yang dalam pengoprasiannya cukup mudah, namun untuk pengampilkasiannya terdapat kekurangan yaitu penurunan kecepatan sehingga menjadi tidak konstan akibat dari beban yang ada. Pada pengaturan kecepatan motor DC umumnya digunakan teknik kontol PID dengan berbagai metode.

PID (*Poportional Integral Derivatif*) merupakan teknik kontrol yang sering digunakan dalam rekayasa kontrol, dimana kendali PID ini terdiri dari tiga macam kendali yang dikombinasikan antara lain (*Proportional, Integral* dan *Derivative*) dimana paremeter tersebut dapat menentukan kualitas respon dari suatu kontrol. Pada penelitian sebelumnya penggunaan teknik kontrol PID banyak diterapkan dengan berbagai metode salah satunya yaitu perancangan kendali kecepatan yang menghasilkan kendali PID sesuai spesifikasi yang diinginkan dan juga stabil.

Kontrol PID dapat bekerja dengan mekanisme umpan balik untuk mengoreksi kesalahan antra nilai kesalahan suatu pengukuran dengan nilai penyimpangannya. Pada umumnya sistem kontrol PID dapat digunakan secara bersama atau berpisah karena setiap kontrol memiliki keunggulan tersendiri diantaranya kontrol proporsional dapat mempercepat rise time, kontrol *integral* dapat memperkecil kesalahan (*error)* serta kontrol *derivatif*  dapat mengurangi *overshoot* atau *undershoot*.

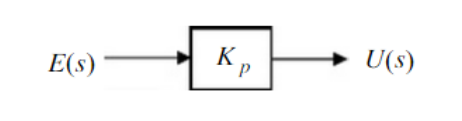
Persamaan nilai output dalam sistem Kendali PID dapat dirumuskan:

U (t) = e(t) + (1)

Persamaan diatas menjelaskan bahwa nilai keluaran u(t) merupakan jumlah dari gain *proporsional* (Kp), *gain integral* (Ki) dan *gain Derivatif* (Kd) yang masing- masing dipengaruhi oleh *error* (e) dan waktu (t) tertentu.

1. Kontrol *Proporsional* (P)

Kontrol *proporsional* adalah suatu kontrol yang dapat mempercepat *rise time* dan mengurangi eror suatu plant. Pada dasarnya kontrol ini merupakan suatu penguat yang dapat diatur. Hal tersebut menyebabkan nilai output yang dihasilkan akan sebanding dengan nilai konstanta pengali dikalikan dengan kesalahan penggeraknya seperti pada persamaan (2) dengan diagram bloks sebagai berikut



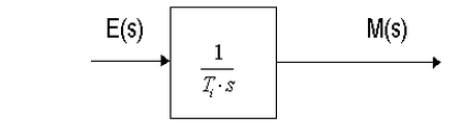
**Gambar 1**. Diagram blok kontrol proporsional

(Wahid dkk, 2016)

U (t) = e(t) (2)

1. Kontrol *Integral* (I)

Kontrol *integral* merupakan suatu pengontrol yang dapat memperkecil nilai overshoot dan mempercepat steady state. kontrol *integral* sangat sering dikombinasikan dengan kontrol lain karena kontrol ini tidak dapat berdiri sendiri dan sifatnya sebagai penyeimbangan membuat suatu sistem kontrol yang ditambah dengan suatu menyimbang *integral* dapat mencapai respons sesuai dengan yang diinginkan. Kontrol *integral* merupakan suatu penguat yang dapat dirumuskan pada persamaan (3) dengan diagram blok sebagai berikut.



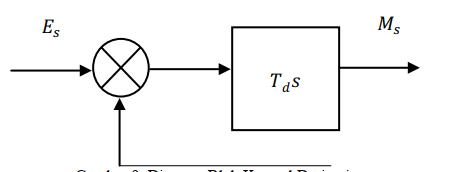
**Gambar 2**. Blok kontrol *Integral*

(Wahid dkk, 2016)

U (t) = (3)

1. Kontrol *Derivatif* (d)

Kontrol *derivatif* merupakan suatu kontrol yang memilki sifat seperti diferensial sehingga kontrol ini dapat memprediksi nilai error yang akan terjadi berdasarkan nilai error sebelumnya sehingga menghasilkan output yang stabil. Kontrol ini bisa digunakan secara rangkapan baik dengan kontrol I maupun kontrol PI. Pada dasarnya kontrol *derivatif* merupakan suatu penguat yang dapat ditulis dengan persamaan (4). Dan diagram blok digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 3**. Blok Kontrol *Derivatif*

(Rosliana dkk, 2017)

U (t) = (4)

Metode tunning merupakan suatu metode yang digunakan dalam kontrol PID untuk mendapatkan nilai respon yang sesuai dengan set point. Beberapa metode tunning yang digunakan diantaranya:

1. Metode *Zeighler Nichols*

Metode *Zeighler Nichols* merupakan salah satu metode tuning yang digunakan untuk menentukan nilai Proporsional gain (Kp), *Integral* Time (Ti) dan *Derivatif* Time (Td). kontrol ini pertamakali ditemukan pada tahun 1942. Dalam menentukan nilai Proporsional, *integral* dan *derivatif* dengan menggunakan metode *zeighler Nichols* digunakan dua cara yakni dengan metode osilasi (siklus Kontinu) dan kurva reaksi dengan lonjakan sistem kurva maksimum sebesar 25%

1. Metode *Root Locus*

Metode *Root Locus* merupakan suatu metode tunning kontrol PID dengan menggunakan sketsa *Root Locus*  untuk memperoleh nilai root transien seperti %Overshoot dan setteling time sesuai dengan yang diinginkan yang diwujudkan dalam bentuk Interest point (Q).

Metode ini biasa juga disebut sebagai metode kedudukan akar karena metode ini menjelaskan secara kualitatif performansi suatu sisitem kendali dan suatu alat yang ampuh dapat digunakan untuk memecahkan persoalan-persoalan kontrol untuk sistem- sistem ordo tinggi yang dapat digunakan untuk menaksir stabilitas.

1. Metode *Fuzzy Logic*

Metode *Fuzzy Logic Controller* merupakan salah satu metode baru dalam dunia kontrol. metode ini ditemukan pada tahun 1965 oleh Prof. Lotfi A.Zadeh dari universitas California USA. Metode *Fuzzy Logic controller* biasa diaplikasikan pada plant dengan tidak menggunakan bahasa matematika dalam pemodelan nya untu menghasilkan performansi sistem yang baik.dengan memecah persamaan non-linear. *Fuzzy Logic* memiliki nilai kekaburan dan kesamaran antara benar dan salah. Sebagian orang memanggap bahwa metode *Fuzzy Logic* sangatlah sama dengan metode logika klasik namun pada dasarnya metodenya sangatlah berbeda dimana nilai tidak dan ya dari *Fuzzy Logic* memiliki nilai antara 0 hingga 1.

1. Metode Algoritma genetik (GA)

Metode algoritme genetik adalah salah satu metode tunning. Metode ini digunakan untuk memperoleh nilai optimalisasi dari suatu permasalahan yang tak linier.metode ini telah diaplikasikan dalam berbagai masalah seperti bioinformatika, ilmu komputer, teknik , ekonomi, matematika dan bidang lainnya. Pada kontrol PID dengan menggunakan tunning GA dilakukan insialisasi populasi. Setelah itu populasi akan mengalami proses crosever dan mutasi . selanjutnya dilakukan pengukuran kecepatan motor DC untuk mendapatkan nilai Kp,Ki,Kd yang Optimal.

Dari uraian di atas, beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan kontrol PID dapat menghasilkan kinerja sitem yang baik dengan menerapkan berbagai metode, sehingga pada artikel ini akan dilakukan perbandingan dari beberapa penelitian sebelumnya mengenai metode yang digunakakn untuk menghasilkan sistem kerja yang baik.

1. **METODE PENELITIAN**

Kontrol PID merupakan suatu kontrol standar yang dapat digunakan untuk mengoreksi kesalahan antara nilai pengukuran dengan penyimpangannya. Dengan tunning atau parameter kontrol diperoleh suatu respon yang baik dari suatu kontrol PID. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini tentang penggunaan PID dengan berbagai metode untuk analisis pengaturan motor DC dan diperoleh beberapa metode yaitu Metode *Root-Locus*, Metode GA based PID, Metode *Heuristik* dan metode Self tunning PID *Fuzzy Logic* kontroler.

1. Metode *Root-Locus*

Alat dan bahan yang digunakan pada metode ini adalah matlab open loop, kontrol PID metode *Root Locus*, dan motor DC.

Adapun langkah-langkah yang digunakan dengan perancangan sistem kendali dengan open loop, kendali PI yang bersifat sebagai pengendali proporsional yang berfungsi sebagai gain untuk mencapai setpoint dan *integral* untuk mempercepat respon, dan kendali PID dimana kendali proporsional berfungsi sebagai fungsi gain untuk mencapai set point, kendali *integral* untuk mempercepat respon dan *derivative* berfungsi untuk menghilangkan osilasi pada respon (Rosalina, 2017: 89-94).

**Tabel.1** Nilai respon keluaran kendali PID (Rosliana dkk, 2017)

|  |  |
| --- | --- |
| Parameter | Nilai |
| *Rise time (tr)* | 0.0974 s |
| *Setting Time (ts)* | 0.5963 s |
| *Overshoot (mp)* | 13.5402 % |
| *Peak Time (tp)* | 0.1914 s |
| *Peak* | 1.1359 |

1. Metode GA based PID

Alat dan bahan yang digunakan pada metode ini adalah matlab Simulink, kontrol PID metode GA based PID, motor DC dengan spesifikasi pada tabel berikut:

**Tabel 2.** Nilai Parameter Motor DC yang digunakan (Khadari dkk, 2019)

|  |  |
| --- | --- |
| Spesifikasi Motor DC : 5 HP,240 Volt  Parameter | Value |
| armatur Inductanced (Henry) | = 0.01 H |
| Armature Resistance (Ohm) | = 0.5 |
| Rotor Inertia (kg.m2) | J = 0.05 kg.m2 |
| Armature voltage (volt) | = 280 V |
| Frictional Constan of motor  (Nm(rad/sec)) | B =0.02 Nm/A |
| Back emf constant (V(rad/sec)) | Kb = 1.23V (rad/sec) |

Langkah-langkah pada penelitian ini dilakukan pembuatan simulasi dengan langkah berikut; membuat tunning kontrol PID menggunakan alogaritme genetika dengan jumlah generasi 50 generasi, selanjutnya dilakukan implementasi GA based PID pada simulasi system pengendali kecepatan motor DC, kemudian dilakukan simulasi kecepatan DC tetap sebesar 120 rad/s dan beban torsi tetap sebesar 5 Nm (Khadarin, 2019: 189-191).

1. Metode *Heuristik*

Alat dan bahan yang digunakan pada metode ini adalah matlab open loop, pengendali hybrid SMC, kontrol PID Metode *Heuristik*, motor DC dengan spesifikasi pada tabel berikut:

**Tabel 3.** Nilai Parameter Motor DC yang digunakan (Mursyitah dkk, 2016)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Parameter motor DC | Nilai |
| 1 | No-Load Speed | 4230 rad/s |
| 2 | No-Loas Current | 0,20 A |
| 3 | Tegangan Jangkar (Va) | 240 V |
| 4 | Konstanta Alifier () | 10 N-m/A |
| 5 | Konstanta Torsi Motor () | 9,46 Nm/A |
| 6 | Back-EM Konstanta () | 6,99 (V/krad/s) |
| 7 | Torka Beban () | 3,53 Nm |
| 8 | Momen Inersia (J) | 1,13 x 10^-3 g/m2 |
| 9 | Induksi Jangkar () | 4,10 mH |

Langkah- langkah Metode *Heuristik* dikombinasikan dengan sliding metode *controller* (SMC) dimulai dengan studi literatur, pengujian model matematis system motor DC, kemudian dilanjutkan dengan perancangan pengendali SMC dan PID, langkah selanjutnya adalah memanipulasi model matematis sistem bersama hasil rancangan pengendali. Dengan simulasi diagram PID dan Hybrid SCM sebagai berikut (Mursyitah, 2016: 32-35).

1. Metode Self tunning PID *Fuzzy Logic* kontroler

Alat dan bahan yang digunakan pada metode ini adalah matlab *Simulink*, kontrol PID metode self tunning *fuzzi logic controller*, motor DC dengan spesifikasi pada tabel berikut:

**Tabel 4.** Nilai Parameter Motor DC yang digunakan (Khadari dkk, 2019)

|  |  |
| --- | --- |
| Spesifikasi Motor DC : 5 HP,240 Volt  Parameter | Value |
| armatur Inductanced (Henry) | = 0.01 H |
| Armature Resistance (Ohm) | = 0.5 |
| Rotor Inertia (kg.m2) | J = 0.05 kg.m2 |
| Armature voltage (volt) | = 280 V |
| Frictional Constan of motor  (Nm(rad/sec)) | B =0.02 Nm/A |
| Back emf constant (V(rad/sec)) | Kb = 1.23V (rad/sec) |

Langkah-langkah pada penelitian ini dilakukan pengambilan data dengan cara simulasi. langkah dalam membuat simulasi meliputi ; memebuat FIS (*fuzzy Interface Syestem*) berdasarkan acuan.selanjutnya dilakukan implementasi self tunning PID pada simulasi sistem pengendali motor dc dan dilanjutkan dengan pengujian berupa simulasi dari setiap kondisi saat berlangsung pengujian dilakukan pengamatan dan diperoleh data dan data dianalisis data yang diteliti adalah data dengan kecepatan tetap 120 (Rad/s) dan beban torsi yang tetap (5 Nm)

1. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada dasarnya kontrol PID adalah kontrol yang digunakan untuk menentukan respon yang tepat dari suatu plant. kontrol PID bekerja dengan penyesuaian nilai parameter (Kp,Ki, Kd) atau tunning dengan plant yang digunakan sehingga diperoleh nilai respon yang sesauai dengan set point yang diinginkan.

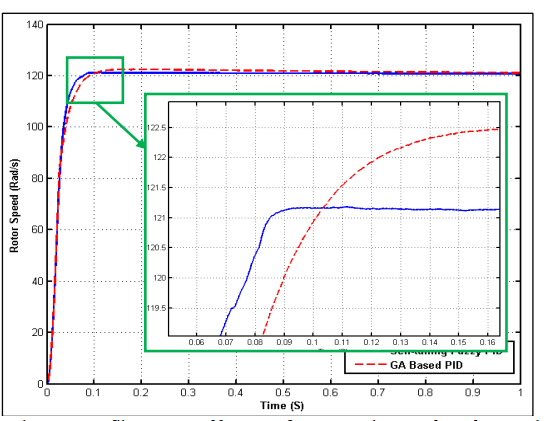
Pada tinjauan ini digunakan beberapa metode tunning seperti root locus, GA based PID, Heurstic With SCM, dan *Fuzzy Logic* Controler untuk diaplikasikan pada motor DC agar diperoleh respon berupa kecepatan yang sesuai dengan set point yang diinginkan.

Dari beberapa metode tunning yang dilakukan dalam penggunaan kontrol PID untuk pengaturan kecepatan motor DC yaitu :

**Tabel 1:** perbandingan metode tunning

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Metode** | **Beban (Nm)** | **Kecepatan**  **(rad/s)** | **Parameter PID** | | | **Time Respon** | | | **Stady state eror** | **Over**  **Shoot** |
| **Kp** | **Ki** | **Kd** | **Settling Time (s)** | **Peak Time (s)** | ***Rise time* (s)** |
| Root Locus |  |  | 132 | 120 | 2.5 | 0.5963 | 0.1914 | 0.0947 |  | 13,5402 |
| GA based PID | 5 | 120 | 19,856 | 19,61 | 0,243 | 0,42 |  | 0.074 | 1.08 | 2.08 |
| Metode Heuristik with SCM | 3,53 | 29,1 | 5.5 | 0.89 | 2.39 | 0,3825 | 0,1629 | 0,1913 | 0 |  |
| PID *Fuzzy Logic* Kontroler | 5 | 120 | 0-20 | 0-20 | 0,02 | 0,32 |  | 0,052 | 0,66 | 1 |

Berdasarkan dari tabel perbandingan di atas, hasil yang baik untuk aplikasi motor DC adalah menggunakan metode *Fuzzi Logic* *Controller* .



**Gambar 1**: Grafik respon *Self-tunning Fuzzy* PID dan GA *based*  PID

(Khadri dkk. 2019)

Dalam metode *Fuzzi Logic* *Controller*  menunjukkan performansi yang baik dengan nilai kendali PID yang membutuhkan *rise time* (tr) 0,052 s, *setting time* (ts) 0,32 s dengan nilai *stady state error* dan *over shoot* 0,66 dan 1.

1. **KESIMPULAN**

Dari beberapa metode di atas, metode yang menghasilkan respon keluaran kontrol Proporsional *Integral* Derivative yang baik yaitu, metode tunning *Fuzzy Logic* controller, karena jika dilihat dari beberapa nilai parameter PID serta *rise time* (tr), *setting time* (ts), *stady state error* dan *overshoot* menghasilkan nilai yang sangat kecil dibandingan dari metode yang lainnya, sehingga kerja dari suatu motor DC juga baik.

1. **SARAN**

Dalam penelitian ini diharapkan adanya pengembangan dalam metode percobaan yang lebih baik, untuk itu pada penelitian selanjutnya menggunakan motor DC tanpa sikat (motor BLDC) agar dapat dibandingkan nilai respon yang dihasilkan dengan menggunakan metode tunning yang sama.

1. **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada bapak Presepvianto Estu Broto serta pihak-pihak yang telah membantu dan memberikan saran pada penelitian ini.

1. **DAFTAR PUSTAKA**

Fathoni, dkk. (2016). Perancangan Kendali Kecepatan Motor Arus Searah Menggunakan Metode Root Locus. *Jurnal Teknik Elektro*. Vol. 8 (2). ISSN 1411 – 0059.

Ibrahim, dkk. (2016). Sistem Kontrol Torsi pada Motor DC. *IJEIS.* Vol 6 (1). ISSN 2088-3714.

Khadarin, dkk. (2019). Simulasi Konttriler PID Tuning Menggunakan Logika FUZZY dan Alogaritma Genetika Sebagai Pengendali Kecepatam Motor DC. *Jurnal Ilmiah Setrum.*Vol.8 (2). ISSN 2301-4652.

Mursyitah, dkk. (2016). Analisa Pengendalian Kecepatan Motor DC Menggunakan Pengendali Hybrid SMC dan PID dengan Metode Heuristik. *Jurnal Sains Teknologi dan Idustri*. Vol. 14 (1). ISSN 1693-2390.

Protus, dkk. (2011). Sistem Pengendali PID yang diaplikasikan Pada Pengendalian Steam Turbin dengan Single Variabel dan Single Output. *Jurnal Smartek.* Vol 9 (2). ISSN 1693-0460.

Rohmad, dkk. (2015). Desain dan Analisis Pengendali Sistem Suspensi Menggunakan PID dan Logika Fuzzy dengan Simulink Matlab. *Unnes Physical Journal.* Vol 4 (1). ISSN 2252-6978.

Rosalina, dkk. (2017). Analisis Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Kontrol PID (Propotional *Integral* Derivative). *Seminar Nasional Teknoka*. Vol. 2 (1), 20. ISSN 2502-8782.

Suprapto, dkk. (2012). Metode Alogaritma Genetika dengan Sistem *Fuzzy Logic* untuk Penentuan Parameter Pengendali PID. *Jurnal Rekayasa Elektrika.* Vol 10 (1). DOI: <https://doi.org/10.17529/jre.v10i1.147>.

Wisnu, dkk. (2016). Perancangan Sistem Kontrol PID Untuk Pengendali Sumbu Azimuth Turret Pada Turret-Gun Kaliber 20mm. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 5 (2). ISSN: 2337-3539.

Yuski, dkk. (2017). Rancang Bangun Jangkar Motor DC. *Berkala Sainstek.* Vol 5 (1). ISSN 2339-0069.