

APLIKASI METODE CERDAS UNTUK OPTIMASI CONTROLLER PID MOTOR DC BERBASIS FIREFLY ALGORITHM

by Hidayatul Nurohmah

Submission date: 05-Jun-2023 02:23AM (UTC-0400)

Submission ID: 2109246582

File name: Aplikasi_Metode_Cerdas_untuk_Optimasi_Controller_OK.pdf (488.43K)

Word count: 3070

Character count: 18056

8
**APLIKASI METODE CERDAS UNTUK OPTIMASI CONTROLLER PID
MOTOR DC BERBASIS FIREFLY ALGORITHM**

**Muhammad Ruswandi Djalal^{1*}, Hidayatul Nurohmah², Andi Imran³,
Muhammad Yusuf Yunus⁴**

^{1,4}Teknik Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang

²Teknik Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Darul Ulum

³Teknik Sistem Tenaga, Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

*Corresponding author, e-mail: wandi@poliupg.ac.id

Abstrak - Pengontrolan kecepatan motor dc merupakan hal yang sangat penting untuk menjaga stabilitas operasi motor. Salah satu metode pengontrolan yang sering digunakan adalah kontroler proporsional integral derivative (PID). Agar dapat beroperasi dengan optimal, kontroler PID membutuhkan penalaan parameter yang tepat. Salah satu permasalahan dalam penggunaan kontroler PID adalah penentuan parameter PID yang tepat. Dalam penentuan parameter kontroler PID selama ini masih dilakukan secara konvensional, sehingga kinerja PID menjadi tidak optimal. Untuk itu pada penelitian ini akan diusulkan salah satu metode penalaan parameter PID dengan menggunakan metode cerdas berbasis Firefly Algorithm (FA), untuk mengoptimasi dan menentukan parameter yang tepat dari PID. FA adalah salah satu metode cerdas yang terinspirasi dari perilaku firefly yang bergerak di malam hari dengan kebiasaan berkedip, yang kemudian diadaptasi dan diterapkan menjadi algoritma cerdas untuk menyelesaikan masalah optimasi. Dari hasil yang diperoleh metode Firefly dapat dengan baik menala parameter PID, sehingga overshoot yang dihasilkan tidak ada dan settling time sangat cepat. Sebagai pembandingan, pada penelitian ini juga akan dibahas penggunaan metode cerdas berbasis Bee Colony dan Cuckoo Search.

Kata Kunci : PID, Bee-Colony, Cuckoo, Firefly, Settling time

Abstract - Controlling the speed of dc motor is very important to maintain the stability of motor operation. One of the most commonly used control methods is the proportional integral derivative (PID) controller. In order to operate optimally, PID controllers need the correct parameter tuning. One of the problems in using PID controllers is the determination of the proper PID parameters. In the determination of PID controller parameters is still done conventionally, so the performance of PID becomes not optimal. Therefore, in this research we will propose one of PID parameter tuning method by using intelligent method based on Firefly Algorithm (FA), to optimize and determine the proper parameters of PID. The FA is one of the smart methods inspired by firefly behavior that moves at night with flashing habits, which are then adapted and applied into intelligent algorithms to solve optimization problems. From the results obtained the Firefly method can well tune the PID parameters, so the resulting overshoot does not exist and settling time is very fast. As a comparison, in this study will also discuss the use of intelligent methods based on Bee Colony and Cuckoo Search.

Keywords: PID, Bee-Colony, Cuckoo, Firefly, Settling time

Copyright © 2017 JNTE. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Penggunaan kontroler Proportional, Integral, Derivative (PID) sudah semakin banyak, karena struktur sederhana, stabilitas yang baik dan ketahanan yang kuat [1]. Untuk mengoptimalkan kinerja motor dc, dibutuhkan kontroler tambahan. Salah satu jenis kontroler yang sering digunakan pada motor dc adalah kontroler PID. Penggunaan PID sebagai

kontroler motor dc membutuhkan parameter yang tepat untuk kinerja yang optimal. Penentuan parameter PID selama ini masih berbasis konvensional, sehingga kinerja motor menjadi tidak optimal [2]. Beberapa penelitian telah membahas bagaimana mengembangkan metode penentuan parameter PID pada motor dc, salah satu metode tersebut adalah berbasis metode kecerdasan buatan, diantaranya Artificial Bee Colony [3], Particle Swarm

Optimization [4,8], Evolutionary Algorithm [7,11], Bio-Inspired Algorithm [9], Tabu Search [12], Bacterial Foraging [10], Fuzzy Logic [13,14], Cuckoo Search [15], dan Flower Algorithm [16]. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan pengembangan metode penalaan parameter PID dengan menggunakan metode kecerdasan buatan.

Salah satu metode cerdas yang akan dibahas pada penelitian ini adalah metode firefly. Metode firefly dipublikasikan Pada tahun 2009, oleh seorang peneliti Xin Xhe Yang, yang menemukan sebuah metode cerdas yang disebut kecerdasan firefly dan membuat sebuah algoritma penyelesaian yang terinspirasi dari perilaku firefly dalam berkedip. Untuk itu, pada penelitian ini akan digunakan salah satu metode cerdas (Artificial Intelligent) untuk menala parameter PID motor DC yaitu dengan metode Firefly Algorithm (FA) dan akan dianalisa dan dibandingkan respon kecepatan motor DC dengan metode konvensional PID trial-error serta motor DC tanpa kontroler.

2. PEMODELAN SISTEM

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah (DC) pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC memiliki 3 bagian utama untuk dapat berputar yaitu : Kutub Medan, Dinamo dan Komutator [15,16].

Untuk merancang dan mensimulasikan suatu sistim kontrol kecepatan motor DC diperlukan adanya model matematika dari plant yang akan dikontrol. Sehingga dalam memudahkan analisis sistem bisa digambarkan ke dalam model statis, model fisis (rangkaiian listrik) dan dinamik (diagram blok dan transfer function).

2.1. Pemodelan Motor DC [15,16]

Pemodelan motor DC yang digunakan mengacu pada sebuah paper yang di mana menggunakan pemodelan transfer function. Motor DC yang digunakan di sini adalah menggunakan motor DC magnet permanen,

rating kecepatan 1400 rpm dengan kecepatan saat pengukuran 1250 rpm. Dengan memasukkan kecepatan motor DC, maka transfer function motor DC adalah,

$$G(s) = \frac{K_m}{T_m s + 1} \quad (1)$$

Di mana, K_m adalah gain mekanik dan T_m adalah waktu konstan mekanik.

$$G(s) = \frac{2.75}{0.18s + 1} \quad (2)$$



Gambar 1. Pemodelan Motor DC di Simulink

2.2. Pemodelan Kontroler PID [15,16]

Berikut persamaan pemodelan kontroler PID yang digunakan pada penelitian ini, berdasarkan [15,16].

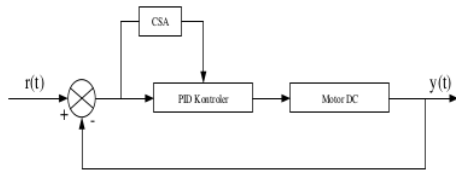
$$u(t) = k_p [e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de_t}{dt}] \quad (3)$$

Di mana, $u(t)$ adalah nilai kontrol yang dihitung oleh kontroler PID, K_p adalah koefisien proporsional, T_i adalah integral waktu konstan dan T_d adalah konstanta waktu differensial. Fungsi dari ketiga elemen tersebut adalah :

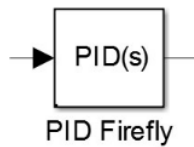
1. Proporsional: menggambarkan sinyal deviasi $e(t)$ dari sistem kontrol proporsional. ketika sinyal $e(t)$ ada, kontroler PID menghasilkan efek kontrol segera untuk mengurangi penyimpangan.
2. Integral : digunakan untuk menghilangkan kesalahan statis dan meningkatkan stabilitas sistem.
3. Diferensial : mencerminkan perubahan penyimpangan sinyal, memperkenalkan sinyal koreksi sebelum penyimpangan nilai sinyal menjadi lebih besar dan mempercepat respon sistem untuk mengurangi pengaturan waktu.

Oleh karena itu, merancang kontroler PID terutama berarti menentukan tiga parameter, serta bagaimana mengkonfigurasi ke tiga

parameter PID (K_p , K_i , K_d). Dalam penelitian ini, *Firefly Algorithm* diusulkan untuk mencari parameter optimal PID. Blok diagram sistem kontrol keseluruhan dan blok PID ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3



Gambar 2. Sistem Kontroler PID-Firefly



Gambar 3. Pemodelan PID di Simulink

3. FIREFLY ALGORITHM [1]

Algoritma ini pertama ditemukan oleh Dr. Xin-She Yang di Universitas Cambridge pada tahun 2007. Pada algoritma ini terdapat tiga perumusan dasar :

1. Semua firefly adalah unisex, jadi suatu firefly akan tertarik dengan firefly lain terlepas dari jenis kelamin mereka.
2. Daya tarik sebanding dengan kecerahan, maka firefly dengan kecerahan lebih redup akan bergerak ke arah firefly dengan kecerahan lebih terang dan kecerahan berkurang seiring dengan bertambah jarak. Apabila tidak ada firefly yang memiliki kecerahan paling cerah maka firefly akan bergerak random.
3. Tingkat kecerahan firefly dideterminasikan oleh tempat dari fungsi objektif firefly.

Dalam proses permasalahan optimisasi, kecerahan cahaya firefly adalah sebanding untuk nilai dari fungsi tujuan. Bentuk lain dari kecerahan dapat didefinisikan pada cara yang sama untuk fungsi fitness pada algoritma genetika. Berdasarkan pada ketiga peraturan ini, langkah dasar dari algoritma firefly (FA) dapat diringkas sebagai *pseudo code* pada Tabel 1:

Tabel 1. Pseudo Code Firefly

```

Fungsi objektif f(x), x = (x1, ..., xd)
Inisialisasi populasi firefly xi (i = 1, 2, ..., n)
Tentukan koefisien penyerapan cahaya γ
while (t < Max Generation)
  for i = 1 : n semua n firefly
    for j = 1 : i semua n firefly
      Intensitas cahaya li pada xi ditentukan oleh f(xi)
      if (lj > li)
        Pindahkan firefly I menuju j pada dimensi d
      end if
      Ketertarikan populasi dengan jarak r pada exp[-γr]
    end for j
  end for i
  Urutkan peringkat firefly dan cari posisi terbaik baru
end while
    
```

3.1. Penalaan PID dengan Firefly

Gambar 4 menunjukkan diagram alir algoritma metode *Firefly Algorithm (FA)* yang digunakan pada penelitian ini untuk menala parameter PID. Fungsi objektif yang digunakan untuk menguji kestabilan sistem adalah dengan *Integral Time Absolut Error (ITAE)*.

$$ITAE = \int_0^t |\Delta\omega(t)| dt \tag{5}$$

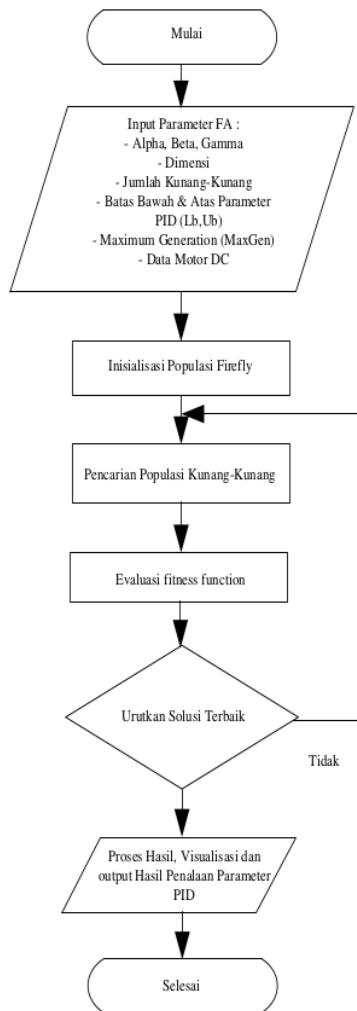
Parameter PID yang ditala oleh FA adalah K_p , K_i dan K_d . Adapun untuk diagram alir proses penalaan parameter PID dengan menggunakan metode *Firefly Algorithm (CSA)* ditunjukkan oleh *flowchart* pada Gambar 4. Gambar 5 menunjukkan pemodelan motor DC pada Simulink Matlab 2015, tanpa kontrol, dengan Bee Colony, Cuckoo Search dan PID Firefly.

Untuk menjalankan algoritma firefly dibutuhkan beberapa parameter, yang disebutkan pada Tabel 2. Algoritma firefly dibuat menggunakan software Matlab (m.files) dan pemodelan motor menggunakan Simulink Matlab. Adapun data parameter-parameter firefly adalah berikut,

Tabel 2. Parameter Firefly

Parameter	Nilai
Alpha	0.25
Beta	0.2
Gamma	1
Dimensi	80
Jumlah Firefly	80
Iterasi Maksimum	50

Setelah memasukkan beberapa parameter tersebut di Tabel 2, maka selanjutnya algoritma Firefly bisa dijalankan untuk optimasi nilai PID dari controller. Nilai yang tepat akan sangat mempengaruhi kinerja respon motor DC yang didesain pada penelitian ini. Algoritma Firefly membutuhkan proses perhitungan sampai menemukan nilai yang optimal. Gambar 6 menunjukkan grafik konvergensi optimasi nilai PID menggunakan algoritma firefly. Konvergensi adalah suatu nilai fitness function yang menjabarkan kriteria optimal dari suatu masalah optimasi.

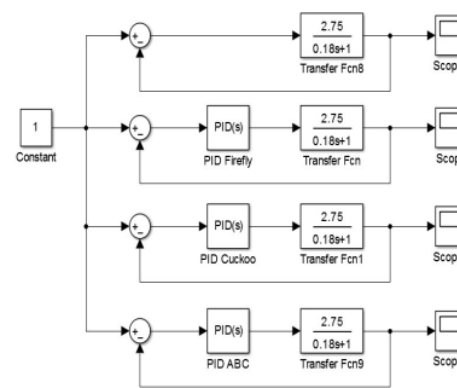


Gambar 4. Flowchart Penelitian

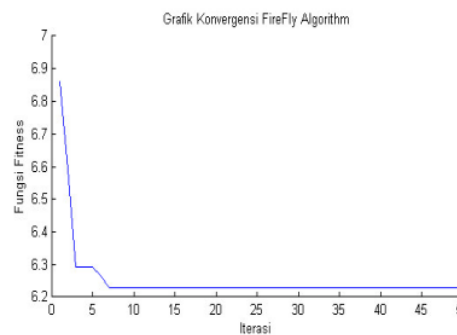
Gambar 6 menunjukkan grafik konvergensi optimasi nilai PID menggunakan algoritma firefly, di mana berdasarkan grafik terlihat algoritma firefly tidak membutuhkan waktu yang lama dalam melakukan proses optimasi, hal tersebut terlihat pada iterasi ke 7 algoritma sudah menemukan nilai PID yang optimal dengan nilai fitness sebesar 6.2269. Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Optimasi dengan Firefly

Total number of iterations=50
fmin = 6.2269
nbest = 40000 3.1641 1.0000
kp_ff = 40
ki_ff = 3.1641
kd_ff = 1



Gambar 5. Pemodelan Motor DC di Simulink



Gambar 6. Grafik Konvergensi Optimasi Kontrol PID Motor DC dengan Firefly Algorithm

Hasil optimasi Firefly didapatkan nilai fitness function sebesar 6.2269, dengan 50 kali

iterasi, nilai nbest merupakan firefly terbaik, yang di mana diketahui sebagai hasil optimasi parameter PID, yaitu Kp, Ki dan Kd. Tabel 3 menunjukkan nilai hasil optimasi parameter PID ditala oleh *Firefly*. Sebagai pembandingan digunakan algoritma Bee Colony. Bee Colony merupakan salah satu algoritma cerdas yang dalam hal ini digunakan dari penelitian sebelumnya. Bee Colony merupakan algoritma yang bekerja berdasarkan perilaku lebah dalam mencari sumber makanan. Sumber makanan di sini diasumsikan sebagai nilai PID yang akan dioptimasi.

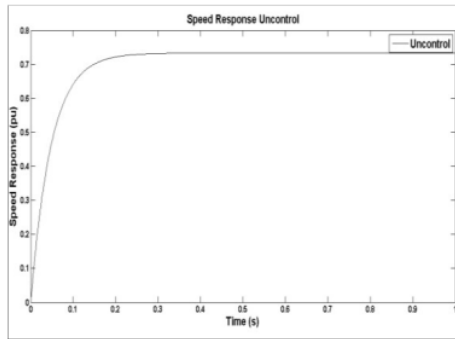
Tabel 5. Hasil Penalaan Parameter PID

Param.	Bee Algorithm	Cuckoo Algorithm	Firefly Algorithm
Kp	0.2960	4.36	40
Ki	0.0923	9.1	3.1641
Kd	0.0491	0.59	1

4. HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

4.1. Respon Kecepatan Motor DC tanpa Controller

Simulasi pertama adalah simulasi open loop Motor DC tanpa *controller*. Berikut hasil simulasi.



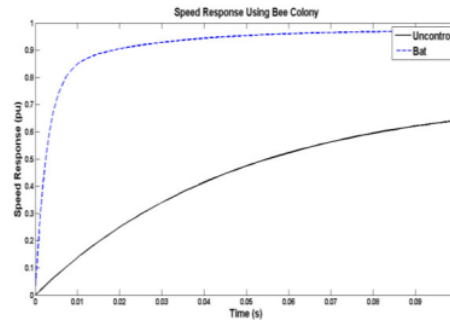
Gambar 7. Respon Kecepatan Motor DC tanpa kontrol, untuk t=1s.

Gambar 7 menunjukkan hasil simulasi tanpa kontroler, didapatkan respon kecepatan motor DC yang sangat tinggi, hal ini dikarenakan sistem tidak ada umpan balik, sehingga motor bekerja tanpa ada batasan dan untuk sistem yang seperti ini sangat dihindari. Untuk itu sangat diperlukan desain sistem

kontrol yang tepat dengan penambahan kotroler PID pada motor DC, sehingga kecepatan yang dihasilkan dapat dikontrol sesuai dengan beban yang dikopel oleh motor DC.

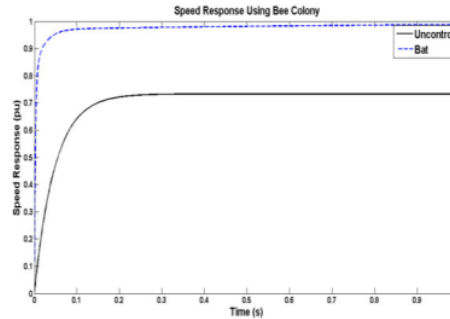
4.2. Respon Kecepatan Motor DC dengan PID Bee Colony

Simulasi yang kedua adalah kontrol motor DC dengan PID Bee Colony, berikut hasil simulasinya pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Respon Kecepatan Motor DC dengan PID Bee Colony, t=0.1s

Untuk lebih jelasnya berikut untuk t=1s.

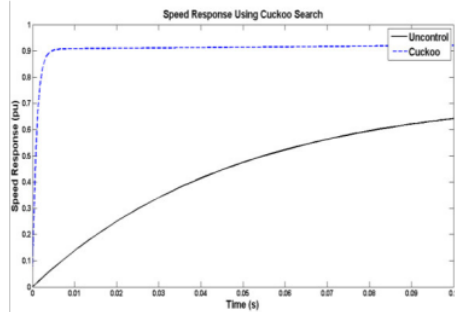


Gambar 9. Respon Kecepatan Motor DC dengan PID Bee Colony, t=1s

Gambar 8 dan 9 menunjukkan grafik respon frekuensi motor DC dengan PID Bee Colony. Dari grafik di atas didapatkan *settling time* yang semakin baik dibanding dengan tanpa control, namun kinerja PID pada system ini masih bisa dioptimalkan dengan penalaan yang tepat. Dari grafik dapat dilihat, respon system sudah sangat baik dalam mencapai kondisi steady state sebelum t=1s.

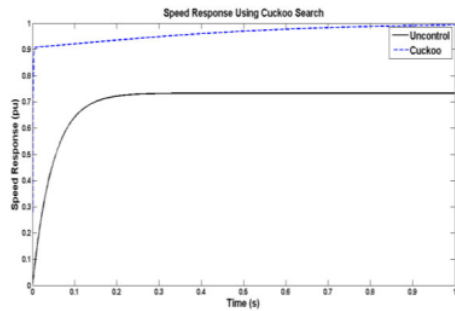
4.3. Respon Kecepatan Motor DC dengan PID Cuckoo Search Algorithm

Simulasi yang ketiga adalah kontrol motor DC dengan menggunakan PID Cuckoo, berikut hasil simulasinya.



Gambar 10. Respon Kecepatan Motor DC dengan PID Cuckoo, t=0.1s

Untuk lebih jelasnya berikut untuk t=1s.



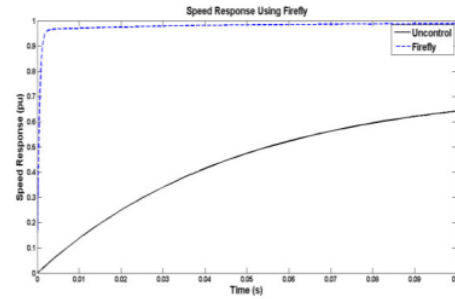
Gambar 11. Respon Kecepatan Motor DC dengan PID Cuckoo t=1s

Gambar 10 dan 11 menunjukkan grafik respon frekuensi motor DC dengan PID Cuckoo. Dari grafik di atas didapatkan *settling time* yang sangat cepat dibanding dengan metode bee colony, di mana sistem sudah berada pada kondisi *steady* sebelum t=1s. Kinerja PID pada system ini masih bisa untuk dioptimalkan.

4.4. Respon Kecepatan Motor DC dengan PID Firefly

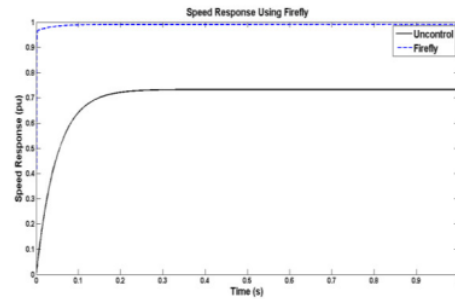
24 Simulasi yang keempat menggunakan metode yang diusulkan pada penelitian ini, yaitu menggunakan metode firefly. Berikut

hasil simulasi percobaan motor dc pada Gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Respon Kecepatan Motor DC dengan PID Firefly, t=0.1s

Untuk lebih jelasnya berikut untuk t=1s.

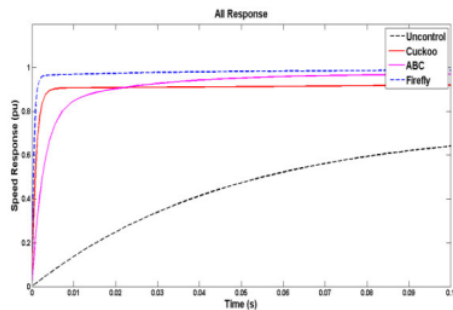


Gambar 13. Respon Kecepatan Motor DC dengan PID Firefly, t=1s

Gambar 12 dan 13 menunjukkan grafik respon frekuensi motor DC dengan PID Firefly. Dari grafik 12 dan 13 didapatkan *settling time* yang sangat cepat dengan menggunakan firefly, dibanding dengan metode bee colony dan cuckoo, di mana sistem lebih cepat berada pada kondisi *steady*. Hal tersebut dikarenakan parameter PID sudah optimal pada system ini sehingga respon motor yang didapat semakin baik dalam merespon dinamika motor dc saat starting awal.

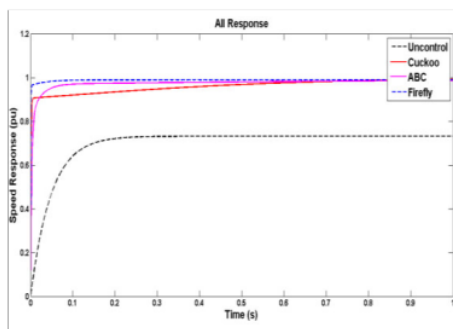
Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode cerdas untuk mengoptimasi parameter PID, hasil yang didapat untuk kinerja PID sangat baik karena menunjukkan respon yang cepat untuk kontrol motor DC. Gambar 14 menunjukkan perbandingan dari kontrol motor DC tanpa

control, dengan metode cuckoo, bee colony dan firefly yang telah disimulasikan.



Gambar 14. Perbandingan Respon Kecepatan Motor DC, $t=0.1s$

Untuk lebih jelasnya Gambar 15 memperlihatkan respon untuk $t = 1s$.



Gambar 15. Perbandingan Respon Kecepatan Motor DC, $t=1s$

Aplikasi motor DC sangat banyak digunakan, karena motor DC sangat cocok untuk aplikasi terutama pengontrolan, sehingga dibutuhkan desain kontroler motor DC yang tepat, dalam hal ini sangat diusulkan untuk menggunakan kontroler PID karena sangat simple untuk pengontrolan sistem dengan penalaan parameter menggunakan metode cerdas yang tepat akan didapatkan kinerja yang baik.

5. KESIMPULAN

Dengan menggunakan metode cerdas *Firefly Algorithm* sebagai metode penalaan *PID*

Controller, didapatkan hasil penalaan parameter nilai *PID* yang optimal di mana, K_p sebesar 40, K_i sebesar 3.1641 dan K_d sebesar 1.

Dari hasil simulasi dapat disimpulkan, respon kecepatan motor DC dengan PID Firefly, didapatkan *settling time* yang sangat cepat dibanding dengan metode Bee Colony dan Cuckoo Search, di mana sistem sudah berada pada kondisi *steady* sebelum $t=1s$.

Metode Firefly dapat digunakan untuk mengoptimasi parameter PID, hasil yang didapat untuk kinerja PID sangat baik karena menunjukkan respon yang cepat untuk kontrol motor DC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yang, X.S. "Cuckoo Search and Firefly Algorithms Theory and Applications". 2013.
- [2] Yang, X.S, "Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms", Frome: Luniver Press. 2008.
- [3] Wudai Liao, "Optimization of PID Control for DC Motor Based On Artificial Bee Colony Algorithm". IEEE, 2014.
- [4] X. Wang, and M. Zhang, "Optimizing PID parameters by using improved particle swarm optimization algorithm", Process Automation Instrumentation, no. 2, pp. 1-9, 2004.
- [5] B. Liu, J. Tan, and C. Huang, "Research and Application of an Improved PID Control Algorithm", Microcomputer Information, vol. 6, no. 1, pp. 15-17, 2007.
- [6] D. Chen, K. Fang, and Q. Chen, "Application of genetic algorithm in PID parameters optimization", Microcomputer Information, vol. 23, no.3, pp. 35-36, 2007.
- [7] H. He and F. Qian, "The PID parameter tuning based on immune evolutionary algorithm", Microcomputer Information, vol. 27, no. 5, pp. 1174-1176, 2007.
- [8] W. Zhang, "Increment PID controller based on immunity particle swarm

- optimization algorithm”, Microcomputer Information, vol. 28, no.7, pp. 67-69, 2010.
- [9] Nitish Katal. “Optimal Tuning of PID Controller for DC Motor using Bio-Inspired Algorithms”, International Journal of Computer Applications.2012.
- [10] Bharat Bhushan, “Adaptive control of DC motor using bacterial foraging algorithm”, Applied Soft Computing sciencedirect. 2011.
- [11] Ashu Ahuja, “Design of fractional order PID controller for DC motor using evolutionary optimization techniques”.WSEAS Transactions on Systems and Control, 2014.
- [12] Anant Oonsivilai, “Optimum PID Controller tuning for AVR System using Adaptive Tabu Search”, 12th WSEAS International Conference on COMPUTERS, Heraklion, Greece, July 23-25, 2008.
- [13] Umesh Kumar Bansal, “Speed Control of DC Motor Using Fuzzy PID Controller”, Advance in Electronic and Electric Engineering. 2013.
- [14] K. Premkumar, “Fuzzy PID supervised online ANFIS based speed controller for brushless dc motor”. Sciencedirect. Neuro Computing, 2015.
- [15] Djalal.M.R, D. Ajiatmo, A. Imran, I. Robandi, “Desain Optimal Kontroler PID Motor DC Menggunakan Cuckoo Search Algorithm”, Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya (SENTIA) Politeknik Negeri Malang, 2015.
- [16] D. Lastomo, Djalal. M. R, Widodo, I.Robandi, "Optimization of PID Controller Design for DC Motor Based on Flower Pollination Algorithm", The 2015 International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM 2015), 2015.

Biodata Penulis

Muhammad Ruswandi Djalal, Lahir di Ujung Pandang 11 Maret 1990. Menyelesaikan D4 bidang keahlian Teknik Pembangkit Energi di Politeknik Negeri Ujung Pandang pada tahun 2012. S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember bidang keahlian Teknik Sistem Tenaga. Sekarang Dosen di Teknik Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Hidayatul Nurohmah, Lahir di Jobang 1969. S1 bidang keahlian Sistem Tenaga di Universitas Darul Ulum Jombang, S2 bidang keahlian Sistem Tenaga di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Sekarang Dosen di Teknik Elektro Universitas Darul Ulum Jombang.

Andi Imran, Lahir di Bantaeng tahun 1985. S1 teknik elektro di Universitas Negeri Makassar, S2 bidang keahlian teknik energi di Universitas Hasanuddin. Sekarang sedang menyelesaikan S3 bidang keahlian teknik system tenaga di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Muhammad Yusuf Yunus, Lahir di Sinjai 20 Agustus 1980. D4 teknik energi politeknik elektronika negeri Surabaya. S2 teknik energy di Universitas Hasanuddin. Sekarang Dosen di Teknik Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

APLIKASI METODE CERDAS UNTUK OPTIMASI CONTROLLER PID MOTOR DC BERBASIS FIREFLY ALGORITHM

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

10%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.slideshare.net Internet Source	2%
2	Submitted to Universitas Kristen Satya Wacana Student Paper	2%
3	repository.uinjkt.ac.id Internet Source	2%
4	Submitted to Institut Teknologi Nasional Malang Student Paper	2%
5	Mochamad Riduwan, Fachrudin Hunaini, Muh Mukhsim. "Sistem Kontrol Governor Menggunakan Pid Yang Dioptimasi Dengan Metode Cuckoo Search Algorithm (Csa)", JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA), 2019 Publication	1%
6	ejournal.itp.ac.id Internet Source	1%

7	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	1 %
8	libmast.utm.my Internet Source	1 %
9	repository.unair.ac.id Internet Source	1 %
10	jkwra.or.kr Internet Source	1 %
11	jurnal.unimus.ac.id Internet Source	1 %
12	Stephen Oladipo, Yanxia Sun, Zenghui Wang. "Optimization of PID Controller with Metaheuristic Algorithms for DC Motor Drives: Review", International Review of Electrical Engineering (IREE), 2020 Publication	1 %
13	ejournal.unkhair.ac.id Internet Source	<1 %
14	jurnal.unimed.ac.id Internet Source	<1 %
15	sinergi.mercubuana.ac.id Internet Source	<1 %
16	www.researchgate.net Internet Source	<1 %

17 Miladiah Miladiah, Rusydi Umar, Imam Riadi. <1 %
"Implementasi Local Binary Pattern untuk
Deteksi Keaslian Mata Uang Rupiah", Jurnal
Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN),
2019
Publication

18 Muhammad Ruswandi Djalal, Muhammad
Yusuf Yunus, Herman Nawir, Andi Imran. <1 %
"Optimal Design of Power System Stabilizer In
Bakaru Power Plant Using Bat Algorithm",
JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic
Engineering-UMSIDA), 2017
Publication

19 books.google.com <1 %
Internet Source

20 elektro.studentjournal.ub.ac.id <1 %
Internet Source

21 jurnal.upnyk.ac.id <1 %
Internet Source

22 digilib.uin-suka.ac.id <1 %
Internet Source

23 www.sc.ehu.es <1 %
Internet Source

24 widuri.raharja.info <1 %
Internet Source

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

APLIKASI METODE CERDAS UNTUK OPTIMASI CONTROLLER PID MOTOR DC BERBASIS FIREFLY ALGORITHM

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/489

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8
