

Optimasi PID Kontroller Pada Sistem Pengaturan Irigasi Menggunakan Metode Bat Algorithm (BA)

^{1*} Mohammad Hasib Al-Isbilly, ² Markhaban Siswanto, ³ Machrus Ali, ⁴ Muhammad Agil Haikal

^{1,2} Teknik Sipil, Universitas Darul Ulum, Jl Gus Dur 29A, Mojongapit, Jombang

^{3,4} Teknik Elektro, Universitas Darul Ulum, Jl Gus Dur 29A, Mojongapit, Jombang

^{1*} m.hasib.alisbilly@gmail.com, ² markhabansiswanto70@gmail.com, ³ machrus7@gmail.com, ⁴ agil.haikal86@gmail.com

Article Info

Article history:

Received August 11th, 2022

Revised August 26th, 2022

Accepted September 14th, 2022

Keyword:

Artificial Intelligence

Bat Algoritma (BA)

Pengaturan Irigasi

PID Kontroller

DOI:

<https://doi.org/10.32492/jeetech.v3i2.3205>

ABSTRACT

Provision of irrigation water on agricultural land aims to meet crop water needs. In its utilization, irrigation water must be used optimally. An automatic irrigation system is needed that is able to provide water for plants with the expected conditions. PID (Proportional, Integral and Derivative) is widely used for optimization of control systems. In irrigation control system and sensor connection with software program (Matlab 2013b). PID simulation was applied to the irrigation prototype used to increase efficiency and determine the amount of irrigation water to regulate the provision of irrigation water as needed. As a comparison controller, conventional PID (PID-Konv) was used, Matlab auto tuning PID (PID-Auto), and Bat Algorithm tuning PID (PID-BA). The simulation results show that PID-BA is the best method in the simulation with the smallest overshoot (0.043) and the fastest settlingtime (84 seconds).

Copyright © 2022 Jurnal JEETech.

All rights reserved.

Corresponding Author:

Mohammad Hasib Al-Isbilly

Teknik Sipil, Universitas Darul Ulum, Jl Gus Dur 29A, Mojongapit, Jombang

m.hasib.alisbilly@gmail.com

Abstrak—Pemberian air irigasi pada lahan pertanian bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Dalam pemanfaatannya, air irigasi harus digunakan secara optimum. Diperlukan sistem irigasi otomatis yang mampu menyediakan air untuk tanaman dengan kondisi yang diharapkan. PID (Proportional, Integral and Derivative) banyak digunakan untuk optimasi sistem kontrol. Dalam sistem kendali irigasi dan koneksi sensor dengan program software (Matlab 2013b). Simulasi PID diaplikasikan pada prototipe irigasi digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan mengetahui jumlah air irigasi untuk mengatur pemberian air irigasi sesuai dengan kebutuhan. Sebagai pembanding controller, digunakan PID konvensional (PID-Konv), PID auto tuning Matlab (PID-Auto), dan PID dengan tuning Bat Algorithm (PID-BA). Hasil simulasi menunjukkan bahwa PID-BA adalah metode terbaik dalam simulasi dengan overshoot terkecil (0.043) dan settlingtime tercepat (84 detik).

I. Pendahuluan

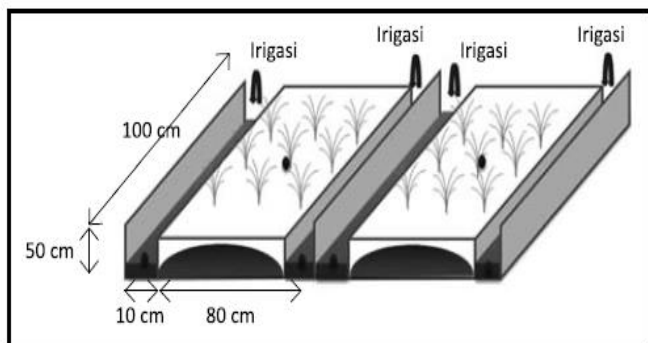
Pengairan ialah salah satu pilihan dalam inputan air pada sistem pertanian bila berlangsung keadaan kepentingan air tanaman lebih besar dari ketersediaan air pada tanah pertanian. Pemberian air pengairan ke tanah pertanian bermaksud untuk memenuhi kebutuhan air tumbuhan, tetapi dalam pemanfaatannya mesti betul-betul dipakai dengan cara maksimum. Faktanya, aktivitas pengairan membagikan imbas boros air alhasil berakibat pada melonjaknya keperluan ekonomi. Keinginan air membagikan akibat kepada pengeluaran ekonomi agrobisnis, sebab pada saat ini ini air diterima dengan usaha pembelian dalam satuan daya tampung maka pemakaian air dengan cara puncak membagikan input positif untuk agrobisnis tersebut. Banyak sistem pengairan yang tengah memakai jenis buka-tutup gerakan pengairan terbuka, sedangkan sistem pengairan perpipaan dan pengairan otomatis baru mulai dikenakan.

Dari hasil survey masih banyak hambatan yang diterima semacam minimnya air pengairan lebih-lebih pada bagian ambang sebab sistem pengairan yang tidak terkendali, buat permasalahan pengairan pipa umumnya terjalin penimbunan

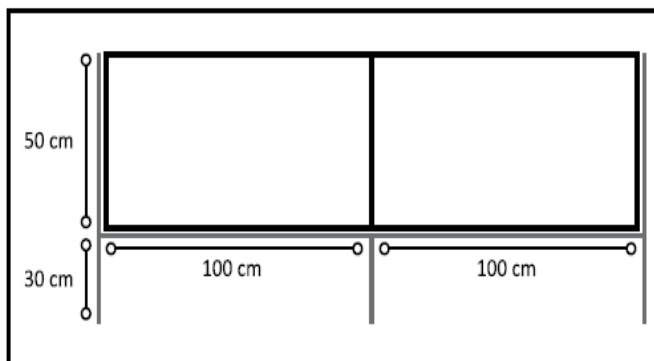
kotoran akibatnya pipa kerap tersendat. Pengairan otomatis pun sedang banyak kekalutan pada bagian instalasi pemeriksaan serta reaksi time pengairan yang kurang puncak. Suasana semacam ini ialah sesuatu ilustrasi yang merugikan untuk konsumen air pengairan terlebih pada aturan pertanian disektor agrobisnis, paling utama pada situasi dengan keterbatasan air. Butuh terdapatnya riset lebih lanjut selaku pengganti pemecahan diatas, ialah riset dengan bentuk instalasi lebih efisien, pengawasan otomatis serta tingkatan akurasi yang lebih besar, sistem kontrol air pengairan yang serupa itu diharapkan sanggup membagikan sesuatu jalan pengganti yang sanggup menekan pengeluaran kepada keperluan air ataupun level ketinggian air yang di idamkan [1]. Dalam penelitian ini dikembangkan sistem kendali irigasi dengan PID sebagai pengendalian sistem kontrol irigasi secara otomatis. Tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan efisiensi irigasi pada sistem irigasi otomatis..

II. Pemodelan

Riset ini menggunakan materi semacam: Akrilik, bagan prototipe(besi serta piringan hitam kusen), perekat akrilik, Sealant(Silicone Rubber), Pemeriksaan Water Tingkat, Pemeriksaan Soil Moisture, Relay, Kabel, Baterai DC 12 V, Selenoid Valve, Xbee, Pipa,



Gambar 1. Desain prototipe.[2]

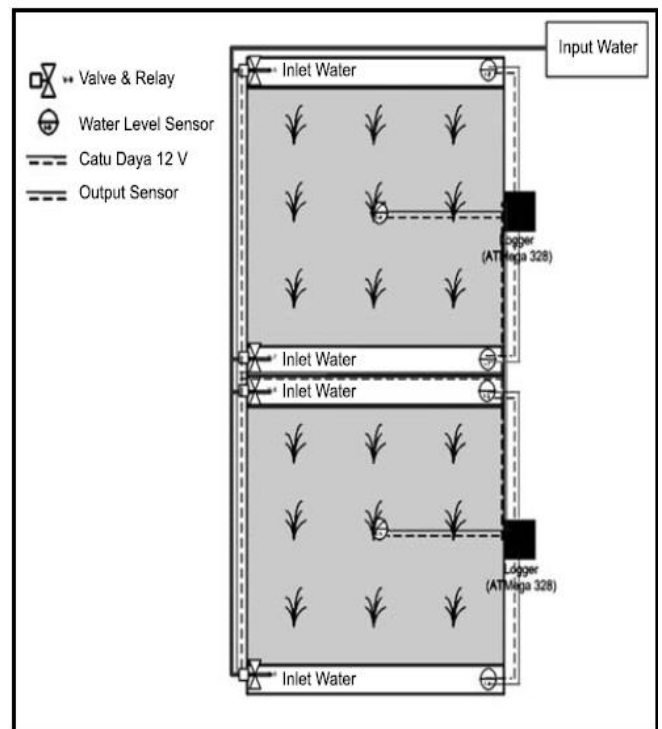


Gambar 2. Penampang melintang prototipe.[2]

Riset ini dicoba dengan sebagian jenjang ialah analisa sistem, penyusunan, aplikasi, pengetesan, eksperimen serta analisa eksperimen. Langkah analisa sistem melingkupi seluruh keinginan dalam membuat penyusunan serta aplikasi sistem pengairan otomatis dalam perihal pengenalan permasalahan yang mencakup aksi air dalam tanah, pengawasan pengairan, pemeriksaan water tingkat serta Matlab 2013b.

Langkah penyusunan sistem pengairan terdiri dari penyusunan perangkat keras serta aplikasi. Prototipe pengairan didesain mempunyai 2 gulungan sistem pengairan, dengan format tiap bloknya mempunyai luas 80 centimeter, jauh 100 centimeter serta besar 50 centimeter. Tiap- tiap gulungan mempunyai 2 persediaan air(pada denah kanan serta kiri gulungan) dengan format luas 10 centimeter, jauh 100 centimeter serta besar 50 centimeter semacam tampak pada lukisan konsep prototipe serta penampang melintang.

Penyusunan aplikasi yang dicoba merupakan Imitasi bentuk pengairan otomatis serta pembuatan aplikasi pengairan otomatis Matlab. Dalam melaksanakan imitasi pengairan memakai pemograman Visual Basic serta buat pemograman pada Matlab 2013b. Penyusunan perangkat keras sistem pengairan ini terdiri atas pemeriksaan water tingkat, pemeriksaan soil moisture, Matlab 2013b, selenoid valve, alokasi energi 12 volt serta relay.(Lukisan 3) Lukisan 4 merupakan bagan alir dalam pembuatan imitasi sistem pengawasan irigasi.



Gambar 3. Sistem irigasi otomatis[2]

III. Metode dan Model Kontrol

A. Model Aliran Air Tanah

Pergerakan air tanah dari kondisi kering kebasah sebab akumulasi pengairan dengan 2 saluran pengairan pada kanan serta kiri profil dengan jarak S. Diasumsikan kondisi yang harmonis, aspek kelok bisa terbuat diantara kedua saluran buat melukiskan wajah air tanah. Lukisan 5 ialah skematik gerakan air tanah. Bentuk gerakan air tanah pada sesuatu akuifer dengan masukan air dari infiltrasi.

$$S \frac{\partial \phi}{\partial t} = T \left(\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} \right) + I \quad (1)$$

Dimana:

S = storativitas

T = transmisivitas

x,y = jarak pada arah y dan x

I = laju infiltrasi

ϕ = head piezometrik

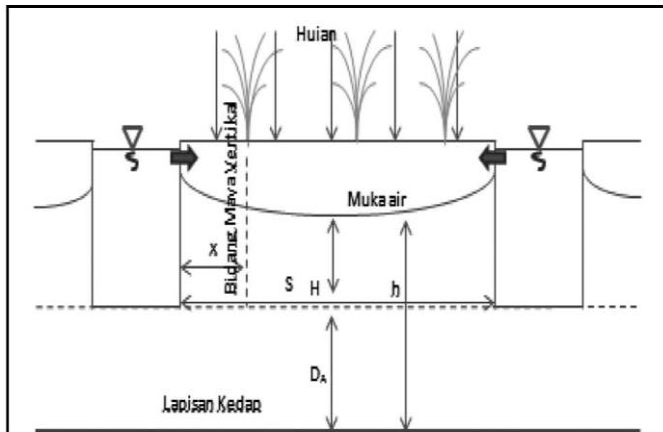
$$S \frac{\partial h}{\partial t} = T \left(\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \right) + q \quad (2)$$

Buat akumulasi konsep gorong-gorong di dalam tanah, selaku jalan pengaliran air biar lebih segera menyeluruh mengalir tanah, hingga bisa memakai struktur perbandingan satu format sebagai berikut:

$$h_x^{t+1} = h_x^t + q \frac{\Delta t}{s} + \alpha (h_{x-1}^t + h_{x+1}^t - 2h_x^t) \quad (3)$$

$$\alpha = \tau \frac{\Delta t}{S \Delta x^2} \quad (4)$$

Skematik aliran air tanah dapat dilihat pada gambar 4

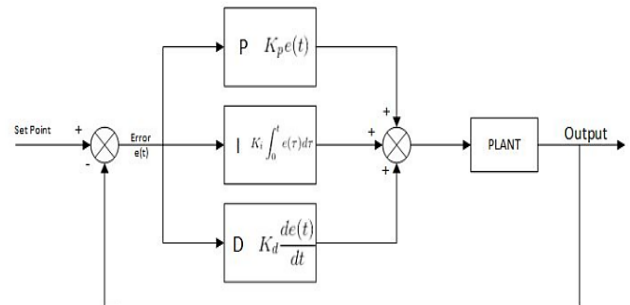


Gambar 4. Skematik aliran air tanah[2]

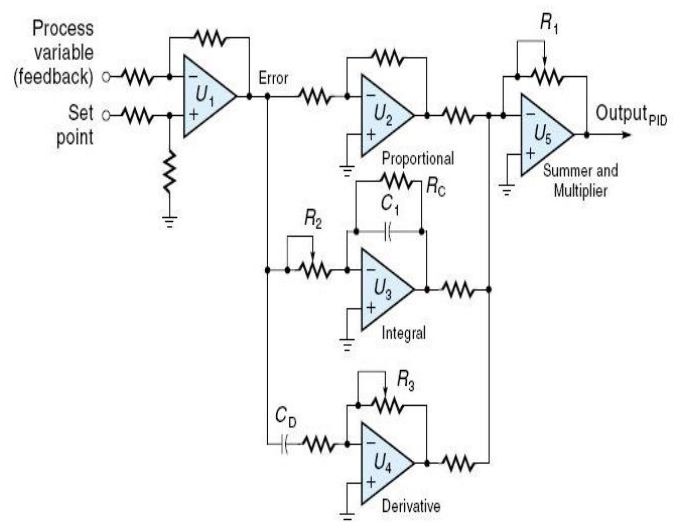
B. PID Controller

Kontrol PID adalah sistem kontrol gabungan antara kontrol proporsional, integral, dan turunan (derivative). Pada metode ini, penalaan dilakukan dalam kalang tertutup dimana masukan referensi yang digunakan adalah fungsi tangga (step) [3][4]. Pengendali pada metode ini hanya pengendali proporsional. Kp, dinaikkan dari 0 hingga nilai kritis Kp, sehingga diperoleh keluaran yang terus-menerus berosilasi dengan amplitudo yang sama[5][6]. Nilai kritis Kp ini disebut sebagai ultimated gain. Nilai ultimated period, Tu, diperoleh setelah keluaran sistem mencapai kondisi yang terus menerus

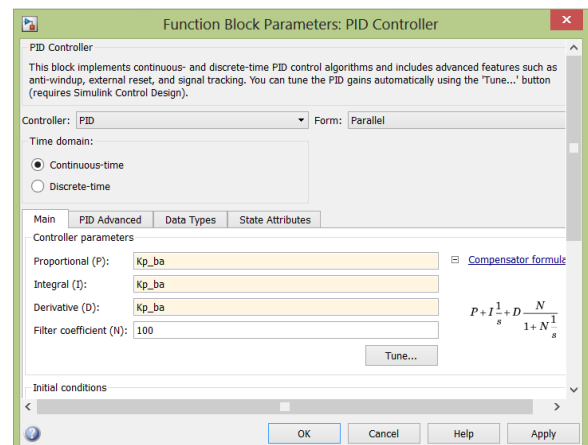
berosilasi[7][8][9]. Gambar blok diagram PID kontroler, rangkaian elektronik PID kontroler, dan setting PID controller[10][11][7] yang detuning dengan BA dapat dilihat pada gambar 5, 6, dan 7.



Gambar 5. Blok diagram PID kontroler



Gambar 6. Rangkaian elektronik PID kontroler



Gambar 7. Function Blok Parameter PID dituning BA

C. Bat Algorithm (BA)

Berdasarkan persamaan konsep ekolokasi dari kelelawar pada pembahasan sebelumnya maka berikut ini akan di berikan suatu pseudocode dari algoritma kelelawar yang dikembangkan oleh Yang[12] dapat dilihat pada gambar 8[11][7]:

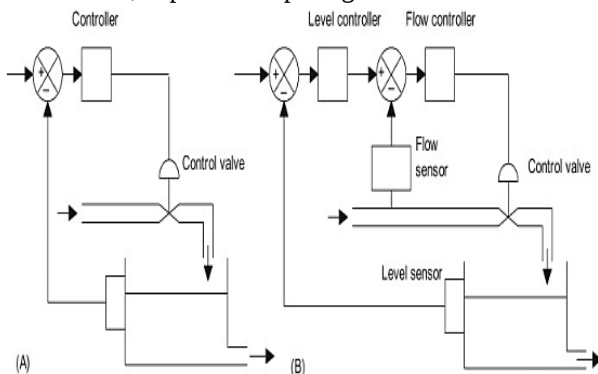
```

Fungsi objektif  $f(x)$ ,  $x = (x_1, \dots, x_d)^T$ 
Inisiasi populasi kelelawar  $x_i$ , ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) dan  $v_i$ 
Definisikan frekuensi  $f_i$  pada  $x_i$ 
Inisiasi laju emisi gelombang  $r_i$  dan tingkat kekerasan  $A_i$ 
while ( $t < \text{iterasi maksimum}$ )
    Bangkitkan solusi baru dengan mengatur frekuensi
    Perbaharui kecepatan dan lokas
    if ( $\text{rand} > r_i$ )
        pilih solusi diantara solusi terbaik
        bangkitkan solusi lokal diantara solusi terbaik
    end
    if ( $\text{rand} < A_i$  &  $f(x_i) < f(x_*)$ )
        terima solusi yang baru
        perbaharui  $r_i$  dan  $A_i$ 
    end
    Urutkan setiap kelelawar dan pilih  $x_*$  yang baru
End
    
```

Gambar 8. Pseudocode Bat Algorithm

D. Pemodelan

Pemodelan sistem kontrol level loop tunggal dan kontrol kaskade, dapat dilihat pada gambar 9.



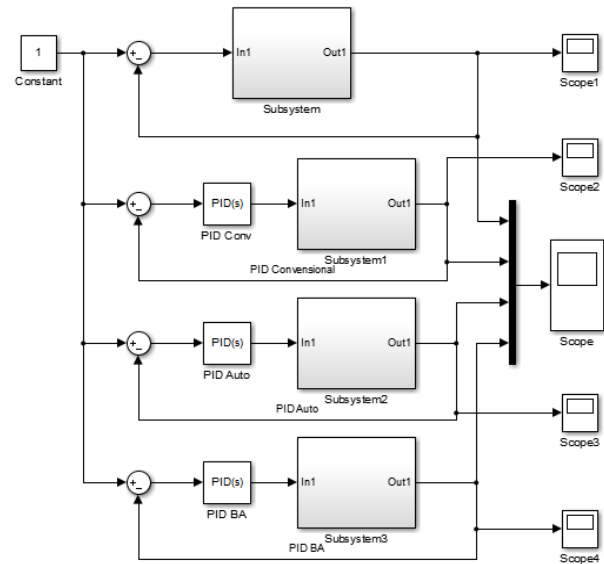
Gambar 9. Sistem kontrol level: (A) loop tunggal dan (B) kontrol kaskade loop kontrol[13].

Transfer function dapat dilihat pada persamaan 5 dan 6.

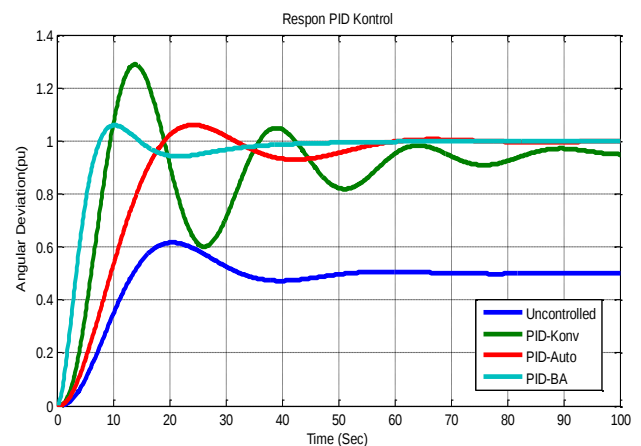
$$G_{\text{proses}}(s) = \frac{5.95}{7.799s} \quad (5)$$

$$G_p(s) = \frac{0.096}{s(5.715s+1)} \quad (6)$$

IV. Hasil Simulasi dan Analisa



Gambar 10. Desain kontrol irigasi



Gambar 11. Simulink hasil output irigasi sistem

Dari gambar 11 didapatkan hasil simulasi didapatkan konstanta k_p , k_i , dan k_d seperti pada tabel 1 pada pada vertical axis.

Tabel 1. Konstanta PID pada vertical axis

	Unc	PID-Konv	PID-Auto	PID-BA
Kp	-	1	1.033	3.638
Ki	-	1	0.095	0.227
Kd	-	0	1.626	14.467
Overshoot	-0.332	0.298	0.059	0.043
Undershoot	0.543	0.393	0.081	0.072
Settling time dt)	∞	253	98	84

Dari table di atas menunjukkan bahwa pada simulasi didapatkan nilai overshoot terkecil pada PID-BA dengan nilai

0.043 dan undershot terkecil pada PID-BA dengan nilai 0.072, dan sttlingtime tercepat pada PID-BA dengan waktu 84 deting.

V. Kesimpulan

Dari hasil simulasi didapatkan ketepatan dan kecepatan dalam mencapai titik setpoint pada sistem irigasi, terdapat pada model kontrol PID dengan tuning Bat Algorithm (PID-BA). Hasil penelitian ini dapat dipakai sebagai rujukan dalam optimasisistem irigasi dengan metode dan bentuk irigasi lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] A. Parwanti, S. I. Wahyudi, M. F. Ni'Am, M. Ali, Iswinarti, and M. A. Haikal, "Modified Firefly Algorithm for Optimization of the Water Level in the Tank," in *2021 3rd International Conference on Research and Academic Community Services (ICRACOS)*, Oct. 2021, pp. 113–116, doi: 10.1109/ICRACOS53680.2021.9701981.
- [2] W. Wiranto, B. Setiawan, and S. Saptomo, "PID Control Irrigation System," *J. Keteknikan Pertan.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–6, 2014, doi: 10.19028/jtep.02.2.105-110.
- [3] M. Ali and M. Muhlasin, "Kontrol Kecepatan Putaran Permanent Magnet Synchronous Machine (PMSM) Menggunakan PID, FLC Dan ANFIS," *J. Elektro*, vol. 4, no. 1, p. 253, 2019, doi: 10.30736/je.v4i1.302.
- [4] M. R. Djalal, M. Ali, H. Nurohmah, and D. Ajiatmo, "Aplikasi Algoritma Differential Evolution untuk Desain Optimal Load Frequency Control pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Angin dan Diesel," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 5, p. 511, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201855430.
- [5] M. Ali, A. Raikhani, B. Budiman, and H. Sopian, "Algoritma Persaingan Imperialis Sebagai Optimasi Kontroler PID dan ANFIS Pada Mesin Sinkron Magnet Permanen (Imperialist Competitive Algorithm As PID Optimization and ANFIS Controller at Permanent Magnet Synchronous Machine)," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.)*, vol. 3, no. 1, p. 57, Apr. 2019, doi: 10.21070/jeeu-u.v3i1.2023.
- [6] M. N. Masrukhan, M. P. Mulyo, D. Ajiatmo, and M. Ali, "Optimasi Kecepatan Motor DC Menggunakan Pid Dengan Tuning Ant Colony Optimization (ACO) Controller," in *SENTIA-2016, Polinema, Malang*, 2016, pp. B49–B52, [Online]. Available: <http://sentia.polinema.ac.id/index.php/SENTIA2016/article/view/76>.
- [7] Rukslin and M. Ali, "Desain Pitch Angle dengan Tunning Bat Algorithm (BA) pada Wind Turbine Menggunakan PID Controller," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.)*, vol. 6, no. 1, pp. 40–51, Apr. 2022, doi: 10.21070/jeeu.v6i1.1624.
- [8] M. Ali, H. Suyono, M. A. Muslim, M. R. Djalal, Y. M. Safarudin, and A. A. Firdaus, "Determination of the parameters of the firefly method for PID parameters in solar panel applications," *SINERGI*, vol. 26, no. 2, p. 265, Jun. 2022, doi: 10.22441/sinergi.2022.2.016.
- [9] K. Kadaryono, R. Rukslin, M. Ali, A. Askan, A. Parwanti, and I. Cahyono, "Comparison of LFC Optimization on Micro-hydro using PID, CES, and SMES based Firefly Algorithm," *Proceeding Electr. Eng. Comput. Sci. Informatics*, vol. 5, no. 5, 2018, doi: 10.11591/eecsi.v5i5.1609.
- [10] Muhammad Agil Haikal, Dandy Tulus Herlambang, Machrus Ali, and Muhlasin, "Desain Optimasi PID Controller Pada Heating Furnace Temperature Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO)," *ALINIER J. Artif. Intell. Appl.*, vol. 2, no. 2, pp. 77–82, Nov. 2021, doi: 10.36040/aliner.v2i2.5162.
- [11] M. Ali, M. A. Haikal, R. Rukslin, and H. Nurohmah, "Optimisasi Steering Control Pada Mobil Listrik Auto-Pilot Menggunakan Metode Bat Algorithm," *JE-Unisla*, vol. 7, no. 1, p. 36, Apr. 2022, doi: 10.30736/je-unisla.v7i1.813.
- [12] X.-S. Yang, "Bat Algorithms," in *Nature-Inspired Optimization Algorithms*, Elsevier, 2014, pp. 141–154.
- [13] L. Zhuravleva and V. Solovyev, "IRRIGATION TECHNOLOGY WITH CASCADE SPRINKLER WITH INTELLIGENT CONTROL SYSTEM," *Sci. Life*, vol. 14, no. 11, pp. 1658–1666, 2019, doi: 10.35679/1991-9476-2019-14-11-1658-1666.