

Rekonfigurasi 33 Kanal Irigasi Menggunakan Modified Firefly Algorithm (MFA)

¹Markhaban Siswanto, ^{2*}Saiful Arfaah, ³Rukslin, ⁴Muhlasin, ⁵Machrus Ali

^{1,2,3,4} Universitas Darul Ulum, Jl Gus Dur 29A, Mojongapit, Jombang

¹markhaban.siswanto.ft@gmail.com, ²saiful.arfaah@gmail.com, ³rukslin05@gmail.com, ⁴muhlasin@ft-undar.ac.id, machrus7@gmail.com

Article Info

Article history:

Received April 11th, 2023

Revised May 26th, 2023

Accepted June 24th, 2023

Keyword:

Artificial Intelligence
Modified Firefly Algorithm
Pengaturan Irigasi
Rekonfigurasi jaringan

ABSTRACT

Providing irrigation water on agricultural land aims to meet plants' water needs. In its use, irrigation water must be used optimally. An automatic irrigation system is needed to provide water to plants in the desired conditions. The irrigation canal system is a simulation system using a software program Matlab 2013b. Reconfiguration simulations applied to irrigation systems are used to increase efficiency and determine the amount of irrigation water to regulate the provision of irrigation water according to needs. As a controller comparison, an artificial intelligence method is used for controller tuning based on the Modified Firefly Algorithm (MFA). The furthest water discharge results can be reduced in the reconfiguration model with a minimum discharge before reconfiguration of 0.91308 pu, and after reconfiguration, it becomes 0.93337 pu. So by reconfiguring the network with MFA, you can reduce water discharge losses by 30.3337% from previous losses.

Copyright © 2023 FORTEI Regional VII Jawa Timur.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Saiful Arfaah

Universitas Darul Ulum, Jl Gus Dur 29A, Mojongapit, Jombang
saiful.arfaah@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. Dalam sistem saluran irigasi sebagai simulasi system menggunakan program software Matlab 2013b. Simulasi rekonfigurasi diaplikasikan pada system irigasi digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan mengetahui jumlah air irigasi untuk mengatur pemberian air irigasi sesuai dengan kebutuhan. Sebagai pembanding controller, digunakan metode kecerdasan buatan untuk tuning controller berbasis Modified Firefly Algorithm (MFA). Hasil debit air terjauh dapat diperkecil pada model rekonfigurasi dengan debit minimum sebelum rekonfigurasi sebesar 0,91308 pu, setelah rekonfigurasi menjadi 0,93337 pu. Sehingga dengan

merekonfigurasi jaringan dengan MFA dapat mereduksi losses debit air sebesar 30,3337 % dari losses sebelumnya.

I. Pendahuluan

Dalam keadaan di mana kebutuhan akan air untuk tanaman lebih besar daripada jumlah air yang tersedia untuk lahan pertanian, penggunaan pengairan merupakan salah satu opsi input air untuk sistem pertanian. Untuk memenuhi kebutuhan air tumbuhan, air pengairan diberikan ke tanah pertanian, tetapi harus digunakan dengan benar. Sebenarnya, operasi pengairan menyebabkan boros air meningkat, yang mengakibatkan peningkatan kebutuhan ekonomi. Karena air saat ini dibeli melalui satuan daya tampung, keinginan untuk air berdampak pada pengeluaran ekonomi agrobisnis. Dengan demikian, penggunaan air secara puncak memberikan manfaat bagi agrobisnis. Sementara sistem pengairan perpipaan dan pengairan otomatis baru-baru ini digunakan, banyak sistem

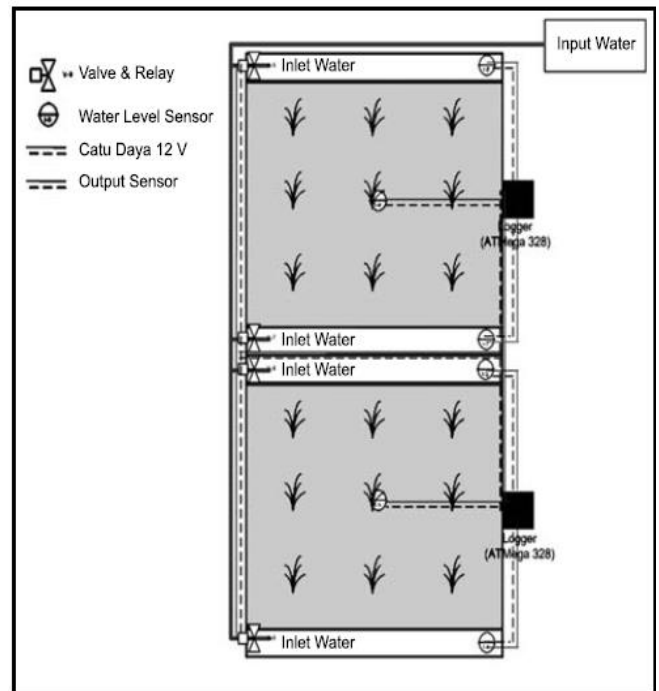
pengairan tengah menggunakan gerakan buka-tutup pengairan terbuka.

Hasil survei menunjukkan bahwa banyak masalah terus muncul, terutama kekurangan air pengairan di bagian ambang. Hal ini disebabkan oleh sistem pengairan yang tidak terkendali, yang menyebabkan penimbunan kotoran yang menyebabkan pipa sering tersendat. Selain itu, pengairan otomatis mengalami banyak kekalutan di bagian instalasi pemeriksaan dan memiliki reaksi waktu pengairan yang kurang puncak. Situasi seperti ini menunjukkan aturan pertanian di sektor agrobisnis yang merugikan bagi konsumen air pengairan, terutama dalam situasi keterbatasan air. Untuk menggantikan pemecahan di atas, perlu dilakukan penelitian tentang cara instalasi yang lebih efisien, pengawasan otomatis, dan akurasi yang lebih besar. Dengan sistem kontrol air pengairan yang serupa, penelitian ini diharapkan dapat menemukan cara lain untuk menekan biaya untuk kebutuhan air dan level ketinggian air yang diinginkan[1][2]. 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

Materi yang digunakan dalam penelitian ini termasuk akrilik, bagan prototipe yang terbuat dari besi dan piringan kusen hitam, perekat akrilik, pelapis silikon, pemeriksaan tingkat air, pemeriksaan kadar air tanah, relay, kabel, baterai 12 V, selenoid valve, Xbee, dan pipa. Analisa sistem, penyusunan, aplikasi, pengetesan, eksperimen, dan analisis eksperimen adalah beberapa tahapan yang digunakan untuk menguji penelitian ini. Langkah analisa sistem membahas semua kebutuhan untuk membuat dan menggunakan sistem pengairan otomatis, termasuk pengenalan masalah, pengawasan pengairan, pemeriksaan air tingkat, dan Matlab 2013b. Langkah penyusunan sistem pengairan juga mencakup pembuatan perangkat keras dan penggunaan. Sistem pengairan prototipe dirancang dengan dua gulungan, dengan tiap blok berukuran 80 cm, 100 cm, dan 50 cm. Setiap gulungan memiliki dua sumber air pada denah kanan dan kiri, dengan ukuran 10 cm, 100 cm, dan 50 cm, seperti yang ditunjukkan pada gambar konsep prototipe dan penampang melintang.

Penyusunan aplikasi yang dicoba mencakup kedua pembuatan aplikasi pengairan otomatis dan imitasi bentuk pengairan otomatis. Penyusunan perangkat keras sistem pengairan ini termasuk penggunaan pemrograman Visual Basic dan pembuatan pemrograman pada Matlab 2013b, serta pemeriksaan tingkat air, pemeriksaan kadar air tanah, selenoid valve, alokasi energi 12 volt, dan relay. Bagan alir untuk simulasi sistem pengawasan irigasi ditunjukkan dalam gambar 3.



Gambar 1. Sistem irigasi otomatis[3]

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. Gambar 5 ialah skematik gerakan air tanah. Bentuk gerakan air tanah pada sesuatu akuifer dengan masukan air dari infiltrasi.

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

Dimana:

- S = storativitas
- T = transmisivitas
- x,y = jarak pada arah y dan x
- I = laju infiltrasi
- ϕ = head piezometrik

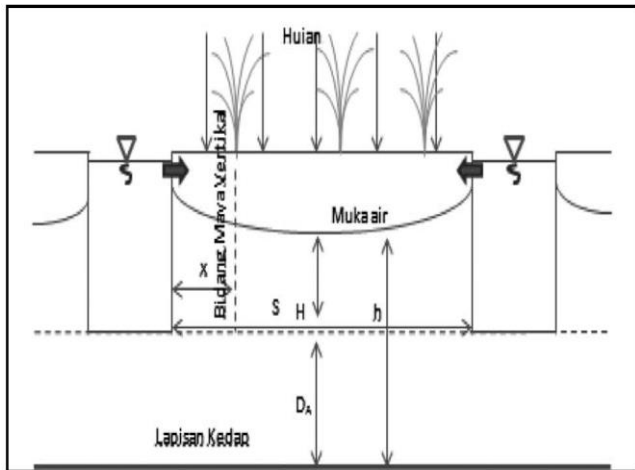
$$S \frac{\delta h}{\delta t} = T \left(\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \right) + q \quad (2)$$

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:

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

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

Skematik aliran air tanah dapat disimulasikan dan dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 2. Skematik aliran air tanah[3]

B. Rekonfigurasi Sistem

Konfigurasi jaringan irigasi bentuknya sangat beragam dan sulit untuk disederhanakan. Rekonfigurasi jaringan irigasi digunakan untuk mengatur ulang bentuk konfigurasi jaringan dengan jalan membuka dan menutup switch yang terdapat pada jaringan. Ini digunakan untuk mengurangi rugi-rugi volume air pada jaringan irigasi sehingga efisiensi air yang disalurkan meningkat dan konsumen dapat dilayani dengan baik. Hasil konfigurasi dapat diperoleh hasil analisa aliran air dan volume air dalam jaringan. Karena banyaknya saluran dan titik percabangan pada jaringan, jika dihitung secara manual akan sulit dan memerlukan waktu yang sangat lama, sehingga penyelesaian permasalahan harus diselesaikan dengan rekonfigurasi menggunakan Artificial Intelligence (AI).

Beberapa metode rekonfigurasi digunakan dalam aplikasi jaringan, diantaranya menggunakan Binary Particle Swarm Optimization (BPSO)[4][5], Modified Imperialist Competitive Algorithm (MICA)[6], dan Modified Firefly Algorithms (MFA)[7] dalam jaringan radial distribusi[6].

C. Modified Firefly Algorithms (MFA)

Modified Firefly Algorithms (MFA) adalah modifikasi Firefly Algorithms (FA) dengan melihat karakter kunang-kunang sebagai obyek yang diteliti[8][9]. Modifikasi ini menggunakan system binary yang mempresentasikan sebagai saklar on/off. Dalam hal ini menghilangkan variable alpha. Dalam proses permasalahan optimisasi, kecerahan cahaya kunang-kunang adalah sebanding untuk nilai dari fungsi tujuan. Berdasarkan pada ketiga peraturan ini, langkah dasar dari algoritma kunang-kunang dapat diringkas sebagai pseudo code[10].

Semua kunang-kunang adalah unisex, jadi suatu kunang-kunang akan tertarik dengan kunang-kunang lain terlepas dari

jenis kelamin mereka. Daya tarik sebanding dengan kecerahan, maka kunang-kunang dengan kecerahan lebih redup akan bergerak kearah kunang-kunang dengan kecerahan lebih terang dan kecerahan berkurang seiring dengan bertambah jarak. Apabila tidak ada kunang-kunang yang memiliki kecerahan paling cerah maka kunang-kunang akan bergerak random. Tingkat kecerahan kunang - kunang dideterminasikan oleh tempat dari fungsi objektif kunang-kunang[6][7].

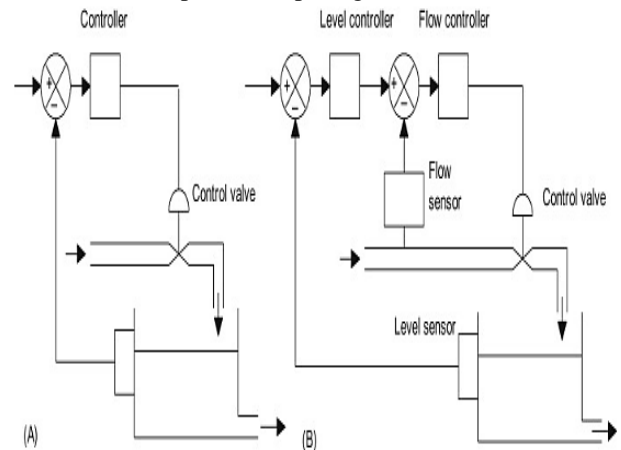
Data parameter-parameter standar MFA yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Parameter MFA

Parameter	Nilai
Beta	0.2
Gamma	1
Dimensi	3
Jumlah Kunang-Kunang	50
Iterasi maksimum	50

D. Pemodelan

Pemodelan sistem kontrol level loop tunggal dan kontrol kaskade, dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 3. Sistem kontrol level: (A) loop tunggal dan (B) kontrol kaskade loop kontrol[11].

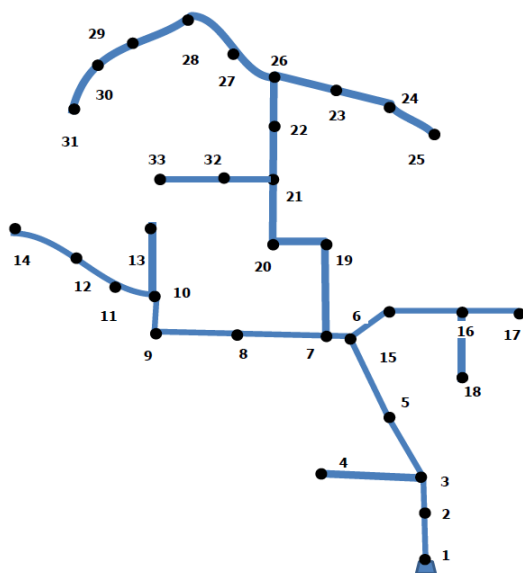
Transfer function dapat dilihat pada persamaan 5 dan 6.

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

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

IV. Hasil Simulasi dan Analisa

Konfigurasi saluran irigasi dapat disimulasikan seperti pada gambar 4



Gambar 4. Konfigurasi saluran

Hasil running program didapatkan hasil debit air seperti pada gambar 5 dan 6

```

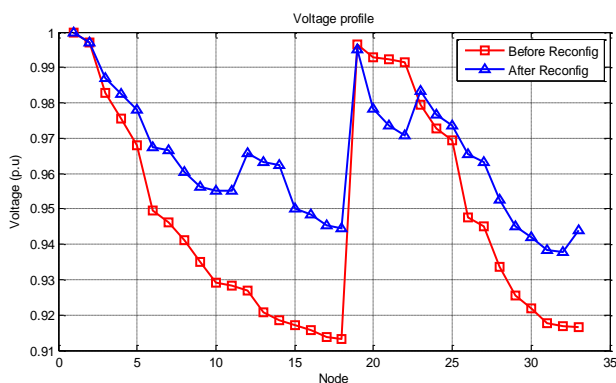
=====
***** SIMULATION RESULTS OF 33 IRRIGATION CANALS *****
***** By MACHRUS ALI *****
=====

```

	BEFORE RECONFIGURATION	AFTER RECONFIGURATION
Tie switches:	33 34 35 36 37	7 11 14 32 37
Power loss:	202.7126 m3	141.2225 m3
Power loss reduction:	_____	30.3337 %
Minimum voltage:	0.91308 pu	0.93781 pu

Elapsed time is 27.435735 seconds.

Gambar 5. Simulink hasil output irigasi sistem.



Gambar 6. profile output irigasi sistem.

Setelah membuka dan menutup switch secara acak sampai konvergen, didapatkan hasil konfigurasi jaringan sebagai berikut:

Switch membuka sebelum rekonfigurasi adalah pada line 33, 34, 35, 36 dan 37. Setelah rekonfigurasi switch yang membuka adalah 7, 11, 14, 32 dan 37. Sebelum rekonfigurasi terdapat losses debit sebesar 202,7126 m³, sesudah rekonfigurasi menjadi sebesar 141,2225 m³. Debit minimum sebelum rekonfigurasi sebesar 0,91308 pu, setelah rekonfigurasi menjadi 0,93337 pu. Sehingga dengan merekonfigurasi jaringan dengan MFA dapat mereduksi losses debit air sebesar 30,3337 % dari losses sebelumnya

V. Kesimpulan

Dari hasil simulasi didapatkan bahwa pada sistem irigasi dengan metode rekonfigurasi MFA dapat mereduksi losses debit air secara signifikan. Hasil debit air terjauh dapat diperkecil pada model rekonfigurasi dengan metode MFA. Sehingga dengan merekonfigurasi jaringan dengan MFA dapat mereduksi losses debit air sebesar 30,3337 %. Hasil penelitian ini dapat dipakai sebagai rujukan dalam optimisasi sistem 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)*, IEEE, Oct. 2021, pp. 113–116. doi: 10.1109/ICRACOS53680.2021.9701981.
- [2] Muhlasin, Budiman, M. Ali, A. Parwanti, A. A. Firdaus, and Iswinarti, "Optimization of Water Level Control Systems Using ANFIS and Fuzzy-PID Model," in *2020 Third International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE)*, IEEE, Oct. 2020, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICVEE50212.2020.9243229.
- [3] 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.
- [4] Diana Mulya Dewi, Nuzul Hikmah, Imam Marzuki, and Ahmad Izzuddin, "Rekonfigurasi Jaringan Menggunakan Binary Particle Swarm Optimization (BPSO) Pada Penyulang Suryagraha," *J. JEETech*, vol. 1, no. 1, pp. 22–30, 2020, doi: 10.48056/jeetech.v1i1.4.
- [5] A. Cahyono, H. K. Hidayat, S. Arfaah, and M. Ali, "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Radial Untuk Mengurangi Rugi Daya Pada Penyulang Jatirejo Rayon Mojoagung Menggunakan Metode Binary Particle Swarm Optimization (BPSO)," in *SAINTEK II-2017, UB, Malang*, Universitas Brawijaya, Malang,

-
- 2017, pp. 103–106. [Online]. Available: <http://saintek.ub.ac.id/prosiding/e20.pdf>
- [6] M. Ali, R. Rukslin, H. Nurohmah, Y. Arie Pambayun, and A. Zaini, “Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Radial Di Penyulang Purwoasri Berbasis Modified Imperialist Competitive Algorithms (MICA),” *J. FORTECH*, vol. 1, no. 2, pp. 74–78, Aug. 2020, doi: 10.32492/fortech.v1i2.227.
- [7] H. Nurohmah, A. Raikhani, and M. Ali, “Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Radial Menggunakan Modified Firefly Algorithms (MFA) Pada Penyulang Tanjung Rayon Jombang,” *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.)*, vol. 1, no. 2, pp. 45–48, Oct. 2017, doi: 10.21070/jeee-u.v1i2.1064.
- [8] M. O. Okwu and L. K. Tartibu, “Firefly Algorithm,” in *Studies in Computational Intelligence*, vol. 927, 2021, pp. 61–69. doi: 10.1007/978-3-030-61111-8_7.
- [9] A. Yelghi and C. Köse, “A modified firefly algorithm for global minimum optimization,” *Appl. Soft Comput. J.*, vol. 62, pp. 29–44, 2018, doi: 10.1016/j.asoc.2017.10.032.
- [10] M. Ali, A. N. Afandi, A. Parwati, R. Hidayat, and C. Hasyim, “DESIGN OF WATER LEVEL CONTROL SYSTEMS USING PID AND ANFIS BASED ON FIREFLY ALGORITHM,” *JEEMecs (Journal Electr. Eng. Mechatron. Comput. Sci.)*, vol. 2, no. 1, Feb. 2019, doi: 10.26905/jeemecs.v2i1.2804.
- [11] 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.