

Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Radial Di Penyulang Purwoasri Berbasis Modified Imperialist Competitive Algorithms (MICA)

¹Yoga Arie Pambayun, ²Achmad. Zaini, ³Machrus Ali, ⁴Rukslin, ⁵Hidayatul Nurohmah
^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Darul Ulum, Jombang
¹yogaarie94@gmail.com, ²achmadzaini60@gmail.com, ³machrus7@gmail.com,
⁴rukslin05@gmail, ⁵hidayatul.nurohmah.mt@gmail.com

Abstract-Radial distribution network configuration is difficult to simplify because it is very complex. This network reconfiguration is used to redesign the configuration form of the radial distribution network by opening and closing switches on the distribution network. Purwoasri feeders, Rayon Kertosono, Mojokerto area have very large losses that need to be reconfigured. The resulting power flow will produce a network power loss as a result of the configuration. The reconfiguration process will be repeated until the configuration form that produces the smallest power loss is obtained. The number of feeders and buses on the network will be difficult if done with manual calculations and requires a very long time, so solving the problem must use a computer program. Network reconfiguration using the Matlab 2013a program will analyze its power flow using the Newton Raphson method and using the artificial intelligence method, Modified Imperialist Competitive Algorithms (MICA). With this method, it was obtained before the reconfiguration of the network suffered a loss of 89,724 kWatt after the reconfiguration had a loss of 54.8299 kWatt. The results of reconfiguration can reduce losses of 0.6173 kWatt or 38.95688%.

Keywords: Artificial Intelligence, Imperialist Competitive Algorithm, Network Reconfiguration, Losses

Abstrak – Konfigurasi jaringan distribusi radial sulit untuk disederhanakan karena sangat kompleks. Rekonfigurasi jaringan ini digunakan untuk merancang ulang bentuk konfigurasi jaringan distribusi radial dengan jalan membuka dan menutup switch yang terdapat pada jaringan distribusi. Penyulang Purwoasri, Rayon Kertosono, Area Mojokerto mempunyai losses yang sangat besar sehingga perlu di konfigurasi ulang. Hasil aliran daya akan menghasilkan rugi daya jaringan hasil konfigurasi. Proses rekonfigurasi akan diulang-ulang sampai diperoleh bentuk konfigurasi yang menghasilkan rugi daya paling kecil. Banyaknya feeder dan bus pada jaringan akan sulit jika dilakukan dengan perhitungan manual dan memerlukan waktu yang sangat lama, sehingga penyelesaian permasalahan harus menggunakan *program* computer. Rekonfigurasi jaringan menggunakan program Matlab 2013a akan dianalisis aliran dayanya dengan metode Newton Raphson dan menggunakan metode kecerdasan buatan Modified Imperialist Competitive Algorithms (MICA). Dengan metode ini didapatkan sebelum rekonfigurasi jaringan mengalami losses sebesar 89.724 kWatt setelah rekonfigurasi mengalami losses sebesar 54.8299 kWatt. Hasil rekonfigurasi dapat mereduksi losses

11,3266 kWatt atau 11,5481 % pada penyulang Tanjung. Dengan tegangan ujung sebelum rekonfigurasi 0,90129 pu menjadi 0,94372 pu.

Kata Kunci: Artificial Intelligence, Imperialist Competitive Algorithm, Network Reconfiguration, Losses

I. PENDAHULUAN

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) banyak dipakai penelitian dalam menyelesaikan permasalahan optimasi system tenaga listrik, diantaranya optimasi pada pengaturan tracking photovoltaic[1], pada kontrol frekuensi mikro-hydro[2][3], kecepatan putar turbin angin [4][5], pada control frekuensi wind-diesel[6][7], maupun optimasi kontrol level aliran air [8], maupun kontrol lainnya. Banyak penelitian yang telah membandingkan metode *Imperialist Competitive Algorithms* (ICA) dengan kecerdasan buatan lainnya dan ICA menghasilkan hasil yang lebih baik dari kecerdasan buatan lainnya [9][10][11].

Konfigurasi jaringan distribusi radial sulit untuk disederhanakan karena sangat kompleks. Rekonfigurasi jaringan ini digunakan untuk merancang ulang bentuk konfigurasi jaringan distribusi radial dengan jalan membuka dan menutup switch yang terdapat pada jaringan distribusi. Penelitian ini bisa dipakai untuk mengurangi rugi-rugi daya aktif pada jaringan distribusi. Selain itu juga dapat meningkatkan keandalan sistem distribusi. Efisiensi energi listrik yang disalurkan dapat menjadi lebih baik dan layanan konsumen dapat dilayani dengan baik. Banyaknya feeder dan bus pada jaringan akan sulit jika dilakukan dengan perhitungan manual dan memerlukan waktu yang sangat lama, sehingga penyelesaian permasalahan harus menggunakan kecerdasan buatan seperti pada penelitian sebelumnya [12][13]. Pada penelitian ini digunakan metode ICA untuk memecahkan masalah rekonfigurasi rugi tegangan jaringan tegangan menengah.

II. METODE

Metode MICA digunakan untuk merekonfigurasi jaringan dengan membuka / menutup beberapa jalur / line pada

jaringan distribusi dengan cara trail and error. Rekonfigurasi jaringan yang dilakukan oleh program Matlab 2013a akan dianalisis aliran dayanya dengan metode Newton Raphson. Hasil aliran daya akan menghasilkan rugi daya jaringan hasil konfigurasi. Proses rekonfigurasi akan diulang-ulang sampai diperoleh bentuk konfigurasi yang menghasilkan rugi daya paling kecil. Hasil ini akan dibandingkan dengan hasil sebelum menggunakan ICA.

2.1. Aliran Daya Dengan Metode Newton Raphson

Dasar dari metode *Newton Raphson* dalam penyelesaian aliran daya adalah Deret *Taylor* untuk suatu fungsi dengan dua variable lebih. Metode *Newton Rhapsion* menyelesaikan masalah aliran daya dengan menggunakan suatu set persamaan non linier untuk menghitung besarnya tegangan dan sudut fasa tegangan tiap bus[14].

Daya injeksi pada bus i adalah :

$$P_i - jQ_i - V_i \sum_{j \in H} Y_{ij} V_j \quad (1)$$

Dalam hal ini dilakukan pemisahan daya nyata dan daya reaktif pada bus i. Pemisahan ini akan menghasilkan suatu set persamaan simultan non linear. Dalam koordinat kutub diketahui :

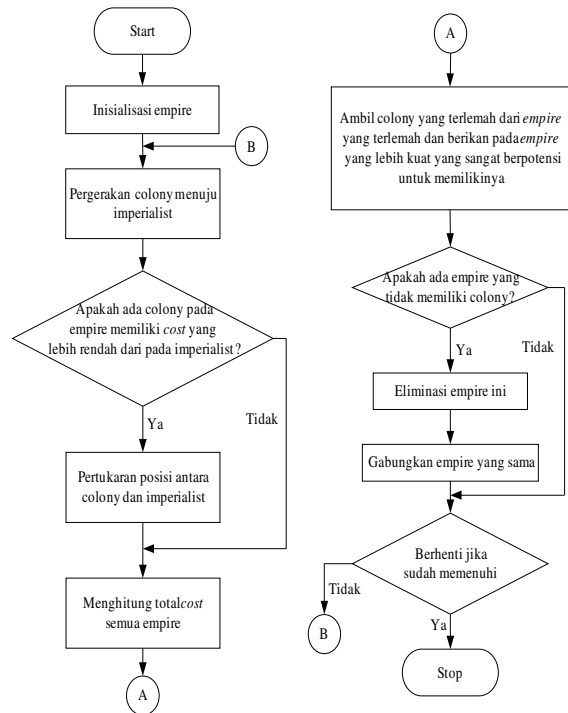
$$\begin{aligned} |V_i| \angle \delta_i &= |V_i| e^{j\delta_i} \\ |V_j| \angle \delta_j &= |V_j| e^{j\delta_j} \\ |Y_{ij}| \angle \theta_{ij} &= |Y_{ij}| e^{j\theta_{ij}} \end{aligned} \quad (2)$$

Karena $e = \cos(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}) + j \sin(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij})$, maka pemisahan daya pada bus I menjadi komponen real dan imajiner. Nilai P_i dan Q_i telah diketahui, tetapi nilai V_i dan δ_i tidak diketahui kecuali pada slack bus. Kedua persamaan non linier tersebut dapat diuraikan menjadi suatu set persamaan simultan linier dengan cara menyatakan hubungan antara perubahan daya nyata ΔP_i dan daya reaktif ΔQ_i terhadap perubahan magnitude tegangan Δv_i dan sudut fasa tegangan $\Delta \delta_i$. Hasil analisis aliran daya akan diketahui besar kerugian daya pada jaringan dan susut tegangan pada jaringan[15][16][17].

2.2. Metode Imperialist Competitive Algorithm (ICA)

Metode *Imperialist competitive Algorithm* digunakan untuk merekonfigurasi jaringan dengan membuka / menutup beberapa jalur / line pada jaringan distribusi dengan cara *trail and error*. Sampai iterasi berakhir atau diperoleh hasil konfigurasi yang paling baik dengan rugi daya (*losses*) yang paling kecil. ICA merupakan algoritma evolusioner yang terinspirasi dengan kompetisi kekuasaan (*imperialist competitive*). Algoritma optimasi ICA dikenalkan oleh Esmail Atashpaz dan pada tahun 2007. ICA mensimulasikan proses sosial politik dari imperialisme dan kompetisi kekuasaan.

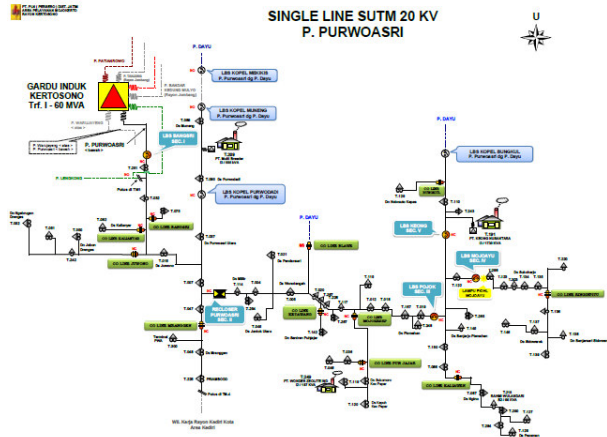
Pada Metode ICA ini, seperti algoritma evolusioner lainnya yaitu dengan dimulai dengan inialisasi populasi awal. Setiap individu dari populasi disebut dengan negara (*country*). Beberapa negara terbaik dipilih sebagai negara penjajah dan sisanya membentuk koloni yang digunakan oleh penjajah. Negara imperialis bersama - sama dengan koloni yang dimilikinya membentuk beberapa *empire* (kerajaan). Setelah membentuk empire awal, koloni pada setiap empire bergerak menuju negara imperialis yang relevan. Pergerakan ini adalah model sederhana dari kebijakan asimilasi yang diberikan oleh negara imperialis. Total kekuatan dari sebuah empire tergantung pada kekuatan dari negara imperialis dan kekuatan dari koloninya. Fakta ini dimodelkan dengan mendefinisikan total kekuatan dari sebuah empire merupakan kekuatan dari negara imperialis ditambah dengan presentase dari rata-rata kekuatan koloninya. Dari langkah-langkah tersebut diharapkan negara-negara untuk bertemu pada global minimum dari *costError! Bookmark not defined. function*. Kriteria yang berbeda dapat digunakan untuk menghentikan algoritma. Salah satunya adalah menggunakan maksimum iterasi dari algoritma yang disebut maksimum dekade. Dan juga bisa dengan cara yang lain, yaitu ketika hanya satu *empire* yang tersisa maka ICA akan berhenti. *Flowchart* prosedur komputasi ICA dapat dilihat pada Gambar 1. *Flowchart* ini mempresentasikan prosedur komputasi dari metode ICA.



Gambar 1. *Error! Bookmark not defined. AlgoritmaError! Bookmark not defined. Komputasi ICA*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data jaringan didapatkan Single line diagram jaringan distribusi Penyulang Purwoasri, Rayon Kertosono, Area Mojokerto dapat dilihat pada Gambar 2 dan data bus pada tabel 1.



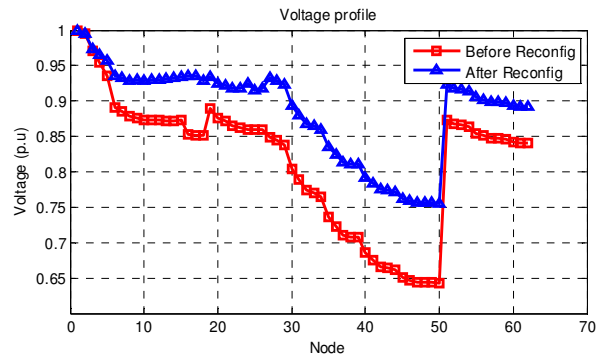
Gambar. 2. Single line diagram sebelum rekonfigurasi

Data beban dapat dilihat pada Tabel 1

Bus Data						
Bus #	Voltage		Generation		Load	
	Mag(pu)	Ang(deg)	P (MW)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)
1	1.000	0.000	95.95	4.05	-	-
2	0.995	0.034	-	-	0.20	0.06
3	0.971	0.228	-	-	0.10	0.04
4	0.954	0.380	-	-	0.10	0.08
5	0.936	0.539	-	-	0.04	0.03
6	0.891	0.270	-	-	0.06	0.02
7	0.886	-0.020	-	-	0.04	0.10
8	0.878	0.083	-	-	0.04	0.10
9	0.876	0.071	-	-	0.06	0.02
10	0.874	0.070	-	-	0.06	0.02
11	0.873	0.077	-	-	0.04	0.03
12	0.873	0.088	-	-	0.06	0.04
13	0.872	0.108	-	-	0.06	0.04
14	0.872	0.122	-	-	0.10	0.08
15	0.873	0.149	-	-	0.06	0.01
16	0.853	0.165	-	-	0.06	0.02
17	0.852	0.127	-	-	0.06	0.02
18	0.852	0.154	-	-	0.09	0.04
19	0.889	0.257	-	-	0.09	0.04
20	0.875	0.203	-	-	0.09	0.04
21	0.872	0.161	-	-	0.09	0.04
22	0.865	0.080	-	-	0.09	0.04
23	0.862	0.112	-	-	0.09	0.05
24	0.860	0.130	-	-	0.20	0.20
25	0.860	0.145	-	-	0.10	0.20
26	0.860	0.143	-	-	0.09	0.03
27	0.849	0.260	-	-	0.04	0.10
28	0.845	0.348	-	-	0.04	0.10
29	0.838	0.502	-	-	0.06	0.02
30	0.804	0.434	-	-	0.06	0.02
31	0.789	0.119	-	-	0.04	0.03
32	0.774	-0.198	-	-	0.06	0.04
33	0.770	-0.117	-	-	0.06	0.04
34	0.764	0.038	-	-	0.10	0.08
35	0.736	-0.008	-	-	0.06	0.01
36	0.723	-0.277	-	-	0.06	0.02

37	0.711	-0.533	-	-	0.06	0.02
38	0.708	-0.452	-	-	0.09	0.04
39	0.708	-0.450	-	-	0.09	0.04
40	0.685	-0.357	-	-	0.09	0.04
41	0.676	-0.508	-	-	0.09	0.04
42	0.666	-0.630	-	-	0.09	0.04
43	0.665	-0.552	-	-	0.09	0.05
44	0.662	-0.408	-	-	0.20	0.20
45	0.651	-0.224	-	-	0.10	0.20
46	0.647	-0.284	-	-	0.09	0.03
47	0.645	-0.301	-	-	0.04	0.10
48	0.644	-0.286	-	-	0.04	0.10
49	0.644	-0.286	-	-	0.06	0.02
50	0.643	-0.321	-	-	0.06	0.02
51	0.873	-0.108	-	-	0.04	0.03
52	0.867	-0.294	-	-	0.06	0.04
53	0.866	-0.284	-	-	0.06	0.04
54	0.864	-0.267	-	-	0.10	0.08
55	0.855	-0.441	-	-	0.06	0.01
56	0.851	-0.577	-	-	0.06	0.02
57	0.848	-0.698	-	-	0.06	0.02
58	0.847	-0.693	-	-	0.09	0.04
59	0.846	-0.685	-	-	0.09	0.04
60	0.842	-0.753	-	-	0.09	0.04
61	0.841	-0.796	-	-	0.09	0.04
62	0.840	-0.818	-	-	0.09	0.04
63	0.866	-0.284	-	-	0.06	0.04
64	0.864	-0.267	-	-	0.10	0.08
65	0.855	-0.441	-	-	0.06	0.01
Total:			5.95	4.05	5.17	3.64

Hasil rekonfigurasi dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar. 3. Grafik sebelum dan sesudah rekonfigurasi

Hasil program matlab 2013b dapat dilihat pada table 2

Tabel 2. Hasil Running program matlab

*SIMULATION RESULTS OF DISTRIBUTION NETWORK *						
	BEFORE			AFTER		
Tie switches:	27	28	29	30	31	6 7 15 24 26
Power loss:	89.724 kW			54.8299 kW		
Power loss reduction:	_____			38.8905 %		
Minimum voltage:	0.93557 pu			0.95688 pu		
Elapsed time is 45.098167 seconds.						

Dari gambar 3 dan table 2 dapat dilihat bahwa profile tegangan sesudah rekonfigurasi hasilnya lebih baik dan mendekati tegangan nominal. Dengan demikian menunjukkan bahwa hasil konfigurasi berhasil memperbaiki profile tegangan yang diakibatkan banyaknya beban dan panjang saluran distribusinya. Sebelum rekonfigurasi jaringan mengalami losses sebesar 89.724 kWatt setelah rekonfigurasi mengalami losses sebesar 54.8299 kWatt. Hasil rekonfigurasi dapat mereduksi losses 0,6173 kWatt atau 38,95688%.

IV. KESIMPULAN

4.1. Kesimpulan

Dari hasil running menunjukkan bahwa sebelum rekonfigurasi memutuskan switch line 27, 28, 29, 30, dan 31 setelah rekonfigurasi line 6, 7, 15, 24, dan 26. Sebelum rekonfigurasi jaringan mengalami losses sebesar 89.724 kWatt setelah rekonfigurasi mengalami losses sebesar 54.8299 kWatt. Hasil rekonfigurasi dapat mereduksi losses 0,6173 kWatt atau 38,95688%.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ali, H. Nurohmah, Budiman, J. Suharsono, H. Suyono, and M. A. Muslim, "Optimization on PID and ANFIS Controller on Dual Axis Tracking for Photovoltaic Based on Firefly Algorithm," in *2019 International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering (ICEEIE)*, Oct. 2019, pp. 1–5, doi: 10.1109/ICEEIE47180.2019.8981428.
- [2] M. Ali, M. R. Djalal, M. Fakhrurozi, Kadaryono, Budiman, and D. Ajiatmo, "Optimal Design Capacitive Energy Storage (CES) for Load Frequency Control in Micro Hydro Power Plant Using Flower Pollination Algorithm," in *2018 Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar, EECCIS 2018*, 2018, pp. 21–26, doi: 10.1109/EECCIS.2018.8692997.
- [3] Kadaryono, Askan, Rukslin, A. Parwanti, M. Ali, and I. Cahyono, "Comparison of LFC optimization on micro-hydro using PID, CES, and SMES based firefly algorithm," in *International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, 2018, vol. 2018–October, pp. 204–209, doi: 10.1109/EECSI.2018.8752733.
- [4] M. F. Rachman, S. Muttaqin, and M. Ali, "Penggunaan Metode Imperialist Competitive Algorithm (ICA) untuk kontrol Frekuensi pada Wind-Turbine dan Hybrid Wind-Diesel," in *SAINTEK II-2017, UB, Malang*, 2017, pp. 99–102.
- [5] M. Ali, Soedibyo, and I. Robandi, "Desain Pitch Angle Controller Turbin Angin Dengan Permanent Magnetic Synchronous Generator (PMSG) Menggunakan Imperialist Competitive Algorithm (ICA)," in *SENTIA-2015, Polinema, Malang*, 2015, pp. B128–B131, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-404681-8.00002-9>.
- [6] M. Arrohman, R. Fajardika, M. Muhlasin, and M. Ali, "Optimasi Frekuensi Kontrol pada Sistem Hybrid Wind-Diesel Menggunakan PID Kontroler Berbasis ACO dan MFA," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 65–68, May 2018, doi: 10.21776/ub.jrm.2018.009.01.10.
- [7] H. Nurohmah, M. Ali, and M. R. B. Djalal, "Desain Frekuensi Kontrol pada Hibrid Wind-Diesel Dengan PID-Imperialist Competitive Algorithm (ICA)," *Intake J. Penelit. Ilmu Tek. Dan Terap.*, vol. 6, no. 2, pp. 35–42, 2015, [Online]. Available: <http://ejournal.undar.ac.id/index.php/intake/article/view/405>.
- [8] 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, 2019, doi: 10.26905/jeemecs.v2i1.2804.
- [9] M. Ali, F. Hunaini, I. Robandi, and N. Sutantra, "Optimization of active steering control on vehicle with steer by wire system using Imperialist Competitive Algorithm (ICA)," in *2015 3rd International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, May 2015, pp. 500–503, doi: 10.1109/ICoICT.2015.7231475.
- [10] D. H. Kusuma, M. Ali, and N. Sutantra, "The comparison of optimization for active steering control on vehicle using PID controller based on artificial intelligence techniques," in *2016 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (ISEMANTIC)*, Aug. 2016, pp. 18–22, doi: 10.1109/ISEMANTIC.2016.7873803.
- [11] M. Ali, Muhlasin, H. Nurohmah, A. Raikhani, H. Sopian, and N. Sutantra, "Combined ANFIS method with FA, PSO, and ICA as Steering Control Optimization on Electric Car," in *2018 Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS)*, Oct. 2018, pp. 299–304, doi: 10.1109/EECCIS.2018.8692885.
- [12] M. Ali, D. Ajiatmo, and M. R. Djalal, "Aplikasi Modified-Imperialist-Competitive-Algorithm (MICA) Untuk Merekonfigurasi Jaringan Radial Tenaga Listrik Pada Penyulang Mojoagung," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.)*, vol. 1, no. 2, pp. 49–53, 2017, doi: 10.21070/jee-u.v1i2.1020.
- [13] M. Choiruddin, Choiruddin; Ridhwan, Fauzi, Ahmad; Muhlasin, Muhlasin; Nurohmah, Hidayatul; Ali, "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Penyulang Benteng Berbasis MICA," *SinarFe7*, vol. 1, no. 1, pp. 112–116, 2018, [Online]. Available: <https://ejournal.fortei7.org/index.php/SinarFe7/article/view/120>.
- [14] 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, p. 13, 2017, doi: 10.21070/jee-u.v1i2.1064.
- [15] 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*, 2017, pp. 103–106, [Online]. Available: <http://saintek.ub.ac.id/prosiding/e20.pdf>.
- [16] M. Fayyadl, “Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Daya Listrik dengan Metode Algoritma Genetika,” 2011.
- [17] M. Ali, D. Ajiatmo, and M. Djalal, “Aplikasi Modified-Imperialist-Competitive-Algorithm (MICA) Untuk Merekonfigurasi Jaringan Radial,” *JEEE-U*, vol. 1, no. 2, pp. 17–20, 2017, doi: 10.21070/jeee-u.v1i2.1020.
- [18] H. Ranjbar, S. F. Zarei, and S. H. Hosseini, “Imperialist competitive algorithm based optimal power flow,” in *22nd Iranian Conference on Electrical Engineering, ICEE 2014*, 2014, pp. 746–750, doi: 10.1109/IranianCEE.2014.6999636.
- [19] W. Zhou, J. Yan, Y. Li, C. Xia, and J. Zheng, “Imperialist competitive algorithm for assembly sequence planning,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 67, no. 9–12, pp. 2207–2216, 2013, doi: 10.1007/s00170-012-4641-y.