

## Aplikasi Metode Modification-Imperialist-Competitive-Algorithm (MICA) Untuk Merekonfigurasi Jaringan Radial Tenaga Listrik Pada Penyulang Mojolegi Rayon Mojoagung

Al Hadiid Zulkarnain<sup>1</sup>, Dwi Purnomo<sup>2</sup>, Dwi Ajiatmo<sup>3</sup>, Machrus Ali<sup>4</sup>  
(1,2,3,4)Teknik Elektro, Universitas Darul 'Ulum, Jombang

<sup>1</sup>[alhadiid.ae@gmail.com](mailto:alhadiid.ae@gmail.com), <sup>2</sup>[dwip8882@gmail.com](mailto:dwip8882@gmail.com)

<sup>3</sup>[ajiatio@ft-undar.ac.id](mailto:ajiatio@ft-undar.ac.id), <sup>4</sup>[machrus@ft-undar.ac.id](mailto:machrus@ft-undar.ac.id)

### Abstract

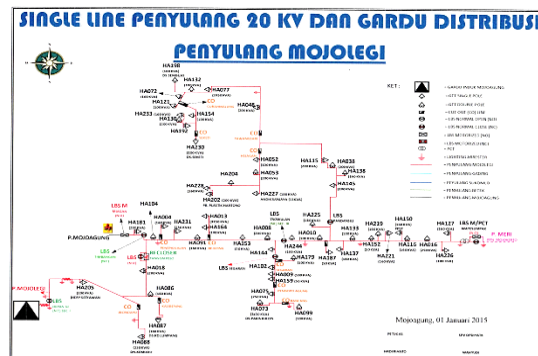
Currently Artificial Intelligence (AI) is often used to develop a variety of science. One of them is Imperialist Competitive Algorithm (ICA) method. MICA is a modification of the artificial intelligence method of ICA. ICA is an evolutionary algorithm that is inspired by power competition (Imperialist Competitive). The ICA optimization algorithm was introduced by Esmail Atashpaz in 2007. PLN Rayon Mojoagung network system has 3 repeater, namely: Mojolegi, Betek, and Sulonilo. The Mojolegi Refund consists of 49 tunnel transformers (GTT) used to lower the medium voltage of 20 kV to the low voltage of 220/380 V. Network system is a radial network. The advantage of this system is that the system is not complicated and cheaper than other systems. But the reliability of this system is lower than other systems. Lack of reliability is caused because there is only one main line that supplies the distribution substation, so if the main line is interrupted, then the entire substation will go out. The research was conducted on a radial type distribution network using MICA method. Reconfiguring power distribution networks using MICA can improve network efficiency. The results show that the reconfiguration results can reduce the considerable power losses

**Keywords:** Rekonfigurasi, Distribusi Radial, MICA

### 1. PENDAHULUAN

Konfigurasi jaringan distribusi radial bentuknya sangat beragam dan sulit untuk disederhanakan. Rekonfigurasi jaringan distribusi digunakan untuk mengatur ulang bentuk konfigurasi jaringan dengan jalan membuka dan menutup switch yang terdapat pada jaringan distribusi. Penelitian ini digunakan untuk mengurangi rugi-rugi daya pada jaringan distribusi dan meningkatkan keandalan sistem distribusi. Efisiensi daya listrik yang disalurkan akan meningkat dan konsumen dapat dilayani dengan baik. Karena banyaknya feeder dan bus pada jaringan, jika dihitung secara manual akan sulit dan memerlukan waktu yang sangat lama, sehingga penyelesaian permasalahan harus menggunakan kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) seperti pada penelitian sebelumnya[1,2,3].

Pada Jaringan Tegangan menengah Penyulang Mojolegi Rayon Mojoagung terdiri dari 49 bus (GTT) dan 52 saluran. Single line penyulang mojolegi dapat dilihat pada gambar.1.



Gambar 1. Single line penyulang mojolegi

### 2. KAJIAN PUSTAKA

#### A. Kerugian Daya

Perhitungan yang berlaku pada sistem distribusi arus bolak-balik adalah mirip dengan perhitungan yang berlaku pada sistem distribusi arus searah. Tetapi, ada beberapa perbedaan prinsip yang harus diperhatikan dan dipahami pada sistem arus bolak-balik antara lain: Perhitungan arus pada tiap seksi saluran AC merupakan jumlah vektor dari arus-arus beban yang penjumlahan hitungan aljabar biasanya seperti pada sistem arus

searah. Jumlah arus dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan aljabar biasa, bila dinyatakan dalam notasi bilangan kompleks. Tiap beban bisa saja memiliki besar power factor yang berbeda dengan beban lain. Masing-masing besar power factor berkaitan dengan besar tegangan catu dayanya berdasarkan besaran vector. Pada sistem arus searah, sifat beban dikenal memiliki karakteristik resistif murni, dengan "Unity Power Factor" (Cos Q=1). Pada rangkaian arus bolak-balik, besarnya rugi tegangan tidak hanya bergantung pada besar resistensi murni R dari bebannya, tetapi juga bergantung pada besarnya reaktansi induktif dan reaktansi kapasitif, yang sering diabaikan[4,5,6].

### B. Rekonfigurasi jaringan

Rekonfigurasi jaringan (Network Reconfiguration) merupakan suatu usaha merubah bentuk konfigurasi jaringan distribusi dengan mengoperasikan pensakelaran terkontrol jarak jauh (switching remotely controlled) pada jaringan distribusi tanpa menimbulkan akibat yang beresiko pada operasi dan bentuk sistem jaringan distribusi secara keseluruhan. Dalam kondisi operasi normal, rekonfigurasi jaringan dilakukan karena dua alasan: mengurangi rugi-rugi daya pada sistem (loss reduction), mendapatkan pembebanan yang seimbang untuk mencegah pembebanan yang berlebih pada jaringan (load balancing). Rekonfigurasi jaringan dilakukan untuk mengurangi rugi-rugi daya pada jaringan distribusi daya listrik tipe radial[7,8].

### C. Aliran Daya.

Studi aliran daya adalah penentuan atau perhitungan tegangan, arus dan daya yang terdapat pada berbagai titik suatu jaringan pada keadaan pengoperasian normal, baik yang sedang berjalan maupun yang akan datang. Aliran daya pada penelitian ini tidak dibahas secara khusus dan mendetail, karena hanya digunakan sebagai studi untuk menentukan tegangan dan daya yang dijadikan sebagai dasar untuk melakukan rekonfigurasi jaringan pada jaringan distribusi daya listrik tipe radial[9].

### D. Formulasi Rekonfigurasi Jaringan

Pada bagian ini permasalahan rekonfigurasi jaringan disusun sebagai permasalahan multiobjektif. Di mana fungsi tersebut terdiri dari lima fungsi objektif, dan

memiliki faktor beban yang berfungsi untuk menyatakan besarnya hubungan antara masing-masing fungsi objektif tersebut. Fungsi-fungsi objektif tersebut adalah:

Minimalisasi daya complex tak seimbang

$$TSu = \sum_{j=1}^m S_j^u$$

dimana :

m = jumlah saluran feeder dari feeder utama  
 $S_j^u$  = daya kompleks tiga fasa tak seimbang pada setiap fasa, dinyatakan dengan:

$$S_j^u = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{p=a,b,c} |S_j^p - S_j^o|^2}$$

$$S_j^o = (S_j^a + S_j^b + S_j^c)/3$$

$S_j^p$  = daya complex pada pembebanan per fasa, fasa a,b, dan c.

$S_j^o$  = daya kompleks ideal per fasa yang bergantung pada pembebanan ideal per fasa.

Jika bernilai 0, maka daya complex pada saluran j seimbang.

Minimalisasi total rugi saluran

$$TL_1 = \sum_{j=1}^m \sum_{p=a,b,c} (I_j^p)^2 \cdot r_j^{ne}$$

Dimana:

$I_j^p$  = arus fasa p dari feeder j

$r_j^p$  = resistansi fasa p dari feeder j

$I_j^{ne}$  = arus netral dari feeder j

$r_j^{ne}$  = resistansi netral dari feeder j

Minimalisasi rata-rata jatuh tegangan

$$AV_d = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{1}{3} \sum_{p=a,b,c} \left| \frac{V_{nominal} - V_k^p}{V_{nominal}} \right| \times 100\%$$

n = jumlah titik beban pada feeder

$V_{nominal}$  = tegangan nominal fasa

$V_k^p$  = besar tegangan fasa p pada titik beban k

$VD_k$  = jatuh tegangan tiga fasa rata-rata pada titik beban k[9]

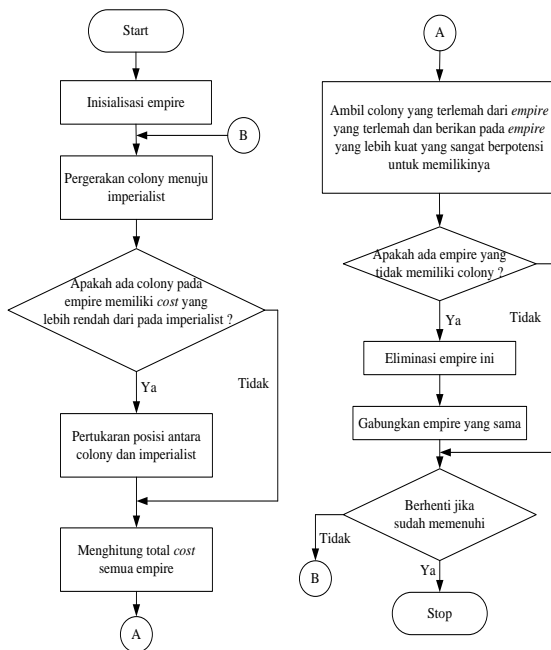
## 3. METODE PENELITIAN

### Rekonfigurasi Jaringan Metodel MICA

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 Yang paling kecil. ICA merupakan algoritma evolusioner yang terinspirasi dengan kompetisi kekuasaan (imperialist competitive). Algoritma optimasi ICA dikenalkan oleh Esmaeil Atashpaz dan pada tahun 2007. ICA

mensimulasikan proses sosial politik dari imperialisme dan kompetisi kekuasaan.

MICA adalah modifikasi ICA dengan hanya mengambil Langkah-langkah utama pada ICA dapat dirangkum dalam pseudo-code berikut; Pilih titik random pada fungsi dan inialisasi empire. Gerakkan koloni menuju imperialis yang relevan. Jika ada sebuah koloni yang memiliki cost lebih baik dari pada imperialis, ubahlah posisi dari koloni tersebut dengan imperialis. Gabungkan empire yang sama. Hitung total cost dari semua empire. Ambil koloni terlemah dari empire terlemah dan berikan kepada salah satu empire. Hilangkan empire yang paling lemah. Jika kondisi berhenti dipenuhi, berhenti, jika tidak, ke langkah 2. Dan juga bisa dengan cara yang lain, yaitu ketika hanya satu *empire* yang tersisa maka ICA akan berhenti[7]. Seperti pada flowchart



Gambar 2. Flowchart Algoritma ICA

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Data saluran dan impedansi saluran Beban pada JTM 20 kV Penyulang Mojolegi Rayon Mojoagung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data beban

bus_i	type	Pd	Qd	Gs	Bs	area	Vm	Va	baseV	zone	Vmax	Vmin
1	3	0.0000	0.0000	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
2	1	0.0120	0.0035	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
3	1	0.0060	0.0035	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
4	1	0.0120	0.0080	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
5	1	0.0060	0.0010	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
6	1	0.0140	0.0025	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
7	1	0.0060	0.0020	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
8	1	0.0090	0.0040	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
9	1	0.0090	0.0020	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
10	1	0.0180	0.0040	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
11	1	0.0090	0.0020	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
12	1	0.0180	0.0040	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
13	1	0.0090	0.0050	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
14	1	0.0420	0.0200	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
15	1	0.0420	0.0200	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
16	1	0.0060	0.0025	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
17	1	0.0150	0.0025	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
18	1	0.0060	0.0020	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
19	1	0.0180	0.0070	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
20	1	0.0180	0.0040	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
21	1	0.0090	0.0020	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
22	1	0.0180	0.0040	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
23	1	0.0090	0.0050	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
24	1	0.0420	0.0200	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
25	1	0.0420	0.0200	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
26	1	0.0060	0.0025	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
27	1	0.0150	0.0025	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
28	1	0.0060	0.0020	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
29	1	0.0180	0.0070	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
30	1	0.0090	0.0060	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
31	1	0.0150	0.0070	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
32	1	0.0210	0.0100	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
33	1	0.0140	0.0040	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
34	1	0.0420	0.0200	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
35	1	0.0420	0.0200	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
36	1	0.0060	0.0025	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
37	1	0.0150	0.0025	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
38	1	0.0060	0.0020	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
39	1	0.0180	0.0070	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
40	1	0.0180	0.0040	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
41	1	0.0090	0.0020	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
42	1	0.0180	0.0040	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
43	1	0.0090	0.0050	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
44	1	0.0420	0.0200	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
45	1	0.0420	0.0200	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
46	1	0.0060	0.0025	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
47	1	0.0150	0.0025	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
48	1	0.0060	0.0020	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;
49	1	0.0420	0.0200	0	0	1	1.00	0	20	1	1.00	0.90;

Data beban dan inpedansi beban diolah menggunakan program matlab 2013a. Hasil rekonfigurasi jaringan Mojolegi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil simulasi rekonfigurasi jaringan

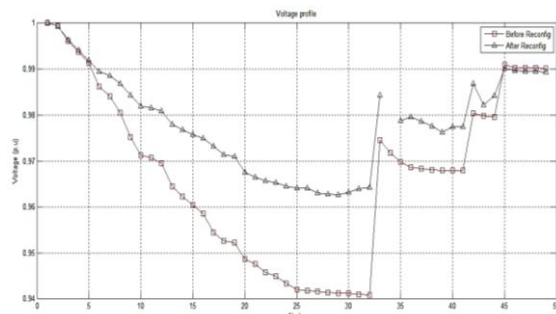
System Summary				
How many?	How much?	P (MW)	Q (MVar)	
Buses	49	Total Gen Capacity	0.0	0.0 to 0.0
Generators	1	On-line Capacity	0.0	0.0 to 0.0
Committed Gens	1	Generation (actual)	0.9	0.4
Loads	48	Load	0.8	0.4
Fixed	48	Fixed	0.8	0.4
Dispatchable	0	Dispatchable	-0.0 of -0.0	-0.0
Shunts	0	Shunt (inj)	-0.0	0.0
Branches	53	Losses (I <sup>2</sup> + Z)	0.03	0.02
Transformers	0	Branch Charging (inj)	-	0.0
Inter-Ties	0	Total Inter-Tie Flow	0.0	0.0
Areas	1			

Jumlah bus ada 49, dengan 48 bus beban dan 53 saluran. Losses terbesar pada bus 32 seperti terlihat pada pada tabel 3.

Tabel 3. Losses tegangan terbesar

	Minimum	Maximum
Voltage Magnitude	0.941 p.u. @ bus 32	1.000 p.u. @ bus 1
Voltage Angle	-0.62 deg @ bus 24	0.00 deg @ bus 1
P Losses (I <sup>2</sup> *R)	-	0.00 MW @ line 5-6
Q Losses (I <sup>2</sup> *X)	-	0.00 MVar @ line 5-6

Gambar profile tegangan sebelum dan sesudah rekonfigurasi tiap bus dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 3.** Profile tegangan sebelum dan sesudah rekonfigurasi

Hasil rekonfigurasi dapat dilihat pada tabel 4.

***** SIMULATION RESULTS OF 49 BUS DISTRIBUTION NETWORK *****						
	BEFORE RECONFIGURATION			AFTER RECONFIGURATION		
Tie switches:	49	50	51 52 53	26	33	36 42 52
Power loss:	268.4232 kW			168.5843 kW		
Power loss reduction:	_____			37.1947 %		

Dari hasil running menunjukkan bahwa sebelum rekonfigurasi memutus switch line 49 (line antara GTT HA202 dengan HA013), 50 (line antara GTT HA227 dengan HA225), 51 (line antara GTT HA075 dengan HA153), 52 (line antara GTT HA154 dan HA048) dan 53 (line antara GTT HA138 dengan HA150) setelah rekonfigurasi switch line yang diputus adalah 26 (line antara GTT HA228 dengan HA202), 33 (line antara GTT HA 227 dengan HA052), 36 (line antara GTT HA159 dengan HA009), 42 (line antara GTT HA077 dengan HA132) dan 52 (antara GTT HA138 dengan HA145). Sebelum rekonfigurasi jaringan mengalami losses sebesar 268,4232 kW setelah rekonfigurasi mengalami losses sebesar 168,5843 kW.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil program menunjukkan bahwa Sebelum rekonfigurasi jaringan mengalami losses sebesar 268,4232 kW setelah rekonfigurasi mengalami losses sebesar 168,5843 kW. Dengan demikian hasil rekonfigurasi dapat mereduksi losses 99,8389 kWatt atau 37.1947 % Dan tegangan ujung sebelum rekonfigurasi 0.9409 pu menjadi 0.96271 pu.

## DAFTAR PUSTAKA

[1.] Seyed Hasan Mirhoseini, Seyed Mehdi Hosseini, Mehdi Ghanbari, Mehrdad

Ahmadi, A new improved adaptive imperialist competitive algorithm to solve the reconfiguration problem of distribution systems for loss reduction and voltage profile improvement, Elsevier, Electrical Power and Energy Systems 55 (2014) 128–143

- [2.] Wu, Wu-Chang, and Men-Shen Tsai. 2008. Feeder Reconfiguration Using Binary Coding Particle Swarm Optimization." International Journal of Control, Automation, and Systems, vol. 6, pp. 488-494.
- [3.] Chen, Tsai-Hsiang dan Cherng, Jeng-Tyan, Optimal Phase Arrangement of Distribution Transformers Connected to a Primary Feeder for System Unbalance Improvement and Loss Reduction Using a Genetic Algorithm, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 15, No. 3, Agustus 2000.
- [4.] Qiwan L, Wei D, Jianquan Z, Anhui L. A new reconfiguration approach for distribution system with distributed generation. ICEET, IEEE 2009:23–6.
- [5.] Saadat, Hadi. 1999. Power System Analysis. Singapore : McGraw-Hill.
- [6.] Wood, Allen J. Bruce F. Wollenberg, 1996. Power Generation Operation and Control. John Wiley & Sons : Canada.
- [7.] Atashpaz-Gargari and C. Lucas, "Imperialist Competitive Algorithm: An Algorithm For Optimization Inspired By Imperialistic Competition" in Evolutionary Computation, 2007. CEC 2007. IEEE Congress on, 2007, pp. 4661-4667
- [8.] Rao RS, Ravindra K, Satish K, Narasimham SVL. Power loss minimization in distribution system using network reconfiguration in the presence of distributed generation. IEEE Trans Power Syst 2013:317–25.
- [9.] Vahid Farahani, Student Member, IEEE, Behrooz Vahidi, Senior Member, IEEE, and Hossein Askarian Abyaneh, Senior Member, IEEE, "Reconfiguration and Capacitor Placement Simultaneously for Energi Loss Reduction Based on an Improved Reconfiguration Method ". IEEE Publication Vol. 27, No. 2, May 2012.