

Aplikasi *Modified-Imperialist-Competitive-Algorithm* (MICA) Untuk Merekonfigurasi Jaringan Radial Tenaga Listrik Pada Penyulang Mojoagung

¹Machrus Ali

Teknik Elektro

Universitas Darul „Ulum
Jombang

machrus@ft-undar.ac.id

²Dwi Ajiatmo

Teknik Elektro

Universitas Darul „Ulum
Jombang

ajiatmo@ft-undar.ac.id

³Muhammad Ruswandi Djalal

Teknik Mesin

Politeknik Negeri Ujung Pandang
Ujung Pandang

wandi@poliupg.ac.id

Abstract— Rekonfigurasi jaringan distribusi digunakan untuk mengatur ulang bentuk konfigurasi jaringan dengan jalan membuka dan menutup switch pada jaringan distribusi. Rekonfigurasi diharapkan dapat mengurangi rugi-rugi daya dan meningkatkan keandalan sistem distribusi. Banyak 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). Imperialist Competitive Algorithm (ICA) banyak dipakai penelitian dalam menyelesaikan permasalahan optimasi. Beberapa penelitian membandingkan ICA dengan kecerdasan buatan lainnya dan ICA menghasilkan hasil yang lebih baik dari kecerdasan buatan lainnya. MICA adalah modifikasi ICA yang didisain untuk menyelesaikan masalah optimisasi secara kombinasi yang diskrit. MICA dapat mencari rekonfigurasi jaringan yang terbaik sehingga dapat mereduksi kerugian daya sebesar 35,7928% dan memperbaiki tegangan 0,0185 pu. Metode ini nanti bisa menggunakan kecerdasan buatan lainnya atau bisa diterapkan pada penyulang lainnya. Sehingga bisa dipergunakan untuk rekomendasi kepada PT. PLN (Persero)

Abstract - The reconfiguration distribution network is used to reset the network configuration form by opening and closing switches on the distribution network. Reconfiguration is expected to reduce power losses and improve distribution system reliability. Many feeders and buses on the network if calculated manually will be difficult and require a very long time. So the solution of the problem must use artificial intelligence or Artificial Intelligent (AI). Imperialist Competitive Algorithm (ICA) widely used research in solving the optimization problem. Some studies comparing ICA with other artificial intelligence and ICA produce better results than other artificial intelligence. MICA is an ICA modification designed to solve a discrete combination of optimizations. MICA can find the best network reconfiguration so that it can reduce power loss by 35,7928% and fix voltage 0,0185 pu. This method can later use other artificial intelligence or can be applied to other repeater. So it can be used for recommendations to PT. PLN (Persero)

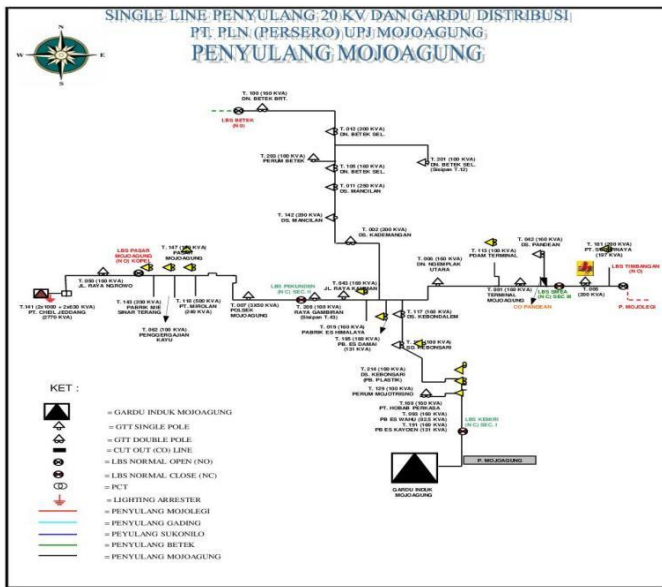
Keywords—Artificial Intelligence; MICA; radial; Reconfiguration

1. PENDAHULUAN

Sebuah kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) *Imperialist Competitive Algorithm* (ICA) banyak dipakai penelitian dalam menyelesaikan permasalahan optimasi.[1,2]. Beberapa penelitian membandingkan ICA dengan kecerdasan buatan lainnya dan ICA menghasilkan hasil yang lebih baik dari kecerdasan buatan lainnya.[3]. Diantaranya dimodifikasi atau improvisasi program untuk masalah rekonfigurasi jaringan.[4]

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[4,5,6].

Pada Jaringan Tegangan menengah Penyulang Mojoagung Rayon Mojoagung terdiri dari 26 bus (GTT) dan 31 saluran. Single line penyulang Mojoagung dapat dilihat pada gambar.1.



Gambar 1. Single line penyulang Mojoagung

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[5,6,7].

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[9,10].

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[10].

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

$$\sum \quad (1)$$

dimana :

m = jumlah saluran feeder dari feeder utama

= daya kompleks tiga fasa tak seimbang pada setiap fasa, dinyatakan dengan:

$$\sqrt{-\sum \quad | \quad |^2} \quad (2)$$

$$(3)$$

= daya complex pada pembebanan per fasa, fasa a,b, dan c.

= 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

$$\sum \sum (\quad) \quad (4)$$

Dimana:

= arus fasa p dari feeder j

= resistansi fasa p dari feeder j

= arus netral dari feeder j

= resistansi netral dari feeder j

Minimalisasi rata-rata jatuh tegangan

$$-\sum -\sum \left| \frac{\dots}{\dots} \right| \quad (5)$$

n = jumlah titik beban pada feeder

Vnominal = tegangan nominal fasa

= besar tegangan fasa p pada titik beban k

= jatuh tegangan rata-rata pada titik beban k.[11,12]

3. METODE PENELITIAN

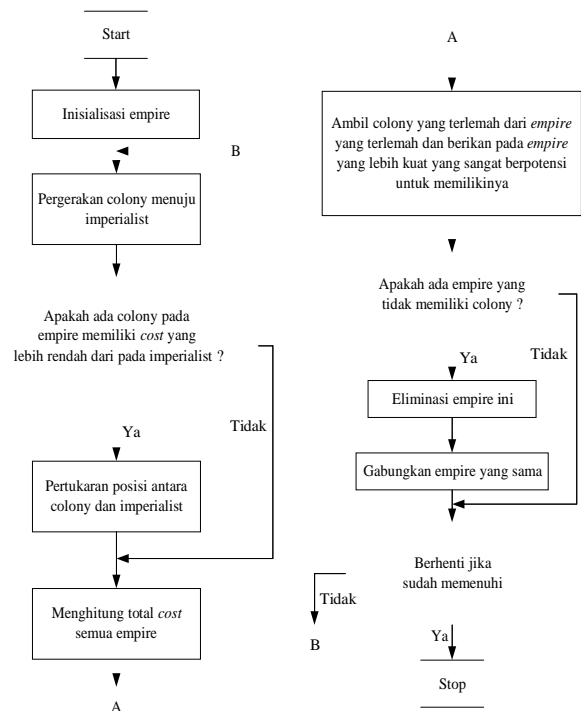
Rekonfigurasi Jaringan Metodel MICA

MICA adalah modifikasi ICA yang didisain untuk menyelesaikan masalah optimisasi secara kombinasi yang diskrit, dimana partikel mengambil nilai vektor biner dengan panjang n dan kecepatan yang didefinisikan sebagai probabilitas dari bit x n untuk mencapai nilai 1. MICA membalikkan rumus untuk kecepatan bila kecepatan dibatasi pada interval [0,1] dengan membatasi fungsi transformasi dan dengan menggunakan fungsi sigmoid

Metode Imperialist competitive Algorithm digunakan untuk merekonfigurasi jaringan dengan membuka/menutup beberapa jalur/line pada jaringan distribusi dengan cara trial 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 Esmail Atashpaz dan pada tahun 2007. ICA mensimulasikan proses sosial politik dari imperialisme dan kompetisi kekuasaan.

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

empire yang tersisa maka ICA akan berhenti[1,2,10]. Seperti pada flowchart



Gambar 2. Flowchart Algoritma ICA

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

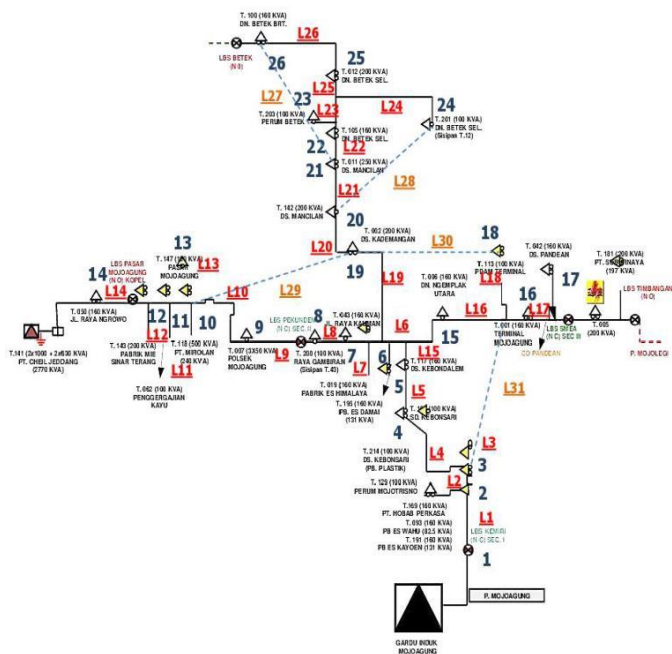
Data saluran dan impedansi saluran Beban pada JTM 20 kV Penyulang Mojoagung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data beban

Bus_i	type	Pd	Qd	Gs	Bs	area	Vm	Va baseKV	zone	Vmax	Vmin
1	3	0.0000	0.0000	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
2	1	0.2000	0.0600	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
3	1	0.1000	0.0400	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
4	1	0.1000	0.0800	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
5	1	0.0450	0.0300	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
6	1	0.0600	0.0200	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
7	1	0.0450	0.1000	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
8	1	0.0450	0.1000	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
9	1	0.0600	0.0200	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
10	1	0.0600	0.0200	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
11	1	0.0450	0.0300	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
12	1	0.0600	0.0350	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
13	1	0.0600	0.0350	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
14	1	0.1000	0.0800	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
15	1	0.0600	0.0100	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
16	1	0.0600	0.0200	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
17	1	0.0600	0.0200	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
18	1	0.0900	0.0400	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
19	1	0.0900	0.0400	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
20	1	0.0900	0.0400	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
21	1	0.0900	0.0400	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
22	1	0.0900	0.0400	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
23	1	0.0900	0.0500	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
24	1	0.2000	0.2000	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
25	1	0.1000	0.2000	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90
26	1	0.0900	0.0250	0	0	1	1.00	0 20	1	1.00	0.90

Data beban dan impedansi beban diolah menggunakan

dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Desain Rekonfigurasi

Dalam penelitian ini terdapat 5 looping dalam dalam simulasi.

- Loop 1 = L4 L5 L15 L16 L31 0 0
- Loop 2 = L7 L8 L9 L10 L29 L19 0
- Loop 3 = L6 L19 L18 L16 L15 0 0
- Loop 4 = L21 L22 L23 L25 L26 L27 0
- Loop 5 = L21 L22 L24 L28 0 0 0

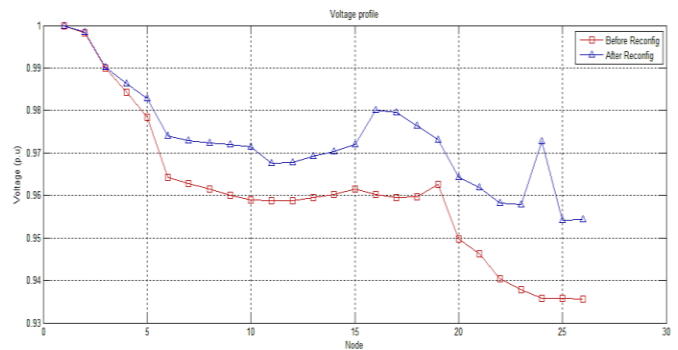
Hasil rekonfigurasi jaringan Mojoagung dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil simulasi rekonfigurasi jaringan

System Summary				
How many?	How much?	P (MW)	Q (MVar)	
Buses	26	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)	2.2	1.4
Loads	25	Load	2.1	1.4
Fixed	25	Fixed	2.1	1.4
Dispatchable	0	Dispatchable	-0.0 of -0.0	-0.0
Shunts	0	Shunt (inj)	-0.0	0.0
Branches	31	Losses (I ² * Z)	0.09	0.06
Transformers	0	Branch Charging (inj)	-	0.0
Inter-ties	0	Total Inter-tie Flow	0.0	0.0
Areas	1			
		Minimum		Maximum
Voltage Magnitude	0.936 p.u. @ bus 26		1.000 p.u. @ bus 1	
Voltage Angle	-0.06 deg @ bus 22		0.18 deg @ bus 5	
P Losses (I ² *R)	-		0.02 MW @ line 5-6	
Q Losses (I ² *X)	-		0.02 MVar @ line 5-6	

Jumlah bus ada 26, dengan 25 bus beban dan 31 saluran. Losses terbesar pada bus 26 seperti terlihat pada tabel 3.

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



Gambar 3. Profile tegangan sebelum dan sesudah rekonfigurasi

Hasil switch line sebelum dan sesudah rekonfigurasi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil simulasi bus distribusi

***** SIMULATION RESULTS OF 26 BUS DISTRIBUTION NETWORK *****		
	BEFORE RECONFIGURATION	AFTER RECONFIGURATION
Tie switches:	27 28 29 30 31	10 16 16 24 25
Power loss:	89.724 kW	57.6093 kW
Power loss reduction:		35.7928 %
Minimum voltage:	0.93557 pu	0.95407 pu
Elapsed time is 3.608318 seconds.		

Dari hasil running menunjukkan bahwa sebelum rekonfigurasi memutuskan switch line 27,28,29,30,31 setelah rekonfigurasi 10,16,16,24,25. Losses sebelum rekonfigurasi sebesar 89,724 kW dan setelah konfigurasi sebesar 57,6093 kW. Maka rekonfigurasi dapat mereduksi kerugian daya sebesar 35,7928%. Dan memperbaiki tegangan dari 0,93557 pu menjadi 0,95407 pu.

5. KESIMPULAN

Dengan merekonfigurasi jaringan, yaitu dengan merubah switch line 27,28,29,30,31 menjadi 10,16,16,24,25 dapat mereduksi kerugian daya sebesar 35,7928% dan memperbaiki tegangan 0,0185 pu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Machrus Ali, Fakhruddin Hunaini, Imam Robandi, Nyoman Sutantra, Optimization of Active Steering Control on Vehicle with Steer by Wire System Using Imperialist Competitive Algorithm (ICA), ICoICT-IEEE International Conference, 2015, Bali, Indonesia, p: 500-503.
- [2.] Machrus Ali, Soedibyo, Imam Robandi, Desain Pitch Angle Controller Turbin Angin Dengan Permanent Magnetic Synchronous Generator

- (PMSG) Menggunakan Imperialist Competitive Algorithm (ICA), SENTIA-2015, Polinema, Malang, Indonesia, pp: B128-B131
- [3.] Dwi Hendra, Machrus Ali, Nyoman Sutantra, The Comparison of Optimization for Active Steering Control on Vehicle Using PID Controller Based on Artificial Intelligence Techniques, ISEMANTIC-2016, IEEE International Conference, Udinus, Semarang, pp: 18-22.
- [4.] 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
- [5.] 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.
- [6.] 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.
- [7.] Qiwan L, Wei D, Jianquan Z, Anhui L. A new reconfiguration approach for distribution system with distributed generation. ICEET, IEEE 2009:23–6.
- [8.] Saadat, Hadi. 1999. Power Sistem Analysis. Singapore : McGraw-Hill.
- [9.] Wood, Allen J. Bruce F. Wollenberg, 1996. Power Generation Operation and Control. John Wiley & Sons : Canada.
- [10.] 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
- [11.] 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.
- [12.] 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.

