

REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV FEEDER MEDARI 2 MENGUNAKAN METODE BINARY PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (BPSO)

Miftakul Farid^{*}), Hermawan dan Darjat

Program Studi Sarjana Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*})E-mail: miftakulfarid@students.undip.ac.id

Abstrak

Rekonfigurasi jaringan distribusi diperlukan untuk mengurangi rugi-rugi khususnya pada daerah berpenduduk padat. Berbagai metode telah diusulkan untuk meminimalkan rugi-rugi daya dan menaikkan profil tegangan. Makalah ini menyajikan metode *binary particle swarm optimization* (BPSO) dengan studi kasus penyulang Medari. Rekonfigurasi dilakukan hanya dengan membuat saluran baru tanpa merubah jumlah saluran dan tanpa memindahkan transformator distribusi. Pembuatan saluran baru diasumsikan menggunakan jenis dan ukuran konduktor yang sama. Hasil penelitian dengan 65 bus dan 69 saluran dan dengan merencanakan lima saluran baru. Rugi-rugi daya aktif yang dihasilkan dari konfigurasi baru sebesar 4,7192 kW atau berkurang sebesar 6,274% dari rugi-rugi daya aktif sebelum rekonfigurasi, yaitu 5,0352 kW. Profil tegangan pada setiap bus juga lebih baik setelah rekonfigurasi, dimana tegangan minimum yang diperoleh adalah sebesar 0,99228 per unit dibandingkan dengan tegangan minimum 0,99084 per unit sebelum rekonfigurasi. Pengujian yang dilakukan menggunakan variasi jumlah iterasi, jumlah partikel, dan posisi awal partikel. Hubungan ketiga variasi tersebut ialah apabila jumlah iterasi semakin banyak, jumlah partikel semakin banyak, dan posisi awal partikel di dalam *loop* semua maka hasil rekonfigurasi akan menjadi lebih baik.

Kata kunci: Rekonfigurasi, jaringan distribusi, minimalisasi rugi-rugi, perbaikan profil tegangan, BPSO

Abstract

Distribution network reconfiguration is needed to reduce losses, especially in densely populated areas. Various reconfiguration methods have been proposed for minimizing power losses and raising the voltage profile. This paper presents binary particle swarm optimization (BPSO) method with case study of Medari 2. Reconfiguration is done only by creating new channels without changing the number of channels and without moving distribution transformer. New channel construction is assumed to use the same type and size of conductors. Results of this study with 65 buses and 69 channels and planning five new channels. Active power losses resulting from the new configuration were 4.7192 kW or reduced by 6.274% of active power losses before reconfiguration, which was 5.0352 kW. Voltage profile on each bus is also better after reconfiguration, where minimum voltage obtained is 0.99228 per unit compared to the minimum voltage of 0.99084 per unit before reconfiguration. Tests carried out using variations in number of iterations, number of particles, and initial position of the particles. The relationship between the three variations is that if the number of iterations increases, number of particles increases, and initial position of the particles in the loop will improve the reconfiguration results.

Keywords: Reconfiguration, distribution network, minimization of losses, improvement of the voltage profile, BPSO

1. Pendahuluan

Penambahan beban yang diikuti dengan penambahan jaringan baru pada jaringan distribusi daya listrik mengakibatkan rugi-rugi yang terjadi pada saluran distribusi semakin besar. Pada daerah yang berpenduduk padat penambahan jaringan baru biasanya dibatasi oleh beberapa hal, seperti lokasi yang digunakan, sehingga pengurangan rugi-rugi saluran dapat dilakukan dengan memasang peralatan kompensasi daya reaktif ataupun

dengan melakukan rekonfigurasi jaringan. Jaringan distribusi biasanya terdiri dari beberapa penyulang (*feeder*). Setiap penyulang mempunyai saklar penghubung (*tie switch*) yang terbuka pada kondisi operasi normal (*normally open*) untuk memisahkan masing-masing penyulang, serta saklar pemisah (*sectionalizing switch*) yang tertutup pada kondisi operasi normal untuk memisahkan bagian-bagian tertentu pada satu penyulang jika terjadi gangguan ataupun pemeliharaan. Rekonfigurasi jaringan distribusi dilakukan dengan mengubah status atau

lokasi penempatan saklar-saklar tersebut, merubah struktur jaringan untuk mencapai tujuan yakni pengurangan rugi-rugi total, menyeimbangkan beban, dan menstabilkan tegangan pada kondisi operasi normal.[1]

Rekonfigurasi yang dilakukan harus tetap memperhitungkan batasan-batasan operasi seperti batasan tegangan operasi, arus maksimum yang mengalir melalui saluran dan tetap mempertahankan struktur jaringan pada kondisi operasi normal. Beberapa teknik rekonfigurasi jaringan distribusi telah diusulkan dengan berbagai metode optimisasi, baik dengan metode *non-heuristic* [2][3] maupun metode *heuristic* [4] dan *meta-heuristic* [5][6][7][8].

Semua metode rekonfigurasi itu bermanfaat untuk membantu operator tenaga listrik di dalam mengoptimalkan operasi distribusi daya listrik. Banyaknya alternatif rekonfigurasi akan menyulitkan engineer menentukan pilihan konfigurasi yang tepat. Oleh karena itu diperlukan suatu metode agar didapatkan konfigurasi baru yang optimal dengan rugi-rugi daya terendah.

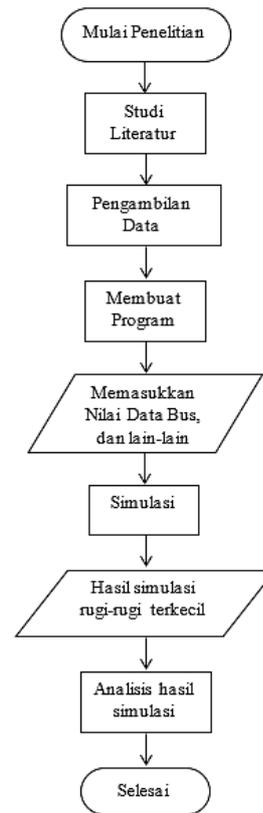
Makalah ini mengusulkan rekonfigurasi jaringan distribusi menggunakan metode *binary particle swarm optimization* (BPSO) pada satu penyulang. Rekonfigurasi dilakukan dengan mencoba beberapa hubungan baru antar bus dari konfigurasi yang sudah ada pada jaringan distribusi, tanpa merubah posisi transformator distribusi, jumlah saluran dan struktur jaringan radial.

Studi kasus yang digunakan pada rekonfigurasi jaringan distribusi ini adalah penyulang Medari 2 di Gardu Induk Medari. Dengan metode tersebut diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan dan dapat mengoptimasi fungsi obyektif tersebut secara cepat serta akurat dan hasilnya dapat dijadikan sebagai acuan dalam penentuan konfigurasi jaringan yang optimal dengan rugi-rugi terendah.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Langkah Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada gambar 1. Dapat dilihat pada Gambar 1 merupakan langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan oleh penulis. Penelitian dimulai dengan studi literatur untuk mendapatkan informasi mengenai rekonfigurasi jaringan distribusi dan informasi mengenai metode BPSO kemudian dilakukan pengambilan data. Selanjutnya dari data-data tersebut akan dibuat program dengan MATLAB kemudian akan disimulasi. Selanjutnya hasil tersebut akan dianalisis.



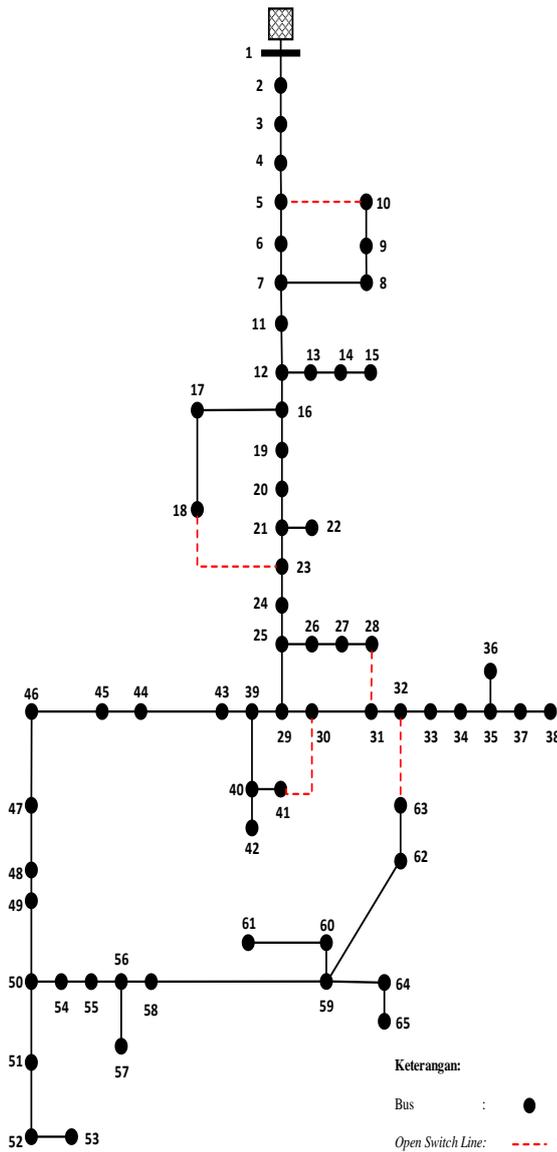
Gambar 1. Diagram Alir Proses Penelitian

2.2. Pemodelan Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi dimodelkan dengan model bus, saluran dan beban. Bus pada jaringan distribusi merepresentasikan transformator distribusi. Model saluran menyatakan besaran resistansi dan reaktansi kabel antara bus dalam per unit. Model beban dinyatakan dalam daya aktif dan daya reaktif. Pemodelan dilakukan dengan studi kasus jaringan distribusi penyulang Medari 2 di Gardu Induk Medari dengan menggunakan data-data hasil pengukuran [9].

Pada gambar 2 ditunjukkan diagram satu garis penyulang Medari 2 dengan 5 *tie line*. Penyulang Medari 2 terdiri dari 65 bus dan 64 saluran. Total panjang saluran udara tegangan menengah penyulang Medari 2 yaitu 27,942 kms dengan total beban terpasang yaitu 1,44 kW.

Simbol bus ditunjukkan dengan titik hitam bulat, sedangkan *tie line* ditunjukkan dengan garis putus-putus berwarna merah. Jumlah *tie line* didapatkan 5 *tie line* dikarenakan terdapat 5 bus transformator distribusi yang terdekat yang memungkinkan untuk dipindahkan menuju *loop* jaringan distribusi yang berbeda. *Tie line* yang dirancang tersebut tidak boleh mengubah struktur radial jaringan distribusi yang ada dan jumlah saluran yang diputus harus sama dengan jumlah saluran yang dibuat.



Gambar 2. Diagram Satu Garis Penyulung Medari 2 dengan 5 Tie Line

Tabel 1. Data Bus dan Beban Penyulung Medari 2

No.	Nama Bus	Beban (KW)	Beban (KVAR)
1	MDI2	0	0
2	MD2-6/D	61.6505	38.2233
3	U4-167/12	23.5025	14.5716
4	U4-167/6	21.3265	13.2224
5	U4-167/3	27.5825	17.1012
6	U4-167D	8.1090	5.0276
7	U4-169	7.3695	4.5691
8	U4-170E	25.3895	15.7415
9	U4-170E/1	12.8435	7.9630
10	U4-170E/12	14.7390	9.1382
11	U9-253	24.9390	15.4622
12	U9-250/7	22.9245	14.2132
13	U9-250/11E	23.5790	14.6190
14	U9-11D/2	24.6075	15.2567
15	U9-11D/6	24.0635	14.9194

Tabel 1. (lanjutan)

No.	Nama Bus	Beban (KW)	Beban (KVAR)
16	U9-247/16	23.9870	14.8719
17	U9-247/18	23.4430	14.5347
18	U9-18/5	14.1525	8.7746
19	U9-244	13.5065	8.3740
20	U9-240	24.3525	15.0986
21	U9-237/4	21.8705	13.5597
22	U9-237/8	22.4910	13.9444
23	U9-230B/8	23.4685	14.5505
24	U9-224	25.8485	16.0261
25	U9-224	24.1060	14.9457
26	U9-219B/4	23.6045	14.6348
27	U9-219B/8	13.4640	8.3477
28	U9-219B/21	24.1825	14.9932
29	U9-219B/33	24.1825	14.9932
30	U9-207	25.0580	15.5360
31	U1-105/55	23.3325	14.4662
32	U1-105/51	25.2705	15.6677
33	U1-105/48	14.8495	9.2067
34	U1-105/34	15.3340	9.5071
35	U1-36/9	13.9145	8.6270
36	U1-24/2	13.0390	8.0842
37	U1-24/8	11.4920	7.1250
38	U1-24/8	12.5970	7.8101
39	U1-105/19	22.7035	14.0762
40	U1-105/9	22.4315	13.9075
41	U9-204/B	11.4495	7.0987
42	U9-204i/H	13.3620	8.2844
43	U9-204i/6	12.4270	7.7047
44	U9-201	12.4270	7.7047
45	U9-189	25.2960	15.6835
46	U9-187	24.2165	15.0142
47	U9-187	23.3495	14.4767
48	U9-187/8	25.4405	15.7731
49	U9-163/5	14.0930	8.7377
50	U9-155	23.6725	14.6770
51	U9-153	25.0240	15.5149
52	U9-142	24.4630	15.1671
53	U9-141	24.2760	15.0511
54	U9-135	24.3950	15.1249
55	U9-131/D	22.9840	14.2501
56	U4 - 110/28	22.8905	14.1921
57	U4 - 110/30	25.2620	15.6624
58	U4 - 110/36F	22.5420	13.9760
59	U4 - 110/36i	23.6470	14.6611
60	U4 - 110/40	24.1655	14.9826
61	U4 - 46/8	23.1115	14.3291
62	U4 - 46/8	23.3240	14.4609
63	U4 - 46F/7	26.5540	16.4635
64	U4 - 110/46G	24.3695	15.1091
65	U4 - 22/17	24.2760	15.0511
66	U4 - 22/25	23.4430	14.5347
67	U4 - 46/23	13.6510	8.4636
68	U4 - 46/24	23.5195	14.5821

Jaringan distribusi penyulung Medari 2 mempunyai 65 transformator distribusi atau bus, dengan beban maksimum pada masing-masing bus ditunjukkan pada Tabel 1. Jaringan distribusi penyulung Medari 2 juga mempunyai 64 saluran yang menghubungkan antar bus dengan besar resistansi dan reaktansi masing-masing saluran dinyatakan dalam per unit dengan basis daya 100 MVA dan basis tegangan 20 kV seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Saluran

pada penyulang Medari 2 menggunakan kabel jenis AAAC berdiameter 240 mm² dengan resistansi 0,1344 ohm/km dan reaktansi 0,3158 ohm/km dan juga menggunakan kabel jenis AAAC berdiameter 70 mm² dengan resistansi 0,4068 ohm/km dan reaktansi 0,3572 ohm/km.

Tabel 2. Data Impedansi Saluran Penyulang Medari 2

No.	Saluran		Z (Ohm)		Z (pu)	
	dari bus	ke bus	R	X	R	X
1	1	2	0.0125	0.0097	0.0031	0.0024
2	2	3	0.1962	0.4611	0.0491	0.1153
3	3	4	0.0511	0.1200	0.0128	0.0300
4	4	5	0.0259	0.0609	0.0065	0.0152
5	5	6	0.0200	0.0471	0.0050	0.0118
6	6	7	0.0203	0.0477	0.0051	0.0119
7	7	8	0.0073	0.0171	0.0018	0.0043
8	8	9	0.0253	0.0196	0.0063	0.0049
9	9	10	0.2157	0.1672	0.0539	0.0418
10	7	11	0.0466	0.1096	0.0117	0.0274
11	11	12	0.0489	0.1150	0.0122	0.0287
12	12	13	0.1157	0.0897	0.0289	0.0224
13	13	14	0.0963	0.0747	0.0241	0.0187
14	14	15	0.1143	0.0886	0.0286	0.0221
15	12	16	0.1855	0.4358	0.0464	0.1090
16	16	17	0.1005	0.0779	0.0251	0.0195
17	17	18	0.1507	0.1168	0.0377	0.0292
18	16	19	0.0126	0.0297	0.0032	0.0074
19	19	20	0.0257	0.0603	0.0064	0.0151
20	20	21	0.0664	0.1560	0.0166	0.0390
21	21	22	0.1212	0.0939	0.0303	0.0235
22	21	23	0.0419	0.0985	0.0105	0.0246
23	23	24	0.0621	0.1459	0.0155	0.0365
24	24	25	0.0716	0.1683	0.0179	0.0421
25	25	26	0.0664	0.0514	0.0166	0.0129
26	26	27	0.4004	0.3104	0.1001	0.0776
27	27	28	0.1742	0.1350	0.0435	0.0338
28	25	29	0.1149	0.2700	0.0287	0.0675
29	29	30	0.1024	0.2406	0.0256	0.0602
30	30	31	0.0324	0.0761	0.0081	0.0190
31	31	32	0.0245	0.0575	0.0061	0.0144
32	32	33	0.1062	0.2495	0.0265	0.0624
33	33	34	0.0177	0.0417	0.0044	0.0104
34	34	35	0.1234	0.2899	0.0308	0.0725
35	35	36	0.0292	0.0685	0.0073	0.0171
36	35	37	0.0528	0.1241	0.0132	0.0310
37	37	38	0.0675	0.1585	0.0169	0.0396
38	29	39	0.0179	0.0420	0.0045	0.0105
39	39	40	0.3742	0.2900	0.0935	0.0725
40	40	41	0.4502	0.3490	0.1126	0.0872
41	40	42	0.2663	0.2065	0.0666	0.0516
42	39	43	0.0208	0.0489	0.0052	0.0122
43	43	44	0.0829	0.1948	0.0207	0.0487
44	44	45	0.0159	0.0373	0.0040	0.0093
45	45	46	0.0598	0.1405	0.0150	0.0351
46	46	47	0.1051	0.2470	0.0263	0.0617
47	47	48	0.0547	0.1285	0.0137	0.0321
48	48	49	0.0110	0.0259	0.0028	0.0065
49	49	50	0.0358	0.0840	0.0089	0.0210
50	50	51	0.0650	0.1528	0.0163	0.0382
51	51	52	0.0391	0.0919	0.0098	0.0230
52	52	53	0.0784	0.1841	0.0196	0.0460
53	50	54	0.0765	0.0593	0.0191	0.0148
54	54	55	0.0696	0.0539	0.0174	0.0135
55	55	56	0.3502	0.2715	0.0876	0.0679
56	56	57	0.0788	0.0611	0.0197	0.0153
57	56	58	0.1857	0.1440	0.0464	0.0360
58	58	59	0.4133	0.3204	0.1033	0.0801
59	59	60	0.3700	0.2868	0.0925	0.0717

Tabel 2. (lanjutan)

No.	Saluran		Z (Ohm)		Z (pu)	
	dari bus	ke bus	R	X	R	X
60	60	61	0.1954	0.1515	0.0488	0.0379
61	59	62	0.5378	0.4169	0.1344	0.1042
62	62	63	0.1898	0.1472	0.0475	0.0368
63	62	64	0.3304	0.2561	0.0826	0.0640
64	64	65	0.0253	0.0196	0.0063	0.0049

2.3. Simulasi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi dengan Metode BPSO

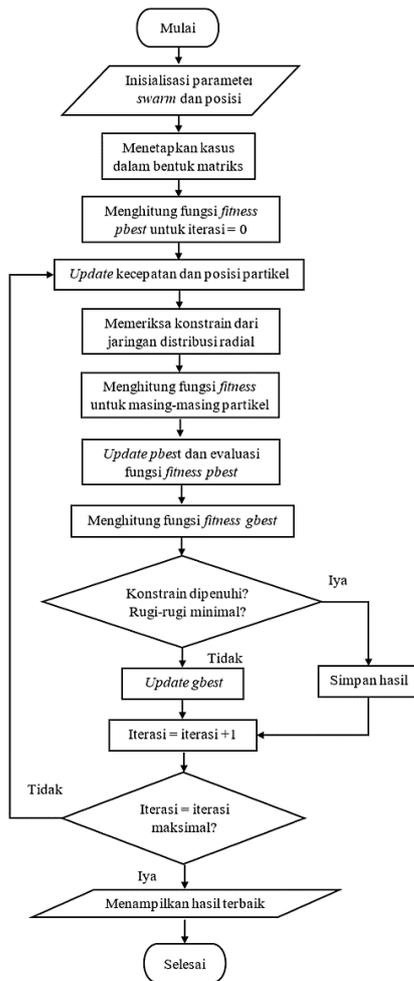
Perancangan program simulasi pada Penelitian ini menggunakan *software* MATLAB R2016 [10] dengan metode *binary particle swarm optimization* dan aliran daya menggunakan metode *Matpower*[11]. Metode ini dipilih karena memiliki langkah yang sederhana dibandingkan metode lainnya. BPSO hanya membutuhkan satu kali pembangkitan partikel secara acak kemudian menentukan posisi dan kecepatan awal dari partikel tersebut. [12] Posisi dan kecepatan akan diperbarui setiap iterasi menggunakan kecepatan sebelumnya melalui langkah *update* kecepatan dan posisi. Kedua langkah di atas merupakan inti dari metode BPSO sehingga metode ini lebih mudah dan sederhana karena hanya terdiri dari dua langkah tersebut.[13] Simulasi dilakukan dengan skenario penambahan saluran baru pada jaringan yang sudah ada. Saklar penghubung yang terbuka pada operasi normal digunakan sebagai representasi saluran yang terputus. Hasil penempatan optimal dari saklar penghubung yang menghasilkan rugi-rugi minimum merepresentasikan saluran yang harus diputus untuk menghasilkan konfigurasi baru. Jumlah saluran baru yang direncanakan merupakan dimensi ruang pencarian untuk metode BPSO.[14]

Prosedur simulasi rekonfigurasi jaringan distribusi penyulang Medari 2 menggunakan metode BPSO dijelaskan sebagai berikut:[15]

1. Inisialisasi parameter dan posisi awal populasi (*swarm*), yakni jumlah partikel pada setiap kumpulan, dimensi ruang pencarian, posisi awal setiap partikel secara acak, (*pbest*) dan posisi awal terbaik dari kumpulan secara keseluruhan (*gbest*) dalam dimensi pencarian, bobot inersia maksimal, bobot inersia minimal, konstanta r1, konstanta r2, iterasi maksimal, dan posisi saluran dalam *loop*.
2. Menetapkan kasus dalam bentuk matriks.
3. Menghitung fungsi *fitness pbest* untuk iterasi = 0
4. *Update* kecepatan partikel *vnew(i,j)* dan posisi partikel *x(i,k)*.
5. Memeriksa konstrain dari jaringan distribusi radial.
6. Menghitung fungsi *fitness* untuk masing-masing partikel.
7. *Update pbest* dan evaluasi fungsi *fitness pbest*.
8. Menghitung fungsi *fitness gbest*.

9. Periksa apakah konstrain dipenuhi. Jika iya, maka hasil disimpan.
10. Update *gbest* jika konstrain tidak dipenuhi.
11. Ulangi langkah 4 jika iterasi belum mencapai nilai iterasi maksimum. Jika iterasi sama dengan iterasi maksimum, maka tampilkan hasil.

Bagan alir pemrograman ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Proses Optimasi BPSO

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian simulasi dengan variasi jumlah iterasi, jumlah partikel, dan posisi awal partikel.

3.1. Pengujian Variasi Jumlah Iterasi

Variasi jumlah iterasi akan memungkinkan dihasilkan beberapa nilai-nilai setelah direkonfigurasi yang berbeda, baik waktu komputasi yang dibutuhkan untuk simulasi, rugi-rugi setelah direkonfigurasi, persentasi rugi-rugi total, saluran yang harus diputus, dan saluran yang harus disambung. Pengujian dilakukan dengan jumlah partikel

20 dan dimensi pencarian 5 untuk semua variasi jumlah iterasi. Perbandingan semua pengujian dengan variasi jumlah iterasi disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Variasi Jumlah Iterasi

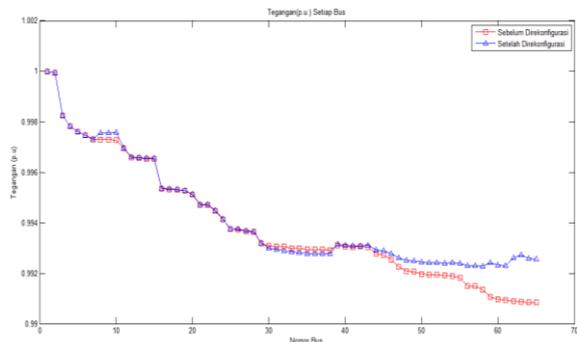
Jumlah Iterasi	Penurunan Rugi-rugi	Open Switch Line	
		Sebelum Rekonfigurasi	Setelah Rekonfigurasi
5	3,2958%	65, 66, 67, 68, 69	7, 30, 40, 61, 66
10	4,831%	65, 66, 67, 68, 69	8, 40, 58, 66, 67
20	6,274%	65, 66, 67, 68, 69	7, 58, 66, 67, 68
50	6,274%	65, 66, 67, 68, 69	7, 58, 66, 67, 68
100	6,274%	65, 66, 67, 68, 69	7, 58, 66, 67, 68

HASIL SIMULASI REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI 65 BUS DENGAN METODE BPSO
 NAMA: MIPTAKUL FARID
 Program Studi: SI-Teknik Elektro
 NIM: 21060116120038

	SEBELUM DIREKONFIGURASI	SETELAH DIREKONFIGURASI
Tie switches:	65 66 67 68 69	7 58 66 67 68
Rugi-rugi Daya:	5,0362 kW	4,7192 kW
Pengurangan Rugi-rugi Daya:	---	6,274 %
Tegangan Minimal:	0,99084 pu	0,99218 pu

Elapsed time is 59,576712 seconds.

Gambar 3. Hasil Simulasi Variasi Jumlah Iterasi 100



Gambar 4. Grafik Simulasi Variasi Jumlah Iterasi 100

Variasi jumlah iterasi pada metode BPSO menghasilkan hasil simulasi rekonfigurasi yang berbeda. Perbedaan yang selalu terjadi adalah perbedaan waktu simulasi. Hal ini karena penambahan jumlah iterasi membuat waktu simulasi semakin lama.

Pengurangan rugi-rugi paling efektif terjadi pada simulasi dengan jumlah iterasi 100 karena pengurangan rugi-rugi paling maksimal yaitu 6,274% atau menjadi 4,7192 kW. Pemilihan iterasi 100 dikarenakan hasil simulasi iterasi 100 nilainya paling stabil dibandingkan variasi iterasi 20 dan 50. Berdasarkan pengujian rekonfigurasi dengan metode BPSO menggunakan iterasi 100, saklar pemutus terletak pada nomor saluran 7, 58, 66, 67, dan 68.

3.2. Pengujian Variasi Jumlah Partikel

Variasi jumlah partikel akan memungkinkan dihasilkan beberapa nilai-nilai setelah direkonfigurasi yang berbeda,

baik waktu komputasi yang dibutuhkan untuk simulasi, rugi-rugi setelah direkonfigurasi, persentasi rugi-rugi total, saluran yang harus diputus, dan saluran yang harus disambung. Pengujian dilakukan dengan jumlah partikel 3, 5, 20, 32, 64 dan dimensi pencarian 5. Dimensi pencarian berjumlah 5 sesuai dengan jumlah *loop* jaringan yang akan direkonfigurasi.

Jumlah partikel maksimal sebanyak 64 dikarenakan jumlah salurannya sebanyak 64 buah. Hal tersebut berarti untuk setiap partikel hanya menempati satu saluran. Perbandingan semua pengujian dengan jumlah variasi jumlah partikel disajikan dalam tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Variasi Jumlah Partikel

Jumlah Partikel	Penurunan Rugi-rugi	Open Switch Line	
		Sebelum Rekonfigurasi	Setelah Rekonfigurasi
3	1,5756%	65, 66, 67, 68, 69	9, 40, 62, 66, 67
5	4,6298%	65, 66, 67, 68, 69	7, 61, 66, 67, 68
20	4,6298%	65, 66, 67, 68, 69	7, 61, 66, 67, 68
32	6,274%	65, 66, 67, 68, 69	7, 58, 66, 67, 68
64	6,274%	65, 66, 67, 68, 69	7, 58, 66, 67, 68

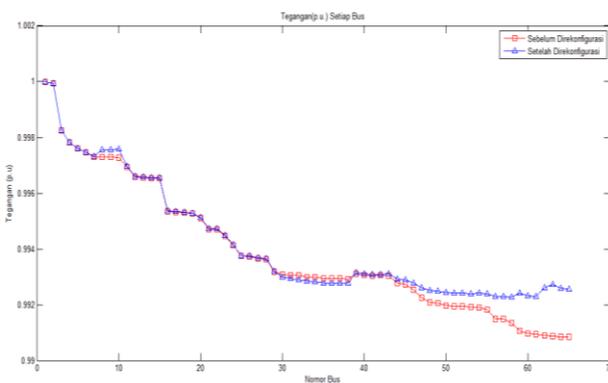
HASIL SIMULASI REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI 65 BUS DENGAN METODE BFSO

NAMA: MIFTAKUL FARID
Program Studi: SI-Teknik Elektro
NIM: 21060116120038

	SEBELUM DIREKONFIGURASI	SETELAH DIREKONFIGURASI
Tie switches:	65 66 67 68 69	7 58 66 67 68
Rugi-rugi Daya:	5.0352 kW	4.7192 kW
Pengurangan Rugi-rugi Daya:	—	6.274 %
Tegangan Minimal:	0.99084 pu	0.99228 pu

Elapsed time is 28.785335 seconds.

Gambar 5. Hasil Simulasi Variasi Jumlah Partikel 64



Gambar 6. Grafik Simulasi Variasi Jumlah Partikel 64

Variasi jumlah partikel menyebabkan waktu pencarian yang berbeda. Semakin banyak partikel, maka waktu pencarian akan semakin lama dan menyebabkan ruang pencarian menjadi lebih banyak sehingga keakuratan hasil semakin baik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai pengurangan rugi-rugi yang semakin membesar.

Pengurangan rugi-rugi terbaik adalah dengan jumlah partikel 64 dengan pengurangan rugi-rugi sebesar 6,274% atau menjadi 4,7192 kW dari kondisi sebelum rekonfigurasi.

Pengurangan ini didapat dengan memasang saklar penghubung di saluran nomor 7, 58, 66, 67, dan 68. Dalam simulasi ini digunakan 5 dimensi sebagai saklar pemisah sehingga terdapat 5 *loop*. Jumlah partikel dalam 5 *loop* tersebut adalah 64 partikel sesuai dengan jumlah saluran yang ada pada penyulang Medari 2. Hal ini karena posisi partikel berada di antara 2 bus atau dengan kata lain partikel terletak di saluran-saluran. Hasil simulasi dengan variasi jumlah partikel 32 sama dengan hasil simulasi dengan jumlah partikel 64, namun dipilih jumlah partikel sebanyak 64 dikarenakan semakin banyak partikel maka hasil simulasi akan semakin akurat.

3.3. Pengujian Variasi Posisi Awal Partikel

Tabel 5. Pengujian Variasi Posisi Awal Partikel

Posisi Partikel	Penurunan Rugi-rugi	Open Switch Line	
		Sebelum Rekonfigurasi	Setelah Rekonfigurasi
Di luar <i>loop</i> semua	5,8725%	65,66, 67, 68, 69	7, 17, 58, 67, 68
1 di dalam dan 4 di luar	4,6298%	65, 66, 67, 68, 69	7, 61, 66, 67, 68
2 di dalam dan 3 di luar	4,6298%	65, 66, 67, 68, 69	7, 61, 66, 67, 68
3 di dalam dan 2 di luar	5,6308%	65, 66, 67, 68, 69	9, 17, 40, 58, 67
4 di dalam dan 1 di luar	5,8478%	65, 66, 67, 68, 69	7, 27, 58, 66, 68
Di dalam <i>loop</i> semua	6,274%	65, 66, 67, 68, 69	7, 58, 66, 67, 68

HASIL SIMULASI REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI 65 BUS DENGAN METODE BFSO

NAMA: MIFTAKUL FARID
Program Studi: SI-Teknik Elektro
NIM: 21060116120038

	SEBELUM DIREKONFIGURASI	SETELAH DIREKONFIGURASI
Tie switches:	65 66 67 68 69	7 40 58 66 67
Rugi-rugi Daya:	5.0352 kW	4.7205 kW
Pengurangan Rugi-rugi Daya:	—	6.2487 %
Tegangan Minimal:	0.99084 pu	0.99228 pu

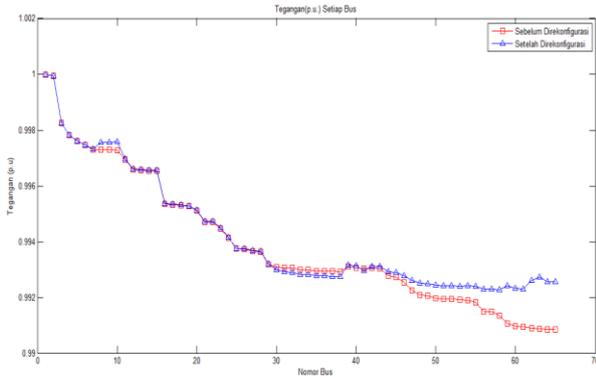
Elapsed time is 9.295158 seconds.

Gambar 7. Hasil Simulasi Variasi Semua Partikel di Dalam Loop

Variasi posisi awal partikel akan memungkinkan dihasilkan beberapa nilai-nilai setelah direkonfigurasi yang berbeda rugi-rugi setelah direkonfigurasi, persentasi rugi-rugi total, saluran yang harus diputus, dan saluran yang harus disambung namun tidak mempengaruhi waktu komputasi.

Variasi posisi awal yang digunakan dalam pengujian adalah variasi semua partikel di luar *loop*, 1 partikel di

dalam dan 4 partikel di luar loop, 2 partikel di dalam dan 3 partikel di luar loop, 3 partikel di dalam dan 2 partikel di luar loop, 4 partikel di luar dan 1 partikel di luar loop, dan semua partikel di dalam loop. Perbandingan hasil simulasi untuk penurunan rugi-rugi daya pada semua pengujian dengan variasi posisi awal partikel ditunjukkan dalam tabel 5.



Gambar 8. Grafik Simulasi Variasi Semua Partikel di Dalam Loop

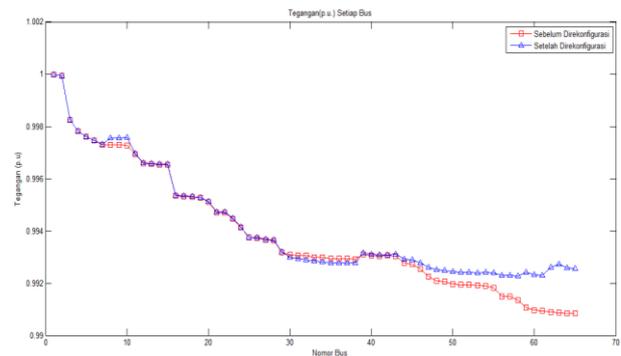
Variasi posisi awal partikel menyebabkan perbedaan hasil penurunan rugi-rugi yang berbeda namun tidak terlalu memengaruhi waktu komputasi pada saat simulasi. Variasi posisi partikel, dimana semakin banyak partikel yang posisinya terletak di dalam loop maka hasil simulasi penurunan rugi-ruginya akan semakin besar. Hal ini ditunjukkan pada tabel di atas yang mana nilai pengurangan rugi-rugi dengan jumlah partikel di dalam loop yang semakin banyak maka penurunan rugi-rugi juga akan semakin besar. Pengurangan rugi-rugi terbaik yaitu dengan posisi partikel di dalam loop semua dengan pengurangan rugi-rugi sebesar 6,274% atau menjadi 4,7192 kW dari kondisi sebelum rekonfigurasi. Pengurangan ini didapat dengan memutus saluran nomor 7, 58, 66, 67, dan 68. Dari hasil simulasi tersebut, pada loop pertama dan kelima saluran nomor 7 dan 58 diputus dan tie line pada loop pertama dan kelima harus disambung yaitu saluran nomor 65 dan 69.

3.4. Pengujian dari Variasi Terbaik

Dari pengujian jumlah iterasi, jumlah partikel, dan posisi awal partikel didapatkan variasi dengan hasil simulasi terbaik yaitu dengan iterasi 100, jumlah partikel 64, dan posisi awal partikel terletak di dalam loop semua. Berikut ini hasil pengujian dari variasi terbaik.

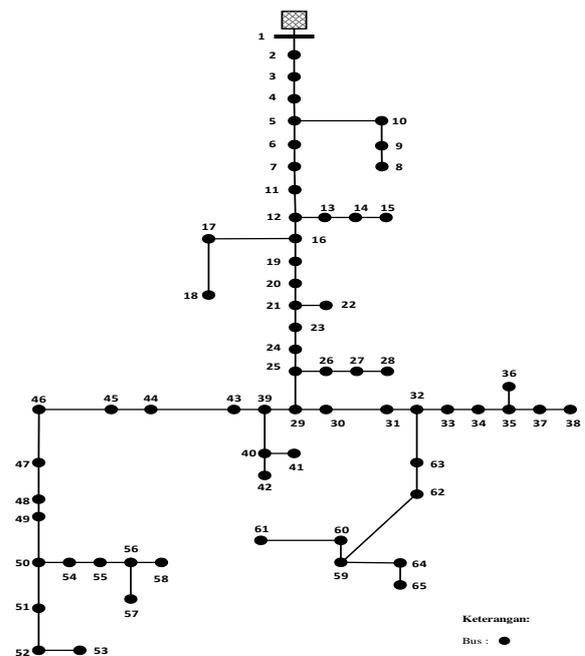
HASIL SIMULASI REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI 65 BUS DENGAN METODE BPSO										
NAMA: MIFFAKUL FARID										
Program Studi: SI-Teknik Elektro										
NIM: 21060116120038										
	SEBELUM DIREKONFIGURASI					SETELAH DIREKONFIGURASI				
Tie switches:	65	66	67	68	69	7	58	66	67	68
Rugi-rugi Daya:	5.0352 kW					4.7192 kW				
Pengurangan Rugi-rugi Daya:	_____					6.274 %				
Tegangan Minimal:	0.99084 pu					0.99228 pu				
Elapsed time is 149.876062 seconds.										

Gambar 9. Hasil Simulasi dengan Variasi Terbaik



Gambar 10. Hasil Simulasi dengan Variasi Terbaik

Hasil akhir dari simulasi tersebut yang terdiri dari posisi open switch line dan penurunan rugi-rugi daya kemudian akan diimplementasikan ke diagram satu garis. Berikut ini diagram satu garis setelah direkonfigurasi ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Diagram Satu Garis Penyulang Medari 2 Setelah direkonfigurasi dengan Metode BPSO

4. Kesimpulan

Metode *binary particle swarm optimization* (BPSO) dapat digunakan sebagai metode optimasi untuk meminimalisir rugi-rugi daya dan menaikkan profil tegangan pada jaringan distribusi. Dengan metode BPSO menggunakan iterasi 100, dimensi 5, dan jumlah partikel 64 total rugi-rugi daya aktif yang dapat diminimalisir pada jaringan distribusi penyulang Medari 2 Gardu Induk Medari berkurang menjadi 4,7192 kW atau 6,274% dari total rugi-rugi awal yaitu 5,0352 kW. Untuk mendapatkan pengurangan rugi-rugi menjadi 4,7192 kW perlu memutuskan saluran nomor 7, 58, 66, 67, dan 68 kemudian membuat saluran baru pada saluran nomor 65 dan 69. Pengujian simulasi dengan jumlah iterasi 5, 10, 20, 50, dan 100 menghasilkan penurunan rugi-rugi berturut-turut 3,2958%, 4,831%, 6,274%, 6,274%, dan 6,274%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah iterasi, maka hasil penurunan rugi-rugi akan semakin besar namun waktu yang dibutuhkan untuk komputasi menjadi semakin lama. Pengujian simulasi dengan jumlah partikel 3, 5, 20, 32, dan 64 menghasilkan penurunan rugi-rugi berturut-turut 1,5756%, 4,6298%, 4,6298%, 6,274%, dan 6,274%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah partikel, maka hasil penurunan rugi-rugi akan semakin besar namun waktu yang dibutuhkan untuk komputasi menjadi semakin lama. Penentuan jumlah maksimal partikel 64 dikarenakan jumlah saluran sama dengan 64, dimana setiap partikel masing-masing menempati satu saluran. Simulasi dengan metode BPSO paling efektif dengan meletakkan posisi awal partikel di dalam *loop* semua. Hal ini terbukti dengan hasil pengurangan rugi-rugi dengan posisi awal partikel didalam *loop* semua adalah 6,274%, di luar *loop* semua 5,8725%, satu di dalam dan empat di luar *loop* 4,6298%, dua di dalam dan tiga di luar *loop* 4,6298%, tiga di dalam dan dua di luar *loop* 5,6308%, serta empat di dalam dan satu di luar *loop* 5,8478%. Pengujian posisi awal partikel ini tidak mempengaruhi waktu simulasi. Saran yang dapat diambil setelah dilakukan penelitian ini yaitu untuk mendapatkan hasil pengurangan rugi-rugi yang terbaik perlu dicari opsi penambahan dimensi sebagai *loop* sehingga memungkinkan didapatkan nilai pengurangan rugi-rugi yang lebih baik. Untuk penelitian berikutnya dapat dilakukan rekonfigurasi pada seluruh penyulang di Gardu Induk Medari agar rugi-rugi total pada jaringan distribusi Gardu Induk Medari semakin kecil dan profil tegangan semakin baik.

Referensi

- [1]. Zebua, Osea, and I. Made Ginarsa. *Rekonfigurasi Jaringan Distribusi untuk Meminimalisasi Rugi-Rugi pada Penyulang Medari 2 di Gardu Induk Teluk Betung Menggunakan Metode Binary Particle Swarm Optimization (BPSO)*. Jurnal Nasional Teknik Elektro 5.1 (2016): 110-11
- [2]. Civanlar, S., Grainger J.J., Yin, H. and Lee, S., *Distribution Feeder Reconfiguration for Loss Reduction*, IEEE Trans. on Power Delivery, vol. 3, no. 3, pp.1217-1223 (1988)
- [3]. Baran, M.E. and Wu, F.F., *Network Reconfiguration in Distribution System for Loss Reduction and Load Balancing*, IEEE Trans. on Power Delivery, vol.4, no.2, pp.1401-1407 (1989).
- [4]. Wagner, T.P., Chikhani, A.Y., and Hackam, R., *Feeder Reconfiguration for Loss Reduction: An Application of Distribution Automation*, IEEE Trans. on Power Delivery, vol.6, no.4, pp.1922-1933 (1991)
- [5]. Lin, C.H., Chen, C.S., Wu, C.J., and Kang, M.S., *Application of Immune Algorithm to Optimal Switching Operation for Distribution Loss Minimisation and Loading Balance*, IEE Proc. Generation, Transmission and Distribution, vol.150, no.2, pp.183-189 (2003).
- [6]. Salazar, H., Gallego, R., and Romero, R., *Artificial Neural Networks and Clustering Techniques Applied in Reconfiguration of Distribution Systems*, IEEE Trans. on Power Delivery, vol.21, no.3, pp.1735-1742 (2006).
- [7]. Ahuja, A., and Pahwa, A., *Using Ant Colony Optimization for Loss Minimization in Distribution Networks*, Proc. of 37th Annual North American Power Symposium, pp.470-474 (2005).
- [8]. Hsu, F.Y., and Tsai, M.S., *A Multi Objective Evolution Programming Method for Feeder Reconfiguration of Power Distribution System*, Proc. of the 13th International Conference on Intelligent Systems Application to Power Systems, pp.55-60 (2005)
- [9]. PT. PLN (Persero) UP3 Yogyakarta, *Data Pengukuran Gardu dan Single Line Diagram Penyulang GI Medari*, (2014).
- [10]. *MATLAB 9.0 (R2016a) User Guide*, www.mathwork.com, (2016).
- [11]. Zimmerman, R.D., Murillo-Sanchez, C.E. and Thomas, R.J., *Matpower: Steady-State Operations, Planning and Analysis Tools for Power Systems Research and Education*, IEEE Trans. on Power Systems, vol.26, no.1, pp.12-19 (2011).
- [12]. Wu, W.C., Tsai, M.S., and Hsu, F.Y., *A New Binary Coding Particle Swarm Optimization for Feeder Reconfiguration*, International Conference on Intelligent Systems Application to Power Systems (ISAP), pp.1-6 (2007).
- [13]. Eberhart R.C. and Kennedy J., *A Discrete Binary Version of the Particle Swarm Algorithm*, Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 5, pp.4104-4108 (1997).
- [14]. Xiaoling, J., Jianguo, Z., Ying, S., Kejun, L., and Boqin, Z., *Distribution Network Reconfiguration for Load Balancing Using Binary Particle Swarm Optimization*, International Conference on Power System Technology (PowerCon) Volume I, pp.507-510 (2004).
- [15]. Tandon, A., and Saxena, D., *Optimal Reconfiguration of Electrical Distribution Network Using Selective Particle Swarm Optimization Algorithm*, International Conference on Power, Control and Embedded Systems (ICPCES), pp.1-6 (2014).