JREEC

JOURNAL OF RENEWABLE ENERGY, ELECTRONICS AND CONTROL

homepage URL : https://ejurnal.itats.ac.id/jreec

ANALISA REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI UNTUK MENGURANGI RUGI-RUGI DAYA MENGGUNAKAN METODE *BINARY PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* (BPSO)

Muhammad Ridwan[1]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1]

INFORMASI ARTIKEL

Jurnal JREEC – Volume 04
Nomer 01, April 2024

Halaman:
48 – 57
Tanggal Terbit :
30 April 2024

DOI:
10.31284/j.JREEC.2024.v11i1.5885

EMAIL

Email Penulis 1
mr875143@gmail.com

PENERBIT

Jurusan Teknik Elektro-ITATS
Alamat:
Jl. Arief Rachman Hakim No.100,Surabaya 60117,
Telp/Fax: 031-5997244

Jurnal JREEC by Department of Elecreical Engineering is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ABSTRACT

Distribution network reconfiguration serves to mitigate power losses in distribution networks. Each distribution network encounters disturbances resulting in power losses and voltage drops. Various methods can reduce power losses and improve voltage values in distribution networks. This research presents an effort to reduce power losses using the Binary Particle Swarm Optimization (BPSO) method through a case study on the Barata Feeder. Distribution network reconfiguration occurs by adding new channels without altering existing ones and without relocating loads through additional switches in the distribution network. The creation of new channels assumed the use of the same type and conductor. Planning five new channels using the Binary Particle Swarm Optimization (BPSO) method could decrease power losses from 242.2333 kW before distribution network reconfiguration to 93.1859 kW. Thus, it achieved a reduction of 62.1555 kW.

Kata kunci: Reconfiguration, Distribution Network, Power Losses, Voltage, Binary particle Swarm Optimization

ABSTRAK

Rekonfigurasi jaringan distribusi digunakan untuk upaya mengurangi rugi – rugi daya pada jaringan distribusi. Pada setiap jaringan distribusi terdapat gangguan yang mengakibatkan terjadinya rugi – rugi daya dan *drop voltage*. Berbagai metode telah dilakukan untuk mengurangi rugi – rugi daya dan memperbaiki nilai dari suatu tegangan yang ada pada jaringan distribusi. Skripsi ini menyajikan upaya untuk mengurangi rugi – rugi daya dengan metode *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO) dengan studi kasus pada Penyulang Barata. Rekonfigurasi jaringan distribusi dilakukan dengan cara membuat saluran baru tanpa merubah saluran yang lama dan tanpa memindahkan beban, dengan menambahkan sakelar atau *switch* pada jaringan distribusi. Pembuatan saluran baru diasumsikan dengan menggunkan jenis dan konduktor yang sama. Hasil dari penelitian dengan merencanakan lima saluran baru dengan mendapatkan rugi – rugi daya dengan menggunakan metode *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO) mendapatkan hasil sebesar sebelum rekonfigurasi jaringan distribusi sebesar 242,2333 kW menjadi 93,1859 kW dan dapat mereduksi sebesar 62.1555 kW.

Kata kunci: Rekonfigurasi, Jaringan Distribusi, Rugi – rugi daya, Binary Particle Swarm Optimization

PENDAHULUAN

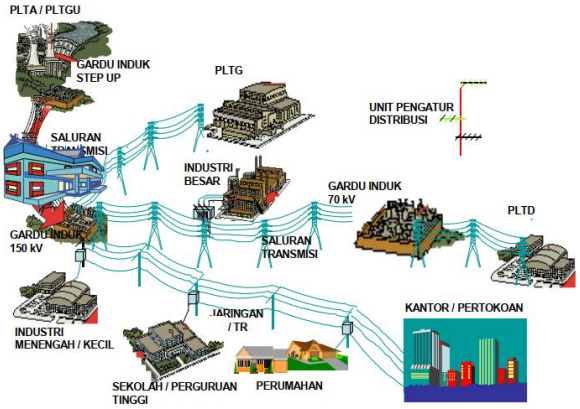
Sistem tenaga listrik adalah suatu system yang menyalurkan energi listrik dari produsen ke konsumen melalui satu saluran untuk transmisi dengan tujuan mendistribusikan listrik kepada konsumen sesuai dengan permintaan keandalan dan kualitas standar yang tersedia[1]. Sistem distribusi Secara umum menggunakan tipe perakitan radial. Penghubung tersebut disebut juga dengan system distribusi yang merupakan penghubung antara system transmisi bertegangan tinggi dengan pengguna listrik. Sistem distribusi pada umumya menggunakan tipe konfigurasi radial. Setiap saluran dalam jaringan distribusi ini memiliki nilai impedansi yang bisa mempengaruhi terjadinya kehilangan daya dan pemborosan voltase. Jaringan listrik distribusi terutama radial akan mengalami terjadinya rugi tegangan yang cukup besar pada titik ujungnya. Besar suatu tegangan ujung dapat ditentukan oleh jarak penyulang dan besar beban[2]. Perilisan jaringan distribusi yang handal sering kali terganggu oleh insiden-insiden yang menyebabkan pemadaman, terutama pada jaringan tegangan 20 kV. Gangguan-gangguan ini bisa disebabkan oleh faktor alam seperti pertumbuhan tanaman, bencana alam, atau intervensi binatang, serta kerusakan peralatan[3].

Pada penyulang Barata yang dimana mengalami suatu masalah yaitu pernah terjadi pemadaman, dan untuk nilai tegangan yang terdapat pada Gardu Induk Ngagel 150 kV pada penyulang Barata masih bagus pada ujung pangkal jaringan sedangkan untuk section akhir pangkal dari penyulang Barata mengalami penurunan tegangan (drop voltage) yang mencapai hingga angka diatas 5% dengan nilai 0.90000 (p.u) yang dapat mempengaruhi kerugian daya pada suatu system dan mempengaruhi dari kualitas daya energi listrik. Berdasarkan hal ini perlu dilakukan analisa rekonfigurasi jaringan distribusi untuk mengurangi rugi – rugi daya menggunakan metode Binary Particle Swarm Optmization (BPSO).

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Tenaga Listrik

Energi listrik adalah suatu bentuk energi yamg dibangkitkan, ditransmisikan dan didistribusikan kepada setiap pelanggan dan konsumen. Sitem tenaga listrik adalah sekumpulan pembangkit tenaga listrik yanh terdiri dari satu kesatuan sistem produksi, transmisi, dan distribusi. Yang dapat memenuhi kebutuhan total tenaga listrik. Dan system tenaga listrik memungkinkan produksi, distribusi, dan konsumen listrik untuk memenuhi keperluan energi masyarakat dan industry, beberapa bagian bekerja bersama untuk menyediakan listrik secara handal dan efisien. Sistem tenaga listrik memiliki beberapa unsur – unsur penting dalam system seperti: Pembangkit listrik, transmisi, distribusi, jaringan listrik, peralatan pengatur, pengguna akhir, system control dan monitoring. Sistem tenaga listrik memerlukan perencanaan, pemeliharaan, dan manajemen yang cermat untuk menjamin penyedian listrik yang handal dan efisien bagi pengguna[4].



Gambar 1. Sistem Tenaga Listrik

Sistem transmisi tenaga listrik adalah suatu proses untuk penyaluran energi listrik dari satu tempat ke tempat lain atau dari suatu pembangkit listrik ke gardu induk. Sebelum transmisi energi listrik, tegangan yang diberikan atau disalurkan oleh generator harus dinaikan terlebih dahulu menjadi tegangan sebesar 70 kV, 150 kV, atau 500 kV. Karena tegangan yang diberikan oleh generator hanya sebesar 6,6 kV dan 24 kV. Proses menaikan tegangan akan dapat mengurangi jarak yang jauh dari saluran transmisi. Energi listrik disalurkan melalui saluran udara tegangan tinggi (SUTT)[5]

Sistem Jaringan Distribusi

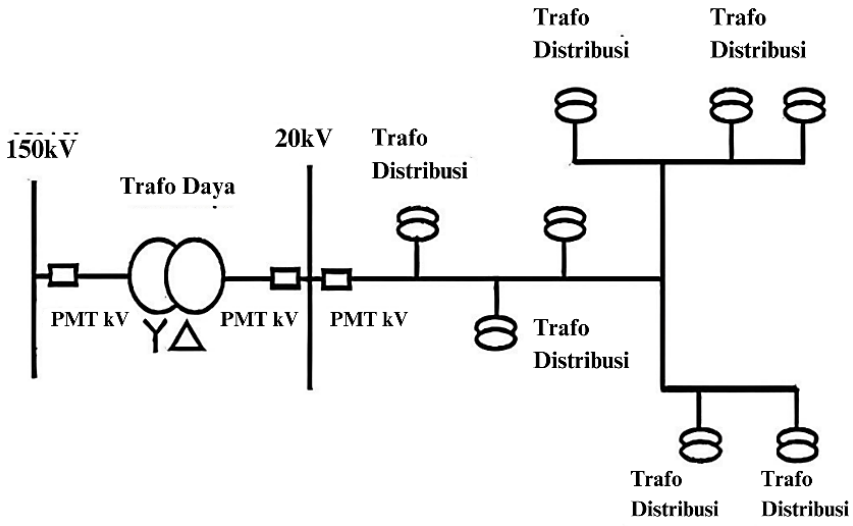
Sistem jaringan distribusi umumnya dioperasikan oleh perusahaan listrik atau utilitas listrik yang bertanggung jawab untuk memastikan penyediaan daya listrik yang handal kepada pelanggan mereka. Perkembangan teknologi seperti jaringan listrik pintar (smart grid) juga semakin mempengaruhi evolusi sistem jaringan distribusi dengan memungkinkan penggunaan teknologi komunikasi dan pengendalian yang lebih canggih untuk meningkatkan efisiensi dan pengelolaan jaringan[6].

Secara umum jaringan distribusi diklasifikasikan menjadi:

1. Jaringan Radial
2. Jaringan *Loop* (Lingkaran)

1. Jaringan Radial

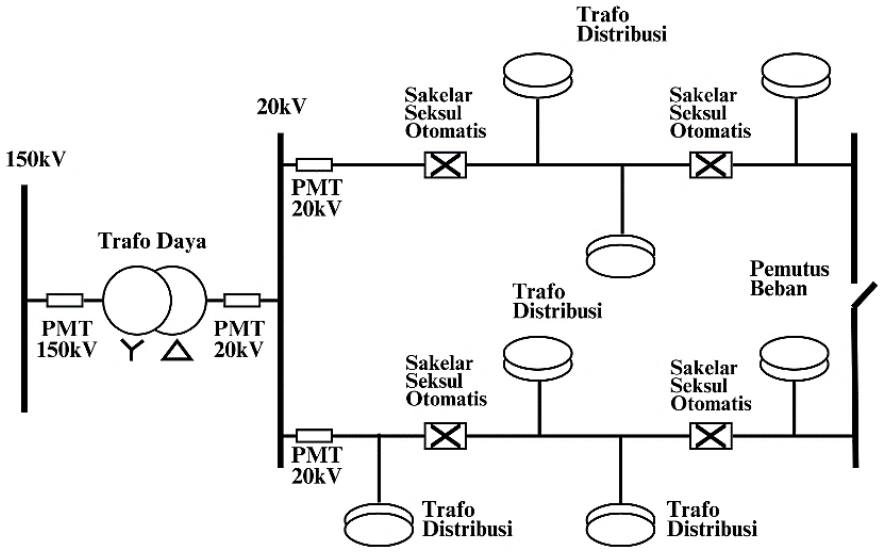
Sistem radial adalah bentuk dasar yang paling sederhana dan umum jika dibandingkan dengan sistem yang lain. Sistem radial memiliki sifat khusus yang dapat digunakan untuk menyederhanakan suatu masalah dalam menganalisis jaringan radial. Sistem ini hanya memiliki satu bus yang digunakan sebagai sumber daya dan bus jaringan lainnya adalah bus beban, yang berarti bahwa semua bus dalam sistem jaringan diberi daya. Dalam sistem tegangan menengah (SUTM), pada umumnya untuk kabel biasanya relatif pendek dan pengaruh kapasitansi saluran dapat diabaikan, sehingga kabel dapat direpresentasikan sebagai impedansi seri. Ciri lain dari sistem radial ini adalah adanya beberapa sakelar yang ditempatkan di sepanjang jalur suplai. Hal ini berfungsi untuk menemukan area pemadaman jika terjadi gangguan. Di samping itu, dapat berfungsi sebagai alat untuk mengatur ulang dari sebuah konfigurasi dengan cara mengaktifkan dan menonaktifkan sebua sakelar. Dengan demikian dapat memperbaiki dan meningkatkan kualitas dari layanan pelanggan[7].



Gambar 2. Jaringan Distribusi Radial Sederhana

2. Jaringan Loop

Jaringan *loop* atau lingkaran yang dapat menghubungkan antara penyalur dengan pembatas yang memungkinkan realokasi yang mudah saat terjadi gangguan di satu penyalur. Arus atau tegangan yang mengalir dalam jaringan distribusi yang strukturnya atau sistemnya berbentuk *loop* akan mengalir secara keluar masuk berbagai jalur yang tersedia. Jika terjadi gangguan atau masalah dalam salah satu saluran system jaringan *loop* maka saluran yang menjadi alternatif dapat dialiri oleh arus, arus yang masih mengaliri saluran alternatif akan memberikan kehandalan yang efektif dalam menyediakan energi listrik. Dan dengan adanya beberapa gardu induk yang terpasang dan terhubung pada jaringan tegangan menengah yang memiliki struktur lingkaran akan meningkatkan dari kehandalan energi listrik pada jaringan distribusi[8].



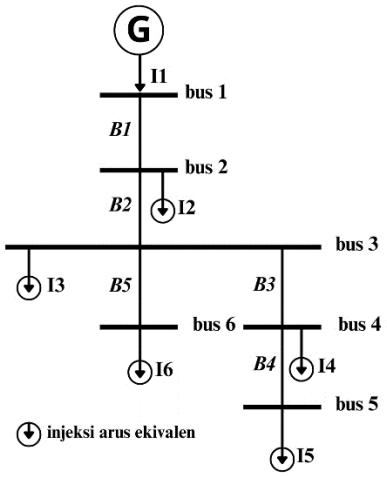
Gambar 3. Jaringan Loop

Rekonfigurasi Jaringan Distribusi

Rekonfigurasi Jaringan distribusi adalah suatu proses untuk merubah suatu nilai impedansi saluran penyulang atau memindahkan suplai suatu titik beban distribusi dari suatu penyulang ke penyulang yang lain. Memindahkan beban ke penyulang lain yang berati mengurangi arus yang mengalir sehingga susut tegangan menjadi lebih kecil. Tujuan utama dari rekonfigurasi atau pemindahan beban ini adalah untuk memperbaiki kulitas tegangan . Rekonfigurasi juga dapat merubah suatu dari parameter – parameter saluran distribusi antara lain, seperti parameter impedansi dan arus dari suatu penyulan yang mengakibatkan terjadinya perubahan dari kedua parameter dapat merubah rugi daya dan jatuh tegangan pada suatu penyulang[8].

Analisis Aliran Daya Pada Sistem Jaringan Distribusi

Sistem distribusi radial menggunakan metode BIBC dan BCBV untuk menganalisis aliran daya pada setiap bus atau cabang dalam jaringan distribusi. Dapat menggunakan sebuah metode untuk menghitung aliran daya pada sistem distribusi radial adalah dengan membentuk sebuah matriks Bus Injection to Branch Current – Branch Current to Bus Voltage (BIBC – BCBV). Metode BIBC memfokuskan pada penggambaran arus yang diinjeksikan pada setiap bus dalam jaringan distribusi, sementara metode BCBV memfokuskan pada penggambaran arus dan tegangan pada setiap cabang dalam jarinngan distribusi[9].



Gambar 4. Aliran Daya Jaringan Distribusi

Dari gambar diatas yang merupakan suatu single line diagram contoh jaringan distribusi. Persamaan matrix BIBC ini dubuat dengan menggunakan hukum Kirchoff untuk arus. Persamaan suatu matrix BIBC ini dibuat dengan menggunakan hubungan Kirchoff. Arus cabang 1 terhadap bus atau saluran B. Maka persamaan yang dapat di tulis seperti ini.

$B_5 = I_6$.....(1)

$B_4 = I_5$..... (2)

$B_3 = I_4 + I_5$.....(3)

$B_2 = I_3 + I_4 + I_5 + I_6$.....(4)

$B_1 = I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6$.....(5)

Persamaan injeksi arus ke bus dapat dituliskan dengan matrik injeksi arus seperti persamaan di bawah ini.

$$\begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_2 \\ I_3 \\ I_4 \\ I_5 \\ I_6 \end{bmatrix} \quad \text{.....(6)}$$

Persamaan matrik injeksi arus dapat dirumuskan menjadi model persamaan 7 dengan komponen matrik BIBC (Bus Injection to Brunch Current).

$[B] = [BIBC][I]$.....(7)

Kemudian dibentuk persamaan untuk mencari nilai tegangan jaatuh berdasarkan injeksi jalur arus.

$V_2 = V_1 - B_1 . Z_{12}$.....(8)

$V_3 = V_1 - B_1 . Z_{12} - B_2 . Z_{23}$.....(9)

$V_4 = V_1 - B_1 . Z_{12} - B_2 . Z_{23} - B_3 . Z_{34}$.....(10)

$V_5 = V_1 - B_1 . Z_{12} - B_2 . Z_{23} - B_3 . Z_{34} - B_4 . Z_{45}$.....(11)

$$V_6 = V_1 - B_1 . Z_{12} - B_2 . Z_{23} - B_3 . Z_{34} - B_4 . Z_{45} - B_5 - Z_{36} \text{.....} (12)$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_1 \\ V_1 \\ V_1 \\ V_1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \\ V_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & 0 & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & Z_{34} & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & Z_{34} & Z_{45} & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & 0 & 0 & Z_{36} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix} \text{..... .....} (13)$$

Persamaan 13 dapat ditulis secara umum sebagai berikut.

$$[\Delta V] = [BCBV][B]$$

$$[\Delta V] = [BCBV][BIBC][I]$$

$$[\Delta V] = [DLF][I] \text{.....} (14)$$

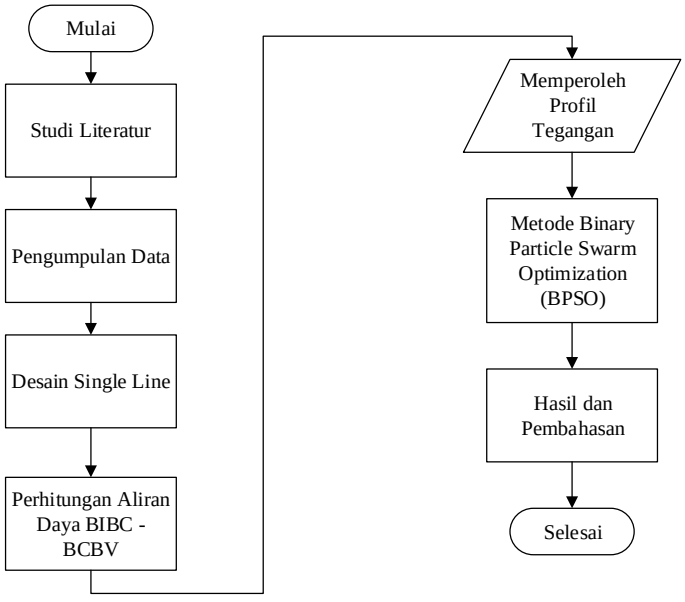
Binary Particle Swarm Optimization

Dalam Binary Particle Swarm Optimization (BPSO), partikel akan terus bergerak dengan mengubah sejumlah bit tertentu. Oleh karena itu kita mengukur kecepatan partikel berdasarkan jumlah bit yang berubah dalam setiap iterasi. Dalam konteks penelitian ini, kita menerapkan BPSO untuk seleksi fitur. BPSO merepresentasikan posisi setiap partikel dalam bentuk biner, Xp ={Xp1, Xp2,…., Xpd}, yang kita pilih secara acak. Bit dengan nilai 0 dan 1 menunjukan fitur yang tidak dipilih dan dipilih, secara berturut – turut. Diman p adalah indeks dari suatu partikel dan d adalah dimensi (fitur) dari dataset yang diberikan. BPSO menginisialisasi kecepatan awal setiap partikel secara acak dalam rentang 0 hingga 1[10].

$$V_{pd}^{new} = w \times V_{pd}^{old} + C_1 \times rand1 \times \left(Pbest_{pd} - X_{pd}^{old}\right) + C_2 \times rand2 \times \left(Gbest_{pd} - X_{pd}^{old}\right) \text{.....} (15)$$

METODE

Berikut ini adalah suatu sistem diagram alir dari Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Untuk Mengurangi Rugi – Rugi Daya.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

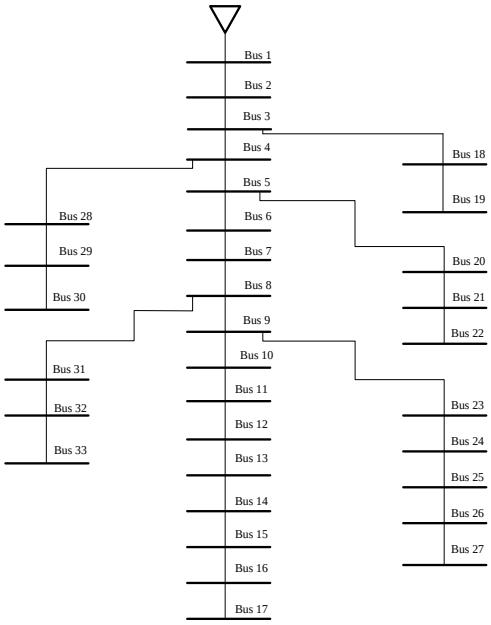
Data Penelitian

Nilai impedansi saluran dalam konduktor jaringan yang terpasang pada penyulang Barata disesuaikan dengan karakteristik dan panjang konduktor yang terpasang dalam jaringan distribusi penyulang Barata. Berikut ini adalah data impedansi saluran penyulang Barata

Tabel 1. Impedansi Penyulang Barata

No	Bus Awal	Bus Akhir	R (Ohm)	X (Ohm)
1	1	2	0.3096	0.3449
2	2	3	0.2162	0.3305
3	3	4	0.3096	0.3449
4	4	5	0.3096	0.3449
5	5	6	0.2162	0.3305
6	6	7	0.6452	0.3678
7	7	8	0.6452	0.3678
8	8	9	0.6452	0.3678
9	9	10	0.6452	0.3678
10	10	11	0.6452	0.3678
11	11	12	0.4608	0.3572
12	12	13	0.4608	0.3572
13	13	14	0.4608	0.3572
14	14	15	0.2162	0.3305
15	15	16	0.2162	0.3305
16	16	17	0.4608	0.3572
17	3	18	0.4608	0.3572
18	18	19	0.4608	0.3572
19	5	20	0.4608	0.3572
20	20	21	0.2688	0.3376
21	21	22	0.2688	0.3376
22	9	23	0.2688	0.3376
23	23	24	0.2688	0.3376
24	24	25	0.2688	0.3376
25	25	26	0.2688	0.3376
26	26	27	0.2688	0.3376
27	4	28	0.2688	0.3376
28	28	29	0.2688	0.3376
29	29	30	0.2688	0.3376
30	8	31	0.2688	0.3376
31	31	32	0.2688	0.3376
32	32	33	0.2688	0.3376

Pada tahapan penelitian ini terdapat single line dari penyulang Barata. Yang dimana pada penyulang Barata terdapat 33 saluran dan 32 beban. Berikut ini adalah gambar single line dari penyulang Barata



Gambar 6. Single Line Penyulang Barata

HASIL DAN PEMBAHASAN

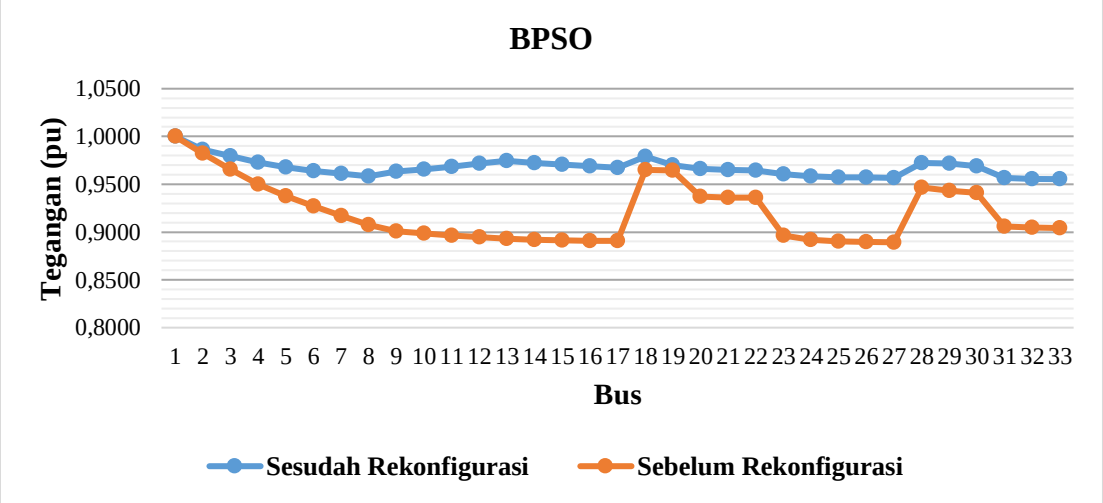
Hasil Ansalisa Sebelum dan Seduah Menggunakan BPSO

Pada tahapan ini adalah hasil dari sebelum dan sesudah menggunakan binary particle swarm optimization (BPSO). Dibawah ini adalah hasil untuk sebelum dan sesudah menggunakan metode binary particle swarm optimization (BPSO) seperti tabel dibawah ini.

Tabel 2. Nilai Profil Tegangan

No	Bus	Nilai Tegangan	
		Sebelum (p.u)	Sesudah (p.u)
1	1	1.0000	1.0000
2	2	0.9826	0.9865
3	3	0.9657	0.9794
4	4	0.9499	0.9729
5	5	0.9379	0.9677
6	6	0.9273	0.9642
7	7	0.917	0.9609
8	8	0.9075	0.9585
9	9	0.9006	0.9632
10	10	0.8984	0.9658
11	11	0.8964	0.9686
12	12	0.8947	0.9716
13	13	0.8932	0.9748
14	14	0.892	0.9725
15	15	0.8914	0.9706
16	16	0.8909	0.969
17	17	0.8907	0.9675

No	Bus	Nilai Tegangan	
		Sebelum (p.u)	Sesudah (p.u)
18	18	0.965	0.979
19	19	0.9647	0.97
20	20	0.9369	0.9662
21	21	0.9362	0.9651
22	22	0.9358	0.9643
23	23	0.8962	0.9608
24	24	0.8922	0.9583
25	25	0.89	0.9575
26	26	0.8895	0.957
27	27	0.8893	0.9568
28	28	0.9466	0.9722
29	29	0.9435	0.9717
30	30	0.9409	0.969
31	31	0.9057	0.9568
32	32	0.9046	0.9557
33	33	0.9043	0.9554



Gambar 7. Grafik Sesudah dan Sebelum Rekonfigurasi Menggunakan Metode Binary Particle Swarm Optimization

Pada grafik diatas dan tabel diatas didapatkan perbandingan nilai dari suatu profil tegangan menggunakan pada Penyulang Barata yang menggunakan metode *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO). Yang dimana pada bus 17 sebelum dilakukan rekonfigurasi jaringan distribusi mendapatkan nilai tegangan sebesar 0.8907 p.u dan ketika sudah dilakukan rekonfigurasi jaringan distribusi pada Penyulang Barat mendapatkan nilai tegangan sebesar 0.9675 p.u, yang dimana menandakan bahwa proses rekonfigurasi jaringan distribusi dapat merubah nilai suatu tegangan yang buruk menjadi lebih baik. Pada rekonfigurasi jaringan distribusi menggunakan metode *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO) juga menghasilkan nilai rugi – rugi daya sebelum dan sesudah

rekonfigurasi, dimana nilai dari rugi – rugi daya sebelum rekonfigurasi jaringan distribusi sebesar 242,2333 kW menjadi 93,1859 kW dan dapat mereduksi sebesar 62.1555 kW.

KESIMPULAN

Menganalisis hasil simulasi system dan data terkait, penulis menggunakan metode Binary Particle Swarm Optimiation (BPSO) untuk merancang ulang jaringan distribusi dengan tujuan mengurangi kerugian daya. Dari analisis tersebut, penulis dapat menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Menggunakan pemodelan jaringan distribusi, menetapkan tujuan awal partikel, mengevaluasi partikel, memperbarui partikel, melakukan iterasi, menganalisis hasil, melakukan validasi, dan mengimplementasikan proes tersebut.
2. Dari hasil simulasi dengan menggunakan metode Binary Particle Swarm Optimization (BPSO) dapat memperbaiki nilai dari profil tegangan dan dapat memperbaiki nilai dari rugi – rugi daya sebesar 242,2333 kW menjadi 93,1859 kW dan dapat mereduksi sebesar 62,1555 kW.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Harbi Rai Pangestu, "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Untuk Meminimalisasi Rugi-Rugi Daya Dengan Menggunakan Metode Grey Wolf Optimizer (GWO)," *Electrician*, vol. 16, no. 3, pp. 238–246, 2022, doi: 10.23960/elc.v16n3.2262.

[2] Fathur Nureza Aksan and Samsurizal, "Studi Rekonfigurasi Sistem Distribusi Pada Jaringan 20 kV Dengan Metode Simple Branch Exchange Pada Penyulang Cempaka," *Epsil. J. Electr. Eng. Inf. Technol.*, vol. 19, no. 2, pp. 45–52, 2021, doi: 10.55893/epsilon.v19i2.64.

[3] N. Aryanto and M. Balkis, "Tinjauan Gangguan Jaringan Distribusi 20 KV Penyulang Muara Aman PT. PLN (Persero) ULP Rayon Muara Aman," *JTERAF (Jurnal Tek. Elektro Raflesia)*, vol. 01, no. 01, pp. 16–22, 2021.

[4] Suhadi, *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menenga, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

[5] Syufrijal and R. Monantun, "Jaringan Distribusi Tenaga Listrik," *Kementrian Pendidik. Dasar Menengah Dan Kebud. RI*, p. 203, 2014.

[6] T. Gönen, *Electric Power Distribution System Engineering-Turan Gönen*. California, 2007.

[7] R. Syahputra, "Transmisi Dan Distribusi Tenaga Listrik," *Long Range Plann.*, vol. 28, no. 4, p. 131, 1995.

[8] N. R. Arianti, *"Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Primer Pada PT. PLN (Persero) ULP Ploso Menggunakan Selective Particle Swarm Optimization Untuk Meningkatkan Efisiensi Jaringan Distribusi."* Surabaya, 2019.

[9] J. Geuthèë, P. Multidisiplin, Y. Prasetyo, A. Choirul Arifin, and T. Multazam, "Analisis Rekonfigurasi dan Penempatan Kapasitor Untuk Meminimalkan Deviasi Tegangan Pada Sistem Distribusi," *Agus Choirul Arifin, Teuku Multazam*, vol. 01, no. 02, pp. 117–126, 2018.

[10] A. V. S. Reddy and M. D. Reddy, "Optimization of network reconfiguration by using Particle swarm optimization," *1st IEEE Int. Conf. Power Electron. Intell. Control Energy Syst. ICPEICES 2016*, pp. 1–6, 2017, doi: 10.1109/ICPEICES.2016.7853268.