

REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI 20KV Di PT PLN (PERSERO) ULP KRUENG GEUKUEH DENGAN METODE BINARY PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (BPSO)

M. Ridho Afriza, Dahlan Abdullah, Misbahul Jannah, Kartika, Selamat Meliala

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh Lhokseumawe, Muara Satu, Aceh Utara, Aceh, Indonesia
E-mail : ridhoafrika10@gmail.com

Abstrak— Sistem listrik yang disediakan oleh PT. PLN (Persero) memainkan peran krusial dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di Indonesia. Dengan pertumbuhan pesat permintaan energi, terutama dalam sektor industri, komersial, dan rumah tangga, tekanan semakin besar pada jaringan distribusi listrik untuk menjaga keandalan pasokan daya. Salah satu tantangan utama adalah rugi-rugi daya dalam jaringan distribusi 20 kV, yang mengakibatkan kerugian finansial yang signifikan bagi PT. PLN (Persero) dan memengaruhi kualitas layanan kepada pelanggan. Penelitian ini mengusulkan penggunaan metode *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO) untuk merancang ulang konfigurasi jaringan distribusi 20 kV dengan tujuan mengurangi rugi-rugi daya. Rekonfigurasi jaringan dilakukan dengan mengubah status kabel penghubung antar trafo distribusi, tetapi mempertahankan struktur jaringan radial dan memperhatikan batasan operasi. Metode BPSO mengoptimalkan topologi jaringan dengan meminimalkan kehilangan daya nyata. Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) ULP Krueng Geukueh dengan menggunakan simulasi software *Electrical Transient Analyzer Program* (ETAP) versi 19.0.1 dan Matlab 2018b. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rekonfigurasi berhasil mengurangi rugi daya nyata secara signifikan, dengan penurunan dari 19.732 menjadi 19.4 kW.

Keywords— *Binary Particle Swarm Optimization (BPSO), ETAP, Matlab, Rekonfigurasi, Rugi-rugi daya*

I. PENDAHULUAN

Jaringan distribusi 20 kV menjadi salah satu komponen yang penting pada infrastruktur sistem distribusi listrik, yang bertujuan untuk mengantarkan daya listrik dari stasiun transformator ke pelanggan. Namun, dengan pertumbuhan pesat dalam permintaan energi listrik yang diakibatkan oleh perkembangan ekonomi dan perkembangan teknologi, terdapat tekanan yang semakin besar pada sistem distribusi listrik untuk memastikan keandalan pasokan daya listrik yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan [1].

Kenaikan permintaan akan energi listrik telah menyebabkan permasalahan pada jaringan distribusi 20 kV yang mengalami penurunan kualitas layanan. Penyediaan daya yang stabil dan tanpa gangguan telah menjadi tantangan, terutama di daerah-daerah dengan permintaan tinggi. Hal ini dapat mengakibatkan pemadaman listrik yang

merugikan pelanggan dan merugikan bisnis serta kegiatan produksi. Selain itu, peningkatan beban pada jaringan distribusi juga dapat menyebabkan peningkatan rugi-rugi daya.

Indikasi rugi-rugi daya dalam jaringan distribusi 20 kV (JTM) telah menjadi masalah utama yang memerlukan solusi tepat. Rugi-rugi daya tidak hanya berdampak negatif pada efisiensi jaringan distribusi, tetapi juga mengakibatkan kerugian finansial yang signifikan bagi PT. PLN (Persero). Selain itu, kerugian daya tersebut dapat mengurangi kualitas pelayanan yang diberikan kepada pelanggan dengan pemadaman listrik yang lebih sering terjadi. Oleh karena itu, untuk mengatasi rugi-rugi daya dalam jaringan distribusi 20kV, perlu dikembangkan solusi yang efisien.

Salah satu solusi yang diusulkan adalah menggunakan metode *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO) untuk merancang ulang konfigurasi jaringan distribusi 20 kV. Metode BPSO adalah alat yang potensial untuk mengoptimalkan topologi jaringan dengan tujuan mengurangi rugi-rugi daya dan meningkatkan efisiensi jaringan distribusi listrik [1].

Pada penelitian ini, akan dilakukan analisa rekonfigurasi jaringan distribusi dengan menggunakan metode optimasi *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO) yang diharapkan dapat mencari dan menentukan kabel saluran atau switch untuk membuka ataupun menutup saluran pada suatu penyulang atau bus yang saling terhubung secara radial dengan tepat dan optimal sehingga dapat meminimalisasi rugi-rugi daya pada sistem distribusi.

Berdasarkan permasalahan dan metode-metode yang telah disebutkan tersebut, penulis mencoba menerapkan metode *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO) dalam menyelesaikan permasalahan rekonfigurasi jaringan distribusi di PT. PLN (Persero) ULP KRUENG GEUKUEH untuk meminimalisasi rugi-rugi daya menggunakan simulasi software *Electrical Transient Analyzer Program* (ETAP) versi 19.0.0 dan Matlab 2018b untuk memperoleh data implementasi daya sebelum dan sesudah rekonfigurasi jaringan yang mendukung sistem tenaga listrik.

II. DASAR TEORI

2.1 Rekonfigurasi Jaringan

Rekonfigurasi jaringan distribusi adalah perubahan konfigurasi jaringan dengan membuka dan menutup switch yang ada di jaringan distribusi. Ini dilakukan untuk mengurangi rugi-rugi daya pada jaringan distribusi dan meningkatkan keandalan sistem distribusi, sehingga daya yang disalurkan lebih efisien dan pelanggan lebih baik dilayani. Rekonfigurasi dilakukan pada sistem yang telah terpasang, namun bentuk penyusunan ulang tersebut tidak signifikan [2].

Dalam kondisi operasi normal, rekonfigurasi jaringan dilakukan karena dua alasan [3]:

- Mengurangi rugi-rugi daya pada sistem (*Lossreduction*)
- Mendapatkan pembebanan yang seimbang untuk mencegah pembebanan yang berlebih pada jaringan (*load balancing*)

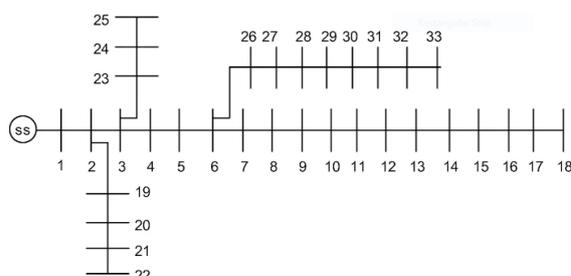
2.2 Binary Particle Swarm Optimization (BPSO)

Binary Particle Swarm Optimization (BPSO) merupakan suatu pertimbangan dari Particle Swarm Optimization (PSO) untuk kasus feature selection, dimana pendekatan ini termasuk dalam metode yang mengarah ke dalam meta-heuristik yang berdasarkan pada perilaku sosial sederhana dari kawanan burung atau sekelompok ikan. Dalam hal ini, kawanan burung akan memberikan informasi kepada seekor burung lainnya untuk mendapatkan makanan dengan cara menyebarkan sebuah informasi. Menyimulasikan populasi sederhana ini berdasarkan strukturnya akan menghasilkan algoritma optimasi yang sangat kuat [4].

Dengan berasumsi bahwa burung tersebut dinyatakan partikel dan burung lainnya (kawanan) dinyatakan sebagai populasi setiap partikel. Dari tiap partikelnya dapat berkomunikasi dengan kawanan lainnya untuk mencapai nilai fitness terbaik dari partikel yang terdekat, contohnya yaitu partikel yang posisinya lebih dekat ke sumber. Hasil akhir menunjukkan semua partikel yang bertepatan di tempat yang sama yang akan memiliki nilai fitness yang terbaik seperti origin nya. Setiap partikel memiliki parameter velocity yang membuat partikel-partikel bergerak ke arah partikel terbaik (partikel yang memiliki nilai fitness terbaik).

2.3 IEEE 33-Bus

Adapun penggambaran dari bentuk IEEE 33 *node test feeder* ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 2.1 IEEE 33-Bus

Dalam standar ini, sistem IEEE 33-bus yang digambarkan pada Gambar 2.1, dipertimbangkan sebagai sistem pengujian (*node test feeder*) yang terdiri dari 32 sakelar *sectionalizing* dan 5 sakelar pengikat di cabang (33, 34, 35, 36, dan 37). IEEE *Distribution Systems Analysis Subcommittee* telah mengembangkan sistem pengujian untuk digunakan oleh pengembang perangkat lunak dan insinyur lapangan untuk memvalidasi studi mereka. IEEE 33 *node test feeder* yang mewakili penggambaran penyulang secara nyata yang cukup unik ketika digunakan dalam melakukan penelitian karena memiliki keistimewaan yaitu diantaranya [5]:

- Setiap bagian dari sistem distribusi dimodelkan dengan nilai impedansi fasa aktual.
- Sistem ini mencakup lateral satu fasa dan antar fasa.
- Pada setiap fasa dari setiap bagian yang memiliki beban ditentukan dalam daya nyata dan reaktif.
- Model beban terdistribusi mewakili beban pada penyulang dengan keran beban yang berjarak dekat

2.4 Rugi –rugi daya

Rugi (*losses*) pada sistem kelistrikan pasti akan terjadi. Pada dasarnya disipasi daya adalah selisih antara jumlah energi listrik yang dihasilkan dengan jumlah energi listrik yang sampai ke konsumen. Kerugian merupakan turunan dari transaksi senilai ekuivalen yang bersifat insidental dan bukan merupakan aktivitas utama Perusahaan. Semua transaksi dan peristiwa lain yang mempengaruhi komunitas selama periode tertentu , kecuali yang berasal dari biaya atau pemberian kepada pemilik (*prive*) [6].

Adapun rumus untuk mencari nilai rugi-rugi daya sebagai berikut:

$$P_{losses} = I^2 \cdot R \quad (2.2)$$

Dimana :

P = Rugi yang timbul pada konektor (watt)

I² = Arus Yang Mengalir Melalui Konektor (Ampere)

R = tahanan konektor (ohm)

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Diagram alir penelitian

Pada penelitian ini terdapat diagram penelitian yang akan dilakukan dengan beberapa langkah yang dapat dilihat dari gambar 2.

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Setelah tahap tersebut dapat melakukan pemodelan jaringan seperti pada langkah berikut:

- Memodelkan SLD dasar yang diperoleh dari pengumpulan data pada ETAP 19.0.1.
- Menyesuaikan pemodelan dengan data mengenai jumlah transformator, panjang saluran, dan kapasitas beban yang digunakan dari penyulang KH-05 ULP Kreung Geukueh serta memasukkan data.
- Menjalankan simulasi aliran daya SLD dasar pada ETAP 19.0.1 dengan tujuan memperoleh kapasitas daya pada setiap busnya.
- Mencatat nilai total bus, saluran, dan transformator yang digunakan pada SLD dasar.
- Melakukan konversi SLD IEEE dari SLD dasar dengan membuat bus, saluran, dan beban yang sesuai dengan IEEE 33 bus. SLD dasar menggunakan 40 bus dengan 32 saluran dan 38 transformator. Sementara SLD IEEE 33 bus memiliki 33 bus dengan 37 saluran yang sesuai dengan jumlah bus, dengan beban yang sama dengan jumlah busnya.
- Konversi ini melibatkan penyesuaian notasi dan simbol sesuai dengan jumlah bus IEEE 33. Setiap bus pada IEEE 33 harus memiliki minimal satu saluran dan beban. Penyesuaian dilakukan berdasarkan titik node setiap beban dan saluran yang ada.

3.2 Simulasi dan analisis data

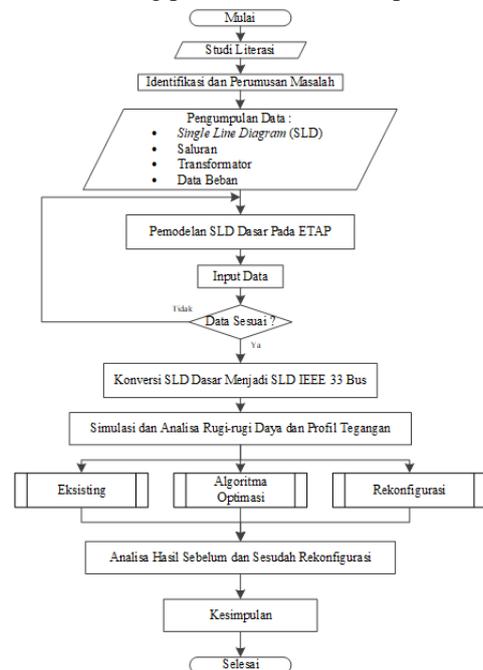
Simulasi dan analisis data yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari dua kondisi yaitu kondisi eksisting dan kondisi rekonfigurasi. Analisis yang dilakukan terhadap kedua kondisi ini menggunakan metode BPSO yang menggunakan dua perangkat lunak berbeda yaitu ETAP 19.0.1 dan Matlab 2018b. Simulasi dan analisa data terdiri dari penerapan data IEEE 33 bus ETAP pada Matlab dan rekonfigurasi hasil Matlab pada ETAP yang akan dijelaskan pada poin berikut ini.

Penerapan data IEEE 33 bus dilakukan dengan mengolah data yang didapatkan dari hasil simulasi ETAP 19.0.1 pada Matlab 2018b. Data yang didapatkan terdiri dari data bus, data saluran yang dikonversikan dengan satuan unit (pu). Pada dasarnya validasi yang dilakukan di perangkat lunak ETAP dan MATLAB membutuhkan keseragaman satuan unit (pu) untuk memastikan perolehan nilai yang sama. Penentuan satuan unit (pu) menjadi langkah awal dalam pendekatan nilai aliran daya bertujuan untuk mengurangi selisih hasil perhitungan di antara keduanya. Penggunaan

satuan unit (pu) ini akan diterapkan pada ketiga bus yang digunakan, melibatkan bus *slack*, PV (*power voltage control*), dan PQ (*power reactive control*).

3.3 Penyelesaian BPSO pada Matlab

Sebuah algoritma optimasi menggunakan metode Swarm Intelligence digunakan untuk menemukan konfigurasi optimal dalam sistem distribusi daya. Program dimulai dengan menginisialisasi parameter-parameter seperti jumlah partikel, dimensi ruang pencarian, serta kecepatan dan posisi



awal partikel. Kemudian, sebuah iterasi dimulai untuk mengoptimalkan konfigurasi sistem.

Berikut adalah tampilan Swarm yang diterapkan pada BPSO Matlab :

- Inisialisasi Parameter Kelompok (Swarm) yang disimpan pada berkas “Swarm33”.
- Inisialisasi Gbest dan Parameter lainnya.
- Inisialisasi Matriks Incidence dengan memuat jaringan listrik pada berkas “case33”.
- Perhitungan Fungsi fitness untuk Pbest dengan inisialisasi awal dengan nilai besar.
- Kemudian dilakukan proses looping berdasarkan iterasi. Iterasi dilakukan hingga mencapai jumlah maksimum iterasi ($\text{maxiter} = 60$).
- Konfigurasi awal dilakukan dengan inisialisasi “case33” yang telah diintegrasikan sesuai dengan SLD KH05 ULP Krueng Geukuh.
- Hasil simulasi akan ditampilkan berupa plot profil tegangan. Plot yang ditampilkan berisikan profil tegangan sebelum dan sesudah direkonfigurasi. Selain Plot, pada jendela perintah akan ditampilkan rugi-rugi daya, dan tegangan minimum.
- Pengukuran waktu dieksekusi lalu diukur dari awal hingga akhir dengan fungsi `tic` dan `toc`.

3.4 Penyelesaian BPSO pada ETAP

Konfigurasi ulang atau rekonfigurasi jaringan KH05 melalui BPSO dilakukan pada ETAP 19.0.1 setelah hasil pada Matlab didapatkan. Rekonfigurasi dilakukan dengan membuka atau menutup CB sesuai hasil yang didapatkan. Penandaan kondisi CB ditampilkan dengan simbol yang jelas pada SLD IEEE 33 bus.

kondisi CB yang terbuka dan tertutup pada SLD yang diterapkan. Secara umum, saluran yang menghubungkan tiap bus memiliki satu CB. Pada kondisi eksisting, CB yang terbuka terdiri dari CB di bus 33, 34, 35, 36, dan 37 sebagaimana yang telah dimuat pada program Matlab sebelumnya. Berikut adalah tampilan kondisi eksisting saat CB 33, 34, 35, 36, dan 37 terbuka seperti gambar 3 berikut.

Command Window				
***** SIMULATION RESULTS OF 33 BUS DISTRIBUTION NETWORK *****				
	BEFORE RECONFIGURATION		AFTER RECONFIGURATION	
Tie switches:	33 34 35 36 37		7 13 28 35 36	
Power loss:	0.2858 kW		0.17529 kW	
Power loss reduction:			38.6663 %	
Minimum voltage:	0.99986 pu		0.99994 pu	
Elapsed time is 5.760172 seconds.				

Gambar 3.2 Tampilan Kondisi Eksisting CB Yang Dibuka

3.5 Hasil simulasi aliran daya

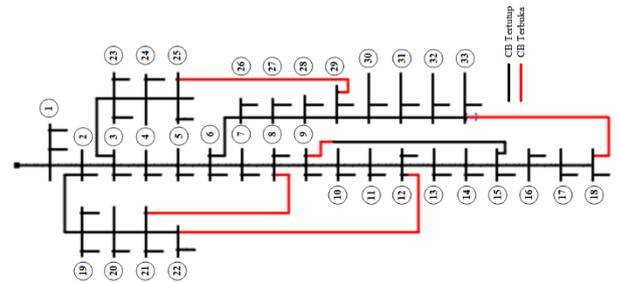
Hasil rekonfigurasi didasarkan pada hasil analisis dan simulasi yang dihasilkan oleh algoritma BPSO dalam MATLAB. Dengan mengintegrasikan temuan dari simulasi dengan praktik rekonfigurasi, jaringan listrik dapat dioptimalkan untuk memenuhi tuntutan operasional yang beragam, seperti peningkatan beban atau perubahan kondisi jaringan.

Rekonfigurasi pada Matlab dilakukan dengan menjalankan program yang telah disesuaikan berdasarkan parameter penelitian. Parameter atau data penelitian ini terdiri dari daya beban, data bus, dan data saluran KH05 Krueng Geukueh yang telah disesuaikan sesuai kasus 33 bus. Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya, proses simulasi pada Matlab ini tidak berlangsung sebatas mendapatkan konfigurasi jaringan baru, akan tetapi mendapatkan parameter seperti nilai rugi-rugi daya, tegangan minimum, tegangan maksimum, dan waktu iterasi yang dibutuhkan untuk simulasi berlangsung sebagaimana yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut:

Command Window				
Newton's method power flow converged in 2 iterations.				
Converged in 0.00 seconds				
System Summary				
How many?	How much?	P (MW)	Q (MVar)	
Buses	33	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)	7.0	3.4
Loads	33	Load	7.0	3.4
Fixed	33	Fixed	7.0	3.4
Dispatchable	0	Dispatchable	-0.0 of -0.0	-0.0
Shunts	0	Shunt (inj)	-0.0	0.0
Branches	37	Losses (I ² * Z)	0.00	0.00
Transformers	37	Branch Charging (inj)	-	0.0
Inter-ties	0	Total Inter-tie Flow	0.0	0.0
Areas	1			

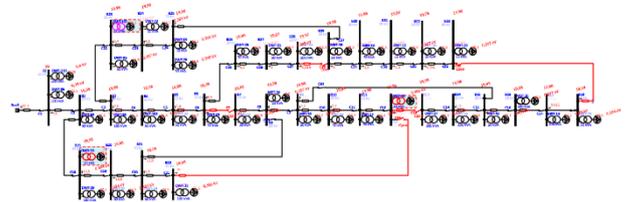
Gambar 3.1 Tampilan jendela perintah saat itersi telah selesai

Pada Gambar 3.3, terlihat parameter yang dimasukkan pada program Matlab dan terlihat juga iterasi yang dilakukan sebanyak 2 iterasi. Kemudian gambar menunjukkan kapasitas bus yang berjumlah 33 dengan pembebanan berjumlah 33 serta saluran yang berjumlah 37. Kemudian pada gambar juga terlihat nilai daya aktif dan daya reaktif yang diterapkan pada saat simulasi berjalan, dimana nilai rugi-rugi daya aktif sebesar 7.0 MW dengan daya reaktif sebesar 3.4 MVAR. Berikut adalah tampilan hasil simulasi Matlab yang telah dilakukan.



Gambar 3.2 Tampilan hasil akhir simulasi pada Matlab

Pada hasil simulasi rekonfigurasi pada Matlab terlihat pemilihan CB pada beberapa bus yang terlibat. Sebelumnya bus saklar yang terbuka berapa pada CB saluran 33, 34, 35, 36 dan 37. Akan tetapi pada hasil penerapan BPSO pada jaringan, didapatkan saklar yang akan dibuka pada proses berikutnya yaitu CB saluran 7, 13, 28, 35, dan 36.



Gambar 3.5 Tampilan Kondisi Rekonfigurasi CB Yang Dibuka

Hasil simulasi rugi-rugi daya dan profil tegangan merupakan langkah penting dalam evaluasi performa sistem tenaga listrik. Hasil simulasi aliran daya menunjukkan perbedaan antara profil tegangan yang diperoleh dari simulasi dan adanya perubahan rugi-rugi daya sebelum dan sesudah di rekonfigurasi pada simulasi aliran daya ETAP. Langkah ini memberikan wawasan mendalam terkait stabilitas dan distribusi tegangan dalam sistem. Perbandingan profil tegangan meliputi jatuh tegangan, dan rugi-rugi daya dari data yang diperoleh sebelum dan setelah konfigurasi diberikan pada Tabel 1. dan Tabel 2. berikut:

Tabel 3.1. Perbandingan profil tegangan sebelum dan sesudah rekonfigurasi

Bus ID	Tegangan			
	Referensi	Sebelum	Setelah	Selisih
B1	20	20	20	0
B2	20	19.98	19.98	0
B3	20	19.98	19.98	0
B4	20	19.98	19.98	0
B5	20	19.97	19.98	0.01
B6	20	19.97	19.98	0.01
B7	20	19.97	19.98	0.01
B8	20	19.97	19.98	0.01
B9	20	19.97	19.98	0.01
B10	20	19.97	19.98	0.01
B11	20	19.97	19.98	0.01
B12	20	19.96	19.98	0.02
B13	20	19.96	19.98	0.02
B14	20	19.96	19.98	0.02
B15	20	19.96	19.98	0.02
B16	20	19.96	19.98	0.02
B17	20	19.96	19.98	0.02
B18	20	19.96	19.98	0.02
B19	20	19.98	19.98	0
B20	20	19.98	19.98	0
B21	20	19.98	19.98	0
B22	20	19.98	19.98	0
B23	20	19.98	19.98	0
B24	20	19.98	19.98	0
B25	20	19.98	19.98	0
B26	20	19.96	19.97	0.01
B27	20	19.96	19.97	0.01
B28	20	19.96	19.98	0.02
B29	20	19.96	19.98	0.02
B30	20	19.96	19.98	0.02
B31	20	19.96	19.98	0.02
B32	20	19.96	19.98	0.02
B33	20	19.95	19.98	0.03

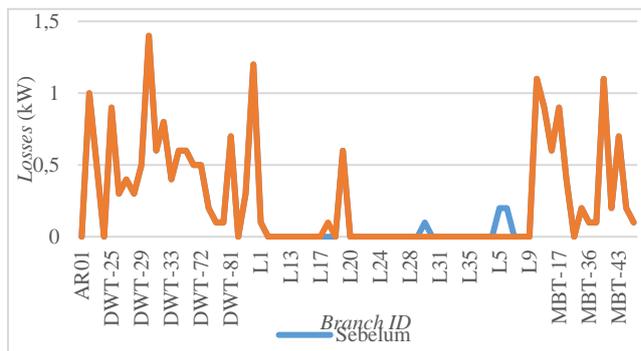
Tabel 3.2. Perubahan rugi-rugi daya sebelum dan sesudah rekonfigurasi

Branch ID	Losses			
	Sebelum		Sesudah	
	kW	kvar	kW	kvar
AR01	0	0	0	0
DWT-101	1	1.6	1	1.6
DWT-102	0.5	0.7	0.5	0.7

Branch ID	Losses			
	Sebelum		Sesudah	
	kW	kvar	kW	kvar
DWT-110	0	0	0	0
DWT-25	0.9	1.3	0.9	1.3
DWT-26	0.3	0.4	0.3	0.4
DWT-27	0.4	0.6	0.4	0.6
DWT-28	0.3	0.5	0.3	0.5
DWT-29	0.5	0.8	0.5	0.8
DWT-30	1.4	2.1	1.4	2.1
DWT-31	0.6	0.9	0.6	0.9
DWT-32	0.8	1.1	0.8	1.1
DWT-33	0.4	0.6	0.4	0.6
DWT-34	0.6	0.8	0.6	0.8
DWT-65	0.6	0.9	0.6	0.9
DWT-68	0.5	0.7	0.5	0.7
DWT-72	0.5	0.7	0.5	0.7
DWT-73	0.2	0.3	0.2	0.3
DWT-74	0.1	0.2	0.1	0.2
DWT-76	0.1	0.1	0.1	0.1
DWT-81	0.7	1	0.7	1
DWT-85	0	0.1	0	0.1
DWT-90	0.3	0.4	0.3	0.4
DWT-96	1.2	1.8	1.2	1.8
L1	0.1	0	0.1	0
L10	0	0	0	0
L11	0	0	0	0
L12	0	-1.2	0	-1.2
L13	0	-0.6	0	-0.6
L14	0	-0.4	0	-0.4
L15	0	-0.7	0	-0.7
L16	0	-0.4	0	-0.4
L17	0	-0.4	0	-0.4
L18	0	-0.3	0.1	-0.3
L19	0	-0.4	0	-0.4
L2	0.6	-0.2	0.6	-0.2
L20	0	-0.3	0	-0.3
L21	0	-1.2	0	-1.2
L22	0	-0.4	0	-0.4
L23	0	-1	0	-1
L24	0	-1	0	-1
L25	0	-1	0	-1
L26	0	-0.8	0	-0.8
L27	0	-0.9	0	-0.9
L28	0	-0.5	0	-0.5
L29	0	-0.7	0	-0.7
L3	0.1	-0.1	0	-0.1
L30	0	-0.2	0	-0.2
L31	0	-0.6	0	-0.6
L32	0	-0.6	0	-0.6
L33	0	0	0	0
L34	0	0	0	0
L35	0	0	0	0
L36	0	0	0	0
L37	0	0	0	0
L4	0	0	0	-0.1
L5	0.2	-0.7	0	-1
L6	0.2	-0.6	0	-0.8
L7	0	0	0	0
L8	0	0	0	0

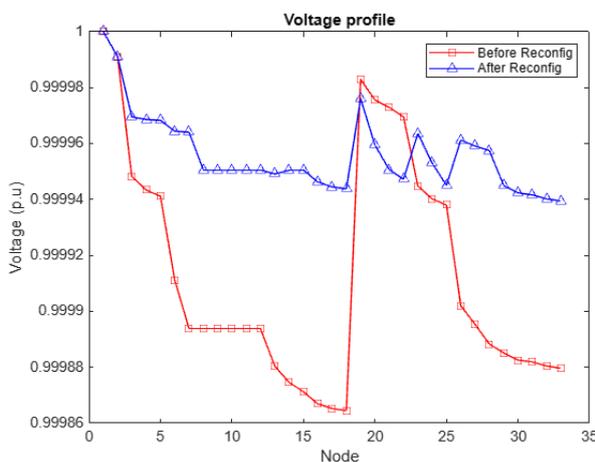
Branch ID	Losses			
	Sebelum		Setelah	
	kW	kvar	kW	kvar
L9	0	0	0	0
MBT-01	1.1	1.7	1.1	1.7
MBT-14	0.9	1.4	0.9	1.4
MBT-16	0.6	0.9	0.6	0.9
MBT-17	0.9	1.3	0.9	1.3
MBT-26	0.4	0.5	0.4	0.5
MBT-34	0	0	0	0
MBT-35	0.2	0.3	0.2	0.3
MBT-36	0.1	0.1	0.1	0.1
MBT-38	0.1	0.2	0.1	0.2
MBT-40	1.1	1.7	1.1	1.7
MBT-42	0.2	0.2	0.2	0.2
MBT-43	0.7	1.1	0.7	1.1
MBT-49	0.2	0.3	0.2	0.3
MBT-53	0.1	0.2	0.1	0.2
Total	19.732	12.531	19.4	12

Pada Tabel 2. menunjukkan perubahan total rugi-rugi daya yang terjadi sebelum dan setelah rekonfigurasi. Pada tabel terlihat perubahan daya aktif yang terjadi memiliki selisih 0.332 kW dengan daya reaktif sebesar 0.531 kVar. Rugi-rugi daya yang didapatkan pada selisih yang terjadi tidak terlalu signifikan sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 4. berikut.



Gambar 3.6 Perubahan rugi-rugi daya sebelum dan sesudah rekonfigurasi

Selain itu, penurunan tegangan yang tidak signifikan dari nilai referensi pada beberapa bus, seperti pada bus B26, B27, dan B33, dapat mengakibatkan penurunan kinerja sistem



secara keseluruhan. Hal ini dapat memengaruhi keandalan dan efisiensi operasi sistem distribusi listrik, serta meningkatkan risiko gangguan atau kegagalan. Oleh karena itu, tindakan perbaikan atau peningkatan harus diambil dengan cepat untuk menjaga stabilitas dan kinerja optimal sistem distribusi listrik. Berikut ini adalah perbuahan profil tegangan dengan satuan unit yang didapatkan dari penerapan BPSO Matlab.

Gambar 3.7 Perubahan profil tegangan per unit tiap bus

Analisis perbandingan hasil losses pada sistem distribusi listrik sebelum dan setelah rekonfigurasi menunjukkan perubahan yang tidak terlalu signifikan. Total losses sistem pada kondisi awal adalah sebesar 19.732 kW dan 12.531 kvar, sedangkan setelah rekonfigurasi, total losses menurun menjadi 19,4 kW dan 12 kvar. Hal ini menunjukkan bahwa rekonfigurasi sistem berhasil mengurangi total losses sistem secara keseluruhan.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi yang di dapatkan memiliki beberapa kesimpulan sebagai berikut;

1. Perbandingan rugi daya nyata sebelum dan setelah rekonfigurasi jaringan di PT. PLN (Persero) ULP Krueng Geukueh menunjukkan penurunan yang signifikan dalam jumlah total rugi daya. Sebelum rekonfigurasi, total rugi daya nyata mencapai 19.732 kW, sedangkan setelah rekonfigurasi berhasil dilakukan, total rugi daya nyata menurun menjadi 19,4 kW. Hal ini mengindikasikan bahwa rekonfigurasi jaringan berhasil mengurangi kerugian daya secara keseluruhan, yang dapat meningkatkan efisiensi sistem distribusi listrik secara signifikan.
2. Analisis optimalisasi jaringan menggunakan metode Binary Particle Swarm Optimization (BPSO) di PT. PLN (Persero) ULP Krueng Geukueh bertujuan untuk mencari konfigurasi jaringan yang optimal dalam hal peningkatan efisiensi dan penurunan kerugian daya yang langkah-langkah seperti inialisasi parameter, iterasi untuk mengoptimalkan konfigurasi sistem, perhitungan fungsi fitness, dan pemantauan perubahan dalam parameter jaringan untuk mencapai peningkatan efisiensi dan kinerja jaringan distribusi listrik dan tidak luput dengan penggunaan perangkat lunak berupa ETAP 19.0.1 dan Matlab 2018b. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode BPSO mampu memberikan solusi yang optimal dalam rekonfigurasi jaringan distribusi listrik, yang dapat menghasilkan peningkatan kinerja sistem dan pengurangan kerugian daya secara signifikan.

V. REFERENSI

[1] R. Syahputra, F. D. Syahfitra, K. T. Putra, and I. Soesanti, "Prediksi Beban Listrik Menggunakan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Tipe Propagasi-Balik," *Semesta Tek.*, vol. 23, no.

- 2, pp. 143–155, 2020.
- [2] N. A. Musdir, A. Arief, and M. B. Nappu, “Penempatan Distributed Generation Optimal Mempertimbangkan Rekonfigurasi Jaringan,” *J. EKSITASI Dep. Tek. ELEKTRO*, vol. 1, no. 2, pp. 29–35, 2022.
- [3] D. M. Dewi, N. Hikmah, I. Marzuki, and A. Izzuddin, “Rekonfigurasi Jaringan Menggunakan Binary Particle Swarm Optimization (BPSO) Pada Penyulang Suryagraha,” *J. JEETech*, vol. 1, no. 1, pp. 22–30, 2020.
- [4] A. Rosyida and T. B. Sasongko, “Early Detection of Alzheimer’s Disease with the C4. 5 Algorithm Based on BPSO (Binary Particle Swarm Optimization),” *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 12, no. 3, pp. 341–349, 2023.
- [5] S. A. Kumar, S. Padma, and S. Madhubalan, “Distribution Network Reconfiguration Using Hybrid Optimization Technique,” *Intell. Autom. Soft Comput.*, vol. 33, no. 2, 2022.
- [6] I. Ginarsa, I. Nrartha, and A. B. Muljono, “Transmisi Daya Tegangan Tinggi Arus Searah (TTAS) Keuntungan Desain Dan Interaksinya Dengan Sistem Arus Bolak-Balik (AB),” 2020.