

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem listrik yang disuplai oleh PT. PLN (Persero) memiliki peran vital dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di seluruh wilayah Indonesia. Sebagai penyedia layanan listrik utama, PT. PLN (Persero) bertanggung jawab atas penyediaan pasokan listrik yang andal kepada pelanggan di berbagai sektor, termasuk industri, komersial, dan rumah tangga. 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. Ini dapat mengganggu efisiensi dan kelangsungan operasional. Rugi-rugi daya merupakan fenomena dimana sebagian daya listrik hilang dalam proses distribusi akibat resistensi kabel dan transformator. Oleh karena itu, diperlukan upaya serius untuk mengatasi tantangan ini dan meningkatkan efisiensi jaringan distribusi listrik [1].

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 [2].

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. Dengan pendekatan ini, diharapkan akan mungkin untuk mencari solusi yang lebih baik dalam mengatasi tantangan rugi-rugi daya dan meningkatkan kualitas layanan listrik yang disediakan oleh PT. PLN (Persero) di wilayah distribusi 20 kV [3].

Rekonfigurasi jaringan adalah mengatur ulang konfigurasi sebelumnya dengan menggunakan pensaklaran untuk menjalankan operasi normal. Rekonfigurasi dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi rugi-rugi daya pada jaringan distribusi dan menyeimbangkan beban. Namun, rekonfigurasi ini harus mempertahankan batasan operasi seperti tegangan dan arus maksimum saluran, dan mempertahankan struktur jaringan radial dalam kondisi normal tanpa mengubah posisi transformator atau jumlah saluran di jaringan distribusi. Dengan membuat suatu kabel penghubung baru yang akan diubah statusnya menjadi tidak terhubung/dilepas (*tie switch*) antar trafo distribusi sehingga didapatkan konfigurasi jaringan yang baru dengan rugi-rugi daya yang minimal. Selain itu, rekonfigurasi berfungsi untuk menjaga keandalan sistem, restorasi untuk pemeliharaan dan mencegah ketidakseimbangan beban [4].

Sebelumnya telah dilakukan penelitian disalah satu gardu portal penyulang Gardu Hubung Kreung Geukueh yang dilakukan oleh Eka Liana [5]. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk melihat arus netral yang mengalir pada trafo sehingga menyebabkan beban tak seimbang. Beban tidak seimbang pada setiap penampang (fase R, fasa S, fasa T) dapat menyebabkan arus mengalir di netral peralatan listrik (IN) yang amplitudonya bergantung pada besarnya gangguan ketidakseimbangan tersebut. Hasil penelitian yang didapatkan persentase ketidakseimbangan beban pada transformator 50kVA pada siang hari 13.66% dan pada malam hari 4.66%. Dengan besarnya dimen atau rugi-rugi daya yang diakibatkan oleh adanya arus yang mengalir pada penghantar netral trafo 50kVa pada siang hari yaitu 1.34% dan pada malam hari 2.18%. berdasarkan perhitungan pada

siang hari sebesar 5.17% dan pada malam hari 14.6% besarnya rugi-rugi yang diakibatkan adanya aliran arus yang mengalir ke tanah pada trafo 50kVa.

Sebelumnya juga telah dilakukan penelitian oleh Aria Maiga Siregar dan kawan-kawan [6]. Penelitian dilakukan di penyulang KH05 Krueng Geukeuh dengan tujuan penelitian memperbaiki nilai rugi-rugi daya. Penelitian ini dilakukan dengan menjalankan simulasi *single line diagram* (SLD) KH05 Krueng Geukeuh di *software* ETAP 16.0.0 dan Matlab 2020. Dari hasil simulasi yang didapatkan, terdapat susut teknis pada penyulang KH05 senilai 31,6kW pada simulasi MATLAB, sedangkan simulasi ETAP 41,8 kW. Susut teknis yang terjadi dikarenakan oleh panjang saluran pada kabel dan kapasitas transformator distribusi yang tidak sesuai. Perbaikan yang dilakukan pada jaringan tegangan menengah di K.H05 ULP Kreung Geukeuh ini, memberikan solusi yaitu menyesuaikan kapasitas transformator distribusi dengan dayanya. Susut yang terjadi pada jaringan tegangan menengah di K.H. 05 ULP Kreung Geukeuh masih berada dibawah 10% yang mana masih sesuai dengan standar pada SPLN No.72 tahun 1987.

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 [7].

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 19.0.1 dan Matlab 2018b untuk memperoleh data implementasi daya sebelum dan sesudah rekonfigurasi jaringan yang mendukung sistem tenaga listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah berdasarkan latar belakang penelitian adalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana pemodelan jaringan distribusi yang akan direkonfigurasi pada PT. PLN (Persero) ULP Krueng Geukueh ?
- b. Bagaimana perbandingan rugi daya nyata sebelum rekonfigurasi dan setelah rekonfigurasi jaringan di PT. PLN (Persero) ULP Krueng Geukueh ?
- c. Bagaimana analisis optimalisasi jaringan menggunakan metode BPSO di PT. PLN (Persero) ULP Krueng Geukueh ?

1.3 Batasan Penelitian

Batasan permasalahan yang digunakan ialah sebagai berikut.

- a. Perhitungan optimal jaringan hanya dilihat dari parameter rugi-rugi daya nyata dan profil tegangan.
- b. Jaringan hanya terbatas pada tiga Penyulang, yaitu Penyulang Muara Batu/Sawang, Penyulang Kota Krueng Geukeuh dan Penyulang Bandar Baru.
- c. Tidak mempertimbangkan keandalan, gangguan, transien, sistem harmonisa dan koordinasi proteksi pada sistem.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah adalah sebagai berikut.

- a. Mampu melakukan pemodelan jaringan distribusi yang akan direkonfigurasi pada PT. PLN (Persero) ULP Krueng Geukueh.
- b. Mengetahui perbandingan rugi daya nyata sebelum rekonfigurasi dan setelah rekonfigurasi jaringan di PT. PLN (Persero) ULP Krueng Geukueh.
- c. Mampu analisis optimalisasi jaringan menggunakan metode BPSO di PT. PLN (Persero) ULP Krueng Geukueh.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) ULP Krueng Geukueh dengan Metode *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO)" dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Peneliti akan mendapatkan pengetahuan lebih mendalam tentang rekonfigurasi jaringan distribusi listrik, metode BPSO, dan aplikasinya dalam perusahaan PLN.
- b. Penelitian ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan dalam bidang teknik listrik, khususnya yang terkait dengan otomatisasi dan optimisasi jaringan distribusi listrik.
- c. Peningkatan efisiensi dan keandalan jaringan distribusi listrik dapat membawa manfaat langsung bagi pelanggan dengan penyediaan layanan listrik yang lebih baik.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan pemaparan garis besar pada penelitian ini yang terdiri dari sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan yang menjelaskan latar belakang masalah, tujuan, metodologi dan proses penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan studi literatur dan dasar teori penunjang yang berkaitan dengan *Binary Particle Swarm Optimization* dan system distribusi.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Berisikan data dan permodelan sistem jaringan yang digunakan, penyelesaian metode *Binary Particle Swarm Optimization*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan simulasi data dan analisis, yang membahas simulasi sistem distribusi jaringan sebelum dan sesudah rekonfigurasi jaringan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dan saran.