BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Distribusi tenaga listrik pada suatu wilayah membutuhkan peran krusial dari jaringan distribusi energi listrik. Keandalan saluran distribusi dapat dilihat dari kemampuan sistem distribusi tenaga listrik untuk secara konsisten mengirimkan energi menuju beban atau pelanggan dengan kehandalan yang tinggi. Isu paling pokok dalam distribusi energi listrik melibatkan kualitas, keberlanjutan, dan ketersediaan layanan listrik kepada pelanggan [1]. Untuk menilai kehandalan sistem distribusi, ditentukan dengan berbagai pendekatan seperti inspeksi, perhitungan, dan analisis terhadap performa serta operasional sistem dalam rentang waktu tertentu. Parameter-parameter yang dipakai untuk menilai tingkat keandalan dalam sistem distribusi mencakup indeks-indeks seperti indeks frekuensi gangguan rata-rata Sistem (SAIFI), indeks durasi gangguan rata-rata sistem (SAIDI), dan indeks durasi gangguan rata-rata pelanggan (CAIDI) [2]. Angka SAIDI dan SAIFI yang semakin tinggi mencerminkan tingkat keandalan yang semakin rendah dan kualitas pelayanan yang menurun kepada pelanggan. Dengan keandalan yang memenuhi standar, masyarakat dapat menikmati sumber daya listrik secara konsisten. Suatu pendekatan untuk meningkatkan kehandalan jaringan distribusi, berdasarkan indikator keandalan, adalah dengan menerapkan perangkat seperti *sectionalizer* atau *recloser*.

Recloser merupakan perangkat keamanan yang berperan dalam memutus dan menghubungkan wilayah yang mengalami gangguan pada sistem distribusi. *Recloser* akan sementara waktu memisahkan wilayah yang terkena gangguan sampai gangguan dianggap hilang, kemudian *recloser* akan otomatis kembali beroperasi sesuai dengan pengaturan yang telah ditetapkan, sehingga jaringan dapat aktif kembali secara otomatis [3]. Tetapi, dalam kondisi saat ini, pemasangan *recloser* hanya memperhitungkan jarak aman antara *recloser* dan komponen pemutus lainnya, tanpa mempertimbangkan daerah dengan tingkat konsumsi beban dan populasi pelanggan yang tinggi. Penyulang Jolotundo yang digunakan sebagai basis data penelitian merupakan salah satunya, diketahui penyulang Jolotundo

termasuk dalam penyulang dengan pelanggan terbanyak serta memiliki total bus sebanyak 122. Dalam kurun waktu terakhir penyulang jolotundo telah mengalami lebih dari 65 kali pemandaman. Memanfaatkan data parameter performa *recloser* dan posisi penempatan *recloser*, dilakukan perhitungan untuk menetapkan tingkat beban dan jumlah penduduk disetiap lokasi penempatan *recloser*. Tujuannya adalah untuk mencapai hasil yang optimal sehingga dapat dijadikan sebagai dasar untuk menganalisis letak *recloser* menggunakan metode penelitian statistik, dengan tujuan untuk maksimalkan kinerja sistem. Pemanfaatan *recloser* terbukti sangat efisien dalam menanggulangi gangguan yang bersifat sementara.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi beragam opsi solusi terkait penempatan *recloser*, yang dapat dijadikan sumber referensi diantaranya. Peningkatan keandalan melalui optimasi penempatan *recloser* dengan menerapkan *Virus Evolutionary Genetic Algorithm* (VEGA) sebagai metode [4]. Perbandingan dilakukan dan disimpulkan bahwa VEGA memberikan solusi yang lebih baik dalam penempatan recloser dibandingkan dengan *fuzzy* GA. Meskipun demikian, VEGA memiliki kelemahan pada waktu eksekusi program yang lebih lama, kira-kira 14 kali lipat lebih lama dibandingkan dengan metode kombinasi *Fuzzy* GA. Penelitian lainya yaitu, Eksplorasi penempatan *recloser* dengan tujuan mencapai indeks keandalan terbaik, menggunakan pendekatan *Ant Colony Optimization* (ACO) [5]. Optimasi penempatan *recloser* diperoleh titik pemasangan dengan nilai dari SAIDI dan SAIFI mengalami reduksi namun pengaruh dari penambahan *recloser* menyebabkan respon berbeda dari standar indeks keandalan SAIDI (lebih baik) dan SAIFI (kurang baik).

Penelitian berikutnya, menggunakan algoritma *Differential Evolution* (DE) [6]. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa kehandalan sistem distribusi yang telah dioptimalkan menggunakan algoritma DE jauh lebih superior dibandingkan dengan sistem distribusi yang tidak mengalami optimasi atau yang masih dalam keadaan awal semula pada penyulang Olak alen. Selanjutnya adalah penerapan *recloser* sebagai salah satu parameter kritis dalam meningkatkan efektivitas sistem proteksi pada jaringan distribusi energi [7]. *Recloser* akan beroperasi secara optimal sesuai fungsinya jika ditempatkan pada *section* 2, karena pada lokasi tersebut, didapatkan indeks keandalan SAIFI yang lebih rendah dibandingkan dengan *section*

lainnya. Penelitian mengenai Evaluasi keandalan sistem distribusi 20 KV di UPJ Mojokerto dilakukan melalui analisis studi menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) [8]. Kedua indeks SAIFI dan SAIDI untuk penyulang Gading dan Bangsal belum memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh PLN.

Berdasarkan uraian dari penelitian terdahulu yang disebutkan, belum ada yang mampu memenuhi kriteria standar dari penyulang Jolotundo, serta belum ada penerapan terkait kombinasi dari beberapa metode. Dalam penelitian ini akan ditentukan lokasi penempatan *recloser* dengan memanfaatkan pendekatan berbeda dari penelitian sebelumnya. Pendekatan yang digunakan melibatkan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dengan Logika *Fuzzy* yang dikombinasikan dengan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Metode FMEA digunakan sebagai dasar untuk menganalisa dan menghitung indeks keandalan sistem distribusi sebelum dioptimasi. *Fuzzy* dan PSO digunakan untuk menentukan letak *recloser* yang optimal. *Fuzzy* berfungsi untuk memperkecil area yang akan dioptimasi, sehingga optimasi lanjutan menggunakan PSO, lebih efektif dan efisien dalam menentukan letak *recloser*. Berdasarkan karakteristik serta data yang diperoleh pada penyulang Jolotundo dalam kurun waktu terakhir disebutkan telah terjadi lebih dari 65 kali pemadaman. Dengan mengkombinasikan metode yang diterapkan, diharapkan hasil diperoleh maksimal karena masing-masing dari metode yang dikombinasi memliki kelebihan tersendiri, sehingga dapat membantu meningkatkan keandalan pada penyulang Jolotundo.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan pada penelitian merupakan masalah yang sering ditemukan pada suatu sistem distribusi dan berdampak pada keandalan sehingga perlu adanya solusi. Oleh karena itu, Upaya untuk menggambarkan permasalahan dalam konteks penelitian ini dapat diartikan sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan penempatan *recloser* yang optimal pada penyulang Jolotundo menggunakan metode *Fuzzy*-PSO.
2. Bagaimana indeks keandalan SAIDI dan SAIFI setelah optimasi penempatan *recloser* menggunkan metode *Fuzzy*-PSO.

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada metodologi dan kompleksitas permasalahan yang telah diuraikan, upaya yang ditempuh dalam penelitian ini adalah untuk mencapai:

1. Mendapatkan posisi atau letak *recloser* yang paling optimal untuk penyulang Jolotundo dengan menggunakan metode *Fuzzy*-PSO.
2. Menekan nilai indeks keandalan terutama untuk SAIDI dan SAIFI sehingga sesuai dengan Standard PLN dengan menggunakan metode *Fuzzy*-PSO.

1.4 Batasan Penelitian

Untuk tetap fokus pada topik masalah yang akan diselesaikan maka Batasan masalah ini yakni :

1. Data-data yang digunkan yaitu data dari PT. PLN (persero) pada penyulang Jolotundo.
2. Penelitian ini meliputi optimasi penempatan dan pengujian *recloser* pada penyulang Jolotundo.
3. Proses perhitungan pra optimasi menggunakan *software* excel
4. Proses simulasi menggunakan *software* Matlab 2019b.
5. Sistem distribusi hanya terfokus pada jaringan distribusi 20 kV.
6. Penelitian menggunkan metode FMEA untuk menganalisa keandalan sistem distribusi 20 KV.
7. Algoritma yang diterapkan untuk optimasi penempatan *recloser* menggunkan *Fuzzy* dan *Particle Swarm Optimization* (PSO).

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat berfungsi sebagai tinjauan dan patokan dalam pengoptimalan keandalan sistem distribusi terkhusus untuk penyulang Jolotundo sehingga nantinya lebih andal dan optimal dalam menyuplai energi listrik. Tidak hanya itu penelitian juga dapat diaplikasikan dan dijadikan sebagai pembelajaran untuk kedepannya supaya sistem distribusi dapat terus menyuplai secara terus menerus walau terjadi gangguan.

1.6 Sistematika Penulisan

Tahap sistem penulisan yang dilakukan pada penelitian terdapat beberapa Bab yang dijabarkan yaitu antara lain sebagai berikut :

- BAB I Pendahuluan

  Bagian ini mencakup pembahasan tentang aspek-aspek tertentu terkait permasalahan yang dijelaskan, melibatkan gambaran awal dari konteks penelitian, perumusan masalah, tujuan yang akan dicapai, batasan masalah, dan manfaat yang dapat diperoleh melalui pelaksanaan penelitian.

- BAB II Tinjauan Pustaka

  Merupakan bagian yang mengupas secara mendalam mengenai kerangka konseptual dan teori-teori yang relevan dengan subjek penelitian mencakup pemahaman dasar mengenai indeks keandalan, suplai energi, *recloser* dan elemen-elemen lainnya secara umum.

- BAB III Metodologi

  Merupakan Bab yang menjabarkan terkait alur serta metode yang dilakukan selama penelitian meliputi proses perancangan dan perhitungan parameter variabel penelitian.

- BAB IV Hasil dan Pembahasan

  Merupakan segmen yang membahasa terkait pemaparan serta analisa hasil dari pengujian *recloser* yang telah dilakukan.

- BAB V Penutup

  Dalam bab penutup, merupakan penjelasan secara singkat yang melibatkan kesimpulan dari hasil penelitian, sekaligus memberikan saran sebagai dasar untuk penelitian lanjutan.