

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sistem tenaga listrik dirancang untuk mendistribusikan daya secara ekonomis dan andal ke setiap lokasi dalam jaringan sistem tenaga. Pembangkit energi listrik memanfaatkan berbagai sumber energi, seperti batu bara, hidro, dan nuklir. Pembangkit besar dan terpusat menyuplai energi listrik secara luas ke berbagai konsumen melalui jaringan transmisi dan distribusi yang sangat panjang [1].

Di Indonesia, sistem distribusi listrik umumnya menggunakan konfigurasi radial atau *top-down*, di mana daya listrik dikirim dari pusat pembangkit ke beban melalui saluran penghantar yang panjang. Namun, metode ini dapat menyebabkan penurunan tegangan dan kerugian daya yang signifikan. Sebagai alternatif, pengembangan pembangkit listrik skala kecil yang terintegrasi dengan jaringan distribusi (*Distributed Generation* atau DG) menawarkan solusi menarik. Selain membantu mengatasi masalah lingkungan dan biaya transmisi, DG juga memungkinkan pemanfaatan sumber daya energi terbarukan [2].

Selama penyaluran energi listrik, beberapa masalah mungkin muncul, seperti penurunan tegangan, faktor daya rendah, dan kerugian daya. Beban dalam jaringan distribusi bisa berupa beban kapasitif atau induktif, meskipun umumnya beban induktif lebih dominan. Peningkatan beban reaktif induktif dapat menyebabkan penurunan tegangan yang lebih besar, kerugian daya yang lebih tinggi, penurunan faktor daya, serta kapasitas penyaluran daya yang lebih rendah [3]. Masalah ini juga terjadi pada penyulang Lela. Berdasarkan regulasi PLN (SPLN No.1 Tahun 1995), syarat keandalan sistem mencakup persentase beban transformator yang tidak boleh melebihi 80% dari kapasitasnya, serta persentase penurunan tegangan di sisi pelanggan yang harus berada dalam rentang +5% hingga -10% dari tegangan normal[4].

Pada kasus penyulang Lela, salah satu solusi untuk mengatasi masalah adalah dengan memasang *shunt kapasitor bank* dan *Distributed Generation* (DG). Tujuan utama dari pemasangan *shunt kapasitor bank* dan DG adalah untuk meningkatkan faktor daya, mengurangi kerugian energi, menjaga stabilitas tegangan, meningkatkan keandalan sistem, serta menyediakan sumber energi terbarukan sebagai cadangan dalam

sistem [5].

Penentuan ukuran dan lokasi kedua komponen ini memengaruhi efektivitas dalam mengatasi kerugian daya dan penurunan tegangan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penempatan dan besaran pemasangan kapasitor dan *distributed generation*. Metode yang digunakan untuk menentukan nilai optimal adalah algoritma genetika, yang menawarkan keunggulan dalam menemukan solusi berkualitas dan efisien dengan proses yang mudah dipahami dan diterapkan. Penelitian ini memanfaatkan teknik tersebut untuk menentukan lokasi optimal bagi kapasitor bank dan *distributed generation* dalam sistem distribusi, dengan *algoritma genetika* sebagai teknik optimasinya[6].

Untuk melakukan penelitian ini, penulis menggunakan *software ETAP (Electrical Transient Analysis Program)*, untuk menyelesaikan masalah yang ada pada penyulang Lela.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Merujuk pada latar belakang penelitian dengan judul Desain Penempatan Optimal Shunt Kapasitor Bank dan *Distributed Generation* (DG) pada Jaringan Distribusi Radial 20 kV di Penyulang Lela, rumusan masalah yang diidentifikasi adalah:

1. Bagaimana pengaruh pemasangan *shunt kapasitor bank* terhadap faktor daya dan rugi daya pada jaringan distribusi radial?
2. Bagaimana profil tegangan pada sistem distribusi radial setelah pemasangan *distributed generation*?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengatasi masalah factor daya rendah dan rugi daya pada jaringan distribusi radial.
2. Untuk meningkatkan profil tegangan dalam jaringan distribusi radial.

## **1.4 Batasan Masalah**

Agar diskusi tidak menyimpang dari lingkup penelitian ini, penulis menetapkan batasan berikut:

1. Metode penempatan DG dan Kapasitor yang digunakan adalah Algoritma genetika.
2. Pengujian metode pada penelitian ini menggunakan 4 skenario
3. Pada penelitian ini penentuan beban sistem distribusi listrik penyulang Lela menggunakan acuan standar PLN, yaitu pembebanan tidak lebih dari 80% total kapasitas trafo.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Struktur penelitian ini diorganisasikan dalam beberapa bab dan dijelaskan melalui pembahasan yang mengikuti standar penulisan yang berlaku.

### **BAB I: PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika dalam penulisan laporan supaya sesuai dengan format yang berlaku.

### **BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini memberikan penjelasan tentang system distribusi, jenis – jenis system didtribusi, *shunt kapasitor bank*, *distributet generation* (DG), serta *software* yang digunakan pada penelitian ini yaitu *software* ETAP (*Elektrikal Transient and Analysis Program*).

### **BAB III: METODOLOGI PENELITIAN**

Bab tiga membahas tahapan dan rencana penelitian yang akan dilaksanakan, termasuk lokasi pelaksanaan, metode pengumpulan data, proses penelitian, serta optimasi penentuan lokasi shunt kapasitor bank dan *Distributed Generation* menggunakan algoritma genetika. Selain itu, bab ini juga mencakup *flowchart* penelitian.

### **BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab empat membahas hasil penelitian yang mencakup simulasi sistem tanpa pemasangan kapasitor dan DG, simulasi sistem dengan penempatan DG pada kapasitas optimal, simulasi sistem dengan penempatan kapasitor pada kapasitas optimal, serta simulasi sistem dengan penempatan DG dan kapasitor pada ukuran optimal.

**BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN**

Bagian ini mencakup kesimpulan dari hasil penelitian. Desain penempatan optimal shunt kapasitor bank dan *distributed generation* (DG) pada jaringan distribusi radial 20 kV penyulang Lela dan saran dari penulis untuk pembaca.

**DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN**