

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem tenaga listrik terdiri dari tiga komponen utama yaitu sistem pembangkit, sistem transmisi, sistem distribusi. Sistem pembangkit bertanggung jawab menghasilkan energi listrik, dapat bersumber dari pembangkit listrik tenaga uap, gas, air, maupun energi terbarukan. Sistem transmisi menerima aliran energi listrik yang bertegangan tinggi dari pembangkitan menuju distribusi, pada sistem ini tegangan juga mengalami *step-up*. Setelah mencapai sistem distribusi tegangan akan diturunkan (*step-down*) melalui transformator agar sesuai dengan kebutuhan beban (konsumen) yang digunakan [1].

Interkoneksi sistem pembangkit, transmisi, dan distribusi disebut sistem tenaga listrik. Sistem distribusi umumnya bersifat radial dan aliran dayanya bersifat satu arah. Namun, sebagian besar kerugian daya sekitar 70% terjadi pada sistem distribusi yang mencakup sistem distribusi primer dan sekunder, sedangkan 30% kerugian terjadi pada sistem transmisi [2].

PLN Unit Layanan Pengadaan (ULP) Simpang Empat melayani sistem distribusi listrik daerah Pasaman Barat. Energi listrik untuk daerah Pasaman Barat di supply total 25 penyulang, 6 gardu hubung, panjang penyulang 1165,442 kms, dan beban 1185,37 ampere.

Profil tegangan dan keadaan listrik yang diterima sisi konsumen dipengaruhi oleh jaringan distribusi yang terhubung dengan sistem distribusi tersebut. Pada proses distribusi listrik, umum terjadi *drop* tegangan dan rugi-rugi daya. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi besar dari *drop* tegangan dan rugi-rugi daya diantaranya panjang saluran, kapasitas trafo, tipe beban, jenis konduktor pada saluran, faktor daya, jumlah daya yang terpasang, dan berbagai pemakaian beban-beban induktif yang mengakibatkan kebutuhan beban reaktif meningkat. Karena banyak faktor yang menyebabkan *drop* tegangan dan untuk mengatur tegangan sesuai standar yang ditetapkan maka berlaku SPLN No. 1 Tahun 1978 dimana batas *drop* tegangan maksimum yaitu 10% dari tegangan nominal [3].

Perbedaan tegangan antara sisi pengirim dan penerima dipengaruhi oleh adanya impedansi pada jaringan penghantar. Semakin panjang jaringan, semakin besar perbedaan tegangan akibat rugi-rugi pada jaringan. Kegagalan tegangan umum terjadi dengan kapasitas terbatas ketika pada beban puncak sehingga tegangan di ujung penerima lebih rendah, bahkan di atas ambang batas operasi normal, sementara tegangan kembali normal ketika beban mengurangi penggunaan daya.

Hasil analisa *load flow* beban penuh menunjukkan total losses 1924,54 kW dan 4507,45 kVAR. Terdapat tiga penyulang yang mengalami *drop* tegangan, yaitu

penyulang Air Bangis memiliki tegangan ujung (G 1031) sebesar 17,15 kV, penyulang Parit memiliki tegangan ujung (G 751) sebesar 17,56 kV, dan penyulang Desa Baru memiliki tegangan ujung (G 356) sebesar 17,80 kV.

Maka untuk mengatasi terjadinya *drop* tegangan dan rugi-rugi daya pada sistem distribusi 20 kV tersebut dapat digunakan beberapa metode sebagai berikut:

a. Rekonfigurasi pola switching

Rekonfigurasi pola switching, yang juga disebut sebagai manuver jaringan, merupakan salah satu metode untuk mengatasi *drop* tegangan dan rugi-rugi daya pada saluran distribusi. Proses ini melibatkan perubahan struktur topologi jaringan dengan melakukan switching, di mana peralatan yang dalam kondisi normal tertutup akan dibuka, dan sebaliknya, peralatan yang dalam kondisi normal terbuka akan ditutup.

Dalam kasus ini, terdapat dua titik yang menjadi fokus pada manuver jaringan:

- Pada LBSM SMA Air Balam dilakukan close, sehingga memungkinkan *load flow* yang lebih seimbang pada jaringan.
- Pada CB GH Ujung Gading juga dilakukan close untuk mendistribusikan beban secara lebih merata, mengurangi rugi-rugi daya, dan memperbaiki tegangan ujung pada penyulang yang mengalami penurunan.

Dengan rekonfigurasi metode manuver jaringan ini, topologi jaringan dapat diubah secara efektif untuk mengoptimalkan *load flow*, meningkatkan kestabilan tegangan, serta mengurangi kerugian daya pada sistem distribusi 20 kV di penyulang Air Bangis, penyulang Parit, dan penyulang Desa Baru.

b. Pemasangan kapasitor *bank*

Metode kedua adalah dengan melakukan pemasangan kapasitor bank pada jaringan tegangan menengah. Pemasangan kapasitor bank bertujuan untuk memperbaiki faktor daya (*power factor*) jaringan, sehingga mengurangi rugi-rugi daya dan memperbaiki tegangan. Faktor daya yang lebih baik juga membantu menjaga performa jaringan agar tetap sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh PLN.

PLN ULP Simpang Empat sebelumnya telah memiliki 2 kapasitor bank yang sudah non-aktif dengan kapasitas masing-masing 0,9 MVAR, sehingga total kapasitas yang ada adalah 1,8 MVAR. Mengaktifkan kembali kapasitor bank dengan kapasitas yang sesuai dapat membantu meningkatkan efisiensi jaringan dan menjaga tegangan agar tetap stabil, terutama pada titik-titik yang mengalami *drop* tegangan seperti penyulang Air Bangis, penyulang Parit, dan penyulang Desa Baru.

Penelitian ini akan memperhitungkan kedua metode perbaikan sistem distribusi 20 kV untuk mengatasi *drop* tegangan dan rugi-rugi daya. Setelah itu, dari kedua metode akan ditentukan keputusan yang paling menguntungkan dari sisi kelayakan teknis dan kelayakan ekonomis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kondisi profil tegangan dan rugi - rugi daya pada PLN ULP Simpang Empat terutama penyulang Air Bangis, penyulang Parit, dan penyulang Desa Baru.
2. Bagaimana metode yang dipilih untuk mengatasi *drop* tegangan dan rugi-rugi daya pada PLN ULP Simpang Empat terutama penyulang Air Bangis, penyulang Parit, dan penyulang Desa Baru.
3. Bagaimana menghitung dan mengevaluasi kelayakan investasi dari metode perbaikan profil tegangan dan rugi – rugi daya jika ditinjau dari segi ekonomis berdasarkan analisis:
 - a. Net Present Value (NPV)
 - b. Pay Back Period (PBP)

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui jumlah *drop* tegangan dan rugi-rugi daya pada PLN ULP Simpang Empat.
2. Untuk mengurangi kerugian daya pada sistem distribusi 20 kV dilakukan 6 skenario melalui metode manuver jaringan dan pemasangan kapasitor bank yang divariasikan menjadi 5 skenario, dan skenario ke 6 dilakukan pembangunan Gardu Induk Ujung Gading melalui perencanaan OHL 150 kV dan penghantar AAAC 240 mm².
3. Menghitung kelayakan investasi pada metode pemasangan kapasitor bank.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat meningkatkan performansi sistem distribusi 20 kV pada PLN ULP Simpang Empat.
2. Dapat meningkatkan kualitas tegangan dan daya yang lebih optimal, sehingga konsumen menerima kualitas tegangan dan daya yang lebih baik.
3. Dapat meningkatkan efisiensi pengiriman daya dengan mengurangi rugi – rugi daya.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan batasan masalah sebagai berikut:

1. Studi kasus dilakukan pada sistem distribusi 20 kV PLN ULP Simpang Empat terutama penyulang Air Bangis, penyulang Parit, dan penyulang Desa Baru.
2. Jarak antar beban pada pemodelan sistem distribusi 20 kV diasumsikan sama berdasarkan total panjang penyulang.
3. Penelitian membahas *drop* tegangan dan rugi-rugi daya sistem distribusi 20 kV PLN ULP Simpang Empat terutama penyulang Air Bangis, penyulang Parit, dan penyulang Desa Baru.
4. Analisa dilakukan saat kondisi kelistrikan dalam keadaan normal dan beban penuh.
5. Analisa kelayakan investasi hanya dilakukan pada metode pemasangan kapasitor bank dengan menghitung nilai depresiasi aset dan biaya pemasangan.
6. Tarif dasar listrik diasumsikan nilai rata-rata gabungan dari golongan rumah tangga.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dijelaskan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi terkait latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang beberapa teori dasar yang terkait dalam penelitian yang akan dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang langkah-langkah dan penjelasan mengenai penelitian yang dilakukan.