

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan bagian dari jaringan penyaluran energi listrik yang meneruskan aliran dari saluran transmisi tegangan tinggi menuju ke pelanggan dengan kapasitas tertentu yang disalurkan [1]. Sistem distribusi yang handal akan memberi pengaruh yang besar pada keberlangsungan pasokan energi listrik di konsumen. Jika kita melihat struktur hierarki sistem distribusi, maka sistem ini merupakan titik akhir dalam rangkaian penyaluran energi listrik sampai kepada konsumen atau pelanggan akhir. Namun, meski terletak paling ujung dalam rangkaian suplay energi listrik, sistem distribusi memiliki banyak kompleksitas di dalamnya seperti proses operasional, model jaringannya, gangguan yang terjadi, nilai ekonomis, yang menarik untuk dilakukan analisa dan mengkaji studi kasus yang ada [2]. Selain itu, peran sistem distribusi yang berpengaruh langsung terhadap kualitas pelayanan listrik tidak bisa dihindari karena adanya gangguan yang terjadi pada sistem tersebut.

Analisis keandalan sistem distribusi semakin menarik perhatian terutama tertuju pada jaringan distribusi yang paling sering mengalami kegagalan. Dalam sebuah studi, menurut [3] 94 % dari total durasi pemadaman (SAIDI) dan 92 % dari jumlah kejadian pemadaman (SAIFI) berasal dari sistem distribusi, bukan dari sistem transmisi atau pembangkitan. Sedangkan menurut [4],[5],[6] sebagian besar pemadaman listrik disebabkan oleh kegagalan sistem distribusi akibat kegagalan peralatan. Gangguan pada sistem distribusi ini, meskipun berskala lokal, dapat menyebabkan pemadaman yang luas dan berdampak langsung terhadap kehidupan masyarakat serta aktivitas ekonomi [7]. Gangguan pada sistem distribusi tidak hanya mengurangi keandalan pasokan listrik, tetapi juga menyebabkan peningkatan biaya operasional dan perawatan yang harus dibayar oleh pemasok atau PLN.

Kabel di dalam sistem distribusi tenaga listrik, berfungsi sebagai saluran utama untuk menyalurkan arus listrik dari gardu distribusi ke konsumen atau pelanggan. Kualitas kabel memberi pengaruh besar pada keandalan, efisiensi, dan keselamatan sistem distribusi [8]. Kabel yang tidak memenuhi syarat teknis dan kualitasnya bisa menyebabkan berbagai masalah, mulai dari peningkatan kerugian energi, timbulnya panas berlebih, hingga gagalnya seluruh sistem seperti putusnya jaringan distribusi.

Menurut [9] salah satu penyebab utama kegagalan pada sistem distribusi adalah kerusakan kabel akibat kualitas material yang buruk, seperti tingkat kemurnian logam kabel rendah, ketebalan isolasi yang tidak seragam, serta lemahnya ketahanan terhadap kondisi lingkungan

ekstrem. Kualitas kabel memegang peranan vital dalam menjamin keandalan sistem distribusi listrik [10]. Kabel yang tidak memenuhi kualitas standar bisa menyebabkan kerusakan fisik atau masalah kerja pada jaringan distribusi. Salah satu gangguan yang sangat berbahaya adalah putusnya kabel, yang bisa menyebabkan listrik padam secara mendadak di area layanan yang terkena.

Gangguan yang cukup memberi dampak besar pada sistem distribusi adalah petir. Gangguan yang tidak dapat dikontrol adalah petir [11]. Petir merupakan kejadian alam yang terjadi karena pelepasan energi yang sangat besar, bersifat acak dan intersitas terjadinya bervariasi sehingga menjadikan tantangan untuk mitigasi dan pengendalian. Karakteristik petir yang berdurasi singkat dan tidak bisa diprediksi mendorong banyak penelitian terkait bagaimana mengontrol atau mencegah kejadiannya. Hal yang harus diperhatikan adalah besarnya tegangan dan besar arus yang dihasilkan oleh sambaran petir dapat menyebabkan kerusakan serius pada peralatan listrik, mulai dari koagulasi jaringan hingga kerusakan permanen pada isolator dan konduktor, bahkan mampu mengancam keselamatan jiwa [12],[13].

Tingkat isokeraunik, yang merepresentasikan rata-rata hari guntur per tahun di suatu lokasi geografis, merupakan parameter krusial dalam memahami frekuensi dan distribusi sambaran petir [14],[15]. Lampung, khususnya di Penyulang Rambutan ULP Bandar jaya berada pada dataran rendah sepanjang sungai way seputih dan way pengubuan, merupakan daerah persawahan dengan ketinggian antara 50-500 mdpl dan mempunyai tingkat isokeraunik yang tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh [16] melakukan analisa komparatif peta kerapatan petir terkait tingkan keraunic, hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat keraunik memberi kontribusi memberi pengaruh pada frekuensi terjadinya petir sehingga investigasi lebih lanjut perlu dilakukan. Dalam kondisi real di penyulang Rambutan ULP Bandar Jaya, telah terjadi sambaran petir pada kabel AAACS hingga putus dan mengakibatkan padamnya listrik [17]. Investigasi dari kondisi lapangan kejadian seperti ini banyak terjadi. Dalam penelitian ini, berdasar pada terjadinya pemadaman pada sistem distribusi akan dilakukan mitigasi dan analisa terkait dengan kejadian tersebut. Komponen yang mempengaruhi metode lokasi gangguan seperti sistem tidak seimbang, efek kapasitansi, pembangkitan terdistribusi, dan topologi distribusi terkait dengan penjelasan metode tersebut mengadaptasi pada data real yang ada [17].

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah ini berfokus pada keandalan sistem distribusi, kegagalan kabel, dan dampak sambaran petir, sehingga dikuatirkan dapat mempengaruhi kinerja operasional secara keseluruhan dan mengurangi tingkat kepuasan pelanggan. Sehingga perlu dilakukan tindakan preventif untuk mengantisipasi kejadian terulang kembali meliputi;

1. Analisis Dampak Gangguan terhadap pengaruh kerusakan atau putusnya kabel terhadap keandalan sistem distribusi yang berujung pemadaman.
2. Investigasi Kegagalan Akibat Petir, yang menyebabkan putusnya kabel AAACS pada Penyulang Rambutan ULP Bandar Jaya, karakteristik gangguan akibat sambaran petir (mengingat tingkat isokeraunik yang tinggi)
3. Mitigasi berdasarkan data riil pemadaman akibat putusnya kabel AAACS karena sambaran petir di Penyulang Rambutan ULP Bandar Jaya.
4. Faktor yang Mempengaruhi Lokasi Gangguan, komponen dan kondisi sistem apa saja yang mengakibatkan kasus putusnya kabel tersebut.

1.3. Tujuan

Melakukan analisis untuk mendapatkan rekomendasi sistem, meningkatkan kontinuitas pasokan listrik dengan meminimalisasi potensi terjadinya gangguan dengan

1. Merumuskan strategi mitigasi akibat terjadinya sambaran petir langsung dan tidak langsung yang mengakibatkan kabel AAAC-S hingga putus, dengan melakukan rekonfigurasi saluran sehingga dapat meminimalkan gangguan yang dialami oleh konsumen.
2. Mengalisis pada sistem pentanahan saluran ditribusi untuk mengidentifikasi penyebab utama kerusakan, menilai dampak yang ditimbulkan akibat terjadinya gangguan petir langsung

1.4. Manfaat

Memberikan hasil analisis ilmiah sebagai bahan rekomendasi bagi PLN sebagai penyedia jasa listrik. Membantu menganalisis kontinuitas dan performa sistem distribusi listrik, terutama dalam kasus gangguan akibat gangguan petir langsung maupun tidak langsung yang mengakibatkan putusnya kabel konduktor seperti AAAC-S. Salah satu metode yang paling efektif untuk memahami karakteristik sistem sebelum dan sesudah gangguan adalah melalui simulasi berbasis perangkat lunak analisis sistem tenaga listrik yaitu ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) dengan melakukan simulasi teknis yang akurat dan komprehensif.

1.5. Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan penelitian ini, diperlukan batasan-batasan agar pembahasan lebih terfokus dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek yang dianalisis sistem distribusi 20 kV pada Penyulang Rambutan ULP Bandar Jaya.
2. Jenis gangguan yang dianalisis hanya difokuskan pada pengalihan beban akibat akibat putusnya kabel konduktor jenis AAAC-S (All Aluminum Alloy Conductor - Steel reinforced) karena gangguan petir secara umum.

3. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak ETAP untuk mensimulasikan kondisi sistem sebelum dan sesudah terjadi gangguan dengan data sesuai dengan data lapangan yang tersedia.

1.6. Sistematika Pembahasan

Agar pembahasan terarah dan mudah dipahami, maka pembahasan tiap bab meliputi:

1. Bab I Pendahuluan

Menguraikan terkait latar belakang penelitian yang dilakukan, serta memaparkan tujuan penelitian terkait studi kasus yang terjadi

2. Bab 2 Metodologi

Memuat teori-teori dan konsep dasar yang mendasari penelitian

3. Bab 3 Tinjauan Sistem

Menjelaskan pendekatan dan langkah-langkah teknis yang digunakan dalam penelitian

4. Bab 4 Simulasi dan Analisa Sistem

Bab ini menyajikan hasil simulasi dan analisis

5. Bab 5 Kesimpulan