

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keandalan suatu peralatan STL mencerminkan probabilitas atau peluang peralatan tersebut untuk beroperasi sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan dalam periode waktu tertentu dan dalam kondisi operasional yang telah ditentukan (Roy & N. Allan, 1978). Keandalan sistem tenaga listrik adalah sebuah indikator yang mengukur sejauh mana sistem mampu menyediakan pelayanan sesuai dengan kebutuhan energi listrik para konsumen. Ada empat faktor yang terkait dengan keandalan ini, yakni probabilitas, fungsi yang sesuai, periode waktu, dan kondisi operasi (Sulasno, 2001). Akibatnya, sebuah gardu induk diperlukan dalam proses distribusi tenaga listrik untuk mengatur tegangan dari sumber pembangkit ke pusat beban. Gardu induk dilengkapi dengan berbagai peralatan tegangan tinggi yang melakukan fungsi khusus untuk memastikan aliran energi listrik berjalan lancar (Nurjannah et al., 2021). *Circuit Breaker* (CB) atau Pemutus Tenaga (PMT) adalah salah satu dari banyak peralatan listrik di gardu induk yang berfungsi untuk menjaga distribusi listrik. Gangguan sering menyebabkan PMT rusak. Salah satu penyebab paling umum dari masalah ini adalah kegagalan mekanisme penggerak atau kegagalan isolasi tegangan tinggi (Angga & Satyawana, 2020). Tingkat keandalan sistem tenaga listrik dapat diindikasikan melalui keandalan Pemutus Tenaga (PMT), maka penting untuk memastikan bahwa operasi PMT tetap efektif. Kelayakan operasi PMT bisa dipantau secara rutin dan berkelanjutan (Goeritno & Syaputra, 1993).

Pemutus Tenaga (PMT) adalah alat pengendali yang memiliki kemampuan untuk membuka, mengalirkan, dan memutuskan aliran arus beban dalam situasi yang tidak normal atau terganggu, seperti saat terjadi hubung singkat (Ramadhana, 2013). Oleh karena itu, peningkatan keandalan PMT menjadi suatu keharusan agar sistem tenaga listrik dapat beroperasi secara efisien (Torné, 2016). PMT dapat dikelompokkan menjadi empat jenis berdasarkan media isolasi dan material dielektriknya. PMT tipe minyak, PMT tipe vakum, PMT tipe udara hembus, dan PMT yang menggunakan gas SF₆ termasuk dalam kategori ini (PT PLN, 2014).

Berdasarkan data, SF6 memiliki kinerja dielektrik yang lebih unggul daripada ruang hampa (vakum), terutama dalam hal daya tahan dielektrik (Iturregi et al., 2009).

Pada tahun 1965, Kansai Electric Power Co. di Jepang memasang pemutus sirkuit gas pertama berbasis SF6. Sejak saat itu, pemutus sirkuit gas SF6 mendapat sambutan positif dari utilitas di Jepang karena memiliki keunggulan seperti penanganan gangguan saluran pendek yang superior, tingkat kebisingan rendah, ukuran lebih kompak, biaya perawatan yang terjangkau, dan lain-lain (Electric & Works, 1971). Kekuatan dielektrik dari SF6 bahkan lima kali lebih besar daripada udara pada tekanan atmosfer. Nilai ini akan semakin meningkat dengan peningkatan tekanan (Setiono, 2018). Penggunaan gas SF6 dalam peralatan listrik banyak dipilih karena kemampuannya yang sangat baik dalam memadamkan dan mengisolasi busur api (Goeritno et al., 2018).

Pada awal tahun 2023, PMT yang menggunakan gas SF6 di Gardu Induk 150 kV Dago Pakar mengalami penurunan tekanan gas SF6 pada bagian bay penghantar Bandung Utara 2. Hal ini disebabkan oleh frekuensi tinggi dalam proses switching yang dilakukan oleh PMT, serta faktor usia peralatan yang sudah mencapai 10 tahun. Penurunan tekanan gas SF6 pada PMT ini akan berdampak pada kemampuan PMT dalam meredam dan memadamkan busur listrik dengan efektif. Saat PMT melakukan pemutusan, busur listrik dapat merusak peralatan, terutama PMT itu sendiri (Angga & Satyawan, 2020). Akibatnya, seringkali pengisian ulang gas SF6 diperlukan sebelum melakukan proses manuver jaringan pada PMT (Yusri Samsurya & Hafid, 2023).

Studi sebelumnya melihat penggunaan gas SF6 pada Pemutus Tenaga (PMT) dengan mempertimbangkan laju busur listrik. Metode penelitian melibatkan pengukuran arus gangguan singkat serta kecepatan busur api (Hasan, 2012). Selain itu, beberapa penelitian juga meneliti dampak penggunaan gas SF6 terhadap tegangan tembus pada PMT. Gas SF6, pada tekanan di atas 5 kgf/cm², memiliki kemampuan untuk menghambat tegangan tembus dengan tingkat yang tinggi, sehingga efektif dalam mengendalikan dan memadamkan busur api (Winanti et al., 2022).

Penelitian dengan judul "Analisis Pengaruh Tekanan Gas SF₆ Terhadap Laju Busur Listrik pada PMT Bay Penghantar 150 kV Bandung Utara #2 di Gardu Induk Dago Pakar" didasarkan pada latar belakang yang telah diuraikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk bertujuan untuk menganalisis nilai arus gangguan hubung singkat dalam kondisi gangguan 3 fasa, 2 fasa, dan 1 fasa ke tanah bervariasi dengan jarak penyulang, pengaruh tekanan gas SF₆ terhadap laju busur listrik, sebagai upaya mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi tekanan gas SF₆.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang penelitian sebelumnya, masalah penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai arus gangguan hubung singkat dalam kondisi gangguan 3 fasa, 2 fasa, dan 1 fasa ke tanah bervariasi dengan jarak penyulang pada sistem kelistrikan pada PMT bay penghantar 150kV Bandung Utara#2?
2. Bagaimana dampak adanya perubahan tekanan gas SF₆ terhadap laju busur listrik pada PMT bay penghantar 150kV Bandung Utara#2?
3. Faktor-faktor apa yang dapat mempengaruhi adanya perubahan tekanan gas SF₆ pada PMT bay penghantar 150kV Bandung Utara#2?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini, berdasarkan rumusan masalahnya, adalah:

1. Menganalisis nilai arus gangguan hubung singkat dalam kondisi gangguan 3 fasa, 2 fasa, dan 1 fasa ke tanah bervariasi dengan jarak penyulang pada sistem kelistrikan pada PMT bay penghantar 150kV Bandung Utara#2.
2. Menganalisis pengaruh perubahan tekanan gas SF₆ terhadap laju busur listrik pada PMT bay penghantar 150kV Bandung Utara#2.
3. Menganalisis faktor-faktor yang dapat mempengaruhi tekanan gas SF₆ pada PMT bay penghantar 150kV Bandung Utara#2.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini, terdapat sejumlah manfaat yang dapat diperoleh, yang dapat dikategorikan ke dalam tiga aspek, yaitu aspek teoretis, praktis, dan profesional. Berikut adalah rinciannya:

1. Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang pengaruh tekanan gas SF₆ pada laju busur listrik pada PMT. Ini akan memberikan wawasan yang lebih kuat terhadap perilaku fenomena ini dan bagaimana faktor tekanan dapat memengaruhi kinerja peralatan listrik. Dan juga dapat memberikan kontribusi berharga terhadap pengetahuan ilmiah di bidang peralatan listrik dan fenomena gangguan busur. Temuan-temuan ini mungkin dapat diaplikasikan pada studi berikutnya atau dalam pengembangan teknologi yang lebih aman dan efisien.
2. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman tentang efek tekanan gas SF₆, perusahaan dapat mengoptimalkan kondisi operasi PMT untuk meminimalkan risiko gangguan atau kerusakan yang disebabkan oleh busur listrik. Ini dapat membantu menjaga keandalan dan efisiensi sistem tenaga.
3. Dari aspek profesional, peneliti yang terlibat dalam penelitian ini dapat mengembangkan keahlian mereka dalam pemahaman dan analisis peralatan listrik serta pemahaman tentang gas SF₆ dan fenomena busur listrik.

1.5 Struktur Organisasi Penulisan Skripsi

Menurut Pedoman Penulisan Karya Ilmiah UPI tahun 2019, struktur penulisan skripsi penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan, dan keuntungan penelitian, serta struktur skripsi.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Konsep, prinsip, hukum, model, dan rumus utama dan derivatifnya dibahas dalam bab ini. Ini juga mencakup penelitian sebelumnya yang relevan dan mendukung penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memberikan penjelasan tentang metode penelitian dan merinci persiapan tahap demi tahap. Semuanya, mulai dari metode pengumpulan data di lapangan, metodologi penelitian yang digunakan, peralatan yang digunakan, langkah-langkah yang diambil untuk mengumpulkan data, hingga prosedur yang digunakan untuk menganalisis data.

BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil temuan penelitian berdasarkan pengolahan dan analisis data dalam berbagai bentuk sesuai dengan urutan rumusan masalah penelitian. Selanjutnya, bab ini mendiskusikan hasil temuan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang telah diajukan pada awal penelitian.

BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

Berdasarkan urutan rumusan masalah penelitian, bab ini memaparkan hasil penelitian dan membahas bagaimana data diolah dan dianalisis dalam berbagai bentuk. Bab ini juga membahas hasil ini untuk menjawab pertanyaan awal penelitian.