

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gas sulfur heksafluorida (SF₆) merupakan salah satu gas isolasi yang banyak digunakan dalam peralatan kelistrikan tegangan tinggi seperti *Gas Insulated Switchgear* (GIS), pemutus tenaga (*circuit breaker*), dan transformator. SF₆ memiliki sifat unggul berupa kekuatan dielektrik yang tinggi, kemampuan pemadaman busur listrik yang baik, serta stabilitas kimia yang tinggi. Karakteristik tersebut menjadikan SF₆ sangat efektif dalam menjaga keandalan dan keselamatan sistem tenaga listrik. Namun demikian, penggunaan gas SF₆ juga memiliki beberapa kelemahan yang signifikan. Salah satunya adalah potensi kebocoran gas yang dapat menurunkan performa isolasi peralatan listrik. Selain itu, gas SF₆ ini sangat berbahaya ketika terhirup oleh manusia, dan termasuk dalam kategori gas rumah kaca dengan nilai *Global Warming Potential* (GWP) yang sangat tinggi, sehingga kebocoran dalam jumlah kecil sekalipun dapat memberikan dampak serius terhadap lingkungan.

Metode deteksi kebocoran gas SF₆ secara konvensional masih banyak digunakan di industri kelistrikan. Metode ini umumnya memanfaatkan alat detektor gas portabel (*handheld gas detector*) yang dioperasikan secara manual oleh operator di lapangan. Pendekatan ini dinilai cukup sederhana dan ekonomis, namun memiliki keterbatasan karena tidak mampu melakukan monitoring secara kontinu serta sangat bergantung pada kehadiran operator (Li et al., 2025). Alat ini memerlukan integrasi yang kuat antara ketelitian teknis dan prosedur keselamatan kerja di ketinggian. Langkah awal dimulai dengan persiapan alat leak detector yang sudah terkalibrasi dan penggunaan APD lengkap, termasuk full body harness karena petugas wajib memanjat struktur rangka baja atau menggunakan tangga fiberglass untuk menjangkau titik-titik kritis seperti bushing dan sambungan atas PMT. Sebelum naik, alat harus dinyalakan di area udara bersih untuk menetapkan nilai dasar (*baseline*) agar sensor tidak terkontaminasi oleh sisa gas yang mungkin terjebak di sekitar lokasi.

Di PT PLN (Persero) UPT Payakumbuh, pemantauan kondisi gas SF₆ masih

mengandalkan pemeriksaan rutin terhadap indikator pada peralatan serta inspeksi berkala oleh petugas. Metode tersebut cukup efektif untuk mengetahui kondisi umum peralatan, namun memiliki keterbatasan dalam mendeteksi kebocoran gas secara dini, terutama apabila kebocoran terjadi dalam jumlah kecil dan berlangsung secara bertahap. Apabila kebocoran tidak segera diketahui, tekanan maupun konsentrasi gas SF₆ dapat menurun sehingga kemampuan isolasi dan pemadaman busur api pada PMT menjadi berkurang. Kondisi tersebut berpotensi mengganggu keandalan sistem transmisi, meningkatkan risiko kerusakan peralatan, bahkan menyebabkan terjadinya gangguan penyaluran tenaga listrik. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem monitoring yang mampu mendeteksi kebocoran gas SF₆ secara cepat, akurat, dan real-time.

Seiring dengan perkembangan teknologi, penelitian mengenai pembuatan alat pendeteksi kebocoran gas SF₆ berbasis Internet of Things (IoT) menjadi solusi yang menjanjikan. Penerapan Internet of Things (IoT) saat ini telah merambah hampir ke seluruh sektor kehidupan, mulai dari kebutuhan di industri skala besar. Secara garis besar, IoT digunakan untuk menciptakan ekosistem yang saling terhubung, di mana setiap perangkat dapat saling bertukar data untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan tanpa memerlukan intervensi manusia secara terus-menerus.

Maka dari itu penulis ingin memanfaatkan sensor gas yang sensitif terhadap konsentrasi SF₆ di udara, seperti sensor berbasis semikonduktor atau infrared gas sensor. Sensor tersebut akan membaca perubahan konsentrasi gas di sekitar peralatan dan mengubahnya menjadi sinyal listrik yang kemudian diproses oleh mikrokontroler. Data hasil pembacaan sensor selanjutnya dikirimkan melalui jaringan internet menggunakan modul komunikasi, misalnya WiFi atau GSM. Salah satu keunggulan dari sistem berbasis IoT adalah kemampuannya dalam melakukan pemantauan jarak jauh secara real-time. Dalam penelitian ini, platform aplikasi pesan instan seperti Telegram dimanfaatkan sebagai media notifikasi dan monitoring. Melalui integrasi Telegram Bot, sistem dapat secara otomatis mengirimkan data kadar gas SF₆, status kondisi lingkungan, serta peringatan dini apabila terjadi kebocoran yang melebihi ambang batas yang telah ditentukan.

Dengan adanya sistem ini, operator dapat memantau kondisi gas SF₆ pada

PMT kapan saja dan di mana saja tanpa harus melakukan pemeriksaan langsung di lapangan. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga mempercepat respons terhadap potensi gangguan, sehingga risiko kerusakan peralatan dan dampak lingkungan akibat kebocoran gas SF₆ dapat diminimalkan. Secara keseluruhan, pengembangan alat pendeteksi kebocoran gas SF₆ berbasis IoT dengan monitoring melalui Telegram merupakan inovasi yang relevan dalam mendukung sistem kelistrikan modern yang lebih andal, aman, dan ramah lingkungan. Integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan teknologi komunikasi digital menjadi kunci utama dalam mewujudkan sistem monitoring yang adaptif terhadap kebutuhan industri saat ini.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan masalah yang dapat dijadikan fokus pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem yang mampu memantau konsentrasi gas SF₆ untuk menggantikan metode inspeksi manual yang bersifat berkala?
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem agar data kebocoran gas dapat diakses oleh operator secara jarak jauh (remote) melalui aplikasi smartphone?

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Sensor yang digunakan difokuskan pada jenis sensor NDIR.
2. komunikasi menggunakan Wi-Fi dengan asumsi tersedia jaringan di lokasi.
3. Pengujian dilakukan pada skala laboratorium dengan simulasi kebocoran gas dalam ruang tertutup.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dalam pembuatan proyek akhir ini adalah:

- a) Menciptakan sistem IoT yang mampu mendeteksi kebocoran gas SF₆ secara otomatis dan presisi.
- b) Mengembangkan platform pemantauan jarak jauh dengan fitur peringatan dini melalui notifikasi Telegram.

- c) Meningkatkan efisiensi kerja operator dan menjaga keandalan peralatan melalui pemantauan kondisi secara *real-time*.

1.4.2 *Manfaat*

Manfaat yang diharapkan dari proyek ini, antara lain:

1. Membantu mitigasi kebocoran gas SF₆ serta melindungi lingkungan.
2. Mencegah kerusakan peralatan GIS dan menekan biaya pemeliharaan.
3. Menjaga keandalan penyaluran energi listrik.
4. Meningkatkan keselamatan kerja serta mengurangi risiko paparan gas berbahaya.