

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformator merupakan salah satu komponen penting dalam sistem transmisi tenaga listrik yang berfungsi sebagai pengubah level tegangan untuk menyesuaikan dengan jenis beban yang dilayani. Dalam masa operasinya transformator dapat mengalami penurunan performa yang diakibatkan oleh faktor usia operasi, pembebanan serta frekuensi gangguan yang dialami oleh transformator. Kondisi tersebut tentunya akan berdampak pada keandalan pasokan listrik ke konsumen. Oleh karena itu, diperlukan metode evaluasi kondisi transformator yang mampu memberikan gambaran menyeluruh dan akurat terhadap tingkat kesehatan transformator selama masa operasinya. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengevaluasi kondisi transformator tenaga adalah *Health Index*. Metode *Health Index* mengintegrasikan berbagai parameter hasil pengujian transformator, seperti pengujian karakteristik minyak isolasi, pengujian *Dissolved Gas Analysis* (DGA) serta pengujian Furan untuk mengetahui kualitas isolasi kertas transformator ke dalam suatu nilai indeks yang merepresentasikan tingkat kesehatan transformator secara kuantitatif. Nilai *Health Index* yang diperoleh selanjutnya dapat digunakan untuk mengklasifikasikan kondisi transformator ke dalam kategori tertentu, sehingga memudahkan proses evaluasi kondisi dan pengambilan keputusan dalam pengelolaan aset. Nilai *Health Index* yang dihasilkan tentunya perlu divalidasi dengan kondisi aktual di lapangan agar dapat dijadikan dasar yang kuat dalam penentuan tindak lanjut. Selain itu, hubungan antara nilai *Health Index* dengan faktor usia operasi transformator juga perlu dianalisis untuk memahami pengaruh penuaan terhadap degradasi kondisi transformator.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kondisi 22 unit transformator 150 kV tipe GIS (*Gas Insulated Switchgear*) berkapasitas 60 MVA yang tersebar pada 8 lokasi GIS 150 kV di wilayah kerja PT PLN (Persero) UPT Gandul, yang merupakan salah satu unit strategis dengan peran vital dalam menjaga keandalan sistem kelistrikan di sebagian wilayah Jakarta Selatan, Jakarta Timur, Depok, dan Tangerang Selatan. Transformator-

transformator tersebut berfungsi sebagai peralatan transmisi utama untuk menyalurkan tenaga listrik dari sistem transmisi menuju jaringan distribusi, sehingga secara langsung menopang kebutuhan listrik berbagai kawasan permukiman padat, pusat bisnis dan perkantoran, fasilitas publik (rumah sakit, sekolah, layanan pemerintahan, sistem transportasi), hingga area komersial dan industri di wilayah tersebut. Maka dari itu, durasi dan frekuensi padam transformator menjadi salah satu indikator kinerja utama karena merepresentasikan tingkat keandalan pasokan tenaga listrik ke pelanggan, dimana jika terjadi gangguan pada salah satu unit transformator tentunya dapat menurunkan keandalan sistem dalam menyuplai pelanggan pada wilayah yang dilayani tersebut. Selain itu gangguan transformator dapat memicu manuver beban dan pengalihan suplai yang dapat meningkatkan pembebanan peralatan lain, serta berpotensi memperluas dampak berupa penurunan kualitas tegangan, peningkatan risiko pemadaman berulang, dan terganggunya aktivitas ekonomi maupun layanan esensial lain di masyarakat.

Analisis kondisi transformator pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Health Index* untuk memperoleh gambaran tingkat kesehatan transformator secara kuantitatif. *Health Index* tersebut selanjutnya divalidasi dengan menggunakan data histori pemeliharaan, wawancara pengelola aset, *inside check* serta hasil pengujian lain guna memastikan kesesuaian antara nilai *Health Indeks* dan kondisi aktual peralatan. Selanjutnya dilakukan analisis korelasi antara nilai *Health Index* dengan usia operasi transformator untuk melihat kecenderungan kondisi transformator seiring bertambahnya usia operasi. Berdasarkan keseluruhan proses tersebut, maka dapat dibuat suatu rekomendasi tindak lanjut yang paling sesuai untuk setiap kategori kondisi sehingga diharapkan mampu meningkatkan keandalan transformator, mengoptimalkan strategi pemeliharaan berbasis kondisi (*condition-based maintenance*), serta mendukung pengambilan keputusan pengelolaan aset yang lebih tepat dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara perhitungan nilai *Health Index* untuk menganalisis kondisi Transformator Tenaga?
2. Bagaimana cara melakukan validasi kondisi Transformator berdasarkan kategori *Health Index*?

3. Bagaimana korelasi antara *Health Index* dengan Usia Operasi Transformator?
4. Apa rekomendasi tindak lanjut yang dapat diberikan berdasarkan kategori *Health Index* transformator?

1.3 Tujuan

1. Menganalisis kondisi transformator dengan menggunakan hasil perhitungan *Health Index*
2. Memperoleh nilai *Health Index* transformator yang sudah tervalidasi
3. Mengetahui korelasi antara hasil analisis kondisi transformator menggunakan *Health Index* dengan usia operasi transformator
4. Memberikan rekomendasi tindak lanjut berdasarkan *Health Index* transformator

1.4 Manfaat

1. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan gambaran kondisi transformator yang lebih objektif dan terukur melalui perhitungan *Health Index*.
2. Dapat menghasilkan kategori *Health Index* yang tervalidasi, sehingga kategori kondisi menjadi lebih dapat dipercaya untuk digunakan sebagai acuan tindak lanjut dari kondisi transformator.
3. Memperoleh informasi ada atau tidaknya korelasi antara *Health Index* dengan usia operasi transformator serta bagaimana korelasi yang terjadi.
4. Dapat memberikan rekomendasi tindak lanjut yang paling sesuai berdasarkan *Health Index*.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

1. Jenis Transformator dalam studi kasus merupakan transformator tipe GIS (*Gas Insulated Switchgear*) dengan data hasil pengujian sebagai input perhitungan *Health Index* hanya dari hasil pengujian minyak isolasi dan Usia Operasi.

2. Faktor-faktor yang digunakan dalam perhitungan *Health Index* yaitu hasil pengujian DGA sebagai *Fault Factor*, hasil pengujian Furan, CO, CO₂ dan usia operasi sebagai *Paper Quality Factor* dan hasil uji karakteristik minyak transformator sebagai *Oil Quality Factor*. Masing-masing parameter dan Faktor *Health index* diberi bobot berdasarkan *Criticality level* penyebab kegagalan isolasi dan referensi penelitian *Health Index* sebelumnya.
3. Validasi dilakukan dengan mengambil beberapa sampel berdasarkan kategori yang dihasilkan dari perhitungan *Health Index* transformator
4. Analisa korelasi antara *health index* dengan usia operasi menggunakan metode pearson
5. Penelitian dilakukan pada 22 unit transformator 150 kV 60 MVA tipe GIS yang masing-masing lokasinya tersebar di 8 GIS 150 kV
6. Data sampel yang dianalisis merupakan data hasil pengujian antara tahun 2022-2023 dan pengambilan serta pengolahan data dilaksanakan pada bulan Juli hingga Oktober tahun 2025

1.6 Kebaharuan

Kebaharuan dalam penelitian ini adalah pengaplikasian metode *Inside check* yang digunakan sebagai metode untuk memverifikasi data hasil uji dan analisis dengan melakukan investigasi langsung pada transformator. Tambahan data temuan dari hasil *inside check* dapat memperkuat justifikasi kondisi transformator yang sebelumnya telah dilakukan analisis *Health Index* dan validasi hasil *health index* dengan menggunakan data inspeksi lapangan serta hasil pengujian lain. Dengan penambahan hasil *inside check* dapat menghasilkan *health index* transformator yang lebih akurat dan dapat digunakan untuk menghasilkan rekomendasi tindak lanjut yang paling sesuai terhadap kondisi transformator.