



## INTISARI

*Flashover* akibat kontaminasi polutan konduktif merupakan salah satu masalah yang mengganggu jaringan sistem tenaga. Kegagalan isolator akibat kontaminasi polutan merupakan penyebab utama *flashover* pada sistem transmisi tenaga listrik. Proses degradasi ini melibatkan arus bocor, pembentukan *dry band*, serta aktivitas *partial discharge* (PD) dan *partial arc* (PA) yang berujung pada *flashover*. *Partial discharge* dan *partial arc* dapat muncul apabila isolator string cukup terkontaminasi oleh polutan dan lembap, ketahanannya turun hingga tidak dapat menahan tegangan pada *magnitude* tertentu. Pentingnya isolator dalam menjaga struktur sistem tenaga membuat diperlukannya sistem yang melakukan *monitoring* perkembangan aktivitas *partial discharge* dan *partial arc*. Telah dirancang sebuah sistem *monitoring partial discharge* dan *partial arc* berbasis emisi akustik pada dua tim *capstone project* sebelumnya. Sistem tersebut memanfaatkan sensor akustik *Petersson U256* dengan ADC yang terintegrasi. Sinyal digital yang ditangkap dan direkam kemudian diproses melalui mini komputer dan diunggah ke *cloud* agar dapat ditampilkan ke laman informasi. Laman sistem informasi menampilkan tiga indikator tingkat bahaya, yang disusun berdasarkan ada tidaknya *Partial Discharge* dan *Partial Arc*. Namun sistem yang telah dikembangkan tersebut memiliki beberapa potensi pengembangan lebih lanjut. Didapati pengujian yang digunakan untuk mencari parameter-parameter *threshold* pada algoritma deteksi ditentukan dengan pengujian yang kurang merepresentasikan kondisi di lapangan. Proses pembuatan algoritma deteksi tidak mengkonsiderasikan jarak ukur di lapangan. Serta tidak adanya algoritma yang mendukung kinerja sistem otomatis yang dapat berjalan tanpa adanya input dari *user*. Pada *Capstone Project* ini, sistem akan dikembangkan berdasarkan tiga aspek utama, yaitu: reiterasi pengujian untuk mempersempit algoritma deteksi, peningkatan kualitas algoritma deteksi untuk menyesuaikan kondisi lapangan, dan implementasi algoritma automasi untuk memastikan sistem algoritma deteksi dapat berjalan tanpa adanya *input* dari *user*. Keluaran yang diharapkan pada *capstone project* ini adalah *prototype* algoritma deteksi, algoritma deteksi, dan *severity meter* yang lebih muktahir. Spesifikasi pada *prototype* ini memperhatikan beberapa parameter pada sensor akustik (ultrasonik), mini-komputer, dan kualitas pengujian isolator. Hal tersebut meliputi tegangan, resolusi audio, resolusi sampling, tingkat sensitivitas, rentang frekuensi, jenis material, dan lain sebagainya yang sesuai dengan standar yang berlaku.

Kata kunci : *flashover*, akustik, *partial discharge*, *partial arc*, tingkat bahaya, sistem monitoring, pemrosesan sinyal audio.



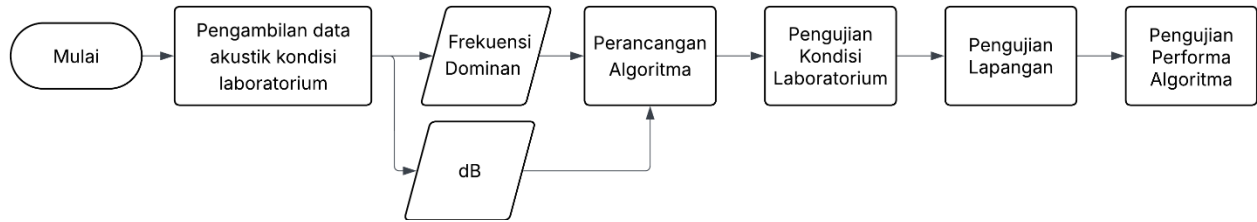
## RINGKASAN EKSEKUTIF

Kegagalan isolator akibat kontaminasi polutan merupakan penyebab utama *flashover* pada sistem transmisi tenaga listrik. Proses degradasi ini melibatkan arus bocor, pembentukan *dry band*, serta aktivitas *partial discharge* (PD) dan *partial arc* (PA) yang berujung pada *flashover*. *Partial discharge* (peluhan parsial) merupakan peristiwa pelepasan/loncatan bunga api listrik yang terjadi pada suatu bagian isolasi (pada rongga dalam atau pada permukaan) akibat adanya beda potensial yang tinggi dan berkurangnya ketahanan dielektrik sebuah isolator. *Partial arc* adalah percikan atau busur api kecil yang terjadi pada permukaan isolator yang terkontaminasi, yang merupakan perkembangan lebih lanjut dari *partial discharge* dan dapat menyebabkan jejak karbon konduktif. Untuk memprediksi insiden ini, metode deteksi emisi akustik digunakan sebagai alat pemantauan fenomena *pre-breakdown*. Dengan mendeteksi *electrical stress* yang diindikasikan oleh *partial discharge* dan *partial arc*, langkah preventif dapat diambil sebelum terjadi gangguan sistem yang lebih luas. Namun, sistem *monitoring* dengan algoritma deteksi yang muktahir dibutuhkan untuk menunjang alat agar bisa mengamati aktivitas *partial discharge* dan *partial arc* serta mendapatkan data yang lebih akurat.

Telah dirancang sebuah sistem *online monitoring partial discharge* berbasis emisi akustik dengan menggunakan sensor ultrasonik Peterson u256. Pada rancangan ini, sistem belum mampu untuk melakukan *monitoring* selama 24 jam, di mana seharusnya sebuah perangkat *monitoring* harus bisa melakukan pengawasan selama 24 jam. Lebih dari itu, algoritma deteksi yang telah dirancang tidak mengakomodasi *monitoring* di lapangan, yang jarak antara sensor dan isolatornya dapat melebihi 40 meter. Jarak tinggi ini dapat menyebabkan hilangnya intensitas emisi akustik karena adanya absorpsi energi mekanik suara oleh udara dan propagasi geometris gelombang suara tersebut. Oleh karena itu, pada *capstone project* ini dikembangkan sistem algoritma deteksi yang mengakomodasi jarak antara renteng-renteng isolator dengan sensor. Turut dirancang algoritma automasi, yang menggantikan pengguna dalam pengoperasian piranti *monitoring*. Algoritma automasi yang dirancang dapat melakukan rekaman, penyimpanan data, pengolahan sinyal akustik, dan penghapusan data berkala secara otomatis.

### a) Metodologi Pengerjaan Capstone Project

Ilustrasi alur perencanaan dari penelitian ini terlampir pada Gambar 1.1. Proses studi pertama yang dilakukan dalam *capstone project* ini adalah pengumpulan data berupa karakteristik emisi akustik *partial discharge* dan *partial arc* dalam ranah frekuensi dan intensitas (desibel). Kemudian, dari hasil analisis data tersebut, dirancang algoritma deteksi yang mengidentifikasi *partial discharge* dan *partial arc* pada rentang frekuensi dominan dan karakteristik intensitas menggunakan parameter ambang (*threshold*) didapat dari analisa proses sebelumnya. Algoritma tersebut kemudian disempurnakan dengan mengestimasi pengurangan level intensitas terhadap jarak isolator terhadap sensor. Proses terakhir adalah pengujian prototipe, di mana seperangkat algoritma deteksi, automasi, dan piranti pendukung lainnya diuji pada kondisi laboratorium dan kondisi lapangan. Kemudian, algoritma deteksi dan algoritma automasi digunakan kembali pada satu pengujian tambahan untuk mengukur kemampuan perangkat keras dalam menjalankan algoritma-algoritma tersebut secara kontinyu.



Gambar 1.1 *Flowchart* Sederhana Capstone Project

Dari proses perancangan dan pengujian-pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa algoritma automasi dan algoritma deteksi dapat melakukan monitoring selama lebih dari 24 jam. Algoritma deteksi itu sendiri, dengan bantuan reflektor suara untuk meningkatkan *gain* sensor perekam akustik yang digunakan, dapat melakukan monitoring fenomena *partial discharge* di kondisi lapangan.