

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik memegang peranan vital dalam keberlangsungan hidup manusia. Pertumbuhan demografi yang pesat berbanding lurus dengan lonjakan permintaan listrik harian, sehingga urgensi pengembangan kapasitas pembangkit dan jaringan distribusi mutlak diperlukan guna menjangkau konsumen yang lebih luas.

Struktur sistem tenaga listrik terbagi menjadi empat komponen fundamental: pembangkitan, transmisi, distribusi, dan beban. Unit pembangkit berfungsi sebagai produsen energi, yang kemudian didistribusikan kepada konsumen melalui jaringan transmisi dan distribusi. Infrastruktur penyaluran ini dapat berupa saluran udara maupun kabel bawah tanah[1]. Meskipun saluran udara memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi terhadap gangguan akibat konstruksinya yang terbuka, jenis ini tetap menjadi pilihan utama dibandingkan kabel bawah tanah karena efisiensi biaya material dan kemudahan akses saat inspeksi pemeliharaan.

Sistem tenaga listrik, khususnya pada saluran transmisi dan distribusi, rentan terhadap gangguan internal maupun eksternal yang berpotensi merusak sistem. Gangguan eksternal umumnya disebabkan oleh sambaran petir, serta kontak fisik dengan manusia, binatang, atau pepohonan. Sementara itu, gangguan internal biasanya berupa hubung singkat (*short circuit*). Saluran distribusi memiliki tingkat risiko gangguan yang lebih tinggi dibandingkan transmisi karena lokasinya yang sering berada di kawasan penyangga (antara kota dan desa) atau area dengan beban rendah. Kondisi lingkungan ini meningkatkan eksposur terhadap gangguan fisik seperti ranting pohon, layang-layang, dan aktivitas binatang.

Deteksi lokasi gangguan yang cepat dan presisi sangat krusial saat terjadi anomali pada saluran distribusi demi meminimalisir risiko kerusakan sistem tenaga. Langkah ini bertujuan untuk mempercepat proses pemulihan sehingga pasokan listrik kepada konsumen dapat segera stabil kembali.

Penentuan lokasi gangguan pada sistem tenaga umumnya dilakukan menggunakan dua pendekatan utama, yaitu metode berbasis impedansi dan metode gelombang berjalan [2]. Metode impedansi bekerja dengan menganalisis parameter saluran serta besaran tegangan dan arus. Sebagaimana dikaji oleh L. de Andrade, metode ini dapat diterapkan menggunakan pengukuran dari satu sisi maupun kedua ujung saluran[3]. Di sisi lain, metode gelombang berjalan yang dipopulerkan oleh Bewley memanfaatkan fenomena transien elektromagnetik frekuensi tinggi akibat perubahan mendadak pada tegangan dan arus[4]. Metode ini dikenal memiliki akurasi tinggi dan keunggulan berupa ketidaksensitifan terhadap variasi jenis,

resistansi, maupun sudut awal gangguan[5].

Penentuan titik gangguan pada saluran dapat dilakukan melalui dua pendekatan utama, yaitu metode ujung tunggal (*single-ended*) dan ujung ganda (*double-ended*). Metode ujung tunggal bekerja dengan menganalisis waktu kedatangan gelombang berjalan akibat gangguan serta gelombang pantulannya. Sebaliknya, metode ujung ganda melakukan pengukuran gelombang berjalan di kedua ujung saluran secara bersamaan. Oleh karena itu, metode kedua ini mewajibkan penggunaan *Global Positioning System* (GPS) di setiap ujung saluran guna menjamin sinkronisasi waktu yang presisi [6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode deteksi lokasi gangguan pada jaringan distribusi 20 kV dengan mengintegrasikan konsep gelombang berjalan dan Transformasi *Wavelet* Diskrit. Metodologi yang diterapkan meliputi simulasi kondisi gangguan menggunakan perangkat lunak ATPDraw, yang kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan MATLAB berbasis transformasi *Wavelet*. Berdasarkan pendekatan tersebut, penelitian ini diberi judul 'Penentuan Lokasi Gangguan Saluran Distribusi 20 kV Menggunakan Metode Transformasi *Wavelet* Diskrit'.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini merumuskan masalah mengenai cara menentukan lokasi gangguan yang terjadi pada saluran distribusi 20 kV dengan tepat dan akurat menggunakan metode Transformasi *Wavelet* Diskrit.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, penelitian memiliki beberapa tujuan utama yang hendak dicapai yaitu :

1. Merancang model simulasi jaringan distribusi 20 kV beserta kondisi gangguannya menggunakan *software* ATPDraw.
2. Menentukan estimasi selisih waktu antara gelombang datang dan gelombang pantul pada fenomena gelombang berjalan dengan menerapkan metode Transformasi *Wavelet* Diskrit melalui *software* MATLAB.
3. Mengidentifikasi letak titik gangguan pada jaringan distribusi 20 kV dengan menerapkan metode *single-ended* (ujung tunggal).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Analisis dilakukan terhadap sistem saluran distribusi yang memiliki tingkat tegangan 20 kV.
2. Penelitian ini hanya meninjau saluran distribusi tipe radial.
3. Analisis ini mengkaji gangguan yang bersumber baik dari dalam sistem (internal) maupun dari luar sistem (eksternal).
4. Penelitian ini menerapkan metode Transformasi *Wavelet* Diskrit dengan

dukungan perangkat lunak Matlab sebagai alat analisis.

1.5 Manfaat Penelitian

Setelah penelitian ini selesai dilakukan, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kemudahan dalam menangani dan memulihkan sistem tenaga yang mengalami gangguan.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penelitian ini, sistematika penulisan disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan landasan teori yang menjadi acuan dalam penyusunan laporan penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan metodologi serta tahapan-tahapan yang diterapkan dalam pelaksanaan penelitian ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan pengolahan data serta pembahasan mendalam mengenai hasil penelitian yang telah dilaksanakan..

BAB V PENUTUP

Bab ini menyajikan kesimpulan yang ditarik dari hasil penelitian serta rekomendasi yang dapat dipertimbangkan untuk studi mendatang.

