

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Populasi manusia meningkat dari hari ke hari. Oleh karena itu, kebutuhan energi dalam kehidupan sehari-hari juga semakin meningkat. Listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok untuk kelangsungan hidup setiap manusia yang menyebabkan permintaan terhadap energi listrik meningkat. Peningkatan permintaan energi listrik memerlukan pembangkit dan penyaluran listrik lebih banyak lagi. Energi listrik yang disuplai ke konsumen harus kontiniu dan tidak boleh terputus. Gangguan pada salah satu dari bagian sistem tenaga dapat menyebabkan terputusnya aliran listrik yang berakibat berkurangnya pasokan energi listrik bahkan bisa mengakibatkan terjadinya pemutusan pasokan energi listrik ke konsumen. Secara umum sistem tenaga listrik dibagi menjadi empat bagian yaitu pembangkit, transmisi, distribusi dan beban. Dari semua ini, sistem transmisi dan distribusi memainkan peran utama dan ini seperti jantung dari seluruh sistem tenaga. Namun, gangguan yang sering terjadi juga pada sistem transmisi dan distribusi, hal ini akan membahayakan keamanan keseluruhan sistem tenaga.

Sistem transmisi terdiri dari dua jenis, yaitu saluran udara (*overhead lines*) dan saluran kabel bawah tanah (*underground cable*). Saluran udara lebih banyak digunakan dibandingkan dengan saluran kabel bawah tanah karena biaya yang murah, Saluran transmisi udara akan terimbas oleh sambaran petir yang menyebabkan kemungkinan mengenai kawat tanah dan fasa lain yang dapat menyebabkan flashover[1].

Selain dari gangguan petir saluran transmisi juga mengalami gangguan internal berupa gangguan hubung singkat. Gangguan hubung singkat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu gangguan simetris dan gangguan tidak simetris. Gangguan simetris adalah gangguan 3-fasa, yang merupakan gangguan yang paling berbahaya. Gangguan tidak simetris adalah 1-fasa ke tanah, fasa ke fasa, dan 2-fasa ke tanah, dimana gangguan yang paling sering terjadi pada saluran transmisi adalah gangguan 1-fasa ke tanah.

Setiap jenis gangguan memiliki karakteristik dan dampak yang berbeda pada sistem tenaga listrik. Gangguan 1-fasa ke tanah merupakan jenis gangguan yang paling umum dan relatif kurang merusak, namun jika tidak segera diatasi, gangguan ini bisa berkembang menjadi lebih parah, terutama pada sistem bertegangan tinggi. Gangguan 2-fasa, yang terjadi ketika 2-fasa saling bersentuhan atau terhubung, berpotensi menghasilkan arus besar yang dapat mengancam stabilitas sistem. Gangguan 2-fasa ke tanah serius dibanding 1-fasa ke tanah, karena melibatkan 2-fasa yang bersentuhan dengan tanah, sehingga menimbulkan aliran arus yang lebih tinggi dan meningkatkan risiko kerusakan peralatan. Sementara itu, gangguan 3-fasa adalah gangguan paling kritis, di mana ke 3-fasa

mengalami hubungan pendek, menghasilkan arus yang sangat besar dan berpotensi menyebabkan kerusakan besar, bahkan pemadaman listrik luas, jika tidak segera diidentifikasi dan ditangani.

Transformasi *wavelet* (WT) adalah sebuah metode pemrosesan sinyal yang memiliki kemampuan melokalisasi waktu-frekuensi yang sempurna. WT ini banyak digunakan dan merupakan metode yang efektif untuk menganalisis jenis gangguan transien[2]-[3]. Beberapa penelitian sebelumnya seperti Rajib Sadhu dan Rimi Paul menggunakan pendekatan *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dengan analisis multi-resolusi untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis gangguan pada saluran transmisi yang dilengkapi dengan *Unified Power Flow Controller* (UPFC). Dengan menggunakan *wavelet* Daubechies (Db4) hingga delapan tingkat dekomposisi, mereka berhasil mengidentifikasi jenis gangguan meskipun adanya pengaruh UPFC pada sinyal arus [4]. Sementara itu, Bilal Masood et al. mengembangkan metode deteksi gangguan pada saluran transmisi overhead menggunakan DWT, di mana mereka memanfaatkan nilai normalisasi koefisien detail untuk membedakan kondisi normal dan abnormal berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan. Hasil simulasi menunjukkan metode ini efektif dalam mendeteksi berbagai jenis gangguan, termasuk gangguan antar fasa dan gangguan ke tanah [5]. Penelitian lainnya oleh Priyanka T S dan Basavaraja Banakara berfokus pada deteksi gangguan saluran transmisi tiga fasa dan analisis fluktuasi tegangan sag, swell, serta impuls menggunakan simulasi MATLAB/Simulink. Pendekatan DWT pada penelitian ini memungkinkan identifikasi gangguan berdasarkan karakteristik frekuensi tinggi pada sinyal arus dan tegangan, yang bermanfaat dalam menganalisis respon sistem terhadap perubahan mendadak akibat gangguan [6].

Transformasi Wavelet adalah metode analisis sinyal yang memungkinkan dekomposisi sinyal ke dalam skala waktu yang berbeda untuk mendapatkan resolusi yang baik dalam domain waktu maupun frekuensi, sehingga cocok untuk menganalisis sinyal dengan komponen frekuensi yang berubah-ubah, termasuk sinyal gangguan. Teknik ini efektif untuk mendeteksi pola, menemukan anomali, dan melakukan kompresi, dengan berbagai jenis wavelet seperti Daubechies, Haar, dan Morlet yang masing-masing memiliki karakteristik khusus [7]. Namun, analisis transformasi wavelet biasa hanya mampu memisahkan komponen frekuensi dan waktu tanpa memberikan informasi lebih mendalam mengenai kompleksitas atau distribusi energi pada tiap komponen.

Kompleksitas atau distribusi energi pada tiap komponen dapat di peroleh dengan menggabungkan metoda *wavelet* dan metoda entropi yang dikenal dengan wavelet entropi. Wavelet entropi mampu mengukur ketidakpastian atau kompleksitas dari sinyal gangguan yang didekomposisi. Dengan menghitung entropi pada setiap komponen frekuensi, wavelet entropi mampu memberikan informasi lebih dalam tentang distribusi energi dan kompleksitas sinyal gangguan, menjadikannya lebih unggul dalam mendeteksi perubahan halus atau anomali yang

mungkin ada dalam sinyal tersebut, seperti dalam analisis pola sinyal gangguan pada sistem transmisi. Metode *wavelet* entropi digunakan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi jenis gangguan pada saluran transmisi.

Penggabungan metode WT dan Entropi ini dilakukan dengan cara mengurai sinyal gangguan pada level tertentu menggunakan WT kemudian ditentukan nilai entropinya[8]. Jumlah entropi dari setiap arus gangguan digunakan untuk membedakan jenis gangguan. Gabungan metode yang diajukan ini merupakan kebaruan dari tugas akhir ini. Berdasarkan latar belakang di atas maka tugas akhir ini berjudul **“Identifikasi Jenis Gangguan pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 kV Menggunakan Analisis *Wavelet*-Entropi Terhadap Sinyal Gangguan Eksternal dan Internal”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Transformasi *wavelet* adalah sebuah mode pemrosesan sinyal yang memiliki kemampuan lebih untuk menganalisis sinyal transien dari gangguan. Sementara Entropi adalah sifat keacakan dari suatu sinyal. Pada sistem tenaga terdapat banyak jenis gangguan baik internal maupun eksternal. Gangguan tersebut harus diketahui secara cepat dan tepat jenisnya agar gangguan itu dapat diatasi dengan baik. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana menentukan jenis gangguan yang terjadi pada saluran transmisi 150 kV dengan cepat dan akurat menggunakan metode gabungan *wavelet* dan entropi.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Untuk menjawab permasalahan diatas, maka perlu dibagi menjadi beberapa tujuan penelitian yang harus dicapai. Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Memodelkan saluran transmisi 150 kV dan jenis gangguan internal dan eksternal menggunakan software ATP.
2. Mengurai sinyal gangguan berdasarkan menggunakan Transformasi *Wavelet* Diskrit.
3. Menentukan nilai entropi dari sinyal hasil transformasi *wavelet* diskrit.
4. Menganalisa jenis gangguan-gangguan yang terjadi pada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV menggunakan nilai entropi.

## **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini memiliki batasan masalah agar pembahasan tidak meluas (keluar dari topik). Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Gangguan yang dianalisa adalah gangguan 1-fasa tanah, gangguan 2-fasa tanah, gangguan 2-fasa, gangguan 3-fasa dan gangguan petir pada saluran udara 150kV.
2. Metode yang digunakan adalah metode *wavelet* entropi.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Setelah melakukan penelitian ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Peningkatan Keandalan dan Keselamatan  
Dengan mengidentifikasi gangguan secara akurat, sistem transmisi menjadi lebih stabil, mengurangi risiko pemadaman dan kegagalan yang membahayakan keselamatan.
2. Efisiensi Operasional dan Pengurangan Waktu Pemulihan  
Analisis cepat memungkinkan respons dan perbaikan lebih cepat, mengurangi waktu pemulihan, sementara analisis *wavelet*-entropi meningkatkan efisiensi dalam memproses data besar.
3. Optimalisasi Pemeliharaan  
Deteksi gangguan yang efektif mendukung pemeliharaan preventif, mengurangi biaya dan kerusakan pada infrastruktur.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini disusun dengan sistematika yang memuat mengenai isi bab-bab sebagai berikut.

### **BAB I      PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II     TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan tentang dasar-dasar teori yang digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian.

### **BAB III    METODE PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang metode yang digunakan dalam penelitian ini, jenis data yang digunakan, pemodelan, langkah-langkah, komponen dan perangkat yang digunakan dalam literatur dan pengolahan data hasil simulasi

### **BAB IV    HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini dilakukan analisa serta penjelasan mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menampilkan data-data yang telah diolah.

### **BAB V     PENUTUP**

Berisikan kesimpulan yang diperoleh selama penelitian dan saran-saran untuk penelitian selanjutnya.