

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Petir merupakan fenomena pelepasan muatan listrik statis di atmosfer yang melibatkan pelepasan energi dalam skala masif [1]. Fenomena ini muncul akibat adanya akumulasi muatan listrik yang melampaui ambang batas dielektrik udara [2]. Secara termodinamika, saluran petir bertindak sebagai sumber panas ekstrem dengan suhu mencapai 30.000 K dalam durasi beberapa mikrodetik [3]. Hal ini memaksa udara di sepanjang saluran memuai secara cepat dengan kecepatan supersonik, menghasilkan gelombang kejut radial yang kemudian bertransisi menjadi gelombang akustik guntur (*thunder*) [4].

Proses terjadinya petir terdiri dari beberapa fase krusial, di antaranya *Preliminary Breakdown* (PB), *Stepped Leader* (L), dan *Return Stroke* (RS)[5]. Pada fase *Return Stroke*, ekspansi termal mencapai titik maksimal sehingga menghasilkan impuls akustik guntur yang paling kuat [6]. Sinyal akustik ini membawa *acoustic shock wave* yang unik, di mana profil energinya sangat dipengaruhi oleh parameter fisik saluran petir [7]. Pemahaman mengenai karakteristik spektrum ini menjadi penting untuk mengidentifikasi bagaimana distribusi frekuensi suara petir merepresentasikan proses fisik yang terjadi pada saluran tersebut [8].

Berdasarkan publikasi rujukan sebelumnya mengenai karakteristik radiasi medan listrik petir, telah diketahui bahwa setiap fase petir memiliki tanda spektral yang unik pada rentang frekuensi tertentu. Namun, studi-studi tersebut masih terbatas pada domain elektromagnetik dan belum mengeksplorasi secara mendalam karakteristik spektrum akustik yang dihasilkan secara simultan [9]. Mengingat kompleksitas dalam memperoleh data lapangan yang sinkron secara presisi antara sinyal elektromagnetik dan akustik, maka diperlukan analisis mendalam melalui studi kasus terhadap kejadian petir yang memiliki integritas sinyal yang baik.

Penelitian ini memfokuskan pada karakterisasi spektrum guntur dengan menerapkan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) untuk mentransformasikan sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi yang memungkinkan ekstraksi nilai frekuensi puncak (f_p) [10]. Serta distribusi energi akustik petir dengan menggunakan kombinasi metode spektrogram berbasis *Short-Time Fourier Transform* (STFT) dan estimasi *Instantaneous Frequency* (IF). Melalui pendekatan studi kasus pada beberapa data yang terverifikasi, analisis ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mendalam mengenai hubungan antara mekanisme pelepasan muatan listrik dengan *acoustic shock wave* yang dihasilkan [11]. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis mengambil judul " Analisis Karakteristik

Spektral *Acoustic Shock Wave* Petir dan Korelasinya terhadap Medan Listrik *Return Stroke* ".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian ini, rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik spektrum *acoustic shock wave* petir dengan menggunakan metode FFT dan STFT?.
2. Bagaimana distribusi energi dari *acoustic shock wave* petir?.
3. Bagaimana korelasi antara sinyal akustik dengan sinyal medan listrik petir pada fase *Return Stroke*?.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah penelitian ini tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik spektrum *acoustic shock wave*.
2. Menganalisis distribusi energi pada *acoustic shock wave*.
3. Menganalisis korelasi antara *acoustic shock wave* terhadap radiasi medan listrik *return stroke*.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian ini, maka manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Menghasilkan referensi profil *acoustic shock wave* yang akurat sebagai dasar pengembangan instrumen deteksi petir berbasis akustik.
2. Memberikan pemahaman mengenai hubungan fisik antara mekanisme pelepasan muatan listrik dengan energi guntur yang dihasilkan.
3. Memberikan landasan korelasi antara fase radiasi medan listrik dan akustik sebagai dasar studi petir yang lebih komprehensif.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan manfaat penelitian ini, maka batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Analisis difokuskan pada kejadian petir yang memiliki sinkronisasi data medan listrik, medan magnet, dan akustik.
2. Karakterisasi dibatasi pada analisis spektrum akustik untuk menentukan frekuensi dominan (f_p) dan profil distribusi energi spektral.
3. Analisis korelasi difokuskan pada penentuan selisih waktu tiba (*time delay*) menggunakan metode *Cross-Correlation* terhadap struktur energi (*envelope*) sinyal medan listrik dan *acoustic shock wave*, dengan mengasumsikan kecepatan rambat suara konstan.
4. Analisis korelasi menggunakan nilai koefisien korelasi (R) sebagai parameter tunggal validasi hubungan antar-sinyal.

5. Pengolahan data dan ekstraksi frekuensi dilakukan sepenuhnya menggunakan perangkat lunak MATLAB dengan algoritma FFT, STFT, dan Cross-Correlation.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi terkait uraian latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori dasar yang mendukung penelitian Tugas Akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat tentang prosedur penelitian, metode penelitian, rencana tabel yang akan digunakan pada penelitian, dan diagram alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data hasil pengujian dan pembahasan dalam penelitian Tugas Akhir

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran terkait penelitian Tugas Akhir.

