

SKRIPSI

**OBSERVASI KONSISTENSI SISTEM INTERFEROMETRI STASIUN
PETIR UNIVERSITAS SRIWIJAYA KAMPUS PALEMBANG**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

HARRY

03041282126072

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

LEMBAR VALIDITAS
OBSERVASI KONSISTENSI SISTEM INTERFEROMETRI STASIUN
PETIR UNIVERSITAS SRIWIJAYA KAMPUS PALEMBANG

SKRIPSI



Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Penulis :
HARRY
03041282126072

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Indralaya, Juli 2025
Pembimbing Tugas Akhir



Ir. M. Abu Bakar Sidik, ST., M.Eng.,
Ph.D.IPU., APEC Eng.
NIP. 197108141999031005

Ir. M. Abu Bakar Sidik, ST., M.Eng.,
Ph.D.IPU., APEC Eng.
NIP. 197108141999031005

HALAMAN DEKLARASI INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Harry
NIM : 03041282126072
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Observasi Konsistensi Sistem Interferometri pada Stasiun Petir Universitas Sriwijaya" adalah benar merupakan hasil karya sendiri dan benar-benar asli. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat terhadap karya ilmiah orang lain. Dalam hal ini, saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2025



Harry

PERSETUJUAN

Saya, sebagai pembimbing, dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini, dan dalam pandangan saya, ruang lingkup dan kualitas skripsi ini telah memadai sebagai skripsi untuk mahasiswa program sarjana (S1)

Tanda tangan

: 

Pembimbing Utama : Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, ST, M.Eng., Ph.D., IPU.,
APEC Eng.

Tanggal

: 18 / Juli / 2025

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala dan sholawat berangkaikan salam kami hadiahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam beserta keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat, karunia, dan ridho Allah Subhanahu Wata'ala, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Observasi Konsistensi Sistem Interferometri pada Stasiun Petir Universitas Sriwijaya".

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak (Hendricot) dan Ibu (Martutina) yang tidak pernah berhenti mendoakan memberikan motivasi, serta dukungan sehingga saya dapat bertahan dan menyelesaikan skripsi ini.
2. Kakak-kakakku dan adik-adikku (bang Per, kak kiki, bang Ade, bang Rama, Nanda dan Siti) sebagai keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan masukan serta bantuan selama ini.
3. Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, ST, M.Eng, PhD, IPU., APEC Eng. selaku Dosen Pembimbing tugas akhir dan Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi moral maupun spritual.
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama perkuliahan.
5. Mohd. Riduan bin Ahmad selaku dosen dari Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) yang telah membantu memberikan arahan dan wawasan mengenai penelitian.
6. Bu Wiwin dan kak Fadzi mahasiswa S3 Ilmu Teknik Universitas Sriwijaya yang turut membantu dalam memberikan arahan dan wawasan mengenai penelitian.
7. Nenek saya, Maiyar yang selalu menanyakan kondisi saya, mendoakan dan mendukung saya.

8. Tante-tanteku (Tante Yuniar, mama Epi dan ibuk Tati), paman-pamanku (Mak Am dan Mak Ramli) dan anak-anaknya yang tidak bisa disebutkan satu persatu, atas dukungan, doa, dan motivasinya.
9. Sepupu saya (yuk Na, fikrul, Tata, dan Indah) untuk waktu, pemikiran, dan motivasi mereka.
10. Analis dan Asisten LFD (Uni Ani, Yuk Ratna, Dina Sabila dan Renco) atas dukungan, motivasi, dan canda tawa selama penyusunan skripsi ini.
11. Teman-teman seperjuangan SMAN 1 BASO (Azeny, Alif dan Ajmi) atas dukungan, motivasi, dan canda tawa selama penyusunan skripsi ini.
12. Teman-teman tugas akhir (Hanif, Albert, Revda, Okta dan Abi) atas perjuangan dan kebersamaan selama pengerjaan tugas akhir.
13. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak hal yang dapat diperbaiki dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, Juli 2025



Penulis

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai anggota akademisi Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Harry
NIM : 03041282126072
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Pekerjaan : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul;

**OBSERVASI KONSISTENSI SISTEM INTERFEROMETRI STASIUN
PETIR UNIVERSITAS SRIWIJAYA KAMPUS PALEMBANG**

beserta perangkat yang ada, dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan karya tulis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Dibuat di : Palembang

Pada tanggal : 18 Juli 2025

Yang Menyatakan



Harry

NIM. 03041282126072

ABSTRAK

OBSERVASI KONSISTENSI SISTEM INTERFEROMETRI STASIUN PETIR UNIVERSITAS SRIWIJAYA KAMPUS PALEMBANG

(Harry, 03041282126072, 2025, xxi + 52 halaman + lampiran)

Sistem lokasi petir (*LLS*) dirancang untuk menentukan lokasi atau perkiraan sambaran petir dengan lebih akurat. Hal ini penting untuk memetakan daerah dengan intensitas sambaran petir yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan proteksi pada objek tertentu dan meminimalisir kerugian baik pada benda mati maupun makhluk hidup. Penelitian ini bertujuan menguji konsistensi sistem interferometri di stasiun petir Universitas Sriwijaya tersebut dengan hasil penelitian sebelumnya melalui program MATLAB untuk sistem interferometri yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya. Selain itu, Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemetaan petir dengan memvisualisasikan data sambaran petir untuk mendapatkan distribusi sudut azimuth dan elevasi. Sistem interferometri ini menggunakan tiga antena VHF, yaitu antena B, C, dan D, serta satu antena *fast field* untuk menangkap emisi frekuensi radio dari petir. Sistem ini terletak di atas Gedung Graha PTBA Universitas Sriwijaya, dengan jarak antena 10 meter terpisah dengan sudut 90° . *Software* MATLAB digunakan untuk menghitung sudut azimuth dan elevasi menggunakan teknik *cross correlation* dengan mengukur perbedaan waktu antara antena B dan C, serta antena B dan D. Selanjutnya, sinyal diproses melalui teknik *windowing* untuk mempercepat proses pengolahan data dengan akurasi yang tinggi, dengan *window size* 131.072 sampel dan *overlap size* sebanyak 1.024 sampel setelah dilakukan *upsampling* sebelumnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil memetakan sudut azimuth dan elevasi dari delapan kejadian petir pada bulan April hingga Juni 2025, sehingga pergerakan petir dapat diamati. Hasil ini menjadi fondasi penting bagi penelitian lanjutan dalam penentuan lokasi geografis sambaran petir secara presisi. Penelitian mendatang disarankan untuk mengembangkan jaringan stasiun interferometri yang terdistribusi guna memungkinkan teknik multilaterasi, sehingga koordinat sambaran petir dapat ditentukan secara lebih akurat.

Kata kunci: Azimut; Elevasi; Interferometri; Pemetaan Petir; MATLAB

ABSTRACT
OBSERVATION OF THE CONSISTENCY OF THE INTERFEROMETRY
SYSTEM OF LIGHTNING STATION SRIWIJAYA UNIVERSITY
PALEMBANG CAMPUS

(Harry, 03041282126072, 2025, xxi + 52 Pages + Appendix)

A lightning location system (LLS) is designed to determine the location or estimate of lightning strikes more accurately. This is essential for mapping areas with high lightning strike intensity, which can serve as a reference for determining protection on specific objects and minimizing losses to both inanimate objects and living beings. This study aims to test the consistency of the interferometry system at the Universitas Sriwijaya lightning station with previous research results using the MATLAB-based interferometry program developed in earlier studies. In addition, this study seeks to improve lightning mapping by visualizing lightning strike data to obtain the distribution of azimuth and elevation angles. The interferometry system employs three VHF antennas labeled B, C, and D and one fast-field antenna to capture radio frequency emissions from lightning. The system is installed on the rooftop of the Graha PTBA building at Universitas Sriwijaya, with antennas spaced 10 meters apart at 90° orientations. MATLAB *software* was used to calculate the azimuth and elevation angles through cross-correlation techniques by measuring the time differences between antennas B and C, and B and D. The signals were further processed using a windowing technique to accelerate data processing while maintaining high accuracy, with a window size of 131,072 samples and an overlap of 1,024 samples after prior upsampling. The results show that the system successfully mapped the azimuth and elevation angles of eight lightning events from April to June 2025, allowing observation of lightning movement. These results provide an important foundation for further research in accurately determining the geographic location of lightning strikes. Future research is recommended to develop a distributed network of interferometry stations to enable multilateration techniques, allowing lightning strike coordinates to be determined more precisely.

Keywords: Azimuth; Elevation; Interferometry; Lightning Mapping; MATLAB

DAFTAR ISI

LEMBAR VALIDITAS	ii
HALAMAN DEKLARASI INTEGRITAS	iii
PERSETUJUAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
LEMBAR DEKLARASI INTEGRITAS	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR PERSAMAAN	xv
DAFTAR ISTILAH	xvi
NOMENKLATUR	xx
BAB PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Lokasi Petir	5
2.1.1. Magnetic Direction Finder (MDF)	6
2.1.2. Time of Arrival (ToA)	6
2.1.3. Interferometri	7
2.2 Muatan Tri Polar (Tri Polar Charge)	8
2.3 Steamer dan Leader	8
2.4 Cloud to Ground dan Intracloud	9
2.5 Sudut Azimuth dan Elevasi	10
2.6 Teknik Korelasi Silang	10
2.7 Koefisien Kalibrasi	11
2.8 Algoritma Dasar	11

2.9	Data Satelit Himawari 9.....	13
2.10	Penelitian Terdahulu	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		22
3.1	Lokasi Penelitian.....	22
3.2	Waktu Penelitian.....	22
3.3	Perangkat dan Peralatan.....	22
3.3.1.	Perangkat.....	22
3.3.2.	Alat.....	28
3.4	Gambaran Umum Sistem Interferometri di Universitas Sriwijaya....	29
3.5	Struktur Data.....	30
3.6	Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.7	Teknik Indentifikasi Data	31
3.8	Proses dalam MATLAB	32
3.9	Flow Chart Penelitian	35
BAB IV PEMBAHASAN		37
4.1	Identifikasi Data.....	37
4.1.1.	Sinyal petir di Picoscope	37
4.1.2	. Data satelit Himawari 9 IR	39
4.2	Analisis Sinyal di MATLAB.....	40
4.3	Hasil lain dari Sistem Interferometri di Universitas Sriwijaya	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Metode Magnetic Direction Finder [11].	6
Gambar 2.2 Stasiun Terpisah dari Metode TOA [13].	7
Gambar 2.3 Sistem Lokasi Petir dengan Metode Interferometri [13].	8
Gambar 2.4 Proses terjadinya streamer dan leader [18]	9
Gambar 2.5 Data Satelit Himawari 9 [25]	14
Gambar 3.1 Band Pass Filter.	23
Gambar 3.2 <i>Fast field</i> buffer.	24
Gambar 3.3 Desain antena VHF	24
Gambar 3.4 Pengaturan Antena VHF	25
Gambar 3.5 Antena <i>Fast field</i>	26
Gambar 3.6 Detail Antena <i>Fast field</i>	26
Gambar 3.7 Power supply 12 VDC	27
Gambar 3.8 <i>PicoScope</i> seri 5000	28
Gambar 3.9 <i>Software</i> Picoscope 6	29
Gambar 3.10 <i>Software</i> MATLAB.	29
Gambar 3.11 Diagram Blok Sistem Interferometri.	30
Gambar 3.12 Detail Posisi Antena di atas Graha PTBA	30
Gambar 3.13 Data dari Empat Saluran di <i>PicoScope</i>	32
Gambar 3.14 Diagram Alir Proses dalam MATLAB	35
Gambar 3.15 Flowchart Penelitian	36
Gambar 4.1 Sinyal petir di Picoscope.	38
Gambar 4.2 Sinyal petir gabungan.	38
Gambar 4.3 Sinyal Petir detail	39
Gambar 4.4 Data Himawari-9 IR Wilayah Sumatera Selatan	40
Gambar 4.5 Sinyal Petir dalam Domain Waktu.	41
Gambar 4.6 Sinyal Petir dalam Domain Frekuensi	41
Gambar 4.7 Perbandingan Sudut Azimuth dan Elevasi dalam Sinyal VHF dan FF	42
Gambar 4.8 perbandingan sinyal ketiga VHF.	43
Gambar 4.9 Tampilan visual data azimuth dan elevasi dalam 2D	44

Gambar 4.10 Tampilan data azimuh dan elevasi Jarak Dekat 2D	45
---	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu	18
Tabel 4.1 Statistik masing-masing channel.....	39
Tabel 4.2 Sudut Azimuth dan Elevasi.....	39
Tabel 4.3 Hasil Pemetaan persebaran petir periode Mei-Juni	39

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1).....	11
Persamaan (2.2).....	11
Persamaan (2.3).....	12
Persamaan (2.4).....	12
Persamaan (2.5).....	12
Persamaan (2.6).....	13
Persamaan (2.7).....	13

DAFTAR ISTILAH

<i>Azimuth</i>	: Sudut azimuth adalah sudut searah jarum jam dari Utara ke nilai 0° - 360°
<i>Baseline</i>	: Jarak antara antenna pada sistem lokasi petir dengan menggunakan metode Interferometri
<i>Cloud to Ground</i>	: Sambaran petir yang terjadi dari awan petir menuju ke tanah
Korelasi Silang	: Salah satu metode korelasi di MATLAB
<i>Cumulonimbus</i>	: (Disingkat Cb) adalah awan vertikal yang menjulang tinggi (keluarga D2) yang sangat tinggi, padat, dan terlibat dalam badai petir dan cuaca dingin lainnya
<i>Dipole</i>	: Momen dipol listrik untuk mengukur "polaritas" ikatan kimia dalam molekul
<i>Directions of Arrival</i>	: Sistem yang memperkirakan atau menghitung perbedaan sudut medan elektromagnetik VHF yang terdeteksi oleh sepasang antenna dalam jarak tertentu
<i>Equivalent</i>	: Nilai (ukuran, makna atau efek) yang sama, bernilai, sebanding, dan sepadan
Medan Listrik	: Wilayah ruang di sekitar partikel bermuatan listrik atau objek di mana benda bermuatan mengalami gaya
Elektron	: Partikel subatom bermuatan negatif dan sering ditulis sebagai e-

Elektromagnetik	: Jenis magnet di mana arus listrik menghasilkan medan magnet
Elektrostatik	: Cabang fisika yang berhubungan dengan gaya yang diberikan oleh medan listrik statis (tidak berubah/bergerak) pada benda bermuatan lainnya
Elevasi	: Sudut elevasi adalah sudut yang meningkat dari horizontal ke arah langit sehingga nilainya berkisar antara 0° - 90°
<i>FastField</i>	: Komponen radiasi mendominasi medan listrik
<i>Flash</i>	: Sambaran/kedip petir
Interferometri	: Sistem yang memperkirakan atau menghitung perbedaan sudut medan elektromagnetik VHF yang terdeteksi oleh sepasang antena dalam jarak tertentu
<i>IntraCloud</i>	: Sambaran petir yang terjadi di dalam awan
<i>Lightning Location System: (LLS)</i>	: Sistem ini dirancang untuk dapat menentukan lokasi atau perkiraan sambaran petir dengan lebih akurat
<i>Lightning Mapping</i>	: Peta Pergerakan Petir
<i>Orthogonal Vertical Loops</i>	: Dua loop vertikal dan ortogonal dengan bidang yang berorientasi NS (utara-selatan) dan EW (timur-barat)
<i>Low Frequency</i>	: Frekuensi dengan panjang gelombang 30 MHz - 300 MHz

<i>Magnetic Direction Finder</i>	:	Salah satu metode sistem lokasi petir memiliki prinsip dasar dua loop ortogonal vertikal yang disusun dengan orientasi bidang Utara-Selatan (NS) dan Timur-Barat (EW).
Medan Magnet	:	Wilayah di sekitar bahan magnetik atau muatan listrik yang bergerak di mana gaya magnet bekerja
MATLAB	:	Platform pemrograman yang dirancang khusus bagi para insinyur dan ilmuwan untuk menganalisis dan merancang sistem dan produk yang mengubah dunia kita
Meteorologi	:	Ilmu yang mempelajari tentang bumi dan gejala-gejalanya, yang berkaitan dengan komponen bumi yang berupa gas
<i>Tri-Polar Charge</i>	:	Jenis pengisian daya di awan
NI Multisim	:	Perangkat lunak untuk simulasi skema elektronik yang merupakan bagian dari program desain sirkuit Suite.
<i>Noise / Kebisingan</i>	:	Istilah umum untuk modifikasi yang tidak diinginkan (dan, secara umum, tidak diketahui) yang mungkin dialami sinyal selama penangkapan, penyimpanan, transmisi, pemrosesan, atau konversi
<i>Overlap</i>	:	Pergeseran dalam proses <i>windowing</i> di MATLAB
<i>Phase Fittings</i>	:	Salah satu teknik komputasi dalam metode Interferometri di mana fase
<i>Picoscope</i>	:	Osiloskop PC yang sempurna untuk mengukur dan menguji hampir semua komponen dan

sirkuit elektronik dalam kendaraan modern apa pun

MATLAB	:	Salah satu jenis metode untuk melakukan windowing di MATLAB
<i>Time Difference</i>	:	Perbedaan dalam antena Interferometri sinyal
<i>Time of Arrival</i>	:	Metode dalam Sistem Lokasi Petir yang menggunakan waktu kejadian dari fitur tertentu dari bentuk gelombang elektromagnetik petir yang dianalisis secara simultan pada beberapa sensor.
<i>Very High Frequency</i>	:	Frekuensi dengan panjang gelombang 30 MHz - 300 MHz
<i>Very Low Frequency</i>	:	Frekuensi dengan panjang gelombang 3 - 30 kHz
<i>Window Size</i>	:	Ukuran jendela/kotak pembagian data di MATLAB untuk metode Interferometri
<i>Windowing</i>	:	Proses membagi data gelombang di MATLAB untuk metode Interferometri dengan ukuran tertentu

NOMENKLATUR

α	:	Alpha
β	:	Beta
τ_d	:	Penundaan Waktu
$\Delta\theta$	:	Perubahan Sudut
BMKG	:	Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika
c	:	Kecepatan cahaya
cg	:	<i>Cloud to Ground</i>
DC	:	<i>Direct Current</i>
DITF	:	Interferometri Digital
EW	:	Timur-Barat
IC	:	<i>Intra Cloud</i>
ITF	:	Interferometri
kHz	:	Kilo <i>Hertz</i>
LF	:	<i>Low Frequency</i>
LLS	:	<i>Lightning Location System</i>
M D F	:	<i>Magnetic Direction Finder</i>
MHz	:	Mega Hertz
m/s	:	meter/detik
ns	:	Nanosecond
NS	:	Utara-Selatan
TOA	:	<i>Time of Arrival</i>
V	:	Tegangan

VHF	:	<i>Very High Frequency</i>
VLf	:	<i>Very low Frequency</i>
V/m	:	Volt / meter
x	:	Bidang x kartesius
y	:	Bidang y Kartesius

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki iklim tropis dengan curah hujan tahunan yang relatif tinggi. Kondisi ini berkontribusi pada perubahan cuaca. Cuaca yang rentan menyebabkan fenomena alam yaitu sambaran petir [1]. Menurut data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), pada bulan Oktober 2024, lebih dari 60% wilayah Indonesia mengalami intensitas sambaran petir *Cloud to Ground* (CG), dengan jumlah yang mencapai lebih dari 60.000 kali, terutama di daerah Sumatera bagian Selatan, Kalimantan, Jawa, dan Sulawesi dan Papua [2].

Petir yang terjadi saat musim hujan disebabkan oleh pemisahan muatan listrik negatif dan positif di dalam awan *cumulonimbus*. Ketika gradien tegangan antara muatan listrik di awan dengan muatan berlawanan di awan lain atau di permukaan tanah meningkat, terjadi pelepasan muatan listrik yang dikenal sebagai petir. Fenomena ini membawa arus dan tegangan dalam jumlah besar, sehingga dapat menimbulkan bahaya serius jika menyambar objek di permukaan tanah [3].

Petir memiliki energi yang sangat besar dan kuat, sehingga dapat mengakibatkan kerusakan serius pada objek yang terkena. Beberapa insiden di Indonesia membuktikan bahwa sambaran petir dapat menimbulkan dampak fatal, termasuk korban jiwa dan kebakaran, seperti yang terjadi di kilang minyak Pertamina Cilacap pada hari Sabtu, 13 November 2021 [4]. Sambaran petir umumnya terjadi secara tiba-tiba tanpa tanda-tanda yang dapat diamati dengan mata telanjang. Oleh sebab itu, mempelajari karakteristik petir menjadi penting untuk memahami mekanisme terjadinya petir sekaligus meningkatkan kewaspadaan. Pengetahuan ini berperan krusial dalam merancang sistem proteksi petir yang efektif guna melindungi struktur serta meminimalkan dampak negatif yang

ditimbulkan.

Karakterisasi petir dapat dilakukan dengan menganalisis frekuensi radio yang dipancarkan selama kejadian petir. Frekuensi ini dapat dimanfaatkan untuk menentukan lokasi serta jenis sambaran petir secara akurat. Sistem lokasi petir sangat berguna untuk memberikan peringatan dini tentang sambaran yang akan terjadi dan informasi detail terkait jenisnya. Saat ini, terdapat tiga metode utama untuk mendeteksi petir, yaitu *Time of Arrival (ToA)*, *Magnetic Direction Finder (MDF)*, dan Interferometri (ITF). Di antara ketiganya, metode Interferometri (ITF) telah mengalami perkembangan signifikan karena menawarkan keunggulan yang lebih banyak dibandingkan dua metode lainnya.

1.2 Perumusan Masalah

Untuk menjaga keberlanjutan dan ketahanan sistem energi terbarukan, pengamatan petir dan sistem lokasi petir (*LLS*) merupakan salah satu upaya untuk mengamati tren pola perubahan iklim yang akan mempengaruhi produksi energi terbarukan. Indonesia menargetkan pemanfaatan energi terbarukan dalam komposisi energi nasional minimal 31% pada tahun 2050 [33], sehingga penelitian mengenai karakteristik petir menjadi krusial untuk mendukung pencapaian target tersebut. Namun, penelitian tentang karakteristik petir yang berhubungan dengan perubahan iklim masih tergolong sedikit di Indonesia. Peningkatan jumlah insiden kebakaran di fasilitas kilang minyak akibat meningkatnya aktivitas petir dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa aktivitas petir ini sangat berdampak fatal. Meskipun telah ada sistem perlindungan petir di fasilitas-fasilitas penting ini, insiden tersebut menegaskan pentingnya memiliki sistem pemantauan dan pelokalan petir. Pemantauan aktivitas petir akan memberikan informasi berharga bagi para insinyur dalam merancang sistem perlindungan yang lebih efektif.

Saat ini, sistem lokasi petir khususnya Interferometri telah banyak diteliti di negara maju seperti Jepang dan Cina. Namun, di Indonesia masih minim penelitian sistem interferometri ini yang menyebabkan sedikitnya publikasi sehingga diperlukannya penelitian yang lebih mendalam mengenai penelitian ini.

Penelitian ini akan akan berfokus melakukan obeservasi konsistensi sistem Interferometri. Dimana pada tahun sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Muhammad Alif Wicaksono dengan penelitian yang serupa. Hasil yang didapatkan pada penelitian tersebut adalah sudut azimuth dan elevasi dengan menggunakan data yang diambil dari sistem interferometri di Universitas Sriwijaya berhasil mengindentifikasi jenis sambaran petir, namun dibutuhkan lagi data sambaran petir untuk menguji konsistensi dari sistem Interferometri tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Melakukan observasi terkait konsistensi hasil penelitian sebelumnya dengan prototipe yang telah ada dan digunakan sebelumnya untuk Sistem Interferometri di Stasiun Petir Universitas Sriwijaya
2. Memvisualisasikan data yang telah dikumpulkan menggunakan sistem Interferometri dengan program MATLAB yang telah ada dari penelitian sebelumnya untuk mendapatkan nilai sudut azimuth dan elevasi.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini dilakukan di kawasan Palembang rentang waktu pengambilan data Februari-April dengan metode sistem Interferometri menggunakan *software* MATLAB.
2. Data dikumpulkan dengan menggunakan tiga antena VHF dan 1 antena *Fastfield* dengan *baseline* antena VHF 10 m.
3. Data yang telah dikumpulkan akan divisualisasikan dalam bentuk gelombang menggunakan *software PicoScope* kemudian dikonversi kedalam bentuk *data.mat* sehingga dapat dianalisis dan divisualisasikan menggunakan program MATLAB dalam memetakan sudut azimuth dan elevasi.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun Sistematika Penulisan dalam laporan kegiatan kerja praktik yang telah dilaksanakan penulis adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup penelitian, dan struktur skripsi.

BAB II PROFIL PERUSAHAAN

Bab ini membahas teori dasar sambaran petir, sistem lokasi, dan metode Interferometri.

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang tempat, waktu, peralatan yang digunakan, rangkaian percobaan, prosedur pengujian, teknik pengumpulan data dan pengolahan data yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir serta menjelaskan secara umum proses penelitian yang akan dilakukan.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil data yang telah diidentifikasi dan dianalisis, serta pembahasannya..

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dipaparkan pada BAB IV dan saran-saran yang berkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. Malik, "Analysis of Lightning Events Due to Rainfall and Wind Speed in Pekanbaru City," *Sintechcom: Science, Technology, and Communication Journal*, vol. 2, no. 3, pp. 89–93, 2022, [Online]. Available: <https://sintechcomjournal.com/index.php/stc/index>
- [2] BMKG, "Informasi Sambaran Petir Bulan Oktober 2024."
- [3] H. G. Chan and A. I. Bin Mohamed, "Investigation on the occurrence of positive cloud to ground (+CG) lightning in UMP Pekan," *J Atmos Sol Terr Phys*, vol. 179, no. August, pp. 206–213, 2018, doi: 10.1016/j.jastp.2018.07.016.
- [4] H. S. K Retia Dewi, "Kronologi Kebakaran Tangki di Kilang Pertamina Cilacap Artikel ini telah tayang di Kompas.com dengan judul 'Kronologi Kebakaran Tangki di Kilang Pertamina Cilacap', Klik untuk baca: <https://www.kompas.com/tren/read/2021/11/14/163500765/kronologi-kebakaran-tangki-di-kilang-pertamina-cilacap?page=all>. Kompascom+ baca berita tanpa iklan: <https://kmp.im/plus6> Download aplikasi: <https://kmp.im/app6>," kOMPAS.
- [5] W. A. Oktaviani, M. A. B. Sidik, M. R. Ahmad, and M. I. Jambak, "A review on interferometry lightning mapping system and its deployment in Palembang Indonesia," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 13, no. 6, pp. 4546–4562, Dec. 2024, doi: 10.11591/eei.v13i6.7267.
- [6] T. Shi, D. Hu, X. Ren, Z. Huang, Y. Zhang, and J. Yang, "Investigation on the Lightning Location and Warning System Using Artificial Intelligence," *J Sens*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/6108223.
- [7] K. L. Cummins and M. J. Murphy, "An overview of lightning locating systems: History, techniques, and data uses, with an in-depth look at the U.S. NLDN," *IEEE Trans Electromagn Compat*, vol. 51, no. 3 PART 1, pp. 499–518, 2009, doi: 10.1109/TEMC.2009.2023450.
- [8] R. H. Stewart, "Earth and Space Science: Oceans.," no. March, p. 295, 1983, doi: 10.1002/2014EA000051.Received.
- [9] M. Rubinstein, F. Rachidi, and M. Stojilovic, "Development of a Lightning

Location System Based on Electromagnetic Time Reversal: Technical Challenges and Expected Gain.”

- [10] B. Salimi, K. Mehranzamir, and Z. Abdul-Malek, “Statistical analysis of lightning electric field measured under Malaysian condition,” *Asia Pac J Atmos Sci*, vol. 50, no. 2, pp. 133–137, 2014, doi: 10.1007/s13143-014-0002-0.
- [11] F. H. Budisatrio, B. Denov, Suwarno, S. Hidayat, A. S. Wisnu, and R. Zoro, “Tropical Lightning Strike Potential as a Cause of Oil Tank Fire in Indonesia,” in *2021 3rd International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS)*, 2021, pp. 451–456. doi: 10.1109/ICHVEPS53178.2021.9600968.
- [12] “Time-of-arrival-TOA-lightning-localization-technique”.
- [13] A. Alammari *et al.*, “Lightning mapping: Techniques, challenges, and opportunities,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 190064–190082, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3031810.
- [14] P. B. Adhikari, A. Adhikari, and A. K. Tiwari, “Effects of lightning as a disaster in Himalayan region,” *Bibechana*, vol. 18, no. 2, pp. 117–129, 2021, doi: 10.3126/bibechana.v18i2.29168.
- [15] A. Nag and V. A. Rakov, “Positive lightning: An overview, new observations, and inferences,” *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, vol. 117, no. 8, 2012, doi: 10.1029/2012JD017545.
- [16] D. Petersen, M. Bailey, W. H. Beasley, and J. Hallett, “A brief review of the problem of lightning initiation and a hypothesis of initial lightning leader formation,” Sep. 16, 2008, *Blackwell Publishing Ltd.* doi: 10.1029/2007JD009036.
- [17] D. Wang, N. Takagi, T. Watanabe, H. Sakurano, and M. Hashimoto, “Observed characteristics of upward leaders that are initiated from a windmill and its lightning protection tower,” *Geophys Res Lett*, vol. 35, no. 2, Jan. 2008, doi: 10.1029/2007GL032136.
- [18] N. A. I. Azmi *et al.*, “Performance Analysis of Filtered VHF Signals Captured by Lightning Interferometer System,” *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 228, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/228/1/012005.

- [19] E. Susanto, M. R. N. Wahyuddin, A. R. Setyahagi, and R. Hidayat, "Analisis Spasial dan Temporal Tingkat Ancaman Sambaran Petir CG di Wilayah Provinsi Sulawesi Selatan," *Prosiding Seminar Nasional Fisika PPs UNM*, vol. 2, pp. 96–99, 2020.
- [20] P. Emeraldi and A. Hazmi, "Pengukuran Radiasi Elektromagnetik Frekuensi Sangat Tinggi (VHF) Petir Compact Intracloud Discharges," *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, vol. 7, no. 2, p. 102, 2018, doi: 10.25077/jnte.v7n2.499.2018.
- [21] B. Liu *et al.*, "Fine Three-Dimensional VHF Lightning Mapping Using Waveform Cross-Correlation TOA Method," *Earth and Space Science*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.1029/2019EA000832.
- [22] A. F. R. Leal, V. A. Rakov, J. P. Filho, B. R. P. Rocha, and M. D. Tran, "A Low-Cost System for Measuring Lightning Electric Field Waveforms, its Calibration and Application to Remote Measurements of Currents," *IEEE Trans Electromagn Compat*, vol. 60, no. 2, pp. 414–422, 2018, doi: 10.1109/TEMPC.2017.2723524.
- [23] Y. Baba and V. A. Rakov, "Electromagnetic fields at the top of a tall building associated with nearby lightning return strokes," *IEEE Trans Electromagn Compat*, vol. 49, no. 3, pp. 632–643, 2007, doi: 10.1109/TEMPC.2007.902402.
- [24] P. Studi Klimatologi, S. Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, J. I. Perhubungan No, P. Betung, P. Aren, and T. Selatan, "Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya) 2018 Vinca Amalia Rizkiafama*, Tesla Kadar Dzikiro, Agus Safril".
- [25] K. dan G. Badan Meteorologi, "Citra Himawari-9 IR Enhanced - Indonesia."
- [26] D. Septiadi, H. Suntoko, A. Widodo, and R. A. Noor, "Comparison Two Locations of Lightning Detection," *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, vol. 5, no. 2, pp. 1–9, 2019, doi: 10.36754/jmkg.v5i2.53.
- [27] K. Mehranzamir, H. N. Afrouzi, Z. Abdul-Malek, Z. Nawawi, M. A. B. Sidik, and M. I. Jambak, "Hardware and Software Implementation of Magnetic Direction Finding Sensors," *ICECOS 2019 - 3rd International Conference on Electrical Engineering and Computer Science, Proceeding*,

- pp. 23–28, 2019, doi: 10.1109/ICECOS47637.2019.8984532.
- [28] Z. Chen *et al.*, *A Method of Three-Dimensional Location for LFEDA Combining the Time of Arrival Method and the Time Reversal Technique*, vol. 124, no. 12, 2019, doi: 10.1029/2019JD030401.
 - [29] P. Puricer, P. Kovac, and J. Mikes, “New Accuracy Testing of the Lightning VHF Interferometer by an Artificial Intercloud Pulse Generator,” *IEEE Trans Electromagn Compat*, vol. 62, no. 5, pp. 2128–2136, Oct. 2020, doi: 10.1109/TEMPC.2019.2947706.
 - [30] Y. Zhu, M. Stock, and P. Bitzer, “A new approach to map lightning channels based on low-frequency interferometry,” *Atmos Res*, vol. 247, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.atmosres.2020.105139.
 - [31] Z. Sun, X. Qie, M. Liu, R. Jiang, and H. Zhang, “Three-Dimensional Mapping on Lightning Discharge Processes Using Two VHF Broadband Interferometers,” *Remote Sens (Basel)*, vol. 14, no. 24, Dec. 2022, doi: 10.3390/rs14246378.
 - [32] W. A. Oktaviani, M. A. B. Sidik, M. R. Ahmad, and M. I. Jambak, “A review on interferometry lightning mapping system and its deployment in Palembang Indonesia,” *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 13, no. 6, pp. 4546–4562, Dec. 2024, doi: 10.11591/eei.v13i6.7267.
 - [33] A. Alammari *et al.*, “Kalman filter and wavelet cross-correlation for VHF broadband interferometer lightning mapping,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 10, no. 12, 2020, doi: 10.3390/app10124238.