

SKRIPSI

**PERBANDINGAN SENSOR *SLOWFIELD* DENGAN PROTOTIPE
ROTATING ELECTRIC FIELD MILL UNTUK PENGUKURAN MEDAN
STATIS AWAN**



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

OLEH:

M. DARMAWAN FAHREZA

03041282025047

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**PERBANDINGAN SENSOR *SLOWFIELD* DENGAN PROTOTYPE
ROTATING ELECTRIC FIELD MILL UNTUK PENGUKURAN MEDAN
STATIS AWAN**



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

OLEH:

M. DARMAWAN FAHREZA

03041282025047

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Inderalaya, 18 Juli 2024

Pembimbing Tugas Akhir



**Ir. M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng.,
Ph.D., IPU.**

NIP.197108141999031005

**Ir. M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng.,
Ph.D., IPU.**

NIP.197108141999031005

LEMBAR DEKLARASI INTEGRITAS

Yang Bertandatangan dibawah ini:

Nama : M. Darmawan Fahreza
NIM : 03041282025047
Fakultas : Teknik
Program Studi/Jurusan : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah yang berjudul " Perbandingan Sensor Slowfield Dengan Prototipe Rotating Electric Field Mill Untuk Pengukuran Medan Statis Awan" adalah hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat terhadap karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan dan menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sadar dan tanpa paksaan.

Inderalaya, 18 Juli 2024



M. Darmawan Fahreza

LEMBAR PERSETUJUAN

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

Tertanda : _____

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

Tanggal : _____ / _____ / _____

UCAPAN TERIMAKASIH

Bismillahirrohmanirrohim

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT dan sholawat serta salam teriring kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat, karunia, dan ridho Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Perbandingan Sensor Slowfield Dengan Prototipe Rotating Electric Field Mill Untuk Pengukuran Medan Statis Awan".

Penyusunan 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. Ayahanda (Muhammad Suwanto) dan Ibunda (Dewi Lestari) selaku orang tua yang selalu mendoakan saya hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
3. Seluruh dosen Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan di Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Jurusan Teknik Elektro.
4. Anggota keluarga, saudari saya Yulia Purnama Wanti, secara konsisten mendoakan, memberikan nasihat, dan membantu selama ini.
5. Teman-teman satu bimbingan: M. Alif Wicaksono, Rizki Aidil Fitrah, Dwiriansyah Abdilah, M. Rizki Raihan Hafiz, M Alif Pratama Satria
6. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak masalah dalam pembuatan tesis ini. Oleh karena itu, semua pihak yang berkepentingan sangat diharapkan untuk memberikan komentar dan saran yang membangun. Semoga upaya akhir ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 18 July 2024

Penulis

ABSTRACT
COMPARISON OF SLOWFIELD SENSOR WITH ROTATING
ELECTRIC FIELD MILL PROTOTYPE FOR MEASURING STATIC
FIELDS OF CLOUDS

(M. Darmawan Fahreza, 03041282025047, 2024, xiv + 42 Pages. + Attachment)

Lightning protection systems are crucial in today's context, considering the rapid development of electrical equipment. These systems safeguard us and our electrical equipment from both direct and indirect lightning strikes. Therefore, there is a need for instruments capable of measuring the electric field before lightning strikes, such as the Rotating Electric Field Mill (REFM) prototype and Slowfield sensor. The process involves measuring the static electric field of clouds using the Slowfield sensor and REFM. The output from the Slowfield Buffer is connected via RG58 coaxial cable to channel A of the picoscope. The buffer is supplied with a dual polarity 12V DC voltage. Subsequently, the REFM output is connected to channel B. The REFM receives two 12V DC power supplies: one for signal amplification and another for rotating the rotor. Based on recorded lightning strike data within a 50 km radius at the UNSRI recording station, the Peak Voltage (V_m) values were obtained. The peak voltage value measured by the Slowfield sensor was 2.669 V/m with an electric field strength of 397.0236 V/m, while for the REFM prototype, the measured peak voltage was 5.996 V/m with an electric field strength of 289.6618 V/m. According to the comparison data of static cloud field measurements during lightning strikes, the Slowfield sensor slightly outperformed the REFM prototype. The electric field strength measured by the Slowfield sensor during lightning strikes was 397.0236 V/m, whereas the value measured by the REFM prototype was 289.6618 V/m.

Key words : Rotating Electric Field Mill, Charge, Electric Field,

ABSTRAK
PERBANDINGAN SENSOR *SLOWFIELD* DENGAN PROTOTIPE
***ROTATING ELECTRIC FIELD MILL* UNTUK PENGUKURAN MEDAN**
STATIS AWAN

(M. Darmawan Fahreza, 03041282025047, 2024, xiv + 42 Halaman. + Lampiran)

Sistem proteksi petir merupakan suatu sistem yang sangat dibutuhkan pada saat ini, mengingat peralatan listrik semakin berkembang dengan pesat. Sistem ini melindungi kita dan peralatan listrik kita dari sambaran langsung maupun sambaran tidak langsung. Maka dari itu diperlukan alat yang bisa digunakan untuk mengukur medan Listrik sebelum adanya sambaran petir yaitu prototipe *Rotating electric Field Mill* (REFM) dan sensor *Slowfield*. Proses pengukuran medan statis awan menggunakan sensor *Slowfield* dan REFM dengan menghubungkan keluaran dari Buffer *Slowfield* menggunakan kabel koaksial RG58 ke chanel A pada picoscope . Pada buffer disuplai tegangan 12V DC dengan polaritas ganda. Kemudian keluaran REFM dihubungkan ke chanel B. Pada REFM diberikan dua suplai daya 12V DC untuk unit penguat sinyal dan untuk memutar rotor pada REFM. Berdasarkan data sambaran petir yang tercatat pada radius 50 km di stasiun perekaman UNSRI diperoleh data nilai Tegangan puncak (Vm). Nilai tegangan puncak yang terukur oleh sensor *Slowfield* yaitu 2,669Vm dengan kuat medan listrik 397,0236 V/m dan untuk prototipe REFM nilai tegangan puncak yang terukur yaitu 5,996 V/m dengan nilai kuat medan listrik 289,6618V/m. Berdasarkan data dari hasil perbandingan pengukuran medan statis awan saat terjadi sambaran petir, sensor *Slowfield* sedikit lebih unggul dibandingkan dengan prototipe REFM. Nilai kuat medan listrik yang diukur oleh sensor *Slowfield* saat terjadinya sambaran petir adalah 397.0236 V/m sedangkan nilai yang terukur oleh prototipe REFM adalah 289.6618 V/m.

Kata kunci: *Rotating Electric Field Mill*, Petir, Medan Listrik

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai anggota akademisi Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Darmawan Fahreza
NIM : 03041282025047
Jurusan : Teknik Elektro
Tipe 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 "Perbandingan Sensor Slowfield Dengan Prototipe Rotating Electric Field Mill Untuk Pengukuran Medan Statis Awan" 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 : 18Juli, 2024
Dengan ini,

M. Darmawan Fahreza
NIM. 03041282025047

DAFTAR ISI

COVER LAPORAN.....	i
LEMBAR DEKLARASI INTEGRITAS.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
PERSYARATAN PERSETUJUAN.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTARTABEL.....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiv
LIST ISTILAH.....	xv
NOMENKLATUR.....	xv
BAB I 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 Hipotesis Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Rotating Electric Field Mill (REFM).....	11
2.3 Sistem Lokasi Petir.....	12
2.4 Magnetic Firection Finding.....	12
2.5 Time Of Arrival (ToA).....	13
2.6 Cloud to Ground dan Intracloud.....	14
2.7 Algoritma Dasar.....	15
BAB III.....	19

METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Lokasi Penelitian	19
3.2 Waktu Penelitian	19
3.3 Perangkat dan Alat.....	19
3.3.1 Perangkat	20
3.3.2 Alat	21
3.4 Proses pengukuran medan statis awan di Stasiun UNSRI.....	25
3.5 Struktur Data	26
3.6 Format File Psdata dari Perangkat Lunak Picoscope 6	26
3.7 Format File Mat dari MATLAB	27
3.8 Teknik Pengumpulan Data	27
3.9 Teknik Identifikasi Data	27
3.10 Teknik Pengolahan Data	27
3.11 Desain Proses Pengambilan Data	28
3.12 Diagram Alir Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Pengenalan	31
4.2 Hasil Pengujian Rangkaian <i>Buffer Slowfield</i>	31
4.3 Hasil Pengujian Amplification Unit dan Converter Unit REFM	34
4.4 Hasil Perekaman Sambaran Petir di Stasiun Petir UNSRI.....	35
4.5 Hasil Perhitungan Perbandingan Kuat Medan Listrik Sensor Slowfield dan Prototipe REFM	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Magnetic Direction Finding	7
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Time o Arrival (ToA).....	8
Gambar 3. 1 Software Picoscope 7	13
Gambar 3. 2 Software Matlab	13
Gambar 3. 3 Komputer Personal	14
Gambar 3. 4 Rotating Electric Field Mill	15
Gambar 3. 5 Power Suplai	15
Gambar 3. 6 Picoscope 5000	16
Gambar 3. 7 Diagram Alur Penelitian	19
Gambar 4. 1 Desain REFM	21
Gambar 4. 2 Desain REFM	22
Gambar 4. 3 Setup PicoScope 7	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Daftar Referensi Penelitian Terdahulu	9
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran rangkaian <i>Buffer Slowfield</i> rentang frekuensi 1hz hingga 100KHz dengan amplitude input 1V	33
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Rangkaian <i>Buffer</i>	33
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran kuat medan listrik saat terjadi sambaran petir pada radius 50 km pada 7 Juli 2024, pukul 13.47 WIB	37

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1)	9
Persamaan (2. 2)	10
Persamaan (2. 3)	10
Persamaan (2.4)	10
Persamaan (2. 5)	10
Persamaan (2. 6)	10
Persamaan (2. 7)	11
Persamaan (2. 8)	11
Persamaan (2. 9)	11
Persamaan (2. 10)	11

LIST ISTILAH

Amplitude	:	Pengukuran skalar non-negatif dari besarnya osilasi gelombang
Scaling	:	Penskalaan
Buffer-Circuits	:	Rangkaian penyangga
Cg-Flash	:	Sambaran petir dari awan ke tanah
Channels	:	Chanel
Coaxial Cable	:	Kabel koaksial
Bolts From The Blue	:	Jenis yang lebih cepat dari petir di dalam awan Biasanya disingkat CB yaitu awan vertikal
Comulonimbus	:	yang menjulang sangat tinggi, padat, dan sering terjadi badai petir serta cuaca dingin lainnya. Daerah ruang angkasa di sekitar partikel atau
Electric field	:	objek bermuatan listrik tempat muatan mengalami gaya
Electrons	:	Partikel subatom bermuatan negatif dan sering ditulis sebagai e^-
Electromagnetic	:	Suatu jenis magnet yang medan magnetnya dihasilkan oleh arus listrik
<i>Rotating Electric Field Mill</i>	:	Pabrik listrik medan berputar untuk pengukuran medan statis awan
Field Mill	:	Instrumen pengukuran medan listrik
Flash	:	Sambaran petir
Intra-Cloud	:	Sambaran petir didalam awan Panas yang dihasilkan oleh filamen plasma
Leader	:	terbentuk ketika banyak pita bergabung menjadi satu di ruang udara yang sempit
Lightning Flash	:	Kilat petir
Lightning Mapping	:	Lightning strikes the map
Amplification unit	:	Unit penguat sinyal

Cloud To Cloud Flash	: Petir dari awan ke awan
Magnetic Fields	: Area di sekitar bahan magnetis yang bergerak atau muatan listrik tempat gaya magnet bekerja
Matlab	: Platform pemrograman yang dirancang khusus untuk insinyur dan saintis guna menganalisis dan mendesain sistem serta produk yang mengubah dunia kita.
Noise	: Sinyal noise yang bersifat akustik, elektrik, atau elektronik terdapat di dalam sistem
Parallel Plate Antenna	: Antena pelat paralel
Peak Amplitude	: Rasio tegangan puncak
Converter unit	: Unit untuk mengubah sinyal
Picoscope	: Osiloskop PC terbaik untuk mengukur dan menguji hampir semua komponen dan sirkuit elektronik di berbagai kendaraan modern
Returnstroke	: Sambaran lanjutan
Rise Time	: Rentang waktu hingga sampai puncak
Sampling	: Pemilihan sampel
Single	: Satu
Slow-Field	: Medan listrik di dominasi oleh komponen statis dan induksi
Thunder Storm	: Hujan badai
Triggers	: Trigger
Very High Frequency	: Frekuensi dengan rentang pengukuran 30 MHz - 300 MHz
Very Low Frequency	: Frekuensi dengan rentang pengukuran 3 - 30 kHz

NOMENKLATUR

μs	: Microseconds
V	: Volt
f	: Farad
C/m	: Coulombs/meter
CG – Flash	: Cloud-to Ground Flash
CH	: Channels
HVDC	: High Voltage Direct Current
DC	: Direct Current
REFM	: Rotating Electric Field Mill
E-Field	: Electric-Field
HF	: High Frequency
I	: Intermediates
IB	: Initial Breakdown
IC - Flash	: Intra-Cloud Flash
KV	: Kilo Volt
m/s	: meters/second
<i>NBEs</i>	: Narrow Bipolar Events
PC	: Personal Computers
V/m	: Volts per Meter
Vm	: Voltmeter
m/s	: meters/second

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem proteksi petir merupakan suatu sistem yang sangat dibutuhkan pada saat ini, mengingat peralatan listrik semakin berkembang dengan pesat. Sistem ini melindungi kita dan peralatan listrik dari sambaran langsung maupun sambaran tidak langsung [1]. Negara Indonesia sendiri sebagai kawasan dengan intensitas petir yang tinggi, sistem ini mutlak diperlukan. Secara umum, sistem proteksi petir terdiri dari dua yaitu sistem proteksi eksternal dan sistem proteksi internal [2]. Maka dari itu diperlukan alat yang bisa digunakan untuk mengukur medan Listrik sebelum adanya sambaran petir yaitu *Rotating electric Field Mill* (REFM). *Rotating Electric Field Mill* (REFM) adalah sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur medan listrik atmosfer. Sensor ini dirancang untuk mendeteksi perubahan medan listrik yang dapat terjadi akibat aktivitas petir, gangguan atmosfer, atau fenomena cuaca lainnya [3].

Indonesia merupakan Negara yang letak geografisnya dilewati oleh garis khatulistiwa. Hal ini mengakibatkan curah hujan yang tinggi serta kemungkinan sambaran petir yang tinggi pula. Objek yang memiliki kemungkinan tinggi tersambar petir salah satunya yaitu gedung bertingkat. Hal ini dikarenakan secara umum petir akan dominan menyambar bagian bagian di permukaan bumi yang memiliki struktur tinggi dan dominan memilih struktur yang terbuat dari material konduktif (metal) [4]. Maka dari itu diperlukan Lightning protection system yang berfungsi sebagai pengaman dari sambaran petir yang bisa digunakan dan

dipasang diatas gedung bertingkat sebagai upaya untuk mengurangi resiko akibat terkena sambaran petir [5].

Sambaran petir dapat menimbulkan gangguan pada sistem tenaga listrik. Pada bangunan/ gedung bertingkat, efek gangguan akibat sambaran petir ini semakin besar sesuai dengan semakin tingginya bangunan tersebut. Kebutuhan bangunan akan proteksi petir ditentukan dengan cara klasifikasi area tempat bangunan atau dengan perhitungan menggunakan software yang bisa digunakan seperti MATLAB dan *LabVIEW* [6].

Petir di suatu daerah bisa diprediksi dengan mengamati dan menganalisis medan listrik tersebut. Kapan kekuatan medan melebihi batas tertentu karena adanya awan, petir akan terjadi. Petir dapat terjadi dengan polaritas positif dan polaritas negatif. Hal ini juga terjadi ketika medan listrik di wilayah melebihi nilai rincian, dimana medan listrik yang dibutuhkan untuk menghasilkan percikan antar elektroda adalah sekitar 300 kVm [7].

Karakteristik penting sebuah sistem deteksi petir adalah akurasi lokasi. Akurasi ini dipengaruhi oleh akurasi antena, lokasi antena, dan bentuk geometri sistem yang dipakai. Penentuan lokasi petir dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Time of Arrival*. Beberapa metode *Time of Arrival* yang telah diterapkan pada beberapa sistem lokasi petir di dunia umumnya menggunakan rumus hiperbola yang diperbaiki dengan metoda numerik Metode ini dapat digunakan secara luas dan tidak dipungut biaya [8].

1.2 Perumusan Masalah

Petir adalah suatu proses peristiwa di atmosfer berupa pelepasan muatan listrik dari awan yang bermuatan. Saat pelepasan muatan ini menuju suatu objek, atau disebut sebagai sambaran petir. Mengingat kemungkinan kerusakan akibat sambaran petir yang cukup berbahaya, maka ada upaya-upaya untuk menanggulangi bahaya sambaran petir [9]. Salah satunya adalah dengan

menggunakan sensor *Rotating electric Field mill* (REFM). *Rotating Electric Field Mill* (REFM) adalah sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur medan listrik atmosfer. Sensor ini dirancang untuk mendeteksi perubahan medan listrik yang dapat terjadi akibat aktivitas petir, gangguan atmosfer, atau fenomena cuaca lainnya [3].

Di Indonesia sendiri sebagai kawasan dengan intensitas petir yang tinggi, sistem ini mutlak diperlukan untuk melindungi peralatan yang digunakan agar tidak mengalami kerusakan yang menyebabkan kerugian yang sangat besar. Saat ini alat yang digunakan untuk mendeteksi adanya petir ada beragam. jenis yang bisa digunakan. Namun untuk penggunaan alat sensor REFM ini masih jarang digunakan, atau bisa juga dikatakan belum ada yang menggunakannya terutama di daerah Sumatera Selatan [2].

Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk membahas mengenai perbandingan medan listrik di atmosfer menggunakan sensor petir *Rotating Electric Field Mill* dengan sensor *Slowfield* menggunakan software Picoscope 6. Dimana untuk saat ini, alat ini baru terpasang di Paninsular Malaysia. Di Sumatera Selatan belum ada sensor *Rotating Electric Field Mill* yang digunakan untuk menghitung medan listrik di atmosfer. Untuk perhitungan datanya dikumpulkan dari stasiun petir di Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Kemudian penelitian ini dilakukan untuk membandingkan efektifitas sensor *slowfield* yang telah dipasang di stasiun petir Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan sensor petir *Rotating Electric Field Mill* [10].

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menghitung kuat medan listrik di stasiun petir Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan menggunakan sensor *slowfield* dan prototipe *Rotating Electric Field Mill*

2. Untuk membandingkan kuat medan listrik yang ditangkap sensor *slowfield* dengan prototipe *Rotating Electric Field Mill* yang di pasang stasiun petir Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Melakukan kalibrasi *Amplification unit* dan *converter unit* dari REFM menggunakan software Picoscope
2. Melakukan tes pada rangkaian *Buffer Slowfield* Menggunakan software Picoscope
3. Pengambilan data menggunakan sensor *Rotating Electric Field Mill* (REFM) dan sensor *Slowfield* untuk mengukur medan statis awan di stasiun petir Universitas Sriwijaya.
4. Melakukan perhitungan kuat medan listrik yang telah di tangkap oleh sensor REFM dan Slowfield menggunakan Software Matlab.

1.5 Hipotesis Penelitian

Pada penelitian ini, penulis berhipotesis bahwa sensor *rotating electric field mill* bisa memiliki performa yang lebih unggul dibandingkan dengan sensor *slowfield* yang ada di stasiun petir fakultas teknik universitas Sriwijaya. Penulis juga berhipotesis bahwa penggunaan sensor *rotating electric field mill* ini sangat cocok digunakan untuk mengukur medan listrik atmosfer saat terjadinya sambaran petir karena memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi untuk mengukur medan listrik di atmosfer dibandingkan dengan sensor lainnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab yang secara garis besar diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini merupakan pendahuluan yang berisi tentang latar belakang masalah, pembatasan masalah, perumusan masalah, tujuan penulisan, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka ini mencakup teori-teori yang berkaitan dengan penelitian, termasuk cara pengukuran dan perhitungan, serta penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya. Adapun teori-teori tersebut meliputi penjelasan mengenai sensor *rotating electric field mill* dengan sensor *slowfield* dan *fastfield*.

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menguraikan langkah-langkah penelitian yang hendak di tempuh, meliputi penetapan tempat dan waktu penelitian, metode penulisan, dan penyusunan laporan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi tentang analisa hasil penelitian dan pembahasan mengenai penelitian yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian penutup ini berisi tentang kesimpulan dan saran atas hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Utama, “Pengurangan Intensiti Medan Listrik Akibat Sambaran Petir Pada Menara Tiang Transmissi,” *ReTII*, 2017,. Available: <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/660>.
- [2] S. Bandri, “Sistem Proteksi Petir Internal Dan Eksternal,” *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 3, no. 1, p. 6, 2014.
- [3] M. A. B. Sidik, H. Shahroom, Z. Buntat, Y. Z. Arief, Z. Nawawi, and M. I. Jambak, “Development of wireless electric field mill for atmospheric electric field observation,” *Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 12, no. 4, pp. 1113–1122, 2014, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v12i4.977.
- [4] L. Naomi, L. Pandiangan, W. Wardono, R. B. Y. H. W. H, K. Petir, and P. R. Bumi, “Analisis_Pemetaan_Sambaran_Petir,” no. November 2010, pp. 86–97.
- [5] A. Karta, “Analisis Kebutuhan Sistem Proteksi Sambaran Petir Pada Gedung Bertingkat,” *J. Tek. Elektro*, vol. 09, no. 03, pp. 773–780, 2020.
- [6] E. Hosea, E. Iskanto, and H. M. Luden, “Penerapan Metode Jala, Sudut Proteksi dan Bola Bergulir Pada Sistem Proteksi Petir Eksternal yang Diaplikasikan pada Gedung W Universitas Kristen Petra,” *J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2014. Available: <http://puslit.petra.ac.id/journals/electrical/>.
- [7] A. P. Terisolasi, “Jaringan Pabrik Lapangan Listrik Baru untuk Memperkirakan Variasi Temporal Model Muatan yang Disederhanakan dalam sebuah,” 2022.
- [8] D. Tessal, P. Emeraldi, and A. Hazmi, “Sistem Deteksi Petir Multistation Dengan Metode Time Of Arrival,” *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, p. 13, 2015, doi: 10.25077/jnte.v4n1.105.2015.

- [9] B. Saragih, J. M. Siburian, and J. L. Purba, "Sistem Penangkal Petir Pada Gedung Kemang Gallery Medan," *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 44–61, 2020.
- [10] H. Shahroom, Z. Buntat, M. A. B. Sidik, Z. Nawawi, and M. I. Jambak, "Atmospheric electric field measurement advances in Southern peninsular Malaysia," *2015 IEEE Conf. Energy Conversion, CENCON 2015*, pp. 116–121, 2015, doi: 10.1109/CENCON.2015.7409524.
- [11] T. Narita *et al.*, "A study of lightning location system (Blitz) based on VLF sferics," *34th Int. Conf. Light. Prot. ICLP 2018*, 2018, doi: 10.1109/ICLP.2018.8503311.
- [12] H. G. P. Hunt, "Lightning Location System Detections as Evidence: A Unique Bayesian Framework," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 59, no. 3, pp. 1848–1858, 2021, doi: 10.1109/TGRS.2020.3000680.
- [13] Z. Lu, S. Qiu, R. Wang, L. Shi, and P. Zhang, "Orientation of Initial Breakdown Pulses and Leader Discharges by Magnetic Direction Finder," *J. Geophys. Res. Atmos.*, vol. 125, no. 6, pp. 1–13, 2020, doi: 10.1029/2019JD031407.
- [14] D. E. C. Na and C. Hipertensiva, "A Gated wideband Magnetic Direction Finder For Lightning Return Strokes."
- [15] N. Xiaolin, Y. Yuqing, G. Mingzhen, W. Weiren, F. Jiancheng, and L. Gang, "Pulsar navigation using time of arrival (TOA) and time differential TOA (TDTOA)," *Acta Astronaut.*, vol. 142, no. May 2017, pp. 57–63, 2018, doi: 10.1016/j.actaastro.2017.09.039.
- [16] M. Khalaf-allah, "Time of Arrival (TOA) -Based Direct Location Method."
- [17] K. Marshall and T. B. Prayogo, "Jurnal Civronlit Universitas Batanghari Vol.2 No.2 Oktober 2017," *J. PAL*, vol. 2, no. 2, pp. 54–63, 2017.

- [18] B. Salimi, K. Mehranzamir, and Z. Abdul-Malek, "Statistical analysis of lightning electric field measured under malaysian condition," *Asia-Pacific J. Atmos. Sci.*, vol. 50, no. 2, pp. 133–137, 2014, doi: 10.1007/s13143-014-0002-0.
- [19] J. A. I. Paski, Y. H. Permana, and yah A. S. Pertiwi, "Analisis Sebaran Petir Cloud To Ground (Cg) Di Wilayah Jabodetabek Pada Tahun 2016," vol. VI, pp. SNF2017-EPA-65-SNF2017-EPA-72, 2017, doi: 10.21009/03.snf2017.02.epa.10.
- [20] N. Bloom and J. Van Reenen, "Rekonstruksi Saluran Petir Cloud To Ground (CG) Berdasarkan Radiasi Akustik Dalam Gambar Tiga Dimensi (3D)," *NBER Work. Pap.*, p. 89, 2013. Available: <http://www.nber.org/papers/w16019>.
- [21] Mohanis, "Improvement On System And Components Of A Rotating Electric Field Mill For Atmospheric Electric Field Measurement," *Block Caving – A Viable Altern.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–9, 2015.
- [22] Z. Nawawi *et al.*, "Data Transmission System Of Rotating Electric Field Mill Network Using Microcontroller And Gsm Module," *J. Teknol. (Sciences Eng.*, vol. 64, no. 4, pp. 109–112, 2013, doi: 10.11113/jt.v64.2110.
- [23] 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.
- [24] K. Yamashita, H. Fujisaka, H. Iwasaki, K. Kanno, and M. Hayakawa, "A New Electric Field Mill Network to Estimate Temporal Variation of Simplified Charge Model in an Isolated Thundercloud," *Sensors*, vol. 22, no. 5, 2022, doi: 10.3390/s22051884.
- [25] W. A. Oktaviani Anwar, M. A. Bakar Sidik, M. R. Ahmad, M. I. Jambak, and R. YUSDIZALI, "Construction of Slow and Fast Field Antenna for Detecting Lightning Strikes in South Sumatera," *Int. Conf. Electr. Eng.*

Comput. Sci. Informatics, vol. 2022-Octob, no. October, pp. 276–282, 2022, doi:
10.23919/EECSI56542.2022.9946568.