

**KARAKTERISTIK *NARROW BIPOLAR EVENTS* BADAI PETIR TROPIS
DI WILAYAH SEBELAH SELATAN GARIS KHATULISTIWA**



SKRIPSI

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**RIO YUSDIZALI
NIM 03041381621096**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

**KARAKTERISTIK *NARROW BIPOLAR EVENTS* BADAI PETIR TROPIS
DIWILAYAH SEBELAH SELATAN GARIS KHATULISTIWA**



SKRIPSI

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :
RIO YUSDIZALI
03041381621096

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Mhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Indralaya, Maret 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama


Mhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rio YUSDIZALI
NIM : 03041381621096
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Karakteristik *Narrow Bipolar Events* Badai Petir Tropis di Wilayah Sebelah Selatan Garis Khatulistiwa” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Indralaya, 23 Juli 2020



Rio YUSDIZALI

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D

Tanggal : _____ / _____ / _____

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirabbil'amin

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan nikmat yang tiada tara serta penulis bersholawat kepada Nabi Muhammad Sholallahu 'Alaihi Wasallam atas panduan dan suri tauladan yang telah memberikan acuan kepada penulis dan ummat muslim diseluruh dunia untuk bagaimana hidup sesuai syariat islam. Selain itu penulis juga bersyukur karena berkat rahmat, karunia, dan ridho Allah Subhanahu Wa Ta'ala, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul "**KARAKTERISTIK *NARROW BIPOLAR EVENTS* BADAI PETIR TROPIS DIWILAYAH SEBELAH SELATAN GARIS KHATULISTIWA**".

Pembuatan tugas akhir ini merupakan syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Pembimbing Utama sekaligus Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Herlina , S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya
3. Bapak Ir. Ansyori, M.T. selaku Pembimbing Akademik.
4. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
5. Ayah saya M.Ali Amza dan Ibu saya Lindayani yang mendidik dan membesarkan saya serta memfasilitasi sehingga saya bisa kuliah di Jurusan Teknik Elektro.
6. Kakak saya Nia Nopeliza dan Adik saya Riffa Tri Zali selaku keluarga yang selalu mendoakan, memberikan masukan dan bantuan selama ini.

7. Bapak Dr. Mohd Riduan bin Ahmad dan Ibu Dr. Mona Riza binti Mohd Esa yang telah mengajari dan membantu saya dalam proses penelitian ini.
8. Mahasiswa-mahasiswa yang tergabung dalam Lightning Research Lab UTeM, Sulaiman, Sheeah, Ammar, Malik, dll
9. Teman-teman seperbimbingan dalam penyusunan skripsi ini, Kak Ilham, Kak Arif Tubagus, Dinda Sintia, Fikha, Egik, Seiga, Salu, Dewi dan Dhimas
10. Sahabat-sahabat yang tergabung dalam Seluseens Gilang, Diaz, Hari, Barber, Raka, Abid, Radyus, Arya dan Nurhadi
11. Sahabat-sahabat yang tergabung dalam Tikus Angin Deden, Yantok, Nurhadi, Siro, Pebriu dan Marwan
12. Sahabat-sahabat yang tergabung dalam Budak Kampong terkhusus Achmad, Arep, Agus, Pepe, Septian, Rio dan Jordi
13. Teman-teman Mahasiwa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
14. Teman-teman Bangka Alvin, Ical dan Fajri

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Palembang, Maret 2020

Penulis

ABSTRAK

Narrow Bipolar Events merupakan salah satu jenis kilatan petir unik yang terjadi dalam durasi sekitar 20 μs . *NBEs* juga pada umumnya diidentifikasi sebagai kilatan petir IC Flash dengan bentuk pulsa tunggal. Namun, beberapa penelitian juga mengatakan *NBEs* juga dapat terjadi pada *CG Flash*. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati Karakteristik *Narrow Bipolar Events* dari badai petir tropis di Wilayah Sebelah Selatan Garis Khatulistiwa yang terjadi dengan jarak 230 km dari stasiun perekaman di Palembang, Indonesia ($2^{\circ}52'$ - $3^{\circ}5$ LS) yang dikumpulkan pada minggu terakhir bulan Januari 2020. Data hasil rekaman kemudian dipilih berdasarkan kriteria-kriteria dan parameter karakteristik yang telah ditentukan berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Karakteristik *NBEs* diwilayah Palembang terjadi pada durasi rata-rata 20,10 μs dengan *rise time* 2,03 μs , *Zero Crossing Time* 4,83 μs , *Full Width at Half Maximum* 2,34 μs dan *Rasio Overshoot/Peak Amplitude* sebesar 0,41 untuk polaritas Negatif dan durasi rata-rata 26,28 μs dengan *rise time* 3,50 μs , *Zero Crossing Time* 7,44 μs , *Full Width at Half Maximum* 3,21 μs dan *Rasio Overshoot/Peak Amplitude* sebesar 0,3730 untuk polaritas Positif. Berdasarkan perbandingan hasil penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya penulis berasumsi bahwa karakteristik *NBEs* adalah unik dan berbeda tergantung iklim serta letak geografis wilayah tersebut.

ABSTRACT

Narrow Bipolar Events is a unique type of lightning that occurs in a duration of around 20 μs . NBEs are also generally identified as IC Flash lightning flashes in the form of a single pulse. However, some studies also say NBEs can also occur in CG Flash. This study aims to observe the Characteristics of Narrow Bipolar Events from tropical thunderstorms in the South Side of the Equator Line which occurs 230 km from the recording station in Palembang, Indonesia ($2^{\circ}52' - 3^{\circ}5' \text{ LS}$) collected in the last week of January 2020. Recorded data are then selected based on criteria and characteristic parameters that have been determined based on previous studies. The results of this study indicate that the characteristics of NBEs in the Palembang region occur at an average duration of 20.10 μs with a rise time of 2.03 μs , Zero Crossing Time 4.83 μs , Full Width at Half Maximum 2.34 μs and an Overshoot / Peak Amplitude Ratio of 0, 41 for Negative polarity and an average duration of 26.28 μs with a rise time of 3.50 μs , Zero Crossing Time of 7.44 μs , Full Width at Half Maximum 3.21 μs and Overshoot / Peak Amplitude Ratio of 0.3730 for Positive polarity. Based on the comparison of the results of this study with previous studies the authors assume that the characteristics of NBEs are unique and differ depending on the climate and geographical location of the region.

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
NOMENKLATUR.....	xx
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Gambaran Umum tentang Petir	7
2.2 Proses Terjadinya Petir	7
2.3 Mekanisme <i>Electrical Discharge</i>	10
2.4 <i>Cloud Flash</i>	13
2.5 Mekanisme Kilatan <i>NBEs</i>	14
2.6 Sistem Pengukuran Medan Listrik Kilatan Petir.	16

2.6.1.	Teoritis Dasar dari Pengukuran Medan Listrik.....	17
2.6.2.	Sistem Pengukuran Medan Listrik (<i>Parallel Plate-Antenna</i>).....	18
2.6.3.	Rangkaian Penyangga Sinyal (<i>Buffer Amplifier Circuit</i>)	21
2.7	Literatur Review	22
BAB III		24
METODOLOGI PENELITIAN.....		24
3.1	Pendahuluan.....	24
3.2	Lokasi Penelitian.....	25
3.3	Waktu Penelitian.....	25
3.4	Peralatan dan Bahan.....	25
3.4.1	Peralatan.....	25
3.4.2	Bahan	31
3.5	Rancang Bangun Konfigurasi Sistem Pengukuran	32
3.6	Kalibrasi Sitem Pengukuran	34
3.7	Prosedur Pengumpulan Data.....	38
3.6.2	Pengaturan Perekaman Data pada <i>Picoscope 6 Software</i>	38
3.6.3	Pengujian dan Validitas Data.....	40
3.8	Teknik Identifikasi Data	41
BAB IV		43
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		43
4.1	Hasil Identifikasi Data	43
4.2	Hasil Seleksi Data Kilatan Petir <i>Narrow Bipolar Events</i>	43
4.3	Bentuk pulsa kilatan Petir <i>Narrow Bipolar Events</i>	44
4.4	Hasil Identifikasi Data Karakteristik Deretan Pulsa <i>Narrow Bipolar Events</i> 45	
4.4	Perbandingan Karakteristik dengan penelitian sebelumnya	49
BAB V.....		57
KESIMPULAN DAN SARAN.....		57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penampakan Awan <i>Cumulonimbus</i>	8
Gambar 2.2	<i>Tripole Charges Structure</i> didalam Sebuah Awan Petir.....	9
Gambar 2.3	Sketsa Ideal dari Perbedaan Jenis Kiltan Petir.....	10
Gambar 2.4	Contoh dari <i>Streamer</i> Positif	11
Gambar 2.5	Contoh dari <i>Streamer</i> Negatif	12
Gambar 2.6	Contoh Gelombang <i>IC-Flash</i>	13
Gambar 2.7	Contoh Gelombang <i>+NBEs flash</i> yang diambil saat terjadi badai di Malaysia	15
Gambar 2.8	Contoh Gelombang <i>-NBEs flash</i> yang diambil saat terjadi badai di Malaysia	16
Gambar 2.9	Elemen Listrik Terkait <i>Parallel-plate Antenna</i>	19
Gambar 2.10	Pengaturan Fisik untuk Sistem Pengukuran Medan Listrik.....	20
Gambar 2.11	Rangkaian Ekuivalen dari <i>Parallel-plate Antenna</i>	20
Gambar 2.12	Karakteristik Rangkaian Penyangga <i>Buffer</i> Berkecepatan Tinggi ..	21
Gambar 3.1	Diagram Alur Penelitian	24
Gambar 3.2	Antena <i>Parallel Plate</i>	26
Gambar 3.3	<i>Coaxial Cable RG-58</i>	26
Gambar 3.4	Rangkaian Penyangga <i>Buffer</i>	27
Gambar 3.5	<i>Regulator Power Supply DC</i>	27
Gambar 3.6	Perangkat <i>Data Acquisition</i>	28
Gambar 3.7	<i>Personal Computer (PC)</i>	28
Gambar 3.8	<i>Wifi Repeater</i>	29
Gambar 3.9	<i>UPS(Uninterruptible Power Supply)</i>	29
Gambar 3.10	Simbol Perangkat Lunak yang Digunakan.....	30
Gambar 3.11	Sistem Pengukuran dan Perekaman terhadap Perubahan Medan Listrik Dari Kilatan Petir.....	33
Gambar 3.12	Rangkaian Uji Simulasi pada Konfigurasi Rangkaian	

	dari Sistem Pengukuran.....	35
Gambar 3.13	Grafik Perbandingan Data Hasil <i>AC-Analysis</i> dari Uji Simulasi dan Pengukuran untuk Sistem Pengukuran <i>Fast-field Buffer</i>	37
Gambar 3.14	Grafik Perbandingan Data Hasil <i>AC-Analysis</i> dari Uji Simulasi dan Pengukuran untuk Sistem Pengukuran <i>Slow-field Buffer</i>	38
Gambar 3.15	Tangkapan-layar (<i>Screenshot</i>) Pengaturan pada <i>Picoscope 6 Software</i>	39
Gambar 3.16	Keseluruhan Pengaturan yang Diperlukan untuk Mengunduh Data Produk dari Citra Satelit <i>Himawari 8-IR</i>	41
Gambar 3.17	Parameter Pengukuran Karakteristik <i>NBEs</i>	42
Gambar 4.1	Pencitraan Satelit Himawari IR-8 Enhanced	44
Gambar 4.2	Pulsa Kilatan Petir <i>NBP</i>	44
Gambar 4.3	Negatif <i>NBP</i> diikuti oleh sinyal Refleksi dari Ionosfer dan Bumi	45
Gambar 4.4	Negatif <i>NBP</i> diikuti oleh sinyal Refleksi dari Ionosfer dan Bumi diperbesar	45
Gambar 4.5	Histogram perbandingan <i>Rise Time</i>	46
Gambar 4.6	Histogram perbandingan <i>Zero Crossing Time</i>	47
Gambar 4.7	Histogram perbandingan <i>FWHM</i>	47
Gambar 4.8	Histogram perbandingan <i>Rasio Overshoot/Peak Amplitude</i>	48
Gambar 4.9	Histogram perbandingan <i>Pulse Duration</i>	49
Gambar 4.10	Peta Lokasi penelitian <i>NBEs</i>	50
Gambar 4.11	Perbandingan <i>Rise Time</i> dari daerah dengan derajat lintang (<i>latitude</i>) yang berbeda	53
Gambar 4.12	Perbandingan <i>Zero Crossing Time</i> dari daerah dengan derajat lintang (<i>latitude</i>) yang berbeda.....	54
Gambar 4.13	Perbandingan <i>Full Width at Maximum</i> dari daerah dengan derajat lintang (<i>latitude</i>) yang berbeda	54

- Gambar 4.14 Perbandingan Rasio *Overshoot / Peak Amplitude* dari daerah dengan derajat lintang (*latitude*) yang berbeda55
- Gambar 4.15 Perbandingan *Pulse Duration* dari daerah dengan derajat lintang (*latitude*) yang berbeda55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Daftar Literatur Penelitian.....	22
Tabel 3.1	Data Hasil Uji Konvensional pada Sistem Pengukuran.....	36
Tabel 4.1	Hasil data NBP yang diperoleh.....	43
Tabel 4.2	Perbandingan NNBP penelitian sebelumnya	51
Tabel 4.3	Perbandingan PNBPN penelitian sebelumnya	52

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	17
Rumus 2.2	17
Rumus 2.3	17
Rumus 2.4	17
Rumus 2.5	17
Rumus 2.6	17
Rumus 2.7	17
Rumus 2.8	17
Rumus 2.9	19
Rumus 2.10.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Gan Chart Penelitian
- Lampiran 2. Model Matematis Sistem Pengukuran
- Lampiran 3. Perhitungan Nilai Kapasitansi dari Kabel Koaksial, Rangkaian Penguat Buffer (fast-field & slow-field)
- Lampiran 4 Perhitungan Teoritis Permulaan Respon Frekuensi dari Sistem Pengukuran (fast-field & slow-field)
- Lampiran 5. Data Hasil dari Analisis AC dari Uji Simulasi pada Sistem Pengukuran (Fast-field & Slow-field)
- Lampiran 6. Tabel Karakteristik Petir NBEs
- Lampiran 7 Data Tabel Perbandingan Karakteristik dengan Penelitian Sebelumnya
- Lampiran 8. Lembar Plagiarisme
- Lampiran 9. Sertifikat Pemakalah pada Seminar AVOER 2019

DAFTAR ISTILAH

<i>Amplitude</i>	: Pengukuran skalar non negatif dari besar osilasi suatu gelombang
<i>Atmospheric sign convention</i>	: Pilihan signifikansi fisik tanda <i>plus</i> untuk satu set kuantitas
<i>Axis scaling</i>	: Skala sumbu
<i>Bandwidth</i>	: Lebar pita-pita frekuensi
<i>Breakdown</i>	: Tembus listrik
<i>Broadband</i>	: Lebar jangkauan frekuensi yang berguna untuk pengiriman dan penerimaan data
<i>Buffer-circuit</i>	: Rangkaian penyangga
<i>Capillary</i>	: Metode kapiler dalam rangka pengukuran medan listrik dari petir
<i>CG-Flash</i>	: Petir awan ke tanah
<i>Channel</i>	: Saluran
<i>Coaxial cable</i>	: Kabel koaksial
<i>Comulunimbus</i>	: Awan petir
<i>Compact Intra Cloud</i>	: Petir Khusus yang terjadi di dalam Awan
<i>Data acquisition</i>	: Produk dari hasil pengumpulan informasi yang telah di sederhanakan.
<i>Downword</i>	: Pergerakan ke bawah menuju tingkatan tanah
<i>Electrical discharge</i>	: Peluahan muatan listrik statis
<i>Fast-field</i>	: Medan listrik yang didominasi oleh komponen radiasi
<i>Field mill</i>	: Instrumen ukur untuk medan listrik
<i>Flat metallic plate</i>	: Pringan datar berbahan logam
<i>Flat plate antenna</i>	: Antena piringan datar
<i>Full Width at Half Maximum</i>	:
<i>Gauss's law</i>	: Hukum Gauss's
<i>Hardware</i>	: Perangkat keras

<i>Intra-Cloud</i>	: Petir yang terjadi di dalam awan
<i>Ionospheric reflections</i>	: Refleksi dari ionosfer
<i>Leader</i>	: Peluahan muatan listrik yang menghasilkan sebuah saluran penghantar di udara
<i>Lightning flash</i>	: Kilatan petir
<i>Lightning physic</i>	: Fisik petir
<i>Narrow bipolar events</i>	: Peristiwa petir antar awan yang berakhir di udara
<i>Narrow bipolar pulse</i>	: Pulsa peristiwa petir antar awan yang berakhir di udara
<i>Noise</i>	: Sinyal gangguan yang bersifat akustik, elektris, atau elektronis yang hadir di dalam sebuah sistem.
<i>Oscilloscope-amplifier</i>	: Metode oskiloskop yang menggunakan rangkaian penyangga dalam rangka pengukuran medan listrik petir
<i>Parallel plate antenna</i>	: Antena piringan yang diparalelkan
<i>Point discharge</i>	: Titik peluahan muatan
<i>Pre-trigger</i>	: Waktu <i>delay trigger</i> /pemicu mulai diaktifkan
<i>Pulse Duration</i>	: Durasi terjadinya pulsa
<i>Quasi-static</i>	: Teori magnet statis dan medan listrik
<i>Overshoot/Peak Amplitude</i>	: Rasio <i>Overshoot</i> / Amplitudo Puncak
<i>Return stroke</i>	: Pukulan balik
<i>Rise time</i>	: Interval waktu pada saat posisi menaik
<i>Sampling</i>	: Seleksi sampel
<i>Single</i>	: Tunggal
<i>Slow front</i>	: Sebuah bagian dengan posisi menaik secara perlahan yang diamati pada fitur dari medan listrik petir.
<i>Slow-field</i>	: Medan listrik yang didominasi oleh komponen statis dan induksi
<i>Sphere-antenna</i>	: Antena berbentuk bola /lingkaran

<i>Streamer discharge</i>	: Jenis pelepasan muatan listrik sementara
<i>Superimposed</i>	: Penumpangan pada pulsa
<i>Thunder storm</i>	: Badai petir
<i>Time separation</i>	: Interval waktu dari puncak amplitudo pulsa terbesar dari serangkaian proses ke serangkaian proses pulsa lainnya
<i>Transmitter</i>	: Alat yang mengkonversikan perubahan sensing element menjadi sinyal yang dapat diterjemahkan oleh <i>controler</i>
<i>Trigger</i>	: Pemicu
<i>Tripole charges structure</i>	: Struktur tiga pusat muatan yang terdiri dari pusat muatan positif, negatif, <i>positive charge pocket</i>
<i>Tripole structure</i>	: Struktur tiga pusat muatan
<i>Tropical storm</i>	: Badai petir di wilayah tropis
<i>Upward</i>	: Pergerakan keatas menjauhi permukaan tanah.
<i>Vertical conductor</i>	: Metode penghantar tegak lurus dalam rangka pengukuran medan listrik petir
<i>Vertical whip antenna</i>	: Antena berbentuk cambuk tegak lurus
<i>Zero Crossing Time</i>	: Waktu yang diperlukan setengah gelombang

NOMENKLATUR

μs	: <i>Microsecond</i>
A	: <i>Ampere</i>
BIL	: <i>Breakdown Intermediate Leader</i>
BL	: <i>Breakdown Leader</i>
BMKG	: <i>Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika</i>
BNC	: <i>Bayonet Neill Concelman</i>
C/m	: <i>Coulomb/meter</i>
CG – Flash	: <i>Cloud- to Ground Flash</i>
CH	: <i>Channel</i>
CID	: <i>Compact Intra Cloud</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
EES	: <i>Electrical Energy and Safety</i>
EM – Field	: <i>Electromagnetic- Field</i>
HF	: <i>High Frequency</i>
I	: <i>Intermediate</i>
IB	: <i>Initial Breakdown</i>
IC	: <i>Intra Cloud</i>
K	: <i>Kelvin</i>
kA	: <i>Kilo Ampere</i>
m/s	: <i>meter/sekon</i>
MHz	: <i>Mega Hezrt</i>
N/RS	: <i>Noise/Return Stroke</i>
NBEs	: <i>Narrow Bipolar Events</i>
NBP	: <i>Narrow Bipolar Pulse</i>
NNBP	: <i>Negative Narrow Bipolar Pulse</i>
PC	: <i>Personal Computer</i>
PNBP	: <i>Positive Narrow Bipolar Pulse</i>
RC	: <i>Resistor Capasitor</i>
RS	: <i>Return Stroke</i>

SL : *Stepped Leader*
VHF : *Very High Frequency*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Petir merupakan suatu fenomena alam yang biasanya berlaku pada musim penghujan walaupun kadang kala ia juga berlaku pada musim kemarau. Petir diawali dengan kilatan cahaya kemudian disusul dengan suara gemuruh. Perbedaan waktu datang ini disebabkan karena perbedaan antara kecepatan suara dan juga kecepatan cahaya.

Berdasarkan tempat terjadinya, petir dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu *Cloud to Ground flash (CG-flash)* dan *Cloud flash*. *Cloud-to-Ground flash (CG-flash)* merupakan kilatan petir yang terjadi antara pusat muatan pada *tripole structure* di dalam awan ke tanah *CG-flash* yang membawa muatan positif kebawah menuju tanah disebut sebagai positif *CG-flash*, sedangkan *CG-flash* yang membawa muatan negatif menuju tanah adalah negatif *CG-flash* [1]. *Cloud Flash* dibagi menjadi 2 yaitu *Cloud to Cloud (Inter Cloud) flash* dan *Intra-Cloud (IC) flash*. *Cloud Flash* ini juga terdiri dari *IC-flash* normal dan tipe *IC-Flash* khusus yang dikenal sebagai *Narrow Bipolar Events (NBEs) / Narrow Bipolar Pulse (NBP)*. *NBEs* juga memiliki dua jenis sesuai dengan polaritas wilayah emisi yang dikenal sebagai Peristiwa Bipolar Positif Positif (+ *NBE*) dan Peristiwa Bipolar Negatif Sempit (*-NBE*).

Untuk mendeteksi dan mengukur medan elektromagnetik yang dihasilkan oleh kilatan petir pada *IC-flash*. Penginderaan (sensor) jarak jauh dapat digunakan. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi komponen radiasi dari kilatan petir adalah sistem antenna medan listrik yang beroperasi dari beberapa hertz hingga megahertz. Beberapa jenis sensor tersebut diantaranya adalah: (a) *vertical whip*

antenna; (b) *field mill*; dan (c) *flat plate antenna*, yang kemudian telah dikembangkan menjadi *parallel plate antenna* [2]. Pengukuran dalam rangka untuk mengobservasi perilaku pada perubahan medan listrik yang dihasilkan oleh kilatan petir tersebut direkam dengan menggunakan metode *paralle-plate-antenna* yang terhubung dengan *buffer-circuit* (sistem *slow-field* dan *fast-field*), pada kasus tertentu sistem *slow-field* digunakan sebagai metode untuk memperkirakan jarak dari berlangsungnya kilatan petir yang terjadi berkisar dibawah 30 km dari stasiun perekaman [3], sedangkan *fast-field* digunakan untuk pengamatan nilai-nilai dari *amplitude* maupun *rise time* dari serangkaian proses yang terjadi dibalik mekanisme terjadinya kilatan petir terkhusus pada karakteristik *NBEs* [4].

NBEs jelas berbeda dari *CG-flash* dan *IC-flash* biasa. *NBEs* memancarkan radiasi yang kuat di *HF* dan Pita radio *VHF* [5]. dan *NBEs* menghasilkan perubahan medan listrik yang besar sebanding dengan yang terjadi pada return stroke [6]. Sementara itu, total durasi sebuah *NBEs* biasanya kurang dari 20 μs , dan proses discharge biasanya diisolasi dengan debit lain pada skala waktu beberapa milidetik [6]. Perbedaan tinggi sumber *NBEs* polaritas positif dan negatif ditemukan polaritas positif *NBEs* terjadi antara 7 - 15 km sementara yang negative terjadi antara 15 - 20 km. Sangat mungkin bahwa + *NBEs* dan -*NBEs* diproduksi dalam berbagai kondisi, dan karakteristik bentuk gelombang listriknya harus menunjukkan beberapa perbedaan. Karakteristik *NBEs* mungkin dapat berbeda bergantung letak geografis suatu daerah [7].

1.2 Perumusan Masalah

NBEs diidentifikasi adalah salah satu bagian dari jenis petir *Intra Cloud* (*IC-flash*) unik yang terjadi pada badai petir. Hal ini menjadikan karakteristik *NBEs* sebagai objek yang menarik untuk diteliti, diidentifikasi, serta dianalisis lebih lanjut.

NBEs merujuk pada kelas pelepasan petir yang berbeda yang dicirikan oleh emisi frekuensi radio alam yang paling kuat dan karakteristik medan radiasi *NBEs*

yang sempit pada jarak yang jauh [8]. Kejadian / pulsa ini disebut dengan pelepasan *Intra Cloud* khusus.

Berdasarkan hasil riset yang telah dilakukan oleh Dong Wansheng *et al* [9] Pada penelitiannya yang dilakukan di daerah utara khatulistiwa pada tahun 2007, dari total 14871 *NBEs* tercatat, di mana 10398 memiliki polaritas positif dan 4473 polaritas negatif. *NBEs* ditentukan oleh isolasi temporal dengan proses *discharge* dalam catatan 1 μ s dan lebar pulsa yang kecil (biasanya kurang dari 10 μ s). Beberapa bentuk gelombang dengan lebar pulsa lebih besar dari 15 μ s dipilih karena isolasi temporal yang berbeda dan umum kemiripan dengan bentuk gelombang *NBEs*.

Penelitian berkaitan pengamatan karakteristik *NBEs* terutama menggunakan *parallel-plate antenna* yang terintegrasi dengan *buffer-circuit* (*slow-field* dan *fast-field*) telah banyak dilakukan, namun pengamatan tersebut hanya mengidentifikasi data petir dari badai petir yang terjadi di daerah sebelah utara khatulistiwa.

Sehingga sampai saat ini, belum ditemukan adanya pengamatan terhadap karakteristik *NBEs* dari badai petir di daerah tropis yang berada digaris lintang di sebelah selatan mendekati khatulistiwa (0° - 10° N atau 0° - 10° S)

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengamati kehadiran deretan pulsa *NBEs* dari *tropical storm* di daerah sebelah selatan mendekati garis khatulistiwa.

2. Untuk menganalisa karakteristik dari deretan pulsa *NBEs* dari *tropical storm* di daerah tersebut.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun lingkup kerja pada penelitian ini, adalah:

1. Penggunaan Sensor Jarak jauh dengan tujuan untuk pengumpulan data kilatan petir menggunakan 2 buah *parallel-plate antenna* yang terhubung dengan 2 buah *buffer circuit* (*fast-field* dan *slow field*) dan kemudian diteruskan ke data acquisition dan computer untuk menyimpan dan menganalisa data.
2. *Atmospheric sign convention* digunakan dalam menentukan polaritas perubahan medan listrik, yang arah medan listrik berlawanan dengan arah gaya listrik.
3. Pengelompokan data *NBEs* yang terekam oleh Sistem Antenna dan *Slow-Field Buffer* pada jarak dibawah 30 km dari stasiun perekaman ditandai dengan adanya perubahan medan listrik
4. Proses identifikasi dan analisa data *NBEs* yang direkam menggunakan system antena dengan rangkaian penyangga *fast-field buffer* dimana terdapat perubahan medan listrik

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai salah satu acuan dalam rangka perancangan dan pembangunan terhadap konfigurasi sistem pengukuran medan listrik yang digenerasi oleh kilatan petir yang digunakan untuk menggambarkan Karakteristik dari Jenis Petir *Narrow Bipolar Events* yang terjadi pada daerah Tropis di Bawah Garis Khatulistiwa. Hal ini sangat penting mengingat minimnya penelitian terhadap karakteristik petir, khususnya belum ada penelitian terkait Karakteristik dari *Narrow Bipolar Events* di bawah Garis Khatulistiwa. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi rujukan penting untuk pengamatan

terhadap perubahan iklim dan penelitian terhadap meteorologi yang ada di Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang berhubungan dengan pengerjaan skripsi ini terdiri dari lima bab secara berurutan yang bertujuan agar penulisan ini dapat lebih terarah serta dan sistematis, adapun beberapa bab yang digunakan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang masalah, tujuan penulisan, rumusan masalah, manfaat penulisan, ruang lingkup penelitian, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini merupakan landasan teori secara umum tentang petir dan pembahasan yang berkaitan dengan kilatan petir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang tempat, waktu, peralatan dan bahan yang digunakan, rangkaian percobaan, prosedur perekaman, teknik pengambilan data dan pengolahan data yang digunakan tentang proses penelitian yang akan dilakukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil data yang telah diidentifikasi dan dianalisis serta pembahasan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dijelaskan di dalam BAB IV serta saran yang diajukan berkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. A. Rakov and M. A. Uman, "Lightning: Physics and Effects," *Cambridge*, 2003.
- [2] V. Cooray, "Electromagnetic Fields of Lightning Flashes in Introduction to Lightning," *Introd. to Light.*, pp. 135–165, 2015.
- [3] M. R. M. Esa, M. R. Ahmad, M. Rahman, and V. Cooray, "Wavelet analysis of the first electric field pulse of lightning flashes in Sweden," *J. Atmos. Solar-Terrestrial Phys*, vol. 138, pp. 253–267, 2014.
- [4] A. Galvan and M. Fernando, "Operative Characteristics of a Parallel-Plate Antenna to Measure Vertical Electric Fields From Lightning Fields From Lightning Flashes," *Rep. UURIE 285-00, Uppsala Univ.*, 2000.
- [5] A. R. Jacobson, "How do the strongest radio pulse from thunderstorms relate to lightning flashes?," *J. Geophys. Res.*, vol. 108, pp. 4778–4784, 2003.
- [6] D. A. Smith, X. M. Shao, and D. N. Holden, "A Distinct Class of Isolated Intracloud Lightning Discharges and Their Associated Radio Emissions."
- [7] V. Cooray, "Electromagnetic Fields of Lightning Flashes," in *Introduction to Lightning*, Dordrecht: Springer Netherlands, 2015, pp. 135–165.
- [8] L. Feifan, M. Dong, Z. Baoyou, and M. Ming, "Characteristics of Narrow Bipolar Events," vol. 5, 2016.
- [9] W. Dong, T. Wu, and H. Liu, "Comparison of electrical waveforms of positive and negative polarity narrow bipolar events," *2010 30th Int. Conf. Light. Prot. ICLP 2010*, vol. 2010, pp. 2–4, 2017.
- [10] T. . Wu, S. Yoshida, Z. Kawasaki, and D. Wang, "Lightning initiator type of narrow bipolar events and their subsequent pulse trains," *J. Geophys*, pp. 7425–7438, 2014.
- [11] A. Aris Munandar, *Teknik Tegangan Tinggi*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1990.
- [12] Z. Lubis, S. Aryza, and S. Annisa, "Metode Terbaru Perancangan Proteksi Petir Eksternal Pada Pembangkit Listrik," *J. Electr. Technol.*, vol. 1099, pp. 26–34, 2009.

- [13] R. Jayaratne, "Cooray V (ed) TheLightning Flash - Google Buku," *IET publisher*, 2003. .
- [14] G. Heath, "Cumulonimbus Clouds at Sunset," *scienceimage.csiro.au*, pp. 2–4, 2010.
- [15] L. B. Loeb, "THE MECHANISM OF LIGHTNING," *Scientific American*, vol. 180. Scientific American, a division of Nature America, Inc., pp. 22–27, 1949.
- [16] W. I. Ibrahim, M. R. Ghazali, S. A. Ghani, and Z. A. Malek, "Measurement of vertical electric fields from lightning flashes using parallel plate antenna," in *InECCE 2011 - International Conference on Electrical, Control and Computer Engineering*, 2011, pp. 466–471.
- [17] M. R. M. Esa, M. R. Ahmad, and V. Cooray, "Wavelet analysis of the first electric field pulse of lightning flashes in Sweden," *Atmos. Res.*, vol. 138, pp. 253–267, Mar. 2014.
- [18] W. Rison *et al.*, "Observations of narrow bipolar events reveal how lightning is initiated in thunderstorms," *Nat. Commun.*, vol. 7, p. 10721, 2016.
- [19] V. Cooray, *An Introduction to Lightning*. uppsala: Springer, 2014.
- [20] Sharma, S.R., V. Cooray, and M. Fernando, "Isolated breakdown activity in Swedish lightning," *J. Atmos. Solar-Terrestrial Phys.*, pp. 1213–1221, 2008.
- [21] S. Karunarathne, T. C. Marshall, M. Stolzenburg, and N. Karunarathna, "Observations of positive narrow bipolar pulses," *J. Geophys.*, no. Res. 120, pp. 7128–7143, 2015.
- [22] D. . Le Vine, "Sources of the Strongest RF radiation from Lightning," *J. Geophys*, vol. 85 (NC, pp. 4091–4095.
- [23] V. . Rakov and U. M., "Lightning : Physics and Effect," *Surv. Geophys*, no. 6, pp. 701–729, 2003.
- [24] D. A. Smith *et al.*, "A Distinct class of isolated intracloud lightning discharges and their associated radio emissions," *J. Geophys*, pp. 4189–4212.
- [25] R. J. Thomas, P. N. Krehbiel, W.Rison, T. Hamlin, J. Harlin, and D. Shown, "Observations of vhf source powers radiated by lightning," *Geophys*, pp. 143–146, 2001.

- [26] T. E. L. Jacobson, A. R., T. H. Light, and R. Nemzek, "Joint radio and optical observations of the most radio-powerful intracloud lightning discharge," *Ann. Geophys*, pp. 563–580.
- [27] W. Rison *et al.*, "Observations of narrow bipolar events reveal how lightning is initiated in thunderstorms," *Nat. Commun*, pp. 1–12, 2016.
- [28] S. Karunarathne, T. C. Marshall, M. Stolzenburg, and N. Karunarathna, "Electrostatic field changes and durations of narrow bipolar events.," *J. Geophys*, 2016.
- [29] J. C. Willett, J. C. Bailey, and E. P. Krider, "A class of unusual lightning electric field waveforms with very strong high-frequency radiation," *J. Geophys*, p. 16255, 1989.
- [30] N. Azlinda Ahmad *et al.*, "The first electric field pulse of cloud and cloud-to-ground lightning discharges," *J. Atmos. Solar-Terrestrial Phys.*, pp. 143–150, 2010.
- [31] A. Galvan and M. Fernando, "Operative characteristics of a parallel-plate antenna to measure vertical electric fields from lightning fields from lightning flashes, Report UURIE 285-00, Uppsala University," uppsala, 2000.
- [32] M. N. Zakaria, "COMPARISON ON THE LABORATORY AND FIELD MEASUREMENT OF OCTAGONAL PARALLEL FLAT ANTENNA," Universiti Teknologi Malaysia, 2016.
- [33] C. M. Edirisinghe, I. M. K. Fernando, and D. U. J. Sonnadara, "Construction of a High Speed Buffer Amplifier to Measure Lightning Generated Vertical Electric Fields," in *Technical Sessions*, 2001, vol. 17, pp. 21–29.
- [34] D. Periannan, "SYNTHESIS OF CAPACITIVE AND INDUCTIVE ANTENNAE DESIGNED FOR LIGHTNING SENSOR APPLICATION DINESH A / L PERIANNAN This Report Is Submitted in Partial Fulfilment of Requirements for The Bachelor Degree of Electronic Engineering (Telecommunication Electroni," Universitas Teknikal Malaysia Melaka, Melaka, 2016.
- [35] S. R. Sharma, M. Fernando, and V. Cooray, "Narrow positive bipolar radiation from lightning observed in Sri Lanka," *J. Atmos. Solar-Terrestrial*

- Phys.*, vol. 70, no. 10, pp. 1251–1260, 2008.
- [36] N. Azlinda Ahmad, M. Fernando, Z. A. Baharudin, V. Cooray, H. Ahmad, and Z. Abdul Malek, “Characteristics of narrow bipolar pulses observed in Malaysia,” *J. Atmos. Solar-Terrestrial Phys.*, vol. 72, no. 5–6, pp. 534–540, 2010.
- [37] T. A. L. N. Gunasekara, M. Fernando, U. Sonnadara, and V. Cooray, “Characteristics of Narrow Bipolar Pulses observed from lightning in Sri Lanka,” *J. Atmos. Solar-Terrestrial Phys.*, vol. 138–139, pp. 66–73, 2016.
- [38] B. Inc, “Technical Specifications Product Overview Physical Characteristics (Overall),” 2018.
- [39] V. A. Rakov and M. A. Uman, “Long continuing current in negative lightning ground flashes,” *J. Geophys.*, p. 5455, 1990.
- [40] C. Gomes, V. Cooray, and C. Jayaratne, “Comparison of preliminary breakdown pulses observed in Sweden and in Sri Lanka,” *J. Atmos. Solar-Terrestrial Phys.*, vol. 60, no. 10, pp. 975–979, Jun. 1998.
- [41] Z. A. Baharudin, N. A. Ahmad, M. Fernando, V. Cooray, and J. S. Mäkelä, “Comparative study on preliminary breakdown pulse trains observed in Johor, Malaysia and Florida, USA,” *Atmos. Res.*, vol. 117, pp. 111–121, Nov. 2012.
- [42] T. Marshall *et al.*, “On the percentage of lightning flashes that begin with initial breakdown pulses,” *J. Geophys. Res.*, vol. 119, no. 2, pp. 445–460, Jan. 2014.
- [43] A. Nag and V. A. Rakov, “Pulse trains that are characteristic of preliminary breakdown in cloud-to-ground lightning but are not followed by return stroke pulses,” *J. Geophys. Res. Atmos.*, vol. 113, no. 1, p. D01102, Jan. 2008.
- [44] J. S. Mäkelä, N. Porjo, A. Mäkelä, T. Tuomi, and V. Cooray, “Properties of preliminary breakdown processes in Scandinavian lightning,” *J. Atmos. Solar-Terrestrial Phys.*, vol. 70, no. 16, pp. 2041–2052, Dec. 2008.
- [45] J. S. Medelius, P.J., Thomson, E.M., Pierce, “E and DE/DT wave shapes for narrow bipolar pulses in intracloud lightning,” *Proc. Int. Aerosp. Gr. Conf. Light. Static Electr. NASA Conf. Publ.*, vol. 3106, pp. 12–1–12–10, 1991.