

**SKRIPSI**

**PEMBUATAN ALGORITMA DAN PEMROGRAMAN PYTHON UNTUK  
MENGKLASIFIKASIKAN GELOMBANG *NARROW BIPOLAR EVENTS*  
DI WILAYAH PALEMBANG**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mengikuti Seminar Tugas Akhir pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**RENDIYANSAH**

**NIM. 03041181722017**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PEMBUATAN ALGORITMA DAN PEMROGRAMAN PYTHON UNTUK  
MENGKLASIFIKASIKAN GELOMBANG *NARROW BIPOLAR EVENTS*  
DI WILAYAH PALEMBANG**



**SKRIPSI**

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mengikuti Seminar Tugas Akhir pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**RENDIYANSAH**

**03041181722017**

**Indralaya, 28 Juli 2021**

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro**



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

**NIP : 197108141999031005**

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

**NIP : 197108141999031005**

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

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rendiyansah  
NIM : 03041181722017  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : 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:

**PEMBUATAN ALGORITMA DAN PEMROGRAMAN PYTHON UNTUK  
MENGKLASIFIKASIKAN GELOMBANG NARROW BIPOLAR EVENTS  
DI WILAYAH PALEMBANG**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya

Pada tanggal : Agustus 2021



The image shows a 10,000 Rupiah Indonesian postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem, the number '10000', and the text 'SEPULUH RIBU RUPIAH' and 'METERAI TEMPIL'. A handwritten signature is written over the stamp. The serial number '4068AAJX01411169' is visible at the bottom of the stamp.

Rendiyansah

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

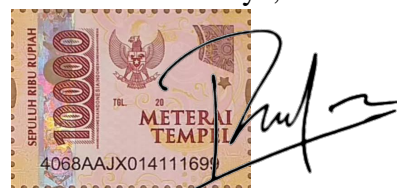
Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rendiyansah  
NIM : 03041181722017  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Pembuatan Algoritma Dan Pemrograman Python Untuk Mengklasifikasikan Gelombang *Narrow Bipolar Events* Di Wilayah Palembang” 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.

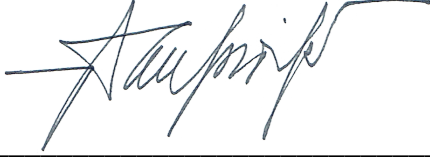
Indralaya, 28 Juli 2021



Rendiyansah

**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 : \_\_\_\_\_ / JULI / 2021

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

*Alhamdulillahillahirabbil'alamin*

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT serta sholawat diiringi salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat, karunia, dan ridho Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **“PEMBUATAN ALGORITMA DAN PEMROGRAMAN PYTHON UNTUK MENGLASIFIKASIKAN GELOMBANG *NARROW BIPOLAR EVENTS* DI WILAYAH PALEMBANG”**.

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 Baka Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Pembimbing Utama sekaligus Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti S.T., MS. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya
3. Bapak Ir. Antonius Hamdadi, MS. selaku Pembimbing Akademik.
4. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.

5. Ayah (Bambang Wahyudi) dan Ibu (Amnah) selaku orangtua yang tiada henti-hentinya mendoakan dan memberikan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Kakak (Yunia Manda Sari dan Khafid Rahman) serta seluruh keluarga yang selalu mendoakan, memberikan masukan dan bantuan selama ini.
7. Kak Zacky Eka Putra Sistem Informasi atas pembelajaran terkait program python
8. Kak Rio YUSDIZALI, Kak Muhammad Zikri dan Kak Dinda Sintia Dewi atas penulis rujukan dan senior.
9. Sahabat-sahabat yang tergabung dalam satu bimbingan yaitu, Yuda, Reza, Devi, Gina, Ari, Dino, Adinda, dan Nesa.
10. Sahabat-sahabat dalam perjuangan semasa kampus yaitu, Rizky, Yuda, Ari, Andi, Muldian, Reza, Khofifah, Sekar, Ranti, Wike, Fitri dan Devi.
11. Teman-teman Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

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.

Indralaya, 28 Juli 2021



Penulis

**ABSTRAK**  
**PEMBUATAN ALGORITMA DAN PEMROGRAMAN *PYTHON***  
**UNTUK MENGLASIFIKASIKAN GELOMBANG *NARROW BIPOLAR***  
***EVENTS* DI WILAYAH PALEMBANG**

(Rendiyansah, 03041181722017, 2021, xix + 58 hal. + lampiran)

---

Salah satu jenis kilatan petir *IC Flash* dengan bentuk gelombang tunggal disebut dengan *Narrow Bipolar Events (NBE)*. NBE terdiri atas dua jenis antara lain polaritas positif (*PNBE*) dan polaritas negatif (*NNBE*). Berdasarkan penelitian sebelumnya didapatkan data rekaman petir sebanyak 12908, akan tetapi hanya 1096 data yang dapat dianalisis. Adapun data *NBE* yang didapat yaitu 111 *PNBE* dan 70 *NNBE*. Sampai saat ini belum ada penelitian yang melakukan klasifikasi data hasil rekaman petir menggunakan pemrograman *Python*. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan data *NBE* dari total 12908 data rekaman petir menggunakan pemrograman *python* dengan metode klasifikasi *random forest*. Hasil penelitian ini didapatkan data *NBE* sebanyak 2545 data dengan 2306 *PNBE* dan 239 *NNBE*. Untuk nilai rata-rata dari karakteristik *PNBE* mulai dari *rise time*, *zero crossing time*, *full width at half maximum* dan rasio *overshoot/peak amplitude* secara berurutan adalah  $4.79 \pm 3.34 \mu\text{s}$ ,  $8.28 \pm 4.3 \mu\text{s}$ ,  $4.14 \pm 2.15 \mu\text{s}$  dan  $0.31 \pm 0.25$  dengan *pulse duration* sebesar  $33.21 \pm 3.34 \mu\text{s}$ . Selanjutnya untuk *NNBE* didapatkan durasi lebih pendek dari pada *PNBE* dengan *pulse duration* sebesar  $24.88 \pm 8.53 \mu\text{s}$ . Adapun nilai rata-rata dari karakteristik lainnya mulai dari *rise time*, *zero crossing time*, *full width at half maximum* dan *ratio overshoot/peak amplitude* secara berturut-turut adalah  $3.64 \pm 3.14 \mu\text{s}$ ,  $7.65 \pm 6.21 \mu\text{s}$ ,  $3.82 \pm 3.1 \mu\text{s}$  dan  $4.21 \pm 28.1$ . Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya dengan nomor rekaman petir yang sama, data hasil pemrograman relatif mendekati nilai yang sama dengan penelitian sebelumnya.

**Kata Kunci :** *Narrow Bipolar Events; Random Forest; PNBE; NNBE*

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

Palembang, Juli 2021  
Menyetujui,  
Pembimbing Utama



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



## ABSTRACT

### **PYTHON ALGORITHM AND PROGRAMMING FOR CLASSIFICATION OF BIPOLAR NARROW WAVES EVENTS IN THE PALEMBANG REGION**

(Rendiyansah, 03041181722017, 2021, xix + 58 pages + appendix)

---

*One type of lightning flash IC Flash with a single waveform is called Narrow Bipolar Events (NBE). There are two types of NBE, namely positive polarity (PNBE) and negative polarity (NNBE). Based on previous research, 12908 lightning recording data were obtained, but only 1096 data could be analyzed. The data NBE obtained were 111 PNBE and 70 NNBE. Until now, there has been no research that has classified the data from lightning recordings using programming Python. This study aims to classify the data NBE from a total of 12908 lightning recording data using programming python with the classification method random forest. The results of this study obtained NBE 2545 data with 2306 PNBE and 239 NNBE. For the average value of characteristics PNBE starting from rise time, zero crossing time, full width at half maximum and ratio overshoot/peak amplitude, respectively, are  $4.79 \pm 3.34$  s,  $8.28 \pm 4.3$  s,  $4.14 \pm 2.15$  s and  $0.31 \pm 0.25$  with pulse duration of  $33.21 \pm 3.34$  s. Furthermore, for NNBE, the duration is shorter than PNBE with a pulse duration of  $24.88 \pm 8.53$  s. The average values for other characteristics ranging from rise time, zero crossing time, full width at half maximum and overshoot/peak amplitude ratio are  $3.64 \pm 3.14$  s,  $7.65 \pm 6.21$  s,  $3.82 \pm 3.1$  s and  $4.21 \pm 28.1$ . When compared with previous studies with the same number of lightning recordings, the programming result data is relatively close to the same value as the previous study.*

**Keywords :** *Narrow Bipolar Events; Random Forests; PNBE; NNBE*

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



*[Signature]*  
**Muhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
NIP : 197108141999031005

Palembang, Juli 2021  
Menyetujui,  
Pembimbing Utama



*[Signature]*  
**Muhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
NIP : 197108141999031005

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR ISTILAH .....	xvi
NOMENKLATUR.....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Gambaran Umum tentang Petir .....	6
2.2 Inisiasi Kilatan Petir di dalam Awan.....	7

2.3	Mekanisme Kilatan Petir .....	8
2.4	<i>Cloud Flash</i> .....	11
2.5	Mekanisme Kilatan <i>NBE</i> .....	12
2.6	<i>Comma Separated Value (csv)</i> .....	14
2.7	Pengenalan <i>Python</i> .....	15
2.8	Kelebihan <i>Python</i> .....	16
2.9	<i>Library Python</i> .....	18
2.10	<i>Platform Pemrograman Python</i> .....	19
2.11	Klasifikasi Metode <i>Random Forest</i> .....	20
2.12	Literatur Review .....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		23
3.1	Pendahuluan .....	23
3.2	Lokasi Penelitian .....	24
3.3	Waktu Penelitian .....	24
3.4	Peralatan dan Bahan .....	24
3.4.1	Peralatan .....	24
3.4.2	Bahan .....	25
3.4.2.1	Rekaman Perubahan Medan Listrik dari Antena dengan <i>Fast-Field Buffer</i> .....	26
3.4.2.2	Rekaman Perubahan Medan Listrik dari Antena dengan <i>Slow-Field Buffer</i> .....	26
3.5	Struktur Data.....	26
3.5.1	Struktur Data <i>Picoscope</i> Format <i>Psdata</i> .....	27
3.5.2	Struktur Data <i>Picoscope</i> Format <i>csv</i> .....	28
3.6	Prosedur Pengumpulan Data .....	29
3.6.1	Konversi <i>psdata</i> ke <i>csv</i> .....	29

3.7	Teknik Identifikasi Data .....	31
3.8	Algoritma Pemrograman .....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		40
4.1	Hasil Identifikasi Data .....	40
4.2	Hasil Seleksi Data Kilatan Petir <i>Narrow Bipolar Events</i> .....	40
4.3	Bentuk Pulsa Kilatan Petir <i>Narrow Bipolar Events</i> .....	42
4.4	Hasil Klasifikasi Program <i>Python</i> untuk Nilai Karakteristik Gelombang <i>Narrow Bipolar Events</i> .....	43
4.5	Perbandingan Karakteristik Dengan Penelitian Sebelumnya .....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran .....	58
DAFTAR PUSTAKA .....		59
Lampiran 1_Gan Chart Penelitian.....		64
Lampiran 2_Perintah dalam Program <i>Python</i> .....		65
Lampiran 3_Tabel Karakteristik Petir <i>NBE</i> .....		79
Lampiran 4_Data Perbandingan Karakteristik dengan Penelitian Sebelumnya ...		137
Lampiran 5_Lembar Plagiarisme .....		138

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sebuah Leader yang memiliki Bidirectional Propagation [6].....	9
Gambar 2.2 Mekanisme Pembentukan <i>Recoil Leader</i> [7]. .....	10
Gambar 2.4. Gelombang <i>+NBE flash</i> pada badai di Malaysia [27].....	13
Gambar 2.5. Gelombang <i>-NBE flash</i> pada badai di Malaysia [27].....	14
Gambar 2.6 Display <i>Jupyter Notebook</i> dengan Pemrograman <i>Python</i> .....	19
Gambar 2.7 Display <i>Google Colaboratory</i> dengan Pemrograman <i>Python</i> .....	20
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Personal Computer (PC).....	25
Gambar 3.3 Contoh File Data <i>Picoscope</i> Format <i>Psdata</i> yang ditampilkan pada <i>Software Picoscope</i> .....	28
Gambar 3.4 Contoh File Data <i>Picoscope</i> Format <i>psdata</i> diperbesar .....	28
Gambar 3.5 Contoh File Data <i>Picoscope</i> Format <i>csv</i> yang ditampilkan pada <i>Microsoft Excel</i> .....	29
Gambar 3.6 Folder Sampel yang Berisi File <i>psdata</i> .....	30
Gambar 3.7 Perintah Konversi Data Pada <i>Anaconda Prompt</i> .....	30
Gambar 3.8 Hasil Konversi Menggunakan <i>Anaconda Prompt</i> .....	31
Gambar 3.9 Tampilan Pengukuran Nilai Pulsa Pada <i>Picoscope</i> .....	32
Gambar 3.11 Identifikasi Waktu dalam Menentukan Panjang Durasi Pulsa .....	33
Gambar 3.12 Parameter Penentuan Karakteristik NBE .....	35
Gambar 3.12 Algoritma Pemrograman Menggunakan <i>Python</i> .....	39

Gambar 4.1 Pencitraan Satelit Himawari IR-8 Enhanced (a) 27 Januari 2020 pukul 23.00, (b) 28 Januari 2020 pukul 18.38, (c) 29 Januari 2020 pukul 18.20, dan (d) 30 Januari 2020 pukul 13.50 [4].	41
Gambar 4.2 Hasil Program <i>Python</i> untuk Pulsa Kilatan Petir <i>NBE</i> dengan Polaritas Positif petir ( <i>PNBE</i> )	42
Gambar 4.3 Hasil Program <i>Python</i> untuk Pulsa Kilatan Petir <i>NBE</i> dengan Polaritas Negatif ( <i>NNBE</i> )	43
Gambar 4.4 Histogram perbandingan <i>Rise Time</i>	44
Gambar 4.5 Histogram perbandingan <i>Zero Crossing Time</i>	45
Gambar 4.6 Histogram perbandingan <i>Full width at Half Maximum</i>	46
Gambar 4.7 Histogram perbandingan Rasio <i>Overshoot / Peak Amplitude</i>	47
Gambar 4.8 Histogram perbandingan <i>Pulse Duration</i>	48
Gambar 4.9 Histogram perbandingan jumlah kilatan petir <i>NBE</i>	50
Gambar 4.10 Perbandingan nilai <i>NBE</i> pada <i>Rise Time</i>	51
Gambar 4.11 Perbandingan nilai <i>NBE</i> pada <i>Zero Crossing Time</i>	52
Gambar 4.12 Perbandingan nilai <i>NBE</i> pada <i>Full Width at Half Maximum</i>	53
Gambar 4.13 Perbandingan nilai <i>NBE</i> pada <i>Ratio Overshoot/ Peak Amplitude</i>	54
Gambar 4.14 Perbandingan nilai <i>NBE</i> pada <i>Pulse Duration</i>	55
Gambar 4.15 Persentase Validitas Data <i>NBE</i>	56

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Daftar Literatur Penelitian .....	21
Tabel 4.1 Hasil data <i>NBE</i> yang diperoleh .....	41
Tabel 4.2 Keterangan Grafik Pada Perbandingan Data Penelitian .....	48

## 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>Downward</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>	: Jarak antara setengah puncak gelombang
<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, elektrik, 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**

$\mu\text{s}$	: <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>

<i>NBE</i>	<i>: Narrow Bipolar Events</i>
<i>NBE</i>	<i>: Narrow Bipolar Pulse</i>
<i>NNBE</i>	<i>: Negative Narrow Bipolar Pulse</i>
<i>PC</i>	<i>: Personal Computer</i>
<i>PNBE</i>	<i>: Positive Narrow Bipolar Pulse</i>
<i>RC</i>	<i>: Resistor Capacitor</i>
<i>RS</i>	<i>: Return Stroke</i>
<i>SL</i>	<i>: Stepped Leader</i>
<i>VHF</i>	<i>: Very High Frequency</i>

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Petir adalah peristiwa pelepasan muatan elektrostatik yang disebabkan oleh adanya beda potensial antara dua medium yakni awan dengan bumi atau awan dengan awan. Fenomena alam ini pada umumnya terjadi didaerah iklim tropis yang memiliki curah hujan yang tinggi, dimana sebagian besar dipengaruhi oleh awan cumulonimbus yang dapat menghasilkan petir.

Pada umumnya petir terbagi menjadi dua jenis menurut tempat terjadinya sambaran, yaitu petir awan ke tanah (*Cloud to Ground Flash/ CG-Flash*) dan petir awan (*Cloud Flash*). *CG-flash* adalah sambaran petir yang terjadi akibat adanya induksi medan listrik diantara pusat awan dengan permukaan bumi. Apabila bagian pusat awan bermuatan medan listrik negatif dan pada permukaan bumi muatan medan listriknya positif maka disebut sebagai negatif *CG-flash*, sedangkan jika pada bagian pusat awan medan listrik terkonsentrasi positif dan di permukaan bumi medan listriknya negatif, maka hal ini disebut dengan positif *CG-flash* [1]. Selanjutnya *Cloud Flash* dapat dikelompokkan menjadi dua jenis antara lain, *Cloud to Cloud (CC) Flash* dan *Intra-Cloud (IC) Flash*. Pada *Cloud Flash* juga terdapat tipe *IC-Flash* khusus, pada umumnya disebut dengan *Narrow Bipolar Pulse (NBE)* atau *Narrow Bipolar Events (NBE)*. *NBE* ini dikelompokkan menjadi dua jenis berdasarkan polaritas wilayah emisinya, yaitu *Positive Narrow Bipolar Events (+NBE)* dan *Negative Narrow Bipolar Events (-NBE)*.

Dalam mendeteksi medan elektromagnetik yang dihasilkan oleh kilatan petir, perlu adanya suatu alat penginderaan (sensor) jarak jauh. Sensor yang

dimaksud berupa sistem antenna medan listrik yang berfungsi untuk mendeteksi gelombang radiasi kilatan petir yang beroperasi dalam satuan hertz sampai dengan megahertz [2]. Pada penelitian ini jenis antenna yang digunakan adalah *parallel plate antenna* yang telah dikembangkan dari beberapa jenis antenna. Antenna ini kemudian dihubungkan dengan *buffer-circuit* (sistem *slow-field* dan *fast-field*). Beberapa penelitian menggunakan sistem *slow-field* sebagai metode dalam menentukan jarak sambaran petir dibawah 30 km pada saat berlangsungnya sambaran petir yang direkam dari stasiun petir. *Fast-field* dibutuhkan dalam menganalisis nilai-nilai dari rise time maupun amplitude yang direkam dari proses yang terjadi dalam mekanisme kilatan petir [3].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh R. YUSDIZALI [4], dalam penelitian tentang petir *NBE* didapatkan karakteristik *NBE* memiliki durasi sambaran lebih panjang untuk *Rise Time*, *Zero Crossing Time*, *Full Width at Half Maximum* dan *Overshoot/ Peak Amplitude Ratio* di wilayah sebelah selatan yang berdekatan garis khatulistiwa, jika dibandingkan penelitian sebelumnya. Namun *Pulse Duration NBE* lebih pendek jika dibandingkan dengan wilayah sebelah utara yang mendekati garis khatulistiwa. Selain itu pada daerah sub tropis semakin tinggi derajat lintang suatu daerah maka semakin tinggi durasi *NBE* yang terjadi.

Pada pengolahan *NBE* ini masih sulit untuk dilakukan dikarenakan data petir yang terekam belum bisa mengklasifikasikan petir ini secara khusus. Data rekaman petir yang didapat pada penelitian sebelumnya akan diolah menggunakan bahasa pemrograman *Python*, selanjutnya akan dilakukan penyederhanaan data pada deretan pulsa *NBE* yang terekam, sehingga akan memudahkan dalam mengolah data klasifikasi antara file rekaman *NBE* dan *non NBE*.

## 1.2 Perumusan Masalah

Karakteristik *NBE* menjadi objek yang menarik untuk diteliti, diidentifikasi, serta dianalisis lebih lanjut, dikarenakan jenis petir ini tergolong ke dalam jenis petir *Intra Cloud (IC-flash)* yang timbul saat badai petir berlangsung.

Berdasarkan hasil riset yang telah dilakukan oleh R. Yusdizali [4], pada penelitian yang dilakukannya di daerah selatan khatulistiwa, dari total 12908 data rekaman petir hanya 1096 data yang dapat dianalisis, dengan jumlah data *NBE* sebanyak 181 yang terdiri atas 111 data positif *NBE* serta 70 data untuk negatif. *NBE* yang ditetapkan melalui isolasi temporal dengan proses discharge dalam catatan 1  $\mu$ s. Dipilih gelombang yang memiliki panjang durasi diatas 15  $\mu$ s, hal ini dikarenakan panjang durasi tersebut merupakan kemiripan dengan bentuk gelombang *NBE* secara umum dan isolasi temporalnya yang berbeda.

Berdasarkan data hasil rekaman yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya menggunakan antena *plate parallel* didapatkan beragam jenis gelombang petir mulai dari *Cloud to Ground Flash (CG-Flash)* sampai dengan *Cloud Flash*. Sampai saat ini belum ada penelitian yang melakukan klasifikasi pada data hasil rekaman petir yang didapat menggunakan pemrograman *Python*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengklasifikasi data rekaman petir *NBE* dengan jenis petir lainnya yang terekam di Wilayah Palembang dengan jarak sambar kurang dari 30 km pada bulan Januari 2020 menggunakan pemrograman *Python*.

2. Untuk mengamati petir *NBE* yang terekam dengan melakukan penyederhanaan deretan pulsa yang terbentuk menggunakan pemrograman *Python*.

#### **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Adapun lingkup kerja pada penelitian ini adalah:

1. Data rekaman petir yang diklasifikasikan adalah data *NBE* yang didapat dari hasil keseluruhan rekaman petir pada penelitian sebelumnya.
2. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah Time dan Channel A yang didapat dari rangkaian penyangga fast-field.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa pemrograman *Python*.
4. Format file yang digunakan dalam penelitian ini adalah format *Comma Separated Values (csv)*.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan penelitian ini terdapat beberapa hal yang harus disusun sesuai dengan sistematika penulisan yang terdiri atas lima bab yang tersusun secara sistematis. Dengan bertujuan agar penelitian dapat lebih terstruktur rapi. Kelima bab tersebut antara lain sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam pendahuluan ini, dipaparkan tentang latar belakang masalah, tujuan penulisan, rumusan masalah dan ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan.



## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab tinjauan pustaka ini mengkaji tentang teori-teori yang berpengaruh dalam penelitian yang terkait dengan petir dan pembahasan yang berkaitan dengan kilatan petir *NBE* serta klasifikasi pemrograman *Python*.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini dijelaskan dimana tempat dan waktu penelitian, bagaimana peralatan dan bahan yang digunakan, proses pengambilan data serta teknik pengolahan data yang berkaitan dengan pelaksanaan pengamatan suatu penelitian.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang hasil penelitian klasifikasi *Narrow Bipolar Events* menggunakan bahasa pemrograman *Python*, membandingkan data dengan penelitian terdahulu dan melakukan uji validitas hasil klasifikasi.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab ini membahas kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dipaparkan dalam BAB IV kemudian memberikan saran terhadap penelitian selanjutnya untuk dapat mengembangkan penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## 5.2 Saran

Penulis menyarankan pada peneliti selanjutnya berdasarkan penelitian diatas, agar dapat mencirikan lagi bentuk-bentuk gelombang *NBE* yang terbentuk dengan menggunakan data latih yang lebih banyak khususnya untuk *NNBE*, sehingga dapat mengurangi gelombang *Non NBE* yang terhitung sebagai gelombang *NBE*. Selain itu, dalam klasifikasi ini menggunakan metode *random forest* sehingga data latih yang diberikan tidak 100% dianggap benar ketika program menjalankan data uji karena pembelajaran mesinnya menggunakan data *random*, maka dari itu penulis menyarankan untuk dapat melakukan perbandingan dengan metode klasifikasi lainnya seperti *knn*, *neural network*, *naive baiyes* dan metode lainnya. Terakhir, data yang didapat pada penelitian karakteristik *NBE* ini dapat berguna bagi pembaca, khususnya dalam bidang meteorologi dan cuaca untuk dapat dikembangkan lebih baik.

## 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] and V. C. M. R. M. Esa, M. R. Ahmad, M. Rahman, "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] R. Yusdizali, "Karakteristik Narrow Bipolar Events Badai Petir Tropis Di Wilayah Sebelah Selatan Garis Khatulistiwa Skripsi. " Indralaya: Universitas Sriwijaya, 2020.
- [5] A. R. Jacobson, "How do the strongest radio pulse from thunderstroms relate to lightning flashes?," *J. Geophys. Res.*, vol. 108, pp. 4778–4784, 2003.
- [6] V. Cooray, *An Introduction to Lightning*. uppsala: Springer, 2014.
- [7] A. V. Gurevich, Y. V. Medvedev, and K. P. Zybin, "New type discharge generated in thunderclouds by joint action of runaway breakdown and extensive atmospheric shower," *Phys. Lett. Sect. A Gen. At. Solid State Phys.*, vol. 329, no. 4–5, pp. 348–361, Aug. 2004.
- [8] G. D. Moss, V. P. Pasko, N. Liu, and G. Veronis, "Monte Carlo model for analysis of thermal runaway electrons in streamer tips in transient luminous events and streamer zones of lightning leaders," *J. Geophys. Res. Sp. Phys.*, vol. 111, no. 2, p. A02307, Feb. 2006.
- [9] 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.
- [10] R. Jayaratne, "Cooray V (ed) The Lightning Flash - Google Buku," *IET publisher*, 2003. .

- [11] G. Heath, "Cumulonimbus Clouds at Sunset," *scienceimage.csiro.au*, pp. 2–4, 2010.
- [12] L. B. Loeb, "THE MECHANISM OF LIGHTNING," *Scientific American*, vol. 180. Scientific American, a division of Nature America, Inc., pp. 22–27, 1949.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] W. Rison *et al.*, "Observations of narrow bipolar events reveal how lightning is initiated in thunderstorms," *Nat. Commun.*, vol. 7, p. 10721, 2016.
- [16] V. Cooray, *An Introduction to Lightning*. uppsala: Springer, 2014.
- [17] Sharma, S.R., Cooray, V., and Fernando, M., "Isolated breakdown activity in Swedish lightning," *J. Atmos. Solar-Terrestrial Phys.*, pp. 1213–1221, 2008.
- [18] N. Karunarathne, S., Marshall, T.C., Stolzenburg, M., Karunarathna, "Observations of positive narrow bipolar pulses," *J. Geophys.*, no. Res. 120, pp. 7128–7143, 2015.
- [19] D. . Le Vine, "Sources of the Strongest RF radiation from Lightning," *J. Geophys*, vol. 85 (NC), pp. 4091–4095.
- [20] U. Rakov, V.A , and M., "Lightning : Physics and Effect," *Surv. Geophys*, no. 6, pp. 701–729, 2003.
- [21] R. J. T. Smith, D.A., X.-M. Shao, D.N. Holden, C.T. Rhodes, M. Brook, P.R. Krehbiel, M. Stanley, and W. Rison, "A Distinct class of isolated intracloud lightning discharges and their associated radio emissions," *J. Geophys*, pp. 4189–4212.
- [22] D. S. Thomas, R.J., P.N. Krehbiel, W.Rison, and T. Hamlin, J. Harlin, "Observations of vhf source powers radiated by lightning," *Geophys*, pp. 143–146, 2001.

- [23] R. N. Jacobson, A. R., T.E.L. Light, and T. Hamlin, “Joint radio and optical observations of the most radio-powerful intracloud lightning discharge,” *Ann. Geophys*, pp. 563–580.
- [24] S. Rison, W., Krehbiel, P.R., Stock, M.G., Edens, H.E., Shao, X.M., Thomas, R.J. and Y. M.A., Zhang, “Observations of narrow bipolar events reveal how lightning is initiated in thunderstorms,” *Nat. Commun*, pp. 1–12, 2016.
- [25] N. Karunarathne, S., Marshall, T.C., Stolzenburg, M., Karunarathna, “Electrostatic field changes and durations of narrow bipolar events.,” *J. Geophys*, 2016.
- [26] E. P. Willett, J.C., Bailey, J.C., Krider, “A class of unusual lightning electric field waveforms with very strong high-frequency radiation,” *J. Geophys*, p. 16255, 1989.
- [27] H. K. Azlinda Ahmad, N., Fernando, M., Baharudin, Z.A., Rahman, M., Cooray, V., Saleh, Z., Dwyer, J.R., and Rassoul, “The first electric field pulse of cloud and cloud-to-ground lightning discharges,” *J. Atmos. Solar-Terrestrial Phys.*, pp. 143–150, 2010.
- [28] J. Cutler and M. Dickenson, *Introduction to Machine Learning with Python*. 2020.
- [29] J. Ramadhan, “Implementasi algoritma artificial neural network (ann) pada pendeteksi uang kertas laporan skripsi,” 2020.
- [30] J. Cutler and M. Dickenson, *Introduction to Machine Learning with Python*. 2020.
- [31] J. F. Pimentel, L. Murta, V. Braganholo, and J. Freire, “A large-scale study about quality and reproducibility of jupyter notebooks,” *IEEE Int. Work. Conf. Min. Softw. Repos.*, vol. 2019-May, pp. 507–517, 2019, doi: 10.1109/MSR.2019.00077.
- [32] A. Junaidi, “Studi Perbandingan Performansi Antara MongoDB dan MySQL Dalam Lingkungan Big Data,” *Pros. Annu. Res. Semin.* 2016, vol. 2, no. 1, pp. 460–465, 2016.
- [33] A. Saifudin, “Metode Data Mining Untuk Seleksi Calon Mahasiswa,” vol. 10, no. 1, pp. 25–36, 2018.
- [34] 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, doi: 10.1016/j.jastp.2015.12.010.
- [35] M. M. Liu Feifan, *et. al*, “Characteristics of Narrow Bipolar Events,” *International Conference on Lightning Protection.*, 2016.
- [36] D. F. Sengkey, F. D. Kambey, S. P. Lengkong, S. R. Joshua, and H. V. F. Kainde, “Pemanfaatan Platform Pemrograman Daring dalam Pembelajaran Probabilitas dan Statistika di Masa Pandemi CoVID-19,” *J. Inform.*, vol. 15, no. 4, pp. 217–224, 2020.
- [37] R.A. Haritsu. Statistika, “Penerapan Metode Random Forest Untuk Prediksi Win Ratio Pemain Player Unknown Battle Ground,” Skripsi. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, 2019.
- [38] N. K. Dewi, U. D. Syafitri, S. Y. Mulyadi, M. D. Statistika, and D. Statistika, “Penerapan Metode Random Forest Dalam Driver Analysis,” *Forum Stat. Dan Komputasi*, vol. 16, no. 1, pp. 35–43, 2011.