

**ANALISIS KERAPATAN SAMBARAN PETIR  
WILAYAH PROVINSI BANTEN  
PERIODE JULI 2020 – JUNI 2021**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
dalam Ilmu Fisika**



**OLEH**

**YOSITA CECILIA  
NIM. 1708026025**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2022**





**PENGESAHAN**

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Analisis Kerapatan Sambaran Petir Wilayah Provinsi Banten  
Periode Juli 2020 - Juni 2021  
Penulis : Yosita Cecilia  
NIM : 1708026025  
Jurusan : Fisika

Telah diujikan dalam sidang munaqasyah oleh dewan penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana Ilmu Fisika.

Semarang, 29 Juni 2022

**DEWAN PENGUJI**

Ketua

**Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd**  
NIP.

Sekretaris

**Heni Sumarti, M.Si**  
NIP. 19871011 201903 2 009

Penguji I,

**Istikomah, M.Sc**  
NIP. 19901126 201903 2 021

Penguji II,

**Agus Sudarmanto, M.Si**  
NIP. 19770823 200912 1 001

Pembimbing I,

**Andi Fadllan, S.Si., M.Sc.**  
NIP. 19800915 200501 1 006

Pembimbing II,

**Hartono, M.Sc.**  
NIP. 19900924 201903 1 006



## NOTA DINAS

Semarang, 20 Juli 2022

Yth. Ketua Program Studi Fisika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

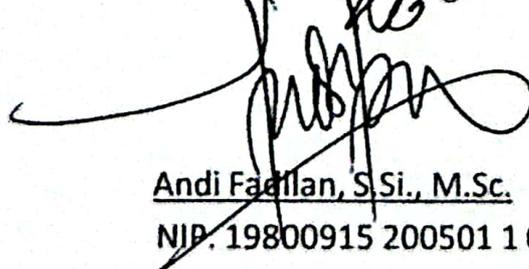
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : ANALISIS KERAPATAN SAMBARAN PETIR DI  
WILAYAH PROVINSI BANTEN PERIODE JULI  
2020 - JUNI 2021.  
Nama : Yosita Cecilia  
NIM : 1708026025  
Jurusan : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Pembimbing I



Andi Fadlan, S.Si., M.Sc.

NIP. 19800915 200501 1 006

## NOTA DINAS

Semarang, 20 Juli 2022

Yth. Ketua Program Studi Fisika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : ANALISIS KERAPATAN SAMBARAN PETIR DI  
WILAYAH PROVINSI BANTEN PERIODE JULI  
2020 – JUNI 2021.  
Nama : Yosita Cecilia  
NIM : 1708026025  
Jurusan : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Pembimbing II



Hartono, M.Sc.

NIP. 19900924 201903 1 006

## ABSTRAK

Petir didefinisikan sebagai pelepasan muatan listrik alami dalam atmosfer bumi. Petir jenis CG (*cloud-to-ground*) sangat berbahaya bagi kehidupan karena dapat menyebabkan kebakaran dan juga merusak elektronik bahkan kematian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerawanan sambaran petir berdasarkan dengan perbandingan jumlah kepadatan penduduk. Metode yang digunakan yaitu metode interpolasi *Inverse Distance Weighting (IDW)*, menggunakan *software QGIS* versi 3.14. Proses pengolahan data yang dilakukan yaitu pembuatan peta kerapatan sambaran petir pada QGIS di wilayah Provinsi Banten pada periode Juli 2020 – Juni 2021. Berdasarkan analisis data diperoleh wilayah Pandeglang, Lebak bagian selatan dan Serang bagian selatan memiliki klasifikasi tanpa sambaran. Wilayah Kota Cilegon, Lebak bagian utara, Pandeglang, Serang, Kota Serang memiliki klasifikasi rendah. Wilayah Kota Tangerang Selatan, Tangerang bagian barat dan Serang bagian timur memiliki klasifikasi sedang. Wilayah Tangerang bagian timur, Kota Tangerang dan Kota Tangerang Selatan memiliki klasifikasi tinggi. Hasil uji regresi diperoleh nilai signifikansi 0,546 yang menunjukkan bahwa jumlah kepadatan penduduk berpengaruh terhadap sambaran petir namun tidak signifikan.

**Kata Kunci:** Sambaran Petir, QGIS, IDW, Peta Kerapatan Petir.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi dengan judul “Analisis Kerapatan Sambaran Petir Wilayah Provinsi Banten Periode Juli 2020 – Juni 2021”. Penulisan skripsi ini disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana sains dalam Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Imam Taufiq, M.Ag selaku rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H.Ismail, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Agus Sudarmanto, M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd. selaku Sekretaris Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
5. Andi Fadllan, S.Si., M.Sc. dan Hartono, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II.

6. Seluruh Dosen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah membagikan ilmunya kepada penulis.
7. Ramadhan Priadi, S.Tr., Geof. selaku karyawan BMKG Stasiun Geofisika Gowa yang telah dengan sabar membimbing dan membantu penulis dalam mengerjakan dan menyelesaikan skripsi ini.
8. Bapak dan ibu karyawan Stasiun Geofisika Klas I Tangerang yang telah memberikan materi dan wawasan baru serta membantu penulis dalam pengambilan data.
9. Orang tua tercinta ayahanda M. Fardun Sobir dan ibunda Sri Wuryani yang menjadi *support system* terbesar bagi penulis dan telah banyak mendoakan serta membantu dalam segala hal baik moril maupun materil serta dukungan mereka yang telah banyak membantu penulis dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini.
10. Kakak tersayang, Dewi Asiyah Fitriyani dan Rapang Bangkit Anggayana yang selalu mendoakan dan membantu penulis dalam segala hal, serta Rafandra Kaivan Lazuardi dan Alvarendra Rayyan Kanaka selaku keponakan penulis yang sudah menjadi *moodbooster* penulis selama ini.
11. Teman-teman fisika angkatan ke-3 tahun 2017 yang memberikan dukungan dan perjuangan selama perkuliahan.

12. Prima, teman saya yang sudah banyak membantu serta memberikan motivasi dan bersedia meluangkan waktu untuk berdiskusi bersama.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini.

Atas segala kekurangan dan kelemahan penulis dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan membantu pembaca untuk dijadikan referensi dan dapat dikembangkan lebih baik lagi bagi penulis-penulis selanjutnya.

Semarang, 25 Mei 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>NOTA PEMBIMBING</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah .....	7
C. Tujuan Penelitian .....	7
D. Manfaat Penelitian.....	7
E. Batasan Masalah .....	8
<b>BAB II LANDASAN PUSTAKA</b> .....	<b>10</b>
A. Kajian Teori .....	10
1. Petir dan Kaitannya dengan Prediksi Cuaca	
a. Petir.....	14
b. Mekanisme Terjadinya Petir.....	18
c. Kaitan Petir dengan Prediksi Cuaca.....	20
d. Kerapatan Sambaran Petir .....	22
e. Dampak Sambaran Petir.....	23
f. Kerapatan Sambaran Petir Berdasarkan dengan Kerapatan Penduduk.....	25
2. Metode Interpolasi.....	28
3. QGIS.....	33
4. Proses Kerja Perekaman Data dan <i>Software Nexstorm</i>	
a. <i>Lightning Detector</i> .....	33
b. <i>Software Nexstorm</i> .....	35
B. Kajian Hasil Penelitian yang Relevan.....	37
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>42</b>

A. Jenis Penelitian.....	42
B. Tempat dan Waktu Penelitian .....	42
1. Tempat Penelitian.....	42
2. Waktu Penelitian .....	43
C. Variabel Penelitian .....	44
D. Instrumen Penelitian.....	44
1. <i>Software</i> .....	44
2. <i>Hardware</i> .....	45
E. Teknik Pengumpulan Data .....	45
F. Prosedur Penelitian.....	46
1. Pengambilan Data Petir .....	46
2. Konversi Data.....	47
3. Pengolahan Data .....	47
G. Teknik Analisis Data .....	48
1. Data Kerapatan Sambaran Petir.....	48
2. Hubungan Sambaran Petir Terhadap Kepadatan Penduduk.....	49
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>50</b>
A. Hasil Penelitian .....	50
B. Pembahasan .....	54
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>59</b>
A. Simpulan .....	59
B. Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1	Jumlah Kepadatan Penduduk Per Kabupaten/Kota di Provinsi Banten	43
Tabel 3.2	Tabel T SPSS	45
Tabel 4.1	Total Kerapatan Sambaran Petir di Wilayah Provinsi Banten Periode Juli 2020 – Juni 2021	57
Tabel 4.2	Regresi Linier	59

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1.1	Distribusi Muatan CG+ dan CG- pada Awan <i>Cumulonimbus</i>	2
Gambar 2.1	Petir Awan ke Bumi (CG)	16
Gambar 2.2	Petir dalam Awan (IC)	17
Gambar 2.3	Petir Antar Awan (CC)	17
Gambar 2.4	Petir Awan ke Udara (IC)	18
Gambar 2.5	Mekanisme Pelepasan Muatan Listrik	20
Gambar 2.6	Sensor <i>Lightning Detector</i> Tipe LD-250	33
Gambar 2.7	Tampilan <i>Software</i> Nexstorm	35
Gambar 2.8	Tampilan <i>Software</i> QGIS versi 3.14.1	37
Gambar 3.1	Peta Banten pada Citra <i>Google Earth</i>	43
Gambar 3.2	Mekanisme Perekaman Aktivitas Petir oleh Sistem <i>Lightning Detector</i>	48
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian	51
Gambar 4.1	Sambaran Petir Wilayah Provinsi Banten Periode Juli 2020 – Juni 2021	52
Gambar 4.2	Jumlah kepadatan penduduk dan kerapatan sambaran petir	53
Gambar 4.3	Peta Kerapatan Sambaran Petir Periode Juli 2020 – Juni 2021	54
Gambar 4.4	<i>Overlay</i> peta kerapatan petir	56
Gambar 4.5	Peta Kontur Kerapatan Sambaran Petir Periode Juli 2020 – Juni 2021	

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1	Surat Izin Riset	71
Lampiran 2	Peta Kerapatan Sambaran Petir	72

# BAB I

## PENDAHULUAN

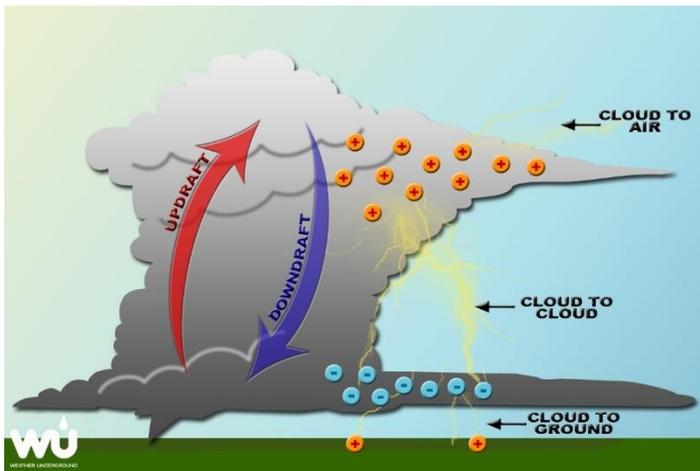
### A. Latar Belakang Masalah

Wilayah Indonesia di mana garis khatulistiwa dunia yang melaluinya menjadikan Indonesia sebagai wilayah konveksi paling aktif. Proses konveksi adalah perpindahan panas dan massa yang terjadi melalui difusi dan adveksi. Indonesia dikenal dengan negara maritim yang mana memiliki wilayah perairan yang sangat luas, hal itu menghasilkan awan *Cumulonimbus* atau awan yang menjadi sumber utama terjadinya petir dan hujan. Kisaran kerapatan sambaran petir di Indonesia adalah lima hingga 15 kali per km<sup>2</sup> per tahun, sedangkan di Eropa dan Jepang terdapat satu hingga tiga sambaran petir per km<sup>2</sup> per tahun (Pratama et al., 2017).

Petir merupakan pelepasan muatan listrik alami dalam atmosfer bumi. Proses pelepasan muatan elektrostatis yang berasal dari badai guntur menghasilkan petir yang disertai dengan pancaran cahaya dan radiasi elektromagnetik. Adanya perbedaan antara kecepatan suara dan kecepatan cahaya menyebabkan adanya perbedaan waktu kemunculan petir (Stasiun Geofisika Klas I Tangerang, 2019). Terdapat 4 klasifikasi jenis petir berdasarkan proses terjadinya (Putri, 2019), yaitu Petir

dari awan ke tanah (*Cloud-to-Ground/CG*), petir dalam awan (*Intra-Cloud/IC*), petir dari awan ke awan yang lainnya (*Cloud-to-Cloud/CC*), dan petir dari awan ke udara (*Cloud-to-Air/CA*).

Isu yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah jenis petir CG (*Cloud-to-Ground*) yaitu petir dari awan ke tanah, karena lebih berpengaruh terhadap kehidupan manusia. Gambar 1.1 menunjukkan distribusi muatan CG+ dan CG- pada awan *Cumulonimbus*, petir CG berdasar muatannya dibagi menjadi dua yaitu CG+ dan CG- (Pratama dan Putri, 2020).



Gambar 1.1 Distribusi muatan CG+ dan CG- pada awan *Cumulonimbus* (Underground, 2022)

*Coulomb* menemukan bahwa pada dua buah muatan listrik saling mengerjakan gaya yang besarnya berbanding lurus dengan perkalian dua muatan dan berbanding

terbalik dengan kuadrat jarak keduanya (Mikrajuddin, 2006). Fenomena elektrostatik dapat dijelaskan melalui gaya *Coulomb*. Cara lain menjelaskan elektrostatik yaitu dengan konsep medan. Medan listrik adalah daerah di sekitar muatan dimana pengaruh listrik masih berpengaruh pada muatan lain. Dengan konsep medan, sebuah muatan listrik  $q$  sebagai sumber yang memancarkan medan listrik  $q'$  yang berada disekitarnya, sehingga akan tertarik atau tertolak berdasarkan jenis muatannya (Mohamad, 2002).

Pada awan *Cumulonimbus* terjadi polarisasi awan, dengan CG+ dan CG- terakumulasi di bagian atas awan dan CG- terakumulasi di bagian bawah awan. Pergerakan turbulensi di awan sangat memengaruhi jenis petir CG yang bertabrakan. Dalam kondisi normal, tanah tidak bermuatan (netral). Ketika ada beda potensial yang tinggi antara awan dan bumi, bumi bereaksi dengan muatan yang berlawanan dengan muatan awan (Pratama dan Putri, 2020). Perbedaan potensial antara dua medium menyebabkan terjadinya petir. Perbedaan potensial antara permukaan bumi dengan *ionosphere* dalam kondisi cuaca yang normal adalah sekitar 200.000-500.000 volt, kerapatan arus sekitar  $2 \times 10^{-2}$  Ampere/m<sup>2</sup>. Perbedaan ini disebabkan oleh distribusi badai guntur di permukaan bumi (Gunawan et al., 2014).

Ketika awan petir terbentuk, proses kondensasi terjadi. Proses kondensasi adalah perubahan wujud dari gas atau uap menjadi cairan. Ketika awan tidak bisa lagi menyerap air yang terbentuk oleh kondensasi, air jatuh dalam bentuk hujan. Saat hujan, mungkin disertai dengan sambaran petir (Pratama et al., 2017). Menurut Zajac dan Weaver (2002), Kombinasi antar muatan yang berada di awan dan permukaan bumi menciptakan medan listrik yang kuat dan petir CG. Secara spesifik, muatan yang ada pada awan dan permukaan bumi mengendalikan waktu, tempat, dan frekuensi dari CG- dan CG+. Parameter CG+ ialah petir yang mengeluarkan muatan positif (+) ke tanah, sedangkan CG- memancarkan muatan negatif (-) ke tanah. CG+ lebih sering terdeteksi pada awan petir Cb (*Cumulonimbus*), sedangkan CG- berhubungan dengan curah hujan konvektif (Septiadi et al., 2011).

Menurut Gunawan (2014), Sambaran petir CG rentan karena berkaitan dengan kepadatan penduduk. Semakin tinggi kepadatan penduduk maka semakin rentan terhadap sambaran petir. Kerentanan daerah terhadap sambaran petir tidak hanya tergantung pada jumlah sambaran petir, tetapi juga pada korban dan kerusakan yang mungkin terjadi, seperti kepadatan penduduk atau perkembangan wilayah (Gunawan et al., 2014). Faktor kepadatan penduduk dan luasnya

penggunaan lahan untuk rumah dan bangunan membuat wilayah di Bali memiliki tingkat kerentanan terhadap sambaran petir yang tinggi. Bangunan dan gedung bertingkat juga menjadi faktor penyebab banyaknya sambaran petir di wilayah tersebut karena petir cenderung menyambar benda yang lebih tinggi. Menurut Putri (2019), daerah pemukiman baik di kota besar maupun kota kecil dapat terkena sambaran petir lebih banyak karena objek seperti gedung pencakar langit dan menara BTS (*Base Tranceiver Station*) menyebabkan sambaran petir.

Wilayah Provinsi Banten dengan bentuk topografi yang berada di perbatasan, yaitu Laut Jawa di sebelah utara dan Selat Sunda di sebelah barat. Batas wilayah timur berbatasan dengan Provinsi DKI Jakarta dan Jawa Barat, sedangkan sebelah selatan berbatasan dengan Samudera Indonesia dengan koordinat wilayah antara  $5^{\circ}7'50''$ - $7^{\circ}1'11''$  LS dan  $105^{\circ}1'11''$ - $106^{\circ}7'12''$  BT. Selain itu, banyaknya kejadian petir di wilayah Provinsi Banten banyak diterima/dideteksi oleh sensor yang berada di Banten tepatnya di Kota Tangerang dan Kota Tangerang Selatan. Berdasar Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2000, luas wilayah Provinsi Banten sekitar  $9.160,70 \text{ km}^2$  yang terdiri dari empat kabupaten, empat kota, 155 kecamatan, 313 kelurahan, dan 1.238

desa. Berdasarkan data yang dilansir dari BPS (Badan Pusat Statistik) pada tahun 2020, Banten merupakan provinsi dengan jumlah kepadatan penduduk sebanyak 1.232 jiwa per km<sup>2</sup> (BPS, 2020).

Dari hasil penelitian sebelumnya oleh Paski, Permana, & Pertiwi (2017), pada tahun 2016, telah dianalisis sebaran sambaran petir di wilayah Jabodetabek, khususnya *Cloud-to-Ground* (CG). Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa puncak dari sambaran CG terjadi pada periode MAM atau bulan Maret–April–Mei di wilayah Bogor. Analisis yang dipakai menggunakan analisa secara spasial dan temporal mengenai karakteristik dari sambaran petir *Cloud-to-Ground* (CG) yang menyambar wilayah sekitar Jabodetabek pada jangka waktu satu tahun yang bertujuan untuk memetakan daerah dan mengetahui waktu rawan kejadian sambaran petir (Paski et al., 2017). Oleh karena itu, dengan wilayah yang berdekatan pada lokasi penelitian sebelumnya, penelitian ini dilakukan secara spasial dan temporal untuk mengetahui kerapatan sambaran petir berdasarkan kepadatan penduduk di wilayah Provinsi Banten. Kondisi topografi yang mayoritas dikelilingi oleh perairan juga menjadi tujuan peneliti untuk melakukan upaya mitigasi bencana alam berupa sambaran petir sebagai

perencanaan pembangunan gedung dan bangunan lain di wilayah Provinsi Banten.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang penelitian diatas, dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat kerawanan Provinsi Banten terhadap sambaran petir?
2. Bagaimana hubungan kepadatan penduduk dengan kerapatan sambaran petir di wilayah Provinsi Banten?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tingkat kerawanan sambaran petir di wilayah Provinsi Banten.
2. Mengetahui hubungan kepadatan penduduk dengan kerapatan sambaran petir di wilayah Provinsi Banten.

## **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Sebagai informasi kepada masyarakat untuk mengetahui kerawanan sambaran petir di wilayah Provinsi Banten.
2. Data hasil penelitian menjadi sumber informasi untuk keperluan mitigasi bencana alam dalam perencanaan pembangunan gedung atau bangunan lain.

## E. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Data petir yang digunakan berupa data petir *real-time* yang direkam melalui sensor petir *Lightning Detector* bertipe LD-250 yang terdapat pada stasiun pengamatan BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) Klas I Tangerang dan dianalisis dengan menggunakan *software Nexstorm*. Data petir diolah dengan menggunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weightning (IDW)* dengan satuan wilayah per km<sup>2</sup>. Perhitungan frekuensi sambaran petir dihitung dengan jangka waktu per bulan menggunakan aplikasi yang bernama QGIS. Seri aplikasi QGIS yang digunakan adalah QGIS 3.14.1.
2. Dari pengolahan data petir dapat diketahui hasil kerapatan sambaran petir pada periode Juli 2020 – Juni 2021, kerapatan sambaran petir berdasarkan dengan kepadatan penduduk dan juga tingkat kerawanan sambaran petir di wilayah Provinsi Banten.
3. Output dalam penelitian ini berupa peta kerapatan sambaran petir daerah rawan sambaran petir di wilayah Provinsi Banten. Berdasarkan peta tersebut akan diketahui daerah mana saja yang rawan terhadap sambaran petir.



## **BAB II**

### **LANDASAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

Petir biasa diartikan sebagai muatan listrik alami yang mengalami pelepasan di atmosfer bumi. Proses pelepasan muatan elektrostatis yang berasal dari badai guntur menghasilkan petir yang disertai dengan pancaran cahaya dan radiasi elektromagnetik. Adanya perbedaan antara kecepatan suara dan kecepatan cahaya menyebabkan adanya perbedaan waktu kemunculan petir. Kecepatan suara merupakan istilah yang dipakai untuk menggambarkan kecepatan gelombang suara yang merambat melalui media elastis. Kecepatan ini dapat bervariasi tergantung pada media tempat suara itu merambat (misalnya, suara merambat lebih cepat di udara daripada air), karakteristik medium, dan suhu. Kecepatan cahaya berasal dari bahasa Latin "*celeritas*" yang memiliki arti "kecepatan". Kecepatan cahaya lebih cepat jika dibandingkan dengan kecepatan suara. Itulah sebabnya petir yang kita ketahui selama ini mengeluarkan kilatan cahaya terlebih dahulu baru kemudian diikuti dengan suara gemuruh dari petir itu sendiri (Stasiun Geofisika Klas I Tangerang, 2019).

Petir merupakan fenomena alam berupa pancaran dari muatan positif maupun muatan negatif di awan yang diakibatkan dari adanya perbedaan potensial antara awan dan permukaan bumi pada saat mencapai kesetimbangan. Sambaran petir menghasilkan nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) yang dibawa oleh hujan, yang akan bermanfaat bagi tanaman dan menghasilkan ozon untuk melindungi bumi dari sinar UV (Putri, 2019). Petir disebabkan oleh awan petir atau disebut juga dengan awan cumulonimbus. Ketika awan petir terbentuk, proses kondensasi terjadi. Kondensasi merupakan proses perubahan wujud zat menjadi wujud zat yang lebih padat, misalkan gas atau uap dalam cairan. Ketika awan tidak lagi bisa menyerap air yang terbentuk oleh proses kondensasi, air akan jatuh dalam bentuk butiran air hujan. Disaat hujan ini, kemungkinan disertai dengan sambaran petir (Pratama et al., 2017).

Perbedaan potensial antara dua medium menyebabkan terjadinya petir. Perbedaan potensial antara permukaan bumi dengan ionosphere dalam kondisi cuaca yang normal adalah sekitar 200.000 sampai 500.000 volt dengan kerapatan arus sekitar  $2 \times 10^{-2}$  Ampere/m<sup>2</sup>. Beda potensial ini disebabkan oleh distribusi badai guntur di permukaan bumi (Gunawan et al., 2014).

Alasan Indonesia menjadi wilayah konveksi paling aktif adalah karena wilayah Indonesia bersinggungan

dengan garis khatulistiwa dunia. Perairan di wilayah Indonesia yang sangat luas menghasilkan awan cumulonimbus, penyebab utama terjadinya petir dan hujan. Kerapatan petir petir di Indonesia lima sampai 15 kali per kilometer persegi per tahun, sedangkan di Eropa dan Jepang satu sampai tiga kali per kilometer persegi per tahun (Pratama et al., 2017).

Banyaknya kejadian petir di wilayah Provinsi Banten karena sensor berada di Banten tepatnya di Kota Tangerang dan Kota Tangerang Selatan, selain itu juga disebabkan oleh topografi wilayahnya yang berada di perbatasan, yaitu Laut Jawa di sebelah utara dan Selat Sunda di sebelah barat. Koordinat tepatnya antara  $5^{\circ}7'50''$ - $7^{\circ}1'11''$  LS dan  $105^{\circ}1'11''$ - $106^{\circ}7'12''$  BT. Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2000, luas wilayah Provinsi Banten sekitar  $9.160,70 \text{ km}^2$  yang terdiri dari empat kabupaten, empat kota madya, 155 kecamatan, 313 kelurahan, dan 1.238 desa. Batas wilayah timur berbatasan dengan Provinsi DKI Jakarta dan Jawa Barat, sedangkan sebelah selatan berbatasan dengan Samudera Indonesia. Kondisi topografi Banten adalah sebagai berikut:

1. Wilayah dengan kemiringan 0% - 2% (datar) seluas 574.090 hektar
2. Wilayah dengan kemiringan 2% - 15% (bergelombang)

seluas 186.320 hektar

3. Wilayah dengan kemiringan 15% - 40% (curam) seluas 118.470,50 hektar

Kerentanan sambaran petir CG dipengaruhi oleh kondisi topografi. Pada wilayah yang curam cenderung mengangkat uap air dan akan membentuk awan konvektif, khususnya awan *Cumulonimbus* (Cb).

Menurut Gunawan (2014), Sambaran petir CG rentan karena berkaitan dengan kepadatan penduduk. Kerentanan daerah terhadap sambaran petir bukan hanya bergantung pada jumlah sambaran petir saja, namun juga pada korban dan kerusakan yang mungkin terjadi, seperti kepadatan penduduk atau perkembangan wilayah. Semakin tinggi kepadatan penduduk maka semakin rentan terhadap sambaran petir.

Faktor tingginya kepadatan penduduk akan meningkatkan penggunaan lahan untuk rumah dan bangunan yang mana membuat wilayah tersebut memiliki tingkat kerentanan terhadap sambaran petir yang tinggi. Bangunan dan gedung bertingkat juga menjadi faktor penyebab banyaknya sambaran petir di wilayah tersebut karena petir cenderung menyambar benda yang lebih tinggi. Menurut Putri (2019), daerah pemukiman baik itu di kota kecil maupun kota besar memiliki potensi terkena sambaran petir lebih banyak karena objek seperti gedung

pencakar langit dan menara BTS (*Base Tranceiver Station*) menyebabkan sambaran petir.

## 1. Petir dan Kaitannya dengan Prediksi Cuaca

### a. Petir

Petir biasa diartikan sebagai muatan listrik alami yang mengalami pelepasan di atmosfer bumi. Pelepasan muatan listrik dengan arus yang cukup tinggi dan sangat singkat, biasanya terjadi pada saat awan *Cumulonimbus* (Cb) (Pratama et al., 2017).

Petir memang biasanya terjadi saat hujan, tetapi bukan berarti di setiap hujan akan selalu disertai petir. Petir hanya akan ada jika terdapat awan *cumulonimbus* (Cb). Petir terjadi karena adanya beda potensial antar dua media. Yaitu, kedua media tersebut berada di antara awan dan bumi atau di antara awan (Priadi dan Hududillah, 2018).

Petir berasal dari awan *Cumulonimbus*. Awan ini dibuat di area yang memiliki karakteristik sebagai berikut:

- 1) Kondisi udara lembab (konsentrasi uap air yang banyak)
- 2) Gerakan angin ke atas
- 3) Terdapat inti higroskopis

Petir dapat terjadi karena perbedaan potensial antara awan dan tanah. Selama pergerakan ini, awan berinteraksi dengan awan lain, mengumpulkan muatan negatif di satu sisi dan positif di sisi lain, karena awan terus bergerak secara teratur dan muatan muncul di awan (Faizatin et al., 2014).

Beberapa kondisi yang dapat memengaruhi potensi terjadinya petir, yaitu pemanasan yang cukup untuk menghasilkan uap air, pergerakan angin untuk mengumpulkan awan, kelembaban udara dan kandungan uap air tinggi di udara, serta rintangan untuk membentuk awan *Cumulonimbus* seperti pengunungan. Beberapa faktor penyebab sambaran petir dari awan ke permukaan, antara lain, curah hujan, tutupan lahan, jenis tanah, dan faktor lainnya. Penutupan lahan merupakan salah satu faktor yang terlihat langsung di permukaan bumi (Putri, 2019).

Tipe-tipe dari petir, yaitu sebagai berikut:

- 1) Petir awan ke tanah (*Cloud-to-Ground/CG*)
- 2) Petir dalam awan (*Intra-Cloud/IC*)
- 3) Petir awan ke awan (*Cloud-to-Cloud/CC*)
- 4) Petir awan ke udara (*Cloud-to-Air/CA*)

Gambar 2.1 menunjukkan Petir dari awan ke permukaan bumi (CG), petir tipe CG merupakan petir paling berbahaya dan merusak, kebanyakan berasal dari pusat muatan yang lebih rendah. Petir ini mengalirkan muatan negatif menuju tanah, namun, kadang juga mengalirkan muatan positif terutama di musim dingin.



Gambar 2.1 Petir dari awan ke bumi (CG) (Stasiun Geofisika Klas III Kotabumi, 2017)

Gambar 2.2 menunjukkan Petir Dalam Awan (IC), petir tipe IC adalah tipe yang paling umum terjadi antara pusat-pusat muatan yang berlawanan pada awan yang sama. Biasanya terlihat seperti cahaya yang menghambur (kelap-kelip). Terkadang kilat keluar dari batas awan dan seperti saluran yang bercahaya yang terlihat beberapa mil seperti tipe CG.



Gambar 2.2 Petir dalam awan (IC) (Stasiun Geofisika Klas III Kotabumi, 2017)

Gambar 2.3 menunjukkan Petir dari awan ke awan (CC), petir tipe CC ini terjadi antara pusat-pusat muatan pada awan yang berbeda. Pelepasan muatan terjadi pada udara celah antara awan-awan tersebut.



Gambar 2.3 Petir antar awan (CC) (Stasiun Geofisika Klas III Kotabumi, 2017)

Gambar 2.4 menunjukkan Petir Awan ke Udara (CA), petir tipe CA ini terjadi jika udara di

sekitar awan positif (+), berinteraksi dengan udara yang bermuatan negatif (-). Jika ini terjadi pada awan bagian bawah maka merupakan kombinasi dengan petir tipe CG.



Gambar 2.4 Petir awan ke udara (CA) (Stasiun Geofisika Klas III Kotabumi, 2017)

Tipe petir berdasarkan muatan petir terbagi dua yaitu petir negatif (-) terjadi sambaran berulang-ulang dan bercabang-cabang. Petir positif (+) terjadi hanya satu kali sambaran.

#### b. Mekanisme Terjadinya Petir

Dari beberapa kejadian petir dapat disimpulkan beberapa fakta yang berkaitan dengan kejadian petir antara lain :

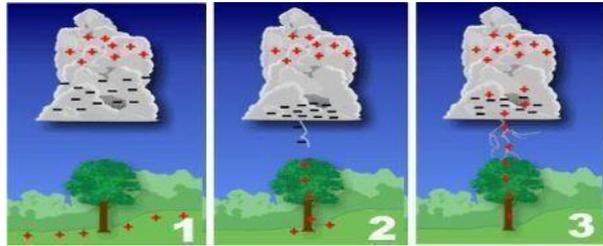
- 1) Setiap sambaran menghasilkan hingga 100 juta volt listrik dan membawa hingga 200 ribu ampere arus.

- 2) Suhu saluran petir hingga 54.000 ° F, yang lebih panas dari permukaan matahari, tetapi terbuat dari es.
- 3) Menyambar dimana saja, ada ribuan tumbukan tanah per detik di permukaan Bumi, dan tumbukan ini bisa lebih dari 10 mil jauhnya dari awan petir.
- 4) Menurut statistik, sambaran petir *cloud-to-cloud* (IC) terjadi lebih sering daripada sambaran petir *cloud-to-ground* (CG), tetapi itu saja dapat menyebabkan masalah permukaan.

Mekanisme terjadinya petir ini ditandai dengan proses muatan listrik dari awan yang terlepas, mekanisme ini dapat dijelaskan oleh Gambar 2.5 yang terbagi dalam beberapa tahapan, yaitu :

- 1) Pemisahan muatan, yaitu muatan positif dan negatif dalam awan atau udara mengalami proses pemisahan.
- 2) Terpolarisasinya bintik hujan atau es melalui medan listrik di atmosfer.
- 3) Kristal positif naik sehingga puncak awan bermuatan positif, dan yang bermuatan negatif dan batu es berkumpul di lapisan tengah dan bawah awan sehingga membentuk muatan

negatif.



Gambar 2.5 Mekanisme pelepasan muatan petir  
(Stasiun Geofisika Klas I  
Tangerang, 2019)

c. Kaitan Petir dengan Prediksi Cuaca

Daerah-daerah dengan iklim basah berpotensi menimbulkan terjadinya sambaran petir dengan intensitas yang tinggi (Faizatin et al., 2014). Kepadatan kilatan tanah umumnya tidak dianggap sebagai parameter sederhana untuk mengukur. Tingkat guntur, jumlah hari per bulan atau per tahun di mana guntur terdengar lebih mudah diukur setidaknya untuk cuaca personel stasiun, karena telah direkam di sebagian besar stasiun cuaca di seluruh dunia selama bertahun-tahun. Telah ada upaya yang cukup besar untuk menghubungkan tingkat hari petir dengan kerapatan kilatan, karena itu adalah pengetahuan tentang kepadatan lampu kilat yang penting dalam desain sistem proteksi petir (Uman, 1987).

Di bawah kondisi awan yang matang, dua batas utama dari lapisan bermuatan umumnya terbentuk. Karena proses konveksi dari *updraft* dan *downdraft* awan, medan listrik positif terkonsentrasi di bagian atas dan medan listrik negatif terkonsentrasi di bagian bawah. Petir CG/petir jenis termasuk CG-, yang dibangkitkan oleh induksi medan listrik positif di permukaan bumi menggunakan inti konvektif yang bermuatan negatif. Di sisi lain, jenis CG lain, atau CG +, dihasilkan oleh induksi medan listrik negatif di permukaan dan konsentrasi listrik positif di atas awan. Menurut Zajac dan Weaver (2002), Kombinasi muatan antara muatan yg berada di awan dengan muatan induksi di permukaan bumi menciptakan petir CG dan medan listrik yang kuat.

Muatan awan dan permukaan bumi secara khusus mengontrol waktu, lokasi, dan frekuensi CG- dan CG+. Parameter CG+ merupakan petir yang mengeluarkan muatan positif ke tanah, sedangkan CG- mengeluarkan muatan negatif. Petir CG+ lebih sering terdeteksi pada awan *cumulonimbus* (Cb), sedangkan petir CG- menjadi hujan konvektif.

Petir merupakan bagian integral dari dinamika atmosfer, khususnya fisika awan, dan

dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik dan kondisi meteorologi. Dengan memahami karakteristik dari guntur awan petir memberikan gambaran tentang struktur dan evolusi awan, yang berguna untuk analisis yang terkait dengan peristiwa cuaca ekstrim (Septiadi et al., 2011).

d. Kerapatan Sambaran Petir

Kerapatan sambaran petir dihitung dari jumlah sambaran petir di setiap daerah penelitian. Semakin tinggi kerapatan sambaran petir maka akan semakin sering terjadi sambaran petir. Kegunaan lainnya dari kerapatan petir yaitu untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat memengaruhi sambaran petir di suatu lokasi. Sambaran petir dalam kajian kerapatan petir ini berupa sambaran petir dari awan yang menyambar tanah ke tanah (CG).

Sambaran petir berbahaya dan dapat menjadi ancaman bagi manusia yang melakukan aktivitas di permukaan bumi. Dengan mengetahui kerapatan sambaran petir di suatu wilayah dan faktor-faktor yang memengaruhinya, masyarakat dapat menghindari lokasi tersebut dan kerugian yang

dapat ditimbulkan akibat sambaran petir tersebut. Beberapa kondisi yang dapat memengaruhi potensi terjadinya petir, yaitu pemanasan yang cukup untuk menghasilkan uap air, pergerakan angin untuk mengumpulkan awan, kelembaban udara dan kandungan uap air tinggi di udara, serta rintangan untuk membentuk awan *Cumulonimbus* seperti pengunungan. Beberapa faktor lain penyebab sambaran petir dari awan ke permukaan, antara lain, curah hujan, tutupan lahan, jenis tanah, dan faktor lainnya. Penutupan lahan merupakan salah satu faktor yang dapat dilihat langsung di permukaan bumi (Putri, 2019).

e. Dampak Sambaran Petir

Sangat penting untuk memasang penangkal petir ke rumah atau bangunan, karena elemen besi dan air selalu bersentuhan dengan bangunan. Penangkal petir adalah sistem yang bertujuan untuk ditarik terlebih dahulu oleh penangkal petir dan kemudian ke tanah ketika sambaran petir terjadi di sekitar rumah atau bangunan, bukan langsung ke gedung. Ada dua jenis kerusakan yang di sebabkan sambaran petir, yaitu:

1) Kerusakan thermis, kerusakan yang

menyebabkan kebakaran.

- 2) Kerusakan mekanis, kerusakan yang mengakibatkan keretakan pada struktur bangunan, kerusakan alat elektronik, bahkan kematian.

Selain itu, ada kerusakan akibat sambaran petir langsung dan tidak langsung, yaitu:

- 1) Kerusakan Akibat Sambaran Langsung

Sambaran petir yang mengenai rumah, kantor, atau struktur bangunan sangat berbahaya bagi bangunan dan seluruh isinya menyebabkan kebakaran, kerusakan peralatan listrik dan elektronik, bahkan kematian. Selain itu, sambaran petir langsung dapat mengakibatkan cedera, cacat bahkan kematian. Banyak sekali sambaran petir langsung yang menimpa orang dan biasanya terjadi di tempat terbuka.

- 2) Kerusakan Akibat Sambaran Tidak Langsung

Kerusakan semacam ini agak sulit untuk diidentifikasi dengan jelas dikarenakan petir yang menyambar pada satu titik lokasi sehingga hantaran induksi melalui aliran listrik/kabel PLN, telekomunikasi, pipa pam dan peralatan besi lainnya dapat mencapai 1

km dari tempat petir tadi terjadi. Sehingga tanpa disadari dengan tiba-tiba peralatan komputer, pemancar TV, radio, PABX terbakar tanpa sebab yang jelas (Yesserie, 2015).

f. Kerapatan Sambaran Petir Berdasarkan dengan Kepadatan Penduduk

Batas antara dua lapisan bermuatan utama umumnya terbentuk di bawah kondisi awan matang. Karena proses konveksi dari *updraft* dan *downdraft* awan, medan listrik positif terkonsentrasi di bagian atas dan medan listrik negatif terkonsentrasi di bagian bawah. Petir CG/petir jenis termasuk CG-, yang dibangkitkan oleh induksi medan listrik positif di permukaan bumi menggunakan inti konvektif yang bermuatan negatif. Di sisi lain, jenis CG lain, atau CG+, dihasilkan oleh induksi medan listrik negatif di permukaan dan konsentrasi listrik positif di atas awan.

Menurut Zajac dan Weaver (2002), Muatan awan dan permukaan bumi secara khusus mengontrol waktu, lokasi, dan frekuensi CG- dan CG+. Parameter CG+ merupakan petir yang mengeluarkan muatan positif ke tanah, sedangkan CG- mengeluarkan muatan negatif. Petir CG+ lebih

sering terdeteksi pada awan *cumulonimbus* (Cb), sedangkan petir CG- menjadi hujan konvektif. Petir merupakan bagian integral dari dinamika atmosfer, khususnya fisika awan, dan dapat digunakan sebagai bagian dari karakteristik dan mengidentifikasi kondisi meteorologi. Dengan memahami karakteristik guntur awan petir memberikan gambaran tentang struktur dan evolusi awan, yang berguna untuk analisis yang terkait dengan peristiwa cuaca ekstrim (Septiadi et al., 2011).

Wilayah Provinsi Banten berada di koordinat  $5^{\circ}7'50''$  -  $7^{\circ}1'11''$  LS dan  $105^{\circ}1'11''$  -  $106^{\circ}7'12''$  BT, luas wilayah Banten berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2000 tercatat seluas  $9.160,70 \text{ km}^2$  yang terdiri dari empat kota, empat kabupaten, 154 kecamatan, 262 kelurahan, dan 1.273 desa.

Wilayah Banten merupakan salah satu jalur yang strategis karena berada didekat Selat Sunda. Selat Sunda sendiri merupakan salah satu jalur strategis, karena sering dilalui oleh kapal-kapal besar dari negara lain. Selat ini menghubungkan Australia dan Selandia Baru dengan negara Asia Tenggara lain seperti Singapura, Malaysia, dan

Thailand. Banten juga merupakan jalur yang menghubungkan pulau Jawa dan Sumatera. Dari segi geografis dan pemerintahan, wilayah Banten, khususnya wilayah Tangerang Raya (Kota Tangerang, Kabupaten Tangerang, Kota Tangerang Selatan) merupakan *buffer zone* di Jakarta. Secara ekonomi, terdapat banyak industri di wilayah Banten. Ada beberapa pelabuhan di wilayah Banten yang telah dikembangkan dengan harapan dapat menyerap kelebihan kapasitas dari pelabuhan-pelabuhan Jakarta dengan tujuan menjadi pelabuhan alternatif selain Singapura.

Ketika kelembaban tinggi, ada awan di mana petir dapat terjadi, dan hujan lebat juga menyebabkan kilat. Kerentanan wilayah terhadap sambaran petir tidak hanya didasarkan pada jumlah sambaran petir, tetapi juga pada korban dan potensi kerusakan. Menurut Gunawan (2014), Sambaran petir CG rentan karena berkaitan dengan kepadatan penduduk. Semakin tinggi kepadatan penduduk maka semakin rentan terhadap sambaran petir. Kerentanan suatu wilayah terhadap sambaran petir tidak hanya bergantung pada jumlah sambaran petir, tetapi juga pada korban jiwa dan kerusakan yang dapat terjadi seperti Kepadatan penduduk

atau perkembangan wilayah (Gunawan et al., 2014).

Faktor tingginya kepadatan penduduk dan luasnya penggunaan lahan untuk rumah dan bangunan membuat wilayah tersebut memiliki tingkat kerentanan terhadap sambaran petir yang tinggi. Bangunan dan gedung bertingkat juga menjadi faktor penyebab banyaknya sambaran petir di wilayah tersebut karena petir cenderung menyambar benda yang lebih tinggi.

Perbedaan potensial antara dua medium menyebabkan terjadinya petir. Perbedaan potensial antara permukaan bumi dengan *ionosphere* dalam asumsi kondisi cuaca yang sedang normal ialah sekitar 200.000-500.000 volt dengan kerapatan arus sekitar  $2 \times 10^{-2}$  Ampere/m<sup>2</sup>. Beda potensial ini adalah sebab dari distribusi badai guntur di permukaan bumi (Gunawan et al., 2014).

## 2. Metode Interpolasi

Metode interpolasi ialah cara memperoleh data berdasar dari beberapa data yang telah diketahui. Dalam pemetaan, interpolasi adalah proses pendugaan nilai pada suatu wilayah yang tidak tersampel atau tidak terukur untuk menghasilkan peta atau sebaran nilai di seluruh wilayah tersebut. Setiap kali Anda

melakukan interpolasi, Anda akan mendapatkan kesalahan. Kesalahan yang diperkenalkan sebelum interpolasi dapat disebabkan oleh kesalahan dalam menentukan metode pengambilan sampel data, kesalahan pengukuran, dan kesalahan analisis laboratorium (Pramono, 2008).

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) mengasumsikan tiap titik input memiliki pengaruh bersifat lokal yang berkurang terhadap jarak. Metode IDW ini biasanya dipengaruhi oleh *inverse* jarak yang didapatkan dari fungsi persamaan matematika. Pada metode interpolasi ini kita dapat menyesuaikan efek relatif dari titik pengambilan sampel. Nilai daya interpolasi IDW ini menentukan efek pada titik *input*. Dampak pada titik yang lebih dekat lebih besar untuk menghasilkan permukaan yang lebih detail. Efeknya berkurang seiring dengan bertambahnya jarak, dan permukaan yang dihasilkan terlihat kurang detail dan halus. Meningkatkan nilai daya berarti nilai keluaran sel akan lebih lokal dan nilai rata-rata akan lebih rendah. Penurunan nilai daya memengaruhi area yang lebih besar dan dengan demikian meningkatkan daya rata-rata. Menurunkan nilai daya menciptakan permukaan yang lebih halus. Bobot yang digunakan untuk rata-rata adalah turunan dari fungsi jarak antara

titik sampel dengan titik interpolasi (Pasaribu dan Haryani, 2012).

Menurut Azpurua dan Ramos (2010), fungsi umum pembobotan adalah *inverse* dari kuadrat jarak, dan persamaan ini digunakan pada metode *Inverse Distance Weighted* yang dirumuskan dengan:

$$Z^* = \sum_{i=1}^N \omega_i Z_i \quad (2.1)$$

Dengan  $Z_i = (i = 1, 2, 3, \dots, N)$  merupakan nilai ketinggian data yang ingin diinterpolasi sejumlah  $N$  titik, dan bobot (*weight*)  $\omega_i$  yang dirumuskan sebagai:

$$\omega_i = \frac{h_i^{-p}}{\sum_{j=1}^n h_j^{-p}} \quad (2.2)$$

$p$  adalah bilangan real positif arbitrer yang disebut parameter *power* (biasanya  $p = 2$ ) dan  $h_j$  merupakan jarak dari titik dispersi ke titik interpolasi, yang dijabarkan sebagai:

$$h_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \quad (2.3)$$

$(x, y)$  adalah koordinat titik interpolasi dan  $(x_i, y_i)$  adalah koordinat untuk setiap titik dispersi. Fungsi pembobotan *weight* bervariasi untuk nilai kesatuan pada titik dispersi sampai pada nilai yang mendekati nol dimana jarak ke titik dispersi meningkat. Fungsi berat adalah dinormalisasi dengan jumlah dari bobot unit.

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) adalah metode deterministik sederhana yang

memperhitungkan titik-titik sekitarnya. Premis dari metode ini adalah bahwa nilai-nilai yang diinterpolasi lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada pada data sampel yang lebih jauh. Berat berubah secara proporsional dengan jarak dari data sampel. Bobot ini tidak dipengaruhi oleh lokasi sampel data. Kelebihan dari metode interpolasi IDW ini adalah sifat interpolasi dapat dikontrol dengan membatasi titik masukan yang digunakan dalam proses interpolasi. Titik-titik yang jauh dari titik sampel dan memiliki sedikit atau tidak ada korelasi spasial yang diperkirakan dapat dihilangkan dari perhitungan. Titik yang akan digunakan dapat ditentukan secara langsung atau berdasarkan jarak interpolasi. Kelemahan interpolasi IDW adalah ketidakmampuan untuk memperkirakan nilai di atas dan di bawah nilai maksimum dan minimum titik sampel (Pramono, 2008).

### 3. QGIS

*Quantum GIS* atau QGIS adalah perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) *open source* yang dilisensikan di bawah GNU (*General Public License*) yang berjalan di berbagai sistem operasi. Gambar 2.8 merupakan tampilan dari *Software QGIS 3.14* yang digunakan dalam penelitian ini. Tujuan menggunakan

aplikasi *QGIS* ini adalah untuk menjadikan GIS yang mudah digunakan nantinya, dengan menyediakan fungsi dan fitur umum. QGIS sendiri ialah proyek *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) yang tujuannya adalah untuk merepresentasikan data GIS. QGIS dapat berjalan di Linux (Ubuntu), Unix, Mac OS, Windows dan Android dan mendukung banyak format dan fitur pemrosesan data vektor, raster dan database.

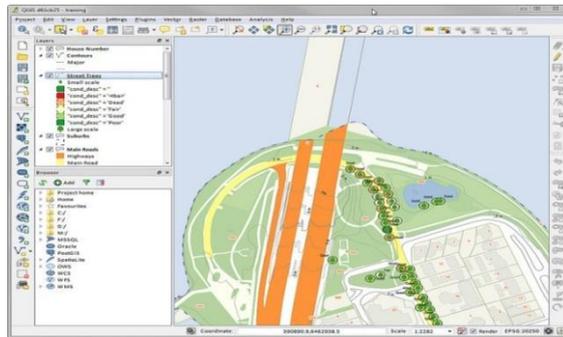
Sebagai alternatif dari banyak program pengolahan data spasial, QGIS memiliki beberapa keunggulan, antara lain:

- a. Tidak ada biaya untuk proses instalasi dan penggunaan program.
- b. Dapat menambah dan mengubah fitur QGIS.
- c. Terus berkembang, siapa pun dapat menambahkan fitur dan peningkatan baru ke aplikasi.
- d. Ketersediaan panduan dan dokumentasi bantuan, panduan dukungan, dan dukungan untuk masalah tersedia secara online dan tersedia untuk diunduh dalam bentuk dokumentasi.
- e. Multi sistem operasi, dapat diinstal di MacOS, Windows, Linux dan Android (versi beta).

Fitur dasar yang ada pada QGIS Desktop ialah:

- a. Menampilkan data vektor dan raster dalam

- berbagai format dan proyeksi yang berbeda.
- b. Aplikasi pemetaan dan pengolahan data spasial.
  - c. Dukungan membuat, merubah, dan *export* data spasial.
  - d. Analisis data spasial.
  - e. Publikasi peta melalui jaringan internet menggunakan *Web Map Services*.



Gambar 2.8 Tampilan *software* QGIS versi 3.14  
(QGIS Training Manual, n.d)

4. Proses Kerja Perekaman Data dan *Software* Nexstorm
  - a. *Lightning Detector*

*Lightning Detector* merupakan instrumen yang digunakan untuk mendeteksi dan menangkap frekuensi sebaran terjadinya petir dalam radius tertentu dari arus petir, dimana pada saat petir menyambar maka frekuensi gelombang dari petir tersebut yang berada pada lapisan ionosfer di tangkap oleh sensor dan

diubah kedalam bentuk data digital. Data digital yang diperoleh dianalisis menggunakan *Software Nexstorm*. Keluaran data dalam bentuk tampilan *real-time*, selanjutnya tampilan data tersebut *diconvert* dalam bentuk database berupa tanggal kejadian petir, jenis atau tipe petir serta koordinat petir. Hasil yang diperoleh oleh *detector* tersebut kemudian diolah dan disimpan dalam bentuk *database. Lightning Detector* pada umumnya di Indonesia dapat ditemukan di stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6, Stasiun BMKG Stasiun Geofisika Klas I Tangerang menggunakan sensor *Lightning Detector* bertipe LD-250. *Lightning Detector* ini bekerja *real-time* selama 24 jam. Cara kerja dari *lightning detector* ini ialah dengan menangkap frekuensi arus petir. Pada saat tersambar petir maka frekuensi gelombang dari petir tersebut yang berada pada lapisan *ionosphere* ditangkap oleh sensor dan kemudian akan dirubah kedalam bentuk data digital.

Prinsip operasi dari *lightning detector* adalah ketika petir terjadi, petir memancarkan gelombang elektromagnetik. Gelombang

elektromagnetik ini kemudian dideteksi oleh sensor LD berdasarkan frekuensinya dan diubah oleh pelacak badai kartu PCI. Penampil *Nextstorm* memungkinkan untuk melihat hasil dengan berbagai parameter petir (Womboo dan Jamil, 2019).



Gambar 2.6 Sensor *Lightning Detector* tipe LD-250 (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, n.d.)

b. *Software Nexstorm*

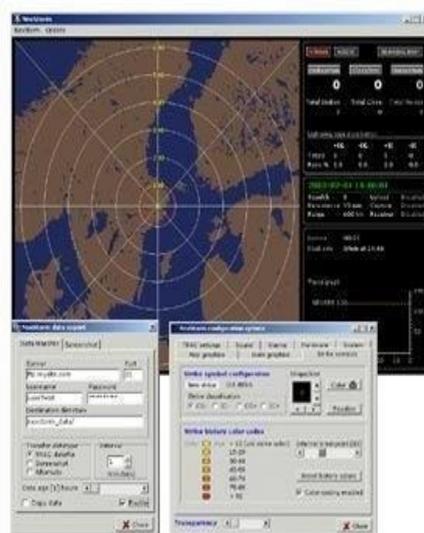
Sistem deteksi petir yang digunakan adalah sistem deteksi dan analisis petir secara *real-time* menggunakan *software Nexstorm*. *Software Nexstorm* adalah software yang dapat digunakan untuk mendeteksi sambaran petir. Software ini dapat mendeteksi sambaran secara optimal hampir sekitar 300 mil. Sambaran petir secara

otomatis dan *real-time* diplot pada sistem, dan semakin banyak sambaran petir, semakin besar posisi sistem. Pertama, ini menyebabkan Nexstorm secara otomatis memperbesar aktivitas petir yang paling dekat dengan pusat. Kemudian atur tingkat zoom sesempit mungkin untuk mencakup semua aktivitas kilat yang terlihat di peta.

*Software Nexstorm* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 biasanya terdapat pada stasiun pengamatan BMKG. Pada penelitian ini, peneliti mengambil data pada BMKG Stasiun Geofisika Klas I Tangerang menggunakan data *real-time* pada bulan Juli 2020 – Juni 2021. Cara kerja *Software Nexstorm* lebih mudah dari pada *Lightning Detector 2000 (LD2000)*, Kelebihan *Software Nexstorm* dapat mendeteksi dan menganalisa data *Lightning* secara *real-time*.

Dilengkapi dengan perangkat lunak *Nextstrom*, sistem deteksi dan analisis petir *real-time* ini dapat secara optimal mendeteksi sambaran petir sekitar 300 mil (482,80 km). Sambaran petir diplot secara otomatis dan *real time* pada sistem, dan semakin banyak kilatan, semakin besar posisi sistem. Pertama akan

membuat *Nexstorm* secara otomatis memperbesar aktivitas petir terdekat ke pusat. Kedua akan mengatur tingkat *zoom* terdekat yang mungkin mencakup semua aktivitas petir yang terlihat di peta.



Gambar 2.7 Tampilan awal dari *software* Nexstorm (Badan meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, n.d.)

## B. Kajian Hasil Penelitian yang Relevan

Setelah melakukan penelusuran terhadap berbagai hasil penelitian yang relevan, peneliti menemukan beberapa tulisan berkaitan dengan tema yang peneliti angkat antara lain:

1. Penelitian Putri (2019), menunjukkan bahwa di wilayah Kulonprogo yang berbatasan dengan

Samudera Hindia dan Pegunungan Menore, wilayah Kulonprogo berpotensi memiliki aktivitas petir yang relatif tinggi. Kerapatan petir dihitung menggunakan metode *Kriging* dalam satuan luas per km<sup>2</sup> dan diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi petir BMKG menjadi tiga kelas kerapatan yaitu tinggi, sedang dan rendah. Putri melakukan studi 60 bulan, 35 bulan menunjukkan variasi kerapatan petir sedang dan tinggi, sedangkan 25 bulan hanya menunjukkan kerapatan petir rendah saja. Girimulyo adalah daerah dengan kerapatan petir tinggi yang selama 26 bulan dan kerapatan petir sedang selama 35 bulan, disusul oleh Calibawan, Pengashi, Samigal, dan Nangran. Di antara kepadatan petir yang tinggi di beberapa wilayah Kulonprogo, aktivitas petir terbesar terjadi di Pegunungan Menore pada ketinggian 450-950 m di atas permukaan laut dan di pemukiman padat dan persawahan pada ketinggian 100-450 m di atas permukaan laut.

2. Penelitian Septiadi *et al.* (2011), hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara CG (*cloud to ground*) petir dan pola curah hujan sedang dipelajari di Bandung dan sekitarnya. Data CG diperoleh dari sensor pendeteksi petir yang terpasang di Stasiun Geofisika Bandung. Sensor dapat melacak sinyal radio frekuensi rendah

dari proses petir listrik. Untuk meningkatkan resolusi data, survei dibatasi pada radius 10 km<sup>2</sup> di wilayah studi. Hasil analisis harian 2009 menunjukkan hubungan yang kuat antara CG dan curah hujan ( $r = 0,62$  untuk CG +,  $r = 0,51$  untuk CG-,  $r$  untuk CG total. = 0,59). Proses elektrifikasi didominasi CG total = 43,6% dan berlangsung pada pukul 13.00 WIB.

3. Penelitian Faizatin *et al.* (2014), menunjukkan bahwa mungkin untuk menghasilkan peta daerah rawan petir di daerah Pasuruan berdasarkan data yang direkam oleh detektor petir pada tahun 2012 menggunakan metode interpolasi pembobotan jarak terbalik, yang merupakan dasar dari mekanisme kemunculan petir. mempelajari teori fisika. Hasil yang diperoleh dari survey ini berupa peta kontur wilayah Kota/Kabupaten Pasuruan yang berpeluang terjadi sambaran petir. Berdasarkan peta, wilayah yang paling rentan terhadap sambaran petir adalah kota Beji, Genpol, Bangil, Prigen dan Pasuruan, dengan total 450 hingga 1912 sambaran petir. Wilayah Pasuruan termasuk dalam kategori daerah rawan petir sangat tinggi dengan pangsa 68%. Hal ini karena medan wilayah Pasuruan terletak di antara laut dan pegunungan, dan awan cumulonimbus mudah terbentuk.

4. Penelitian Paski *et al.* (2017), penelitian yang dilaksanakan di Jabodetabek ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik sambaran petir tipe *cloud-to-ground* (CG) di Jabodetabek dalam satu tahun, baik secara spasial maupun temporal. Metode analisis kerapatan petir digolongkan menjadi tiga periode yang tiap periodenya berjangka 3 bulan. Desember - Januari - Februari (DJF), Maret - April - Mei (MAM), dan Juni - Juli - Agustus (JJA). Rekaman citra detektor petir juga diverifikasi dengan citra radar cuaca dari BMKG Tangerang pada sebagian besar hari sambaran petir. Hasil dari penelitian mereka memaparkan bahwa puncak dari sambaran petir CG terjadi pada periode MAM di sekitar wilayah Bogor.
5. Penelitian Pratama *et al.* (2017), menunjukkan data intensitas curah hujan yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi Manado. Di Kota Manado setiap bulannya dihitung frekuensi sambaran petir menggunakan aplikasi *ArcGis 10.2*. Metode yang digunakan untuk menghitung korelasi adalah Koefisien Korelasi *Pearson*. Frekuensi sambaran petir menjadi variabel *X* dan nilai intensitas hujan menjadi variabel *Y*. Hasil perhitungan yang didapat adalah terdapat hubungan linier positif moderat sebesar 0,674.

Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan peneliti terdahulu, maka kali ini peneliti akan menganalisis kerapatan sambaran petir di wilayah Provinsi Banten berdasarkan dengan kerapatan penduduk dengan menggunakan *software Nexstorm*. Data yang digunakan menggunakan data *real-time* yang didapat dari stasiun pengamatan BMKG Stasiun Geofisika Klas I Tangerang. Dalam pembuatan peta kerapatan sambaran petir, peneliti menggunakan *software QGIS* versi 3.14.1. Metode interpolasi yang digunakan adalah metode interpolasi *Inverse Distance Weightning (IDW)*.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

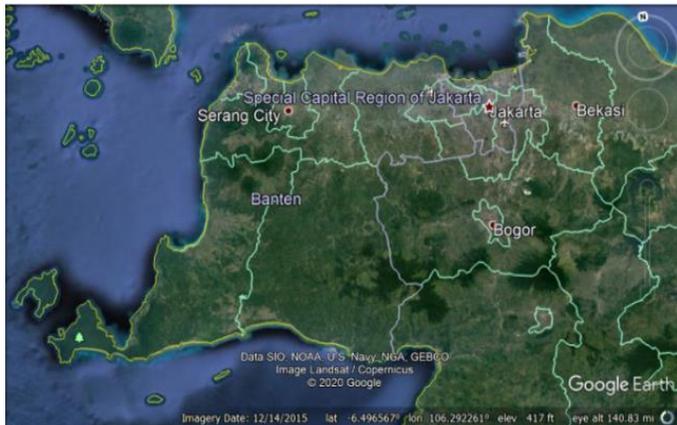
Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif menggunakan data sekunder. Data didapatkan di wilayah Provinsi Banten dengan menggunakan data *real-time* dari stasiun pengamatan BMKG Stasiun Geofisika Klas I Tangerang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kerapatan sambaran petir di wilayah Provinsi Banten berdasarkan kerapatan penduduk.

#### **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

##### **1. Tempat Penelitian**

Penelitian yang dilakukan berlokasi di wilayah Provinsi Banten yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 oleh peta citra *Google Earth*. Banyaknya kejadian petir di wilayah Provinsi Banten karena sensor berada di Banten tepatnya di Kota Tangerang dan Kota Tangerang Selatan, selain itu juga disebabkan oleh topografi wilayahnya yang berada di perbatasan, yaitu laut Jawa di sebelah utara dan selat Sunda di sebelah barat pada koordinat antara  $5^{\circ}7'50''$ - $7^{\circ}1'11''$  LS dan  $105^{\circ}1'11''$ - $106^{\circ}7'12''$  BT. Wilayah utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah timur berbatasan dengan

DKI Jakarta dan Jawa Barat, sebelah selatan berbatasan dengan Samudera Indonesia, dan sebelah barat berbatasan dengan Selat Sunda.



Gambar 3.1 Peta Banten pada citra *Google Earth*

Banten merupakan provinsi dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Tabel 3.1 menunjukkan jumlah kepadatan penduduk per Kabupaten/Kota di Provinsi Banten. Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2000 luas wilayah Banten sebesar 9.160,70 km<sup>2</sup> dimana terdiri dari empat kota, empat kabupaten, 154 kecamatan, 262 kelurahan, dan 1.273 desa (BPS, 2020).

## 2. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan data *real-time* yang didapat dari stasiun pengamatan BMKG

Stasiun Geofisika Klas I Tangerang pada bulan Juli 2020  
– Juni 2021.

Tabel 3.1 Jumlah kepadatan penduduk per Kabupaten/Kota di Provinsi Banten (Badan Pusat Statistik Provinsi Banten, 2020)

Kabupaten/kota	Kepadatan Penduduk (Jiwa/Km <sup>2</sup> )	
	2019	2020
Kab Pandeglang	441	463
Kab Lebak	380	405
Kab Tangerang	3.756	3.208
Kab Serang	870	936
Kota Tangerang	14.486	12.314
Kota Cilegon	2.491	2.478
Kota Serang	2.582	2.595
Kota Tangerang Selatan	11.875	9.201

### C. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini meliputi :

1. Jumlah sambaran petir per bulan dalam kurun waktu satu tahun atau pada bulan Juli 2020 – Juni 2021 yang merupakan variabel terikat.
2. Kepadatan penduduk per Kabupaten/Kota di wilayah Provinsi Banten yang merupakan variabel bebas.

### D. Instrumen Penelitian

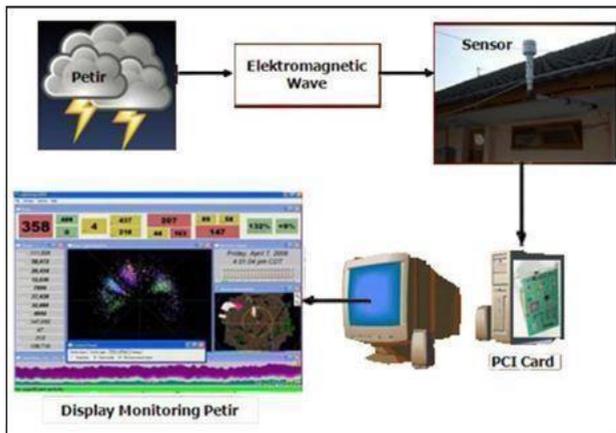
1. *Software* (Perangkat Lunak)
  - a. Nexstorm untuk mendeteksi sambaran petir
  - b. Microsoft Excel untuk menghitung jumlah sambaran petir.

- c. QGIS 3.14 untuk membuat peta kerapatan sambaran petir.
2. *Hardware* (Perangkat Keras)
    - a. LD-250 untuk mendeteksi dan menangkap frekuensi sebaran terjadinya petir.
    - b. Laptop digunakan untuk pengolahan data.

### **E. Teknik Pengumpulan Data**

Data penelitian ini menggunakan data *real-time* dari stasiun pengamatan BMKG Stasiun Geofisika Klas I Tangerang. Pengambilan data oleh BMKG menggunakan sensor *Lightning Detector Booltek 2000 (LD Booltek 2000)*. *Lightning Detector* merupakan instrumen yang digunakan demi menangkap adanya frekuensi dari arus petir. Saat petir menyambar, frekuensi gelombang dari petir tersebut yang ada di lapisan ionosfer ditangkap oleh sensor yang selanjutnya akan diubah ke dalam bentuk data digital. Data digital yang diperoleh dianalisis menggunakan *Software Nexstorm*. Data yang tersedia berbentuk (.ldc), selanjutnya akan diproses menggunakan *Lightning 2000* yang berbentuk (.kml), *lightning data processing* yang berbentuk (.csv), dan selanjutnya akan dipetakan program QGIS 3.14.1 menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* dihasilkan peta kontur sambaran petir dan daerah rawan sambaran petir Wilayah

Kota/Kabupaten Banten pada tahun 2020. Hal ini dilakukan agar dapat meminimalisir korban akibat sambaran petir yang terjadi dengan memanfaatkan sistem proteksi petir. Hasil keluaran data berbentuk tampilan *real-time* yang selanjutnya tampilan data tersebut *diconvert* dalam bentuk database berupa tanggal kejadian petir, jenis atau tipe petir serta koordinat petir.



Gambar 3.2 Mekanisme perekaman aktivitas petir oleh sistem *Lightning Detector* (Paski et al., 2017)

## F. Prosedur Penelitian

### 1. Pengambilan Data Petir

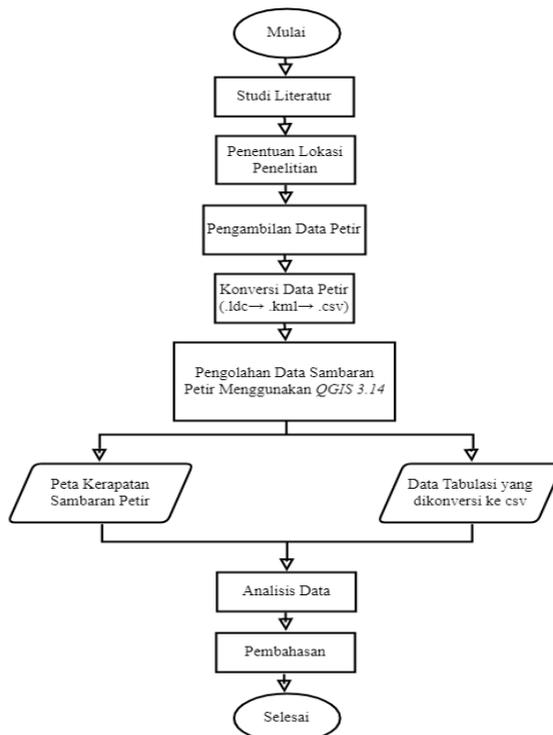
Data penelitian ini menggunakan data *real-time* dari stasiun pengamatan BMKG Stasiun Geofisika Klas I Tangerang. Pengambilan data oleh BMKG menggunakan sensor *Lightning Detector Booltek 2000* (*LD Booltek 2000*).

## 2. Konversi Data Petir

Data petir yang diperoleh dari BMKG dalam bentuk excel dikonversi kedalam bentuk csv. Data ini yang akan digunakan untuk pengolahan data pemetaan.

## 3. Pengolahan Data Petir

Pengolahan data petir ini menggunakan QGIS 3.14 untuk membuat peta kerapatan sambaran petir. Gambar 3.3 merupakan diagram alir penelitian berdasarkan penjelasan di atas.



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

## G. Teknik Analisis Data

### 1. Data kerapatan sambaran petir

Data yang digunakan yaitu data *real-time* yang diperoleh dari rekaman citra *Lightning Detector* yang dioperasikan di BMKG Stasiun Geofisika Klas I Tangerang dalam bentuk *Excel*. Data tersebut diolah menggunakan *software* QGIS versi 3.14.1. yang hasilnya berupa peta kerapatan sambaran petir di wilayah Provinsi Banten. Dari peta tersebut dapat diketahui daerah mana saja yang rawan terhadap sambaran petir. Pengolahan data petir menggunakan *software* QGIS 3.14.1. dengan metode *Inverse Distance Weighting (IDW)*. Metode IDW umumnya dipengaruhi oleh *inverse* jarak yang diperoleh dari persamaan matematika. Pada metode interpolasi ini kita dapat menyesuaikan pengaruh relatif dari titik-titik sampel. Fungsi umum pembobotan adalah *inverse* dari kuadrat jarak, dan persamaan ini digunakan pada metode *Inverse Distance Weighted (IDW)*.

Ambang batas kerawanan sambaran petir yaitu dengan jumlah sambaran 1-12 kali sambaran per km<sup>2</sup> (Stasiun Geofisika Klas I Tangerang, 2019). Resolusi spasial terbaik adalah dari urutan 100 km untuk deteksi optik dan sekitar urutan besarnya lebih

besar untuk deteksi frekuensi radio. Namun demikian, telah dimungkinkan untuk memperkirakan total kepadatan kilatan dan untuk menentukan rasio aktivitas di berbagai lokasi geografis dan di musim yang berbeda. Itu tidak mungkin untuk membedakan antara debit awan dan awan-ke-tanah (Uman, 1987).

Tabel 3.2 Klasifikasi sambaran petir berdasarkan BMKG

Klasifikasi	Jumlah Sambaran (kali sambaran)
Tanpa sambaran	0-1
Rendah	1-7
Sedang	7-12
Tinggi	>12

2. Hubungan sambaran petir terhadap kepadatan penduduk

Hubungan kerawanan sambaran petir dengan kepadatan penduduk dapat ditunjukkan dengan menggunakan uji T pada software SPSS. Dengan menggunakan regresi linier pada SPSS dapat diketahui bahwa apakah kepadatan penduduk mempengaruhi jumlah sambaran petir atau tidak. Batas nilai signifikansi pada regresi yaitu 0,05. Jika hasil nilai signifikansi kurang dari 0,05 maka data tersebut signifikan, tetapi jika hasil nilai signifikansi lebih dari 0,05 maka data tersebut tidak signifikan.

## **BAB IV**

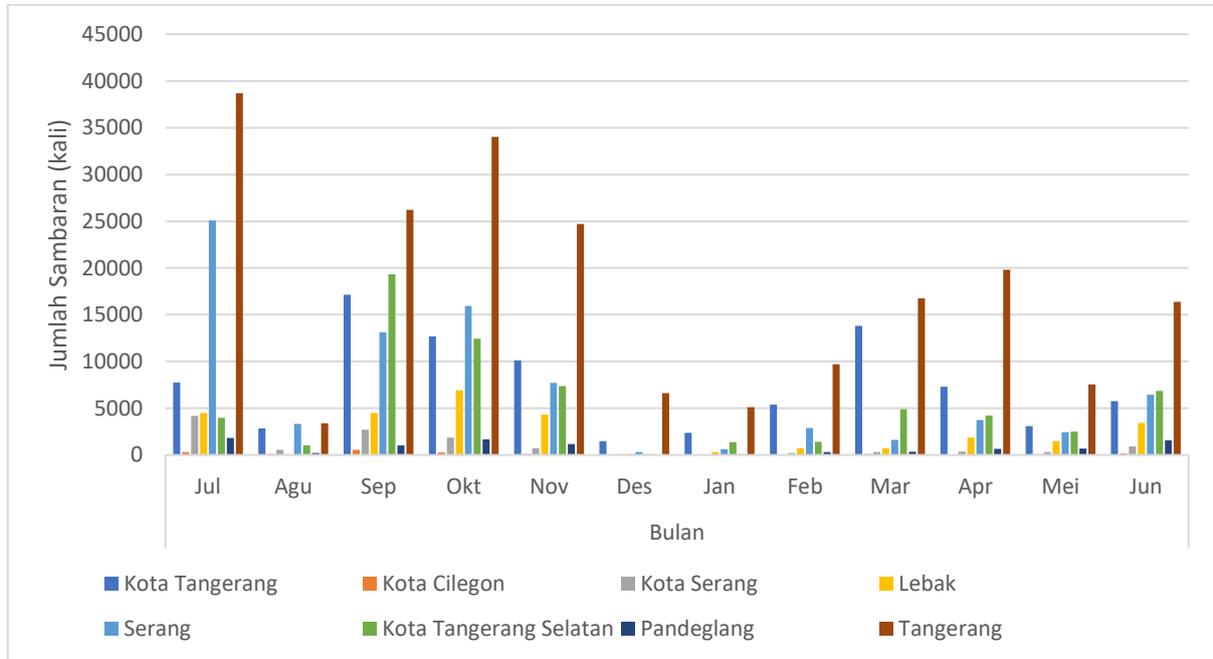
### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

##### **1. Sambaran petir**

Diagram sambaran petir pada gambar 4.1 menunjukkan hasil total sambaran petir selama satu tahun pada periode Juli 2020 – Juni 2021 di wilayah Provinsi Banten, dengan jumlah sambaran petir yang terjadi yaitu sebanyak 500.459 kali sambaran. Jumlah sambaran paling banyak terdapat pada bulan Juli 2020 yaitu sebanyak 86.348 kali sambaran dan jumlah sambaran paling sedikit yaitu pada bulan Desember 2020 yaitu sebanyak 8.772 kali sambaran. Wilayah yang memiliki jumlah sambaran paling banyak yaitu Kabupaten Tangerang dengan jumlah sambaran 209.015 kali sambaran dan wilayah yang memiliki jumlah sambaran paling sedikit yaitu Kota Cilegon dengan jumlah sambaran 1.862 kali sambaran. Tabel 4.1. menunjukkan jumlah sambaran petir yang terjadi pada tiap wilayah di Provinsi Banten. Jumlah sambaran petir rentan terjadi pada bulan Juli, Oktober dan November di wilayah Kabupaten Tangerang.





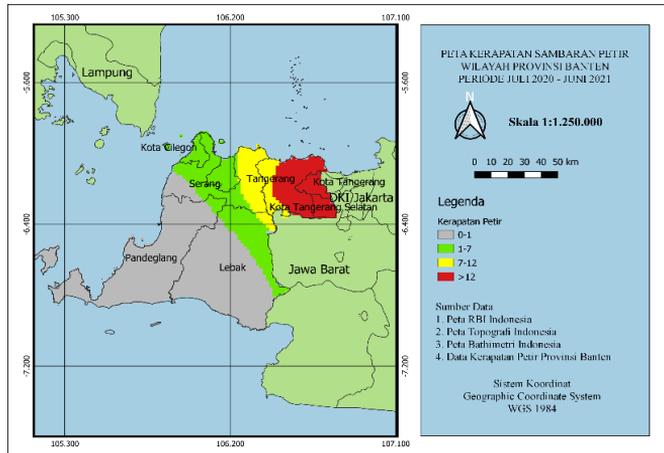
Gambar 4.1 Sambaran petir wilayah Provinsi Banten periode Juli 2020 – Juni 2021

Tabel 4.1 Jumlah sambaran petir di wilayah Provinsi Banten

Kota/Kabupaten	Jumlah sambaran per tahun (periode Juli 2020 – Juni 2021) (kali sambaran)
Kota Tangerang	89.745
Kota Cilegon	1.862
Kota Serang	12.280
Lebak	28.974
Serang	83.316
Kota Tangerang Selatan	65.596
Pandeglang	9.671
Tangerang	209.015

Gambar 4.2 adalah peta kerapatan sambaran petir yang menunjukkan kerapatan sambaran petir selama satu tahun pada periode Juli 2020 – Juni 2021. Dari peta tersebut dapat diketahui tinggi atau rendahnya sambaran petir disuatu wilayah berdasarkan klasifikasi BMKG. Warna berdasarkan klasifikasi BMKG menunjukkan tingkat kerawanan sambaran petir. Peta kerapatan sambaran petir didominasi oleh warna abu-abu di sebelah barat, sementara itu warna hijau, kuning dan merah terletak di sebelah timur secara berurutan. Hal itu juga selalu terjadi ketika dibuat peta kerapatan petir ditiap bulannya (peta kerapatan tiap bulan ditampilkan di lampiran). Daerah yang memiliki jumlah sambaran yang rendah berada di wilayah Pandeglang dan Lebak, daerah dengan jumlah sambaran sedang

berada di wilayah Kota Cilegon, sebagian Lebak, Pandeglang, Serang, Kota Serang, Kota Tangerang Selatan, sebagian Tangerang dan Serang, dan daerah dengan jumlah sambaran tinggi berada di wilayah Tangerang dan sebagian Kota Tangerang.



Gambar 4.2 Peta kerapatan sambaran petir periode Juli 2020 – Juni 2021

Hasil sambaran petir yang ditunjukkan pada gambar 4.2 juga dapat dilihat melalui tabel 4.1 yang menunjukkan total sambaran petir di wilayah Provinsi Banten periode Juli 2020 – Juni 2021. Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui sambaran petir paling banyak yang terjadi di Provinsi Banten terjadi pada bulan Juli dengan sambaran sejumlah 86.348 kali. Sedangkan total sambaran paling sedikit terdapat pada bulan Desember dengan sambaran sejumlah 8.772 kali. Tingkat

kerawanan sambaran petir pada suatu wilayah diketahui dari banyaknya kejadian petir di wilayah tersebut.

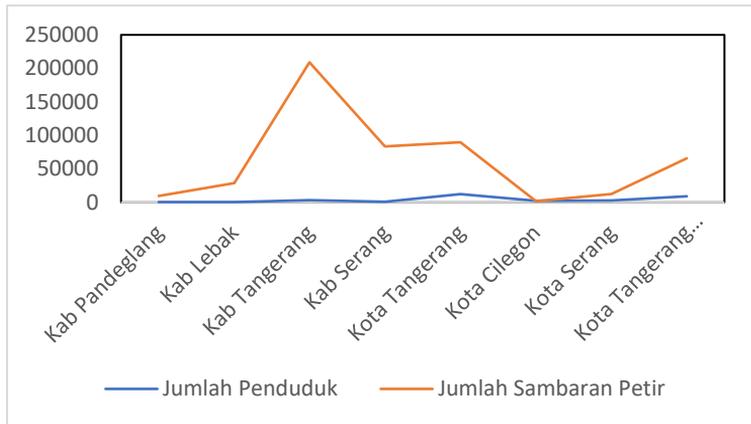
2. Hubungan sambaran petir dengan kepadatan penduduk  
 Sesuai dengan rumusan masalah yang kedua yaitu mengetahui hubungan antara kerapatan sambaran petir dan kepadatan penduduk, maka dalam penelitian ini menggunakan analisis regresi uji T. Uji T adalah uji yang mengukur perbedaan dua atau beberapa mean antar kelompok. Tabel 4.2 menunjukkan hasil uji T pada SPSS untuk mengetahui hubungan antara kepadatan penduduk dan kerapatan sambaran petir. Nilai signifikansi kepadatan penduduk terhadap kerapatan petir adalah 0,546 yang berarti nilai tersebut tidak signifikan. Jadi hubungan antara sambaran petir dengan kepadatan penduduk berpengaruh namun tidak signifikan.

Tabel 4.1 Regresi linier dengan uji T

<u>t</u>	<u>Sig.</u>
.640	.546

Pada gambar 4.3 menunjukkan hubungan antara jumlah penduduk dengan jumlah sambaran petir di wilayah Provinsi Banten. Kejadian petir banyak terjadi di wilayah Kabupaten Tangerang dengan jumlah sambaran 209.015 kali sambaran. Kabupaten Tangerang memiliki jumlah

penduduk 3.208 jiwa, sedangkan Kota Tangerang memiliki jumlah penduduk 12.314 jiwa dan memiliki jumlah sambaran 89.745 kali sambaran.



Gambar 4.3 Hubungan antara jumlah penduduk dengan jumlah sambaran petir

## B. Pembahasan

### 1. Tingkat Kerawanan Sambaran Petir

Kerawanan sambaran petir jenis *Cloud-to-Ground (CG)* sangat dipengaruhi oleh adanya kondisi topografi. Awan-awan konvektif terutama *Cumulonimbus (Cb)* akan terbentuk saat adanya kondisi topografi yang berbentuk curam dimana hal ini dapat mengangkat uap air. Banyaknya kejadian petir di wilayah Banten disebabkan oleh adanya bentuk topografi wilayahnya yang berada di perbatasan, yaitu laut Jawa di sebelah utara dan selat Sunda di sebelah barat (BMKG Regional Wilayah X Manado, 2022).

Tingkat kepadatan penduduk suatu wilayah menjadi faktor penyebab tingginya sambaran petir di wilayah tersebut. Bangunan dan gedung bertingkat diduga juga menjadi faktor penyebab banyaknya sambaran petir di wilayah tersebut karena petir cenderung menyambar benda yang lebih tinggi. Ketinggian bangunan juga menjadi faktor tingginya sambaran petir. Wilayah yang memiliki banyak gedung bertingkat menjadi wilayah tinggi sambaran petir (Gunawan et al., 2014).

Tempat terbuka cenderung lebih dipilih oleh petir. Begitu juga dengan objek yang tinggi dan tonjolan di permukaan bumi. Objek tinggi dan tonjolan merupakan dua hal yang berbeda, objek yang tinggi dapat berupa tiang dan gedung, sedangkan tonjolan berupa manusia, hewan, dan tumbuhan di tempat terbuka. Objek yang berpotensi tersambar petir seperti orang yang sedang bermain di lapangan, orang yang sedang berdiri di tengah sawah, ataupun orang yang sedang berada di tengah lautan.

## 2. Hubungan Kepadatan Penduduk dengan Kerapatan Sambaran Petir

Menurut Gunawan et al., (2014), rawannya suatu daerah terhadap potensi sambaran petir disebabkan karena iklim yang terdapat pada wilayah tersebut

membuat tingginya peluang terjadinya hujan dan petir. Hal lain yang dapat berpengaruh terhadap potensi sambaran petir ialah kepadatan penduduk yang tinggi di wilayah tersebut. Menurut Putri (2019), Sambaran petir akan lebih banyak terjadi khususnya pada daerah permukiman, kota-kota besar maupun kota-kota kecil, karena terdapatnya bangunan-bangunan tinggi serta adanya objek tinggi seperti tower BTS (*Base Tranceiver Station*) sehingga dapat memicu adanya petir.

Tingginya kepadatan penduduk serta meningkatnya penggunaan lahan yang dimanfaatkan sebagai tempat tinggal dan bangunan membuat wilayah tersebut memiliki tingkat sambaran petir yang relatif tinggi. Hasil pengolahan data yang telah dilakukan menunjukkan bahwa wilayah yang ditunjukkan dengan warna merah pada peta merupakan wilayah dengan jumlah gedung bertingkat yang cukup banyak yang berarti wilayah tersebut memiliki jumlah sambaran tinggi dan memiliki tingkat kerawanan tinggi. Hasil regresi pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa jumlah kepadatan penduduk berpengaruh terhadap sambaran petir namun tidak signifikan.

Petir terjadi karena adanya pelepasan muatan listrik alami yang berada di atmosfer bumi. Proses

pelepasan muatan listrik statis dari badai petir menghasilkan petir dengan emisi cahaya dan radiasi elektromagnetik. Perbedaan antara kecepatan suara dan kecepatan cahaya membuat perbedaan waktu munculnya petir (Stasiun Geofisika Klas I Tangerang, 2019). Batas antara dua lapisan bermuatan utama umumnya terbentuk di bawah kondisi awan matang. Karena proses konveksi dari *updraft* dan *downdraft* awan, medan listrik positif terkonsentrasi di bagian atas dan medan listrik negatif terkonsentrasi di bagian bawah. Petir CG/petir jenis termasuk CG-, yang dibangkitkan oleh induksi medan listrik positif di permukaan bumi menggunakan inti konvektif yang bermuatan negatif. Di sisi lain, jenis CG lain, atau CG+, dihasilkan oleh induksi medan listrik negatif di permukaan dan konsentrasi listrik positif di atas awan (Septiadi et al., 2011).

Perbedaan potensial antara dua medium menyebabkan terjadinya petir. Perbedaan potensial yang terjadi diantara permukaan bumi dengan ionosphere dalam kondisi cuaca yang normal ialah dari 200.000 sampai dengan 500.000 volt dimana kerapatan arusnya kisaran  $2 \times 10^{-2}$  Ampere/m<sup>2</sup>. Hal ini disebabkan oleh adanya distribusi badai guntur yang terjadi di permukaan bumi (Gunawan et al., 2014).

Kerapatan sambaran petir dihitung dari jumlah sambaran petir di setiap daerah penelitian. Semakin tinggi kerapatan sambaran petir maka akan semakin sering terjadi sambaran petir. Kegunaan lainnya dari kerapatan petir yaitu untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat memengaruhi sambaran petir di suatu lokasi. Berdasarkan nilai signifikansi dari hasil uji regresi pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa kerapatan sambaran petir dan kepadatan penduduk tidak signifikan. Hasil analisis tersebut yaitu jika dibandingkan daerah yang memiliki kerapatan petir yang tinggi (berwarna merah) dengan daerah yang memiliki kerapatan petir yang rendah (berwarna abu-abu), maka terlihat perbedaan yang sangat menonjol tentang banyaknya bangunan. Di daerah berwarna merah terdapat banyak bangunan, sedangkan di daerah abu-abu terdapat banyak lahan kosong dan pepohonan.

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Simpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tingkat kerawanan sambaran petir di Provinsi Banten yaitu wilayah Pandeglang, Lebak bagian selatan dan Serang bagian selatan memiliki klasifikasi tanpa sambaran. Wilayah Kota Cilegon, Lebak bagian utara, Pandeglang, Serang, Kota Serang memiliki klasifikasi rendah. Wilayah Kota Tangerang Selatan, Tangerang bagian barat dan Serang bagian timur memiliki klasifikasi sedang. Wilayah Tangerang bagian timur, Kota Tangerang dan Kota Tangerang Selatan memiliki klasifikasi tinggi.
2. Hasil uji regresi diperoleh nilai signifikansi 0,546 yang menunjukkan bahwa jumlah kepadatan penduduk berpengaruh terhadap sambaran petir namun tidak signifikan.

#### **B. Saran**

Hasil penelitian ini dapat dikembangkan untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal dengan mempertimbangkan beberapa saran berikut ini:

1. Data yang digunakan lebih dari satu tahun agar bisa dijadikan perbandingan kerapatan sambaran petir.
2. Dapat menggunakan metode lain dalam pembuatan peta pada QGIS 3.14 agar mendapatkan hasil yang lebih bagus.

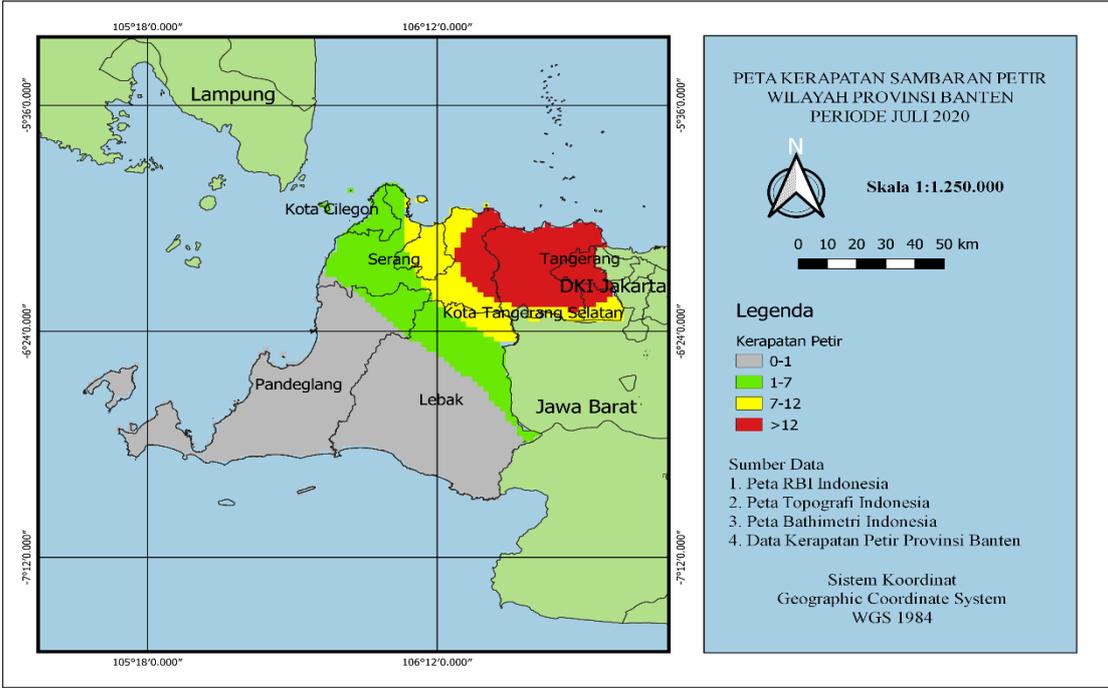
## DAFTAR PUSTAKA

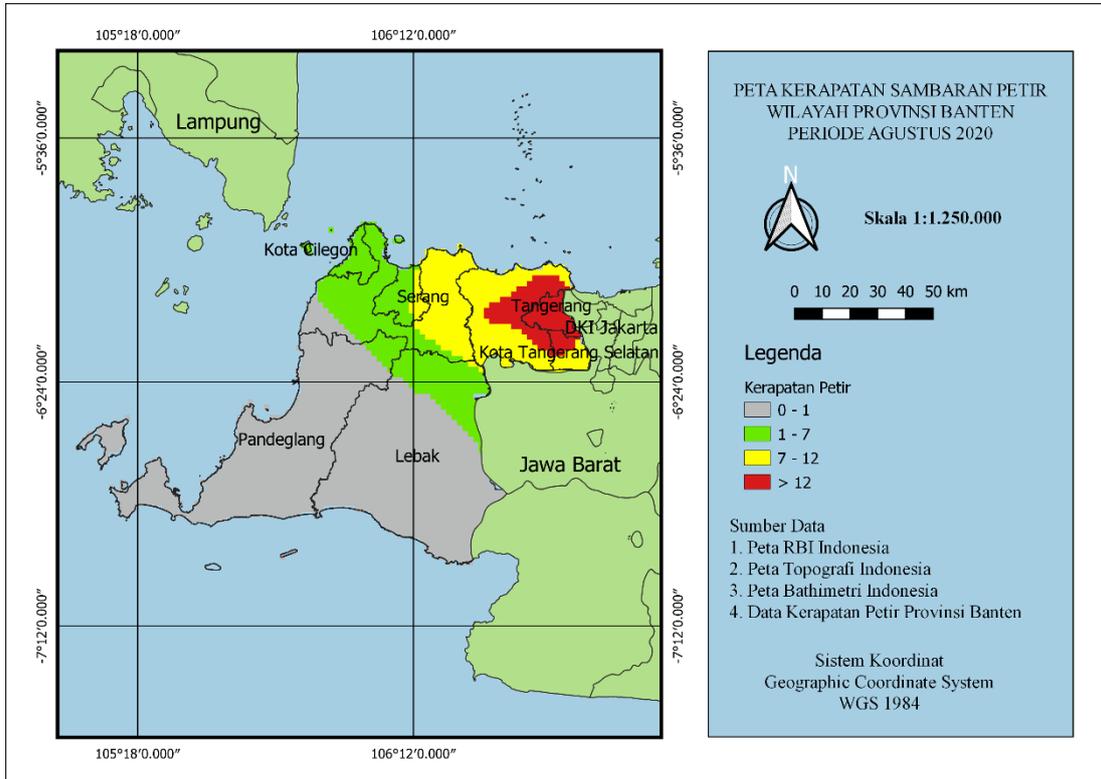
- Azpurua, M., Ramos, K. Dos. 2010. A Comparison of Spatial Interpolation Methods for Estimation of Average Electromagnetid Field Magnitude. *Progress In Electromagnetics Research M*. 14: 135-145.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. *No date*. Profil Stasiun Geofisika Klas I Tangerang.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. 2017. *Lightning*. Stasiun Geofisika Klas III Kotabumi.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. 2019. Megasains: Buletin Meteorologi, Klimatologi, Kualitas Udara, Geofisika, dan Lingkungan. 10(1): 1-47.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Banten. 2020. Kepadatan Penduduk Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Banten (Jiwa/Km<sup>2</sup>), 2018-2020. Diunduh di <https://banten.bps.go.id/indicator/12/109/1/kepadatan-penduduk-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-banten.html>
- Faizatin, Tri Utami., Rohmawati, Lydia., Madlazim. 2014. Pemetaan Daerah Rawan Petir *Cloud to Ground* Positif Wilayah Pasuruan Tahun 2012 Menggunakan Metode *Inverse Distance Weighted*. *Jurnal Fisika*. 3(3): 6-10.
- Gunawan, Tomy., Suarbawa, Komang Ngurah., Pandiangan, Lestari Naomi L. 2014. Analisis Tingkat Kerawanan Bahaya Sambaran Petir dengan Metode *Simple Additive Weighting* di Provinsi Bali. *Buletin Fisika*. 15(2): 22-29.
- Liu, Shaw Chen., Fu, Congbin., Shiu, Chein-Jung., Chen, Jen-Ping., Wu, Futing. 2019. Temperature Dependence of

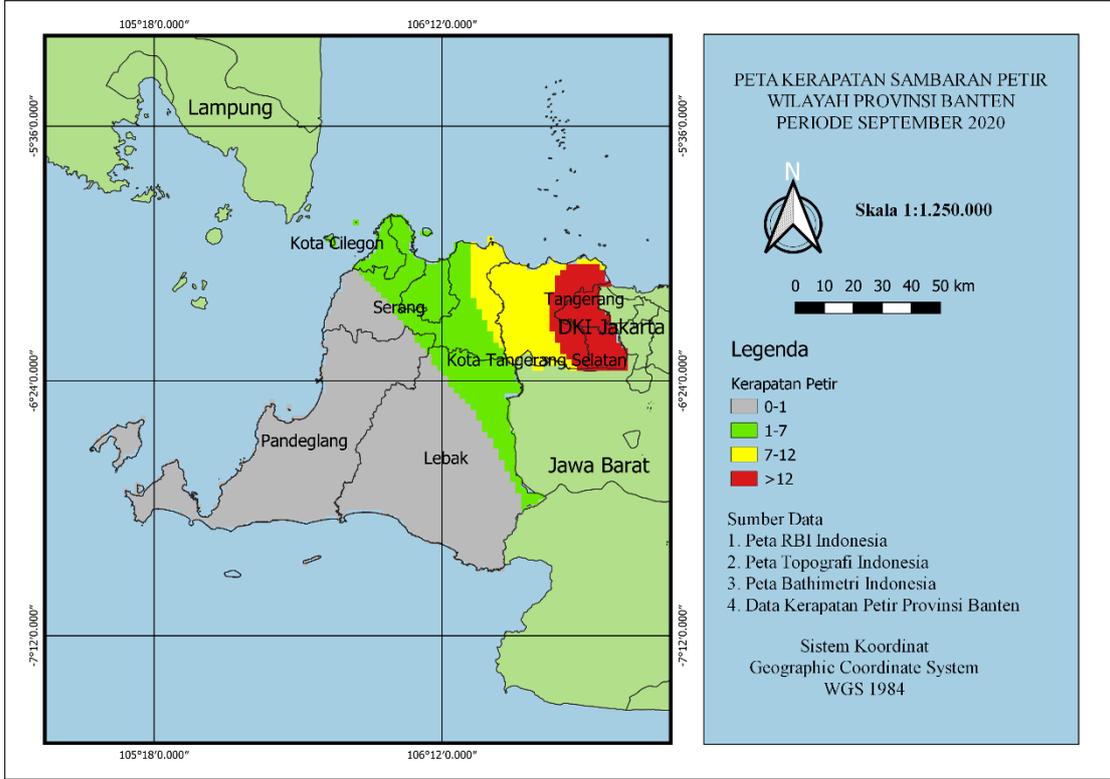
- Global Precipitation Extremes. *Geophysical Research Letters*. 36: 1-4.
- Pasaribu, Junita Monika., Haryani, Nanik Suryo. 2012. Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM dengan Metode *Inverse Distance Weighted (IDW)*, *Natural Neighbor*, dan *Spline*. *Jurnal Penginderaan Jauh*. 9(2): 126-139.
- Paski, Jaka Anugrah Ivanda., Permana, Yusuf Hadi., Pertiwi, Dyah Ajeng Sekar. 2017. *Analisis Sebaran Petir Cloud to Ground (CG) di Wilayah Jabodetabek pada Tahun 2016*. Prosiding Seminar Nasional Fisika Volume VI: 65-72.
- Pramono, Gatot H. 2008. Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi. *Forum Geografi*. 22(1): 97-110.
- Pratama, Deka Agung., Kurniawan, Rosi Budi., Dica, Octadini Rahma. 2017. Korelasi Frekuensi Sambaran Petir Terhadap Intensitas Curah Hujan di Kota Manado Tahun 2016. *Unnes Physics Journal*. 6(1): 12-18.
- Pratama, I Putu Dedy., Putri, Ika Sulfiana. 2020. Hubungan Petir CG dengan Curah Hujan di Denpasar Menggunakan Korelasi Spearman dan Nilai RYF. *Jurnal Instrumentasi*. 44(1): 89-101.
- Priadi, Ramadhan., Hududillah, Teuku Hafid. 2018. Risk Level Analysis of Lightning Strike with Simple Additive Weighting Method in Gowa Region. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. 8(1): 17-24.
- Price, Colin G., Murphy, Brian P. 2002. Lightning Activity During the 1999 Super Derecho. *Geophysical Research Letters*. 29(23): 57-1 – 57-4.

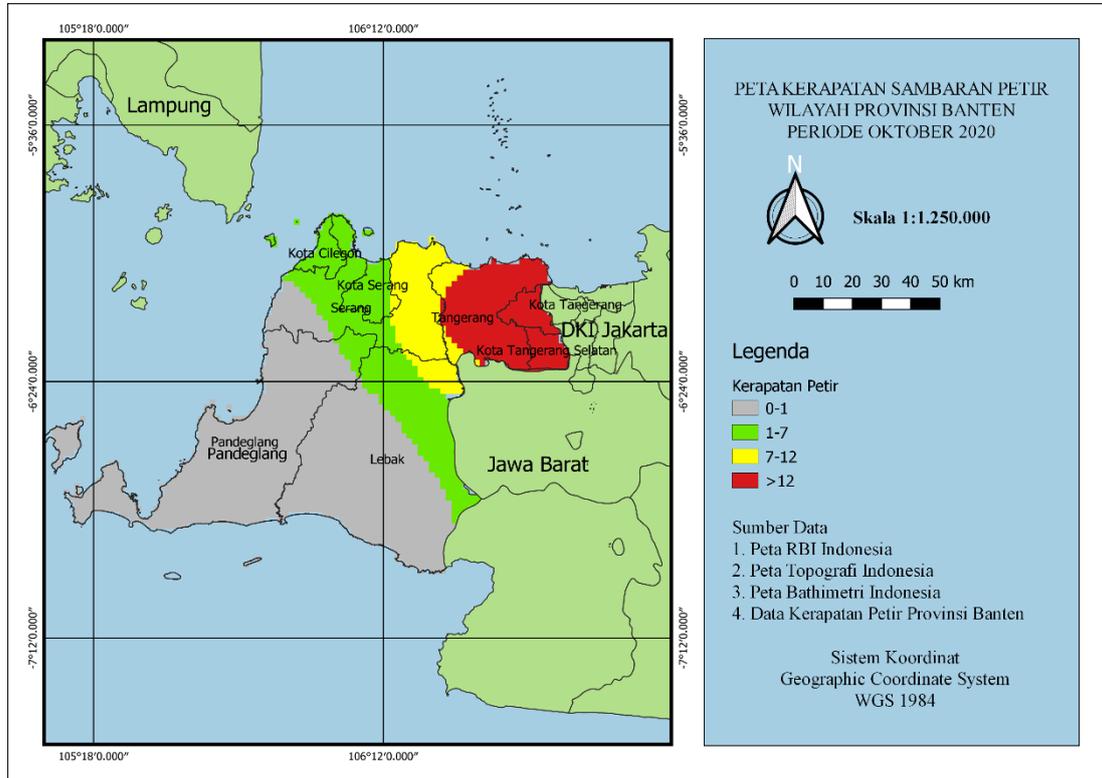
- Putri, Adhysta Probosari. 2019. *Analisis Spasial Kerapatan Sambaran Petir di Wilayah Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2012-2016*. Skripsi. Surakarta: Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- QGIS *Training Manual*. No date. Diakses di [https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/training\\_manual/foreword/foreword.html#background](https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/training_manual/foreword/foreword.html#background)
- Septiadi, Deni., Hadi, Safwan., Tjasyono, Bayong. 2011. Karakteristik Petir dari Awan ke Bumi dan Hubungannya dengan Curah Hujan. *Jurnal Sains Dirgantara*. 8(2): 129-138.
- Stasiun Geofisika Klas I Tangerang. 2019. Buletin Petir 2019.
- Uman, Martin A. 1987. *The Lightning Discharge*. Orlando: Academic Press.
- Womboo, Rusdin., Jamil, Moh., Rosihan. 2019. Sistem Informasi Geofisika di Stasiun Geofisika Kelas III Ternate Berbasis Web. *Jurnal Informatika dan Komputer*. 2(2): 73-80.
- Zajac, Bard A., Weaver, John F. 2002. *Lightning Meteorology I: An Introductory Course on Forecasting with Lightning Data*. Interactive Symposium on the Advanced Weather Interactive Processing System (AWIPS). Orlando 13 – 17 Januari 2002.

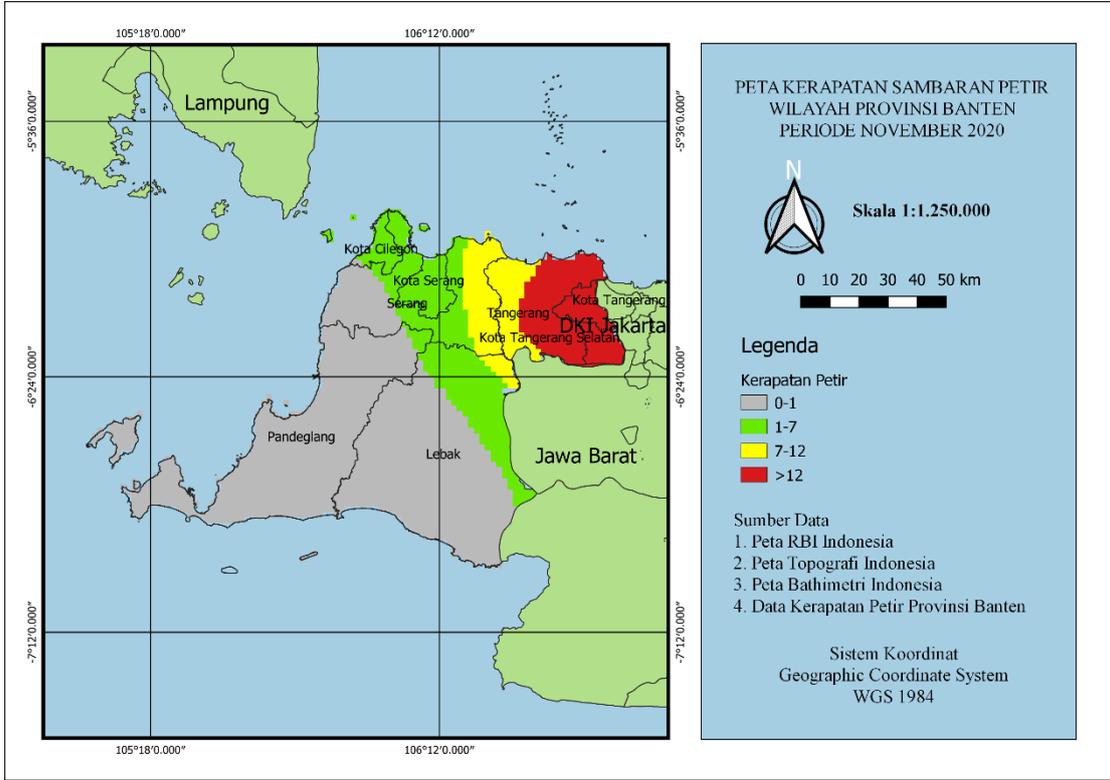
# Lampiran 2 Peta Kerapatan Sambaran Petir Bulanan

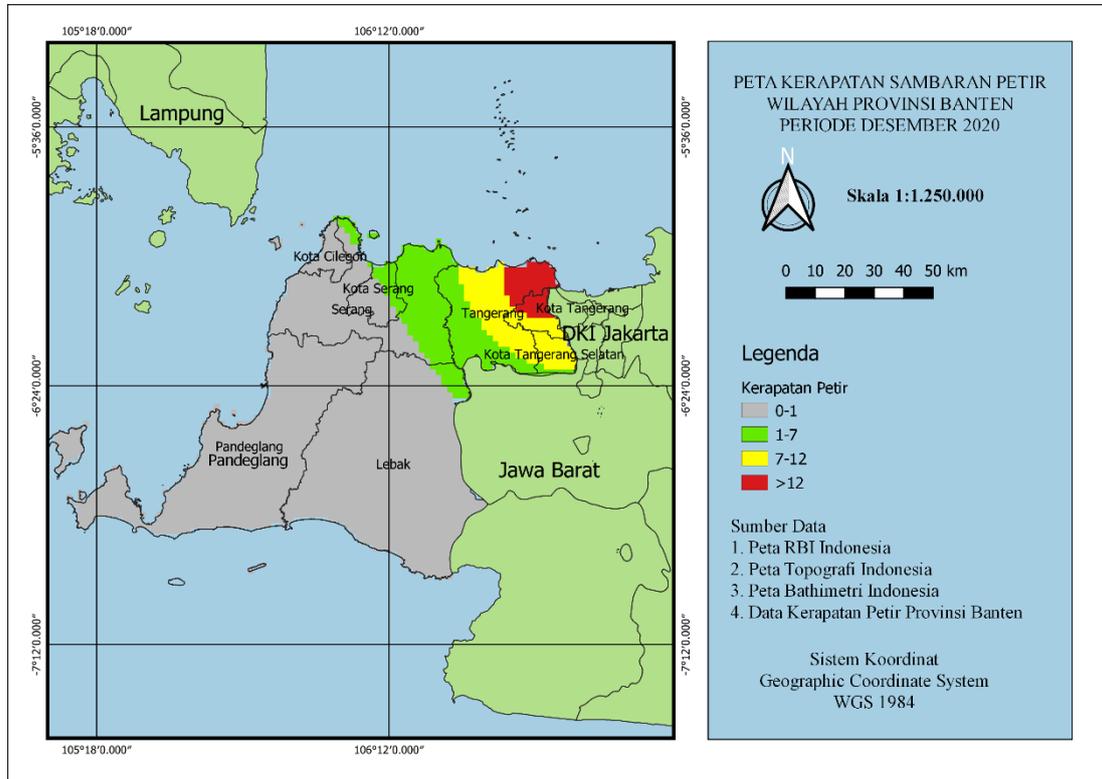


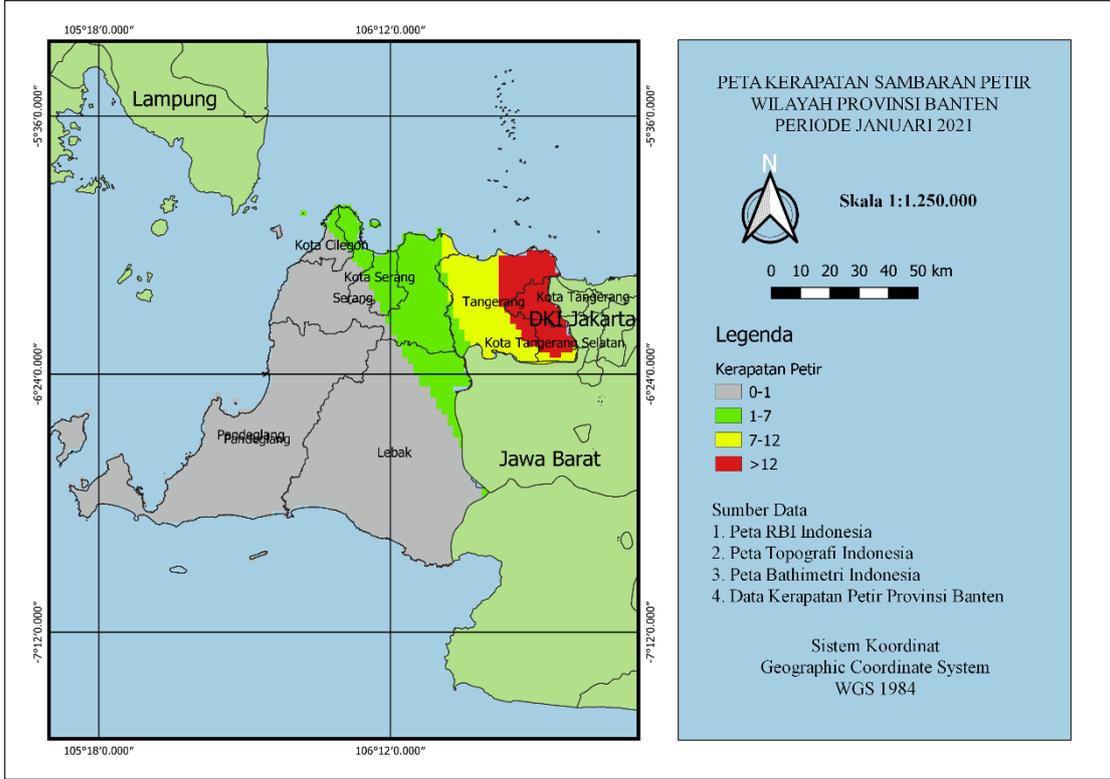


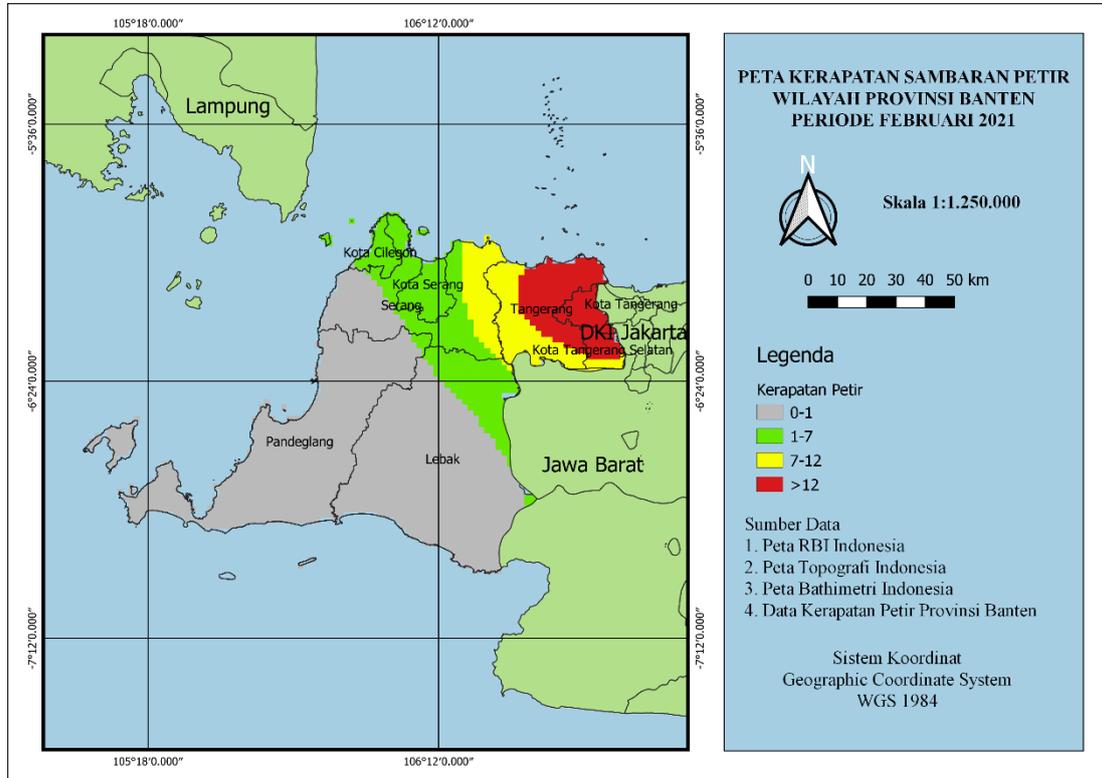


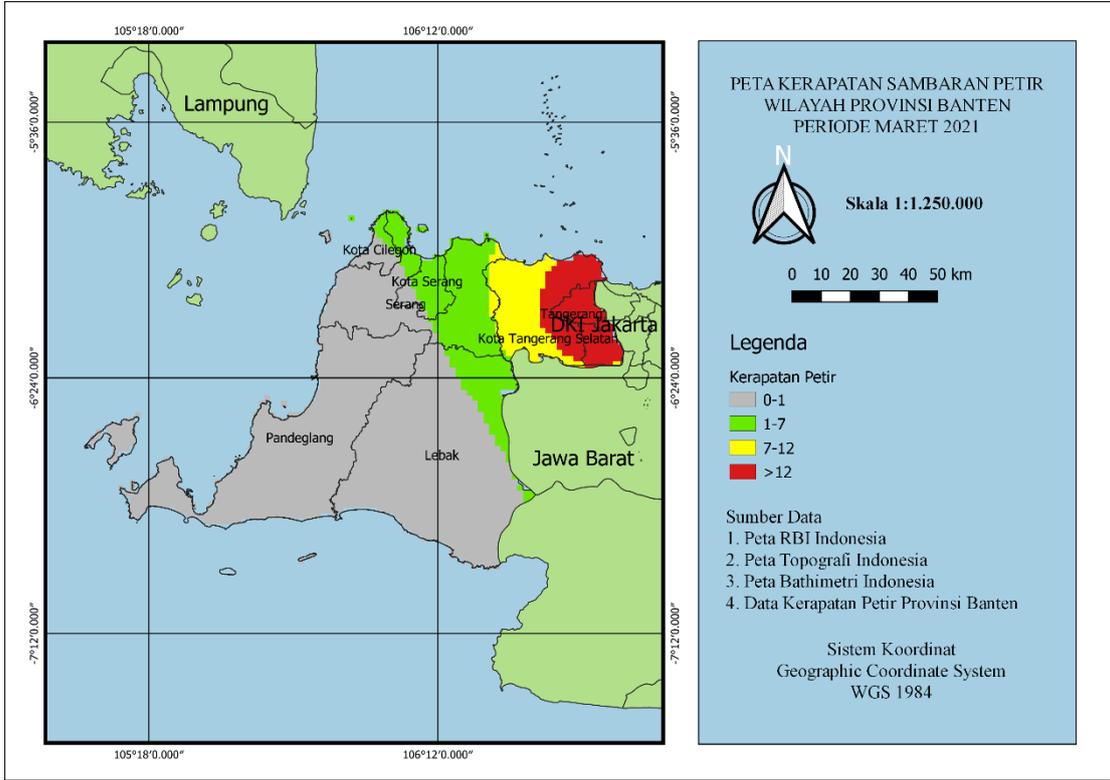


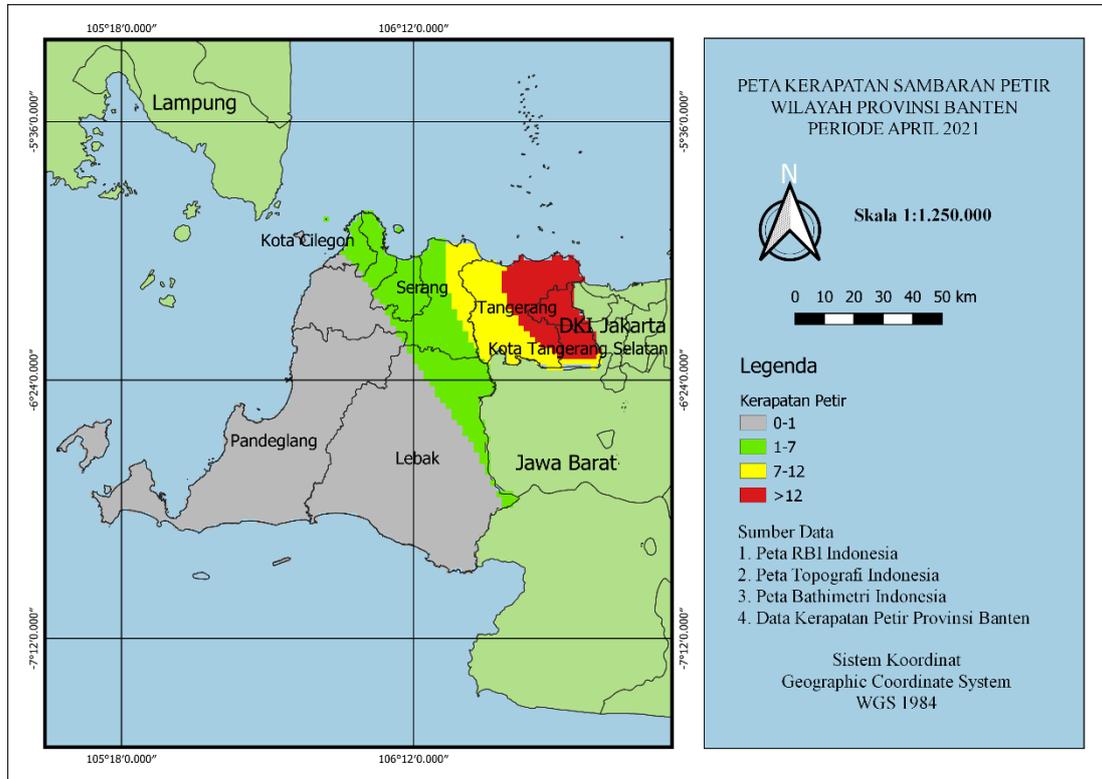


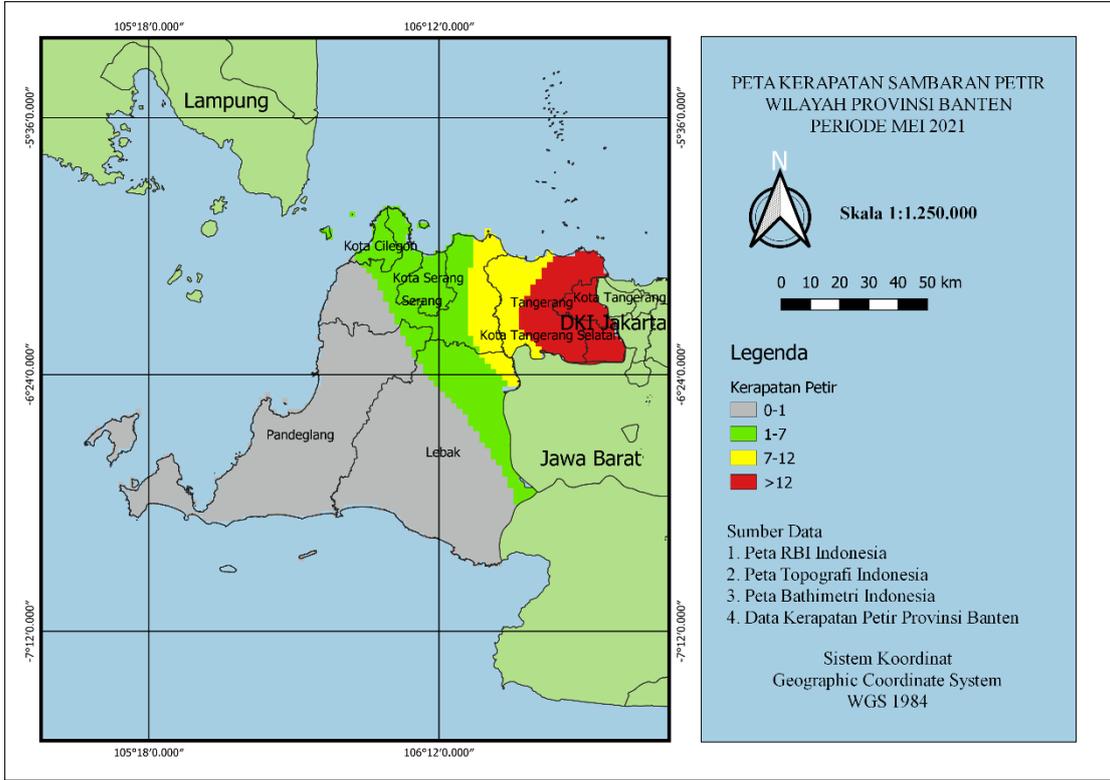


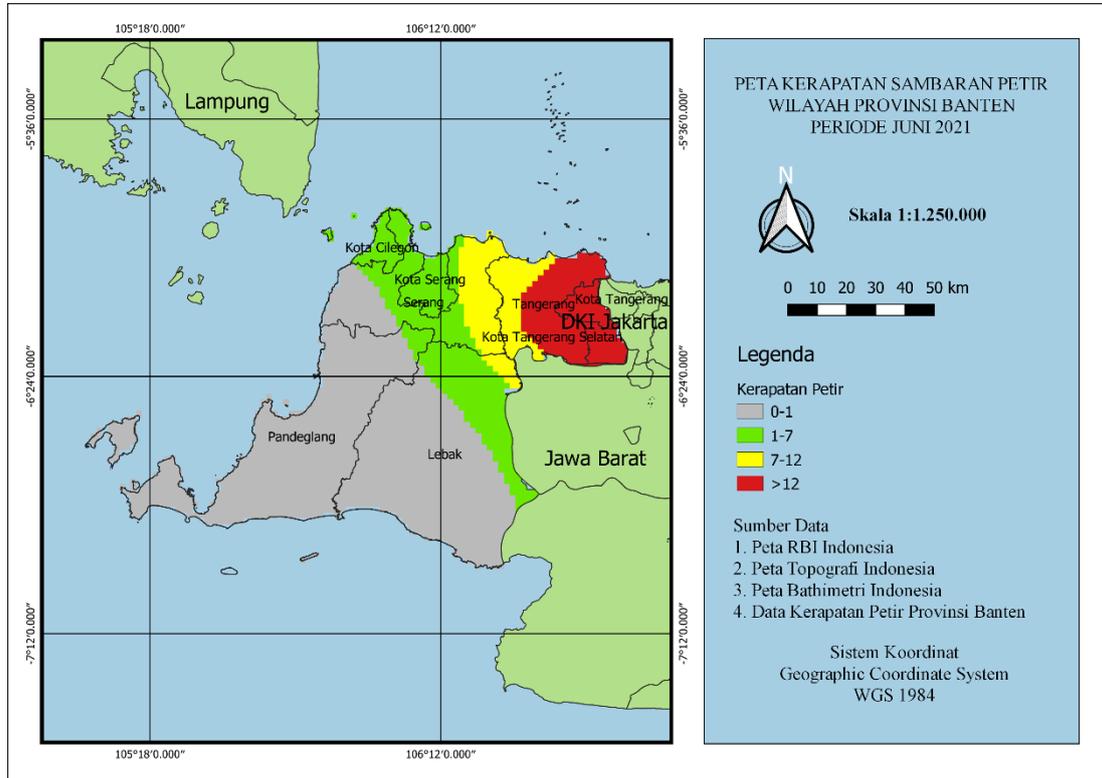












### Lampiran 3 Total kerapatan sambaran petir di wilayah Provinsi Banten periode Juli 2020 – Juni 2021

Kota/Kab	Bulan											
	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
Kota Tangerang	7737	2846	17137	12694	10111	1488	2356	5394	13822	7300	3107	5753
Kota Cilegon	331	95	551	267	93	19	14	49	122	50	82	189
Kota Serang	4178	554	2714	1859	743	60	49	218	301	378	309	917
Lebak	4512	62	4511	6934	4333	102	303	727	722	1854	1464	3450
Serang	25097	3339	13142	15946	7718	328	628	2876	1629	3727	2443	6443
Kota Tangerang Selatan	3982	1036	19337	12445	7387	88	1394	1421	4916	4218	2501	6871
Pandeglang	1812	225	1047	1685	1162	56	82	303	361	666	679	1593
Tangerang	38699	3392	26210	34042	24707	6631	5111	9720	16778	19801	7544	16380

## Lampiran 4 Tabel T SPSS

dk	$\alpha$ untuk Uji Satu Pihak ( <i>one tail test</i> )											
	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	$\alpha$ untuk Uji Dua Pihak ( <i>two tail test</i> )					
	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	0,692	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	0,692	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,691	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	0,691	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	0,690	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	0,690	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	0,689	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	0,689	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	0,688	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	0,688	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	0,687	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	0,687	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
60	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
$\infty$	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

## Lampiran 5 Regresi Linier

### Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	47063.179	35014.880		1.344	.228			
	jumlah penduduk	3.923	6.134	.253	.640	.546	.253	.253	.253

a. Dependent Variable: kerapatan petir

## RIWAYAT HIDUP

### A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Yosita Cecilia
2. Tempat & Tgl. Lahir : Surabaya, 20 November 1998
3. Alamat Rumah : Karonsih Baru I, Ngaliyan,  
Kota Semarang
4. HP : 081575257098
5. E-mail : [ceciliayosita2@gmail.com](mailto:ceciliayosita2@gmail.com)

### B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
  - a. UIN Walisongo Semarang Lulus tahun 2022
  - b. SMA Negeri 8 Semarang Lulus tahun 2017
  - c. SMP Negeri 30 Semarang Lulus tahun 2014
  - d. SD Negeri Krapyak Lulus tahun 2011
2. Pendidikan Non-Formal
  - a. *Student Exchange* MBKM lintas Universitas, matakuliah Meteorologi, Program Studi Fisika FMIPA Universitas Diponegoro (2021).

Semarang,

**Yosita Cecilia**  
NIM. 1708026025