

**ANALISIS TREND SPATIO-TEMPORAL SAMBARAN PETIR
CLOUD TO GROUND DI KABUPATEN SIDOARJO**

SKRIPSI

**OLEH
RIKA PUSPITA
NIM. 18610035**



**PROGAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

**ANALISIS TREND SPATIO-TEMPORAL SAMBARAN PETIR
CLOUD TO GROUND DI KABUPATEN SIDOARJO**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh
Rika Puspita
NIM. 18610035**

**PROGAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

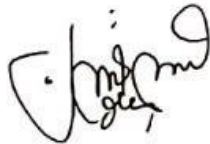
**ANALISIS TREND SPATIO-TEMPORAL SAMBARAN PETIR
CLOUD TO GROUND DI KABUPATEN SIDOARJO**

SKRIPSI

**Oleh
Rika Puspita
NIM. 18610035**


Telah Disetujui Untuk Diuji
Malang, 3 November 2022

Dosen Pembimbing I



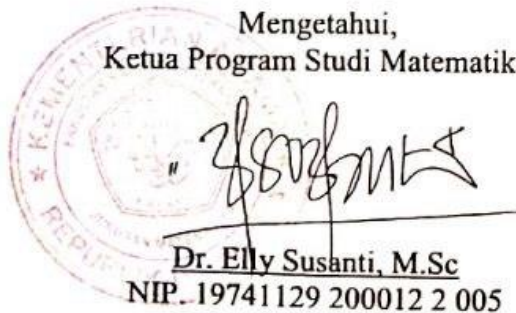
Ria Dhea Layla N. K., M.Si
NIDT. 19900709 20189201 2 228

Dosen Pembimbing II



Erna Herawati, M.Pd
NIDT. 19760723 20180201 2 222

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc
NIP. 19741129 200012 2 005

**ANALISIS *TREND SPATIO-TEMPORAL* SAMBARAN PETIR
CLOUD TO GROUND DI KABUPATEN SIDOARJO**

SKRIPSI

**Oleh
Rika Puspita
NIM. 18610035**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Tanggal 17 November 2022

Ketua Penguji : Abdul Aziz, M.Si
Anggota Penguji I : Fachrur Rozi, M.Si
Anggota Penguji II : Ria Dhea Layla N. K, M.Si
Anggota Penguji III : Erna Herawati, M.Pd



Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika




Dr. Elly Susanti, M.Sc
NIP. 19741129 200012 2 005

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rika Puspita

NIM : 18610035

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : *Analisis Trend Spatio Temporal* Sambaran Petir *Cloud To Ground* di Kabupaten Sidoarjo

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 17 November 2022

Yang membuat pernyataan,



Rika Puspita

NIM. 18610035

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Tugas kita bukanlah untuk berhasil. Tugas kita adalah untuk mencoba, karena didalam mencoba itulah kita menemukan dan belajar membangun kesempatan untuk berhasil ”

(Buya Hamka)

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Kedua orang tua penulis bapak Kaseni dan ibu Rusmiana yang senantiasa mendo'a kan, menyayangi dan mendukung baik moril maupun materiil. Adik penulis Restu Dwi Haqiqi yang senantiasa memberikan semangat dan bantuan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur senantiasa kita panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, ridha dan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis *Trend Spatio-Temporal* Sambaran Petir *Cloud to Ground* di Kabupaten Sidoarjo” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari petunjuk dan bimbingan serta masukan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
3. Dr. Elly Susanti, M.Sc, selaku ketua Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
4. Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, ilmu dan bimbingan kepada penulis.
5. Erna Herawati, M.Pd, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak arahan, ilmu dan bimbingan kepada penulis.
6. Seluruh dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

7. Bapak Djati Cipto Kuncoro, S.Si, selaku Kepala Stasiun Geofisika Kelas II Pasuruan yang telah memberi izin pengambilan data untuk tugas akhir skripsi.
8. Bapak Rozikan, S.Kom dan segenap staff dan karyawan di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Geofisika Kelas II Tretes – Pasuruan.
9. Kedua orang tua, Bapak Kaseni dan Ibu Rusmiana serta keluarga tercinta yang selalu memberikan motivasi, semangat dan do'a kepada penulis.
10. Seluruh mahasiswa program studi matematika angkatan 2018 terutama teman seperjuangan yang berkenan untuk berbagi informasi, ilmu dan motivasi kepada penulis.
11. Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan secara keseluruhan, terima kasih telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Malang, 17 November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGAJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
مستخلص البحث.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
1.6 Metode Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN TEORI.....	7
2.1 Statistik Inferensial.....	7
2.1.1 Parametrik	7
2.1.2 Non Parametrik	7
2.1.3 Semi Parametrik	7
2.2 Identifikasi Autokorelasi	8
2.3 Uji <i>Trend Mann-Kendall</i>	9
2.3.1 Estimasi <i>Sen's Slope</i>	10
2.3.2 Korelasi Peringkat <i>Mann-Kendall</i>	11
2.4 <i>Invers Distance Weighting</i>	12
2.5 Petir	13
2.6 Kajian Fenomena Petir dalam Al-Qur'an.....	15
2.7 Kajian Petir dengan Teori Pendukung	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Instrumen Penelitian.....	18
3.3 Teknik Analisis Data	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Karakteristik Data	23
4.1.1 Deskripsi Data.....	23
4.1.2 Peta Tingkat Ancaman Sambaran Petir.....	25
4.2 <i>Trend</i> Signifikan.....	28
4.2.1 Uji Autokorelasi.....	28
4.2.2 Uji <i>Trend Mann-Kendall</i>	31

4.3 Analisis <i>Trend</i> Secara Spasial	34
4.3.1 Estimasi <i>Sen's Slope</i>	34
4.3.2 Korelasi Peringkat <i>Mann-Kendall</i>	35
4.3.3 Interpolasi Spasial <i>Trend</i>	39
4.4 Kajian Petir dalam Islam	42
BAB V PENUTUP	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	48
RIWAYAT HIDUP	53

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Uji <i>Trend Mann-Kendall</i>	33
Tabel 4.2 Estimasi <i>Sen's Slope</i>	35
Tabel 4.3 Rekapian Inisiasi <i>Trend</i>	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Flowchart Karakteristik Data	19
Gambar 3.2	Flowchart Trend Mann-Kendall	20
Gambar 3.3	Flowchart Analisis Hasil Trend.....	21
Gambar 4.1	Grafik Data Maksimum.....	23
Gambar 4.2	Grafik Data Minimum	24
Gambar 4.3	Grafik Data Rata-Rata	24
Gambar 4.4	Grafik Data Standar Deviasi.....	25
Gambar 4.5	Peta Tingkat Ancaman Sambaran Petir di Kabupaten Sidoarjo Tahun (a) 2017 (b) 2018.....	26
Gambar 4.6	Peta Tingkat Ancaman Sambaran Petir di Kabupaten Sidoarjo Tahun (a) 2019 (b) 2020 (c) 2021	27
Gambar 4.7	Grafik Kerapatan Sambaran Petir Tiap Bulan (per km ²).....	28
Gambar 4.8	Plot Koef. Autokorelasi Lag ke-1 Periode Waktu 4 Bulanan ..	30
Gambar 4.9	Plot Koef. Autokorelasi Lag ke-1 Periode Waktu 6 Bulanan ..	31
Gambar 4.10	Korelasi Peringkat Mann-Kendal 4 Bulanan Kecamatan Krembung	36
Gambar 4.11	Korelasi Peringkat Mann-Kendal 4 Bulanan Kecamatan Prambon.....	36
Gambar 4.12	Korelasi Peringkat Mann-Kendal 4 Bulanan Kecamatan Tulangan	37
Gambar 4.13	Korelasi Peringkat Mann-Kendal 4 Bulanan Kecamatan Wonoayu.....	37
Gambar 4.14	Korelasi Peringkat Mann-Kendal 6 Bulanan Kecamatan Candi	38
Gambar 4.15	Korelasi Peringkat Mann-Kendal 6 Bulanan Kecamatan Tanggulangin	38
Gambar 4.16	Interpolasi Sen's Slope Periode 4 Bulanan	40
Gambar 4.17	Interpolasi Sen's Slope Periode 6 Bulanan	41

DAFTAR SIMBOL

Simbol- simbol yang digunakan pada penelitian ini memiliki makna sebagai berikut.

- n : Banyak data
- x_i : Data runtun waktu ke- i
- x_j : Data runtun waktu ke- j
- \bar{x} : Rata-rata data runtun waktu
- r_1 : Koefisien autokorelasi lag ke-1
- S : Statistik uji *Mann-Kendall*
- m : Banyak data yang bernilai sama
- t_i : Banyak yang bernilai sama dalam runtun waktu ke- i
- Z : Statistik uji standar normal
- β : Estimasi *sen's slope*
- N : Banyaknya nilai *sen's slope*
- t : Uji statistik korelasi peringkat *Mann-Kendall*
- U : Variabel standar dari korelasi peringkat *Mann-Kendall*
- U' : Runtun waktu mundur dari U
- Q : Variabel dari IDW
- ω_i : Bobot ke- i
- q_i : Nilai data yang akan diinterpolasi sebanyak i titik
- p : Parameter power
- h_j : Jarak dari sebaran titik j ke titik interpolasi

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Kerapatan Sambaran Petir di Kabupaten Sidoarjo	48
Lampiran 2	Tingkat Ancaman Sambaran Petir	50
Lampiran 3	Data Kerapatan Sambaran Petir 4 Bulanan (per km ²)	51
Lampiran 4	Data Data Kerapatan Sambaran Petir 6 Bulanan (per km ²).....	51
Lampiran 5	Hasil Autokorelasi Lag Ke-1 Periode 4 Bulanan.....	52
Lampiran 6	Hasil Autokorelasi Lag Ke-1 Periode 6 Bulanan.....	52

ABSTRAK

Puspita, Rika. 2022. **Analisis Trend Spatio-Temporal Sambaran Petir Cloud To Ground di Kabupaten Sidoarjo**. Skripsi. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Ria Dhea Layla N.K., M.Si. (II) Erna Herawati, M.Pd

Kata Kunci: *Trend Spatio-Temporal, Mann-Kendall, Petir Cloud to Ground*

Sambaran petir ke tanah (*Cloud to Ground*) adalah salah satu jenis petir yang berbahaya. Dampak negatifnya dapat mengakibatkan kerugian secara fisik dan materiil. Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki kelembaban udara yang cukup tinggi. Kelembaban udara yang tinggi memicu munculnya awan *cumulonimbus* yang menghasilkan petir. Kejadian petir dalam beberapa tahun belakangan dapat dikaitkan untuk menentukan *trend spatio-temporal* yang menjadi salah satu usaha mengantisipasi bahaya dari dampak negatif petir. Analisis *trend spatio-temporal* merupakan kecenderungan rata-rata fenomena alam yang dipresentsikan dalam bentuk spasial dan temporal. Data yang digunakan ialah kerapatan sambaran petir selama 5 tahun (2017-2021). Kerapatan sambaran petir temporal ditentukan dengan periode 4 bulanan dan 6 bulanan. Uji *trend Mann-Kendall* digunakan untuk menentukan *trend* signifikan kemudian besarnya *trend* diestimasi menggunakan *sen's slope*. Menentukan inisiasi *trend* dengan uji korelasi peringkat *Mann-Kendall*. Kemudian, metode IDW digunakan untuk analisis spasial. Menurut *trend* kerapatan sambaran petir diketahui terjadi *trend* peningkatan signifikan pada periode 4 bulanan yang terjadi di kecamatan Krembung, Prambon, Tulangan dan Wonoayu. Sedangkan, periode 6 bulanan terjadi di kecamatan Candi dan Tanggulangin. Inisiasi *trend* muncul pada tahun 2019. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis spasial, besarnya *trend* kerapatan sambaran petir pada periode 4 bulanan dan 6 bulanan terjadi di area pertanian dan pemukiman dengan ketinggian 13 mdpl.

ABSTRACT

Puspita, Rika. 2022. **Spatio-Temporal Trend Analysis of Cloud to Ground Lightning Strikes in Sidoarjo Regency**. Thesis. Program Studi Matematika, Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Univeritas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si. (II) Erna Herawati, M.Pd

Keywords: Spatio-Temporal Trend, Mann-Kendall, Cloud to Ground Lightning

Lightning strikes to the ground (Cloud to Ground) is one type of lightning that is dangerous. The negative impact can result in physical and material losses. Sidoarjo Regency is one of the regions in Indonesia that has high humidity. High humidity triggers the appearance of cumulonimbus clouds that produce lightning. Lightning events in recent years can be linked to determine the spatio-temporal trend which is one of the efforts to anticipate the dangers of the negative impact of lightning. Spatio-temporal trend analysis is the average tendency of natural phenomena that are presented in spatial and temporal terms. The data used is the density of lightning strikes for five years (2017-2021). The density of temporal lightning strikes is determined with a period of four months and six months. The Mann-Kendall trend test is used to determine a significant trend and then the magnitude of the trend is estimated using Sen's slope. The trend initiation is determine using Mann-Kendall rank correlation test. Then, the IDW method is used for spatial analysis. According to the trend of lightning strike density, it is known that there is a significant increasing trend in the four month period that occurs in the districts of Krembung, Prambon, Tulangan and Wonoayu. Meanwhile, the six month period occurs in the districts of Candi and Tanggulangin. The trend initiation appeared in 2019. Based on the results obtained from the spatial analysis, the magnitude of the trend of lightning strike density in the four month and six month periods occurred in agricultural and residential areas with an altitude of 13 meters above sea level.

مستخلص البحث

فوسفيتا، ريكا. 2022. تحليل الاتجاهات المكانية والزمانية للسحابة إلى البرق الأرضي في مدينة سيدوارجو. البحث الجامعي. قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة: (I) ربا ديبا ليلي نور كريسمما، الماجستير، (II) ايرنا هيراواتي، الماجستير

الكلمات المفتاحية: الميل الزماني المكاني، *Mann-Kendall*، البرق *Cloud to Ground*

البرق على الأرض (*Cloud to Ground*) هو من احدى أنواع البرق الخطيرة. يمكن أن يؤدي التأثير السلي إلى خسائر مادية ومادية. مدينة سيدوارجو هي إحدى المناطق في إندونيسيا ذات الرطوبة العالية نسبيًا. تؤدي الرطوبة العالية إلى ظهور السحب الركامية التي تنتج البرق. يمكن ربط أحداث البرق في السنوات الأخيرة لتحديد الاتجاه المكاني والزمني الذي يعد احدى الجهود لختليل التأثير السلي. تحليل الاتجاه المكاني والزمني هو متوسط اتجاه الظواهر الطبيعية التي يتم تقديمها من الناحية المكانية والزمانية. البيانات المستخدمة هي كثافة الصواعق لمدة 5 سنوات (2017-2021). يتم تحديد كثافة الصواعق الزمنية لمدة 4 أشهر و 6 أشهر. يستخدم اختبار اتجاه *Mann-Kendall* لتحديد اتجاه كبير ثم يتم تقدير حجم الاتجاه باستخدام منحدر *Sen*. تحديد بدء الاتجاه عن طريق اختبار ارتباط رتبة مان-كيندال. ثم يتم استخدام طريقة *IDW* للتحليل المكاني. وفقًا لاتجاه كثافة صواعق البرق، من المعروف أن هناك اتجاهًا متزايدًا ملحوظًا في فترة الأربعة أشهر التي تحدث في المقاطعات الفرعية في كرمبونج، وبرامبون، وتولانجان، وونايو. وفي الوقت نفسه، تحدث فترة الستة أشهر في مقاطعات كاندي وتانغولانجين الفرعية. ظهر بدء الاتجاه في عام 2019. بناءً على النتائج التي تم الحصول عليها من التحليل المكاني، حدث حجم اتجاه كثافة الصواعق في فترتي 4 أشهر و 6 أشهر في المناطق الزراعية والسكنية على ارتفاع 13 مترًا فوق مستوى سطح البحر.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu dari wilayah Indonesia yang beriklim tropis. Secara geografis Sidoarjo terletak antara 112°5' - 112°9' BT dan 7°3' - 7°5' LS dengan luas wilayah 714.243 km² (Resantie & Budi, 2020). Menurut data BPS (2020) dari hasil pendataan kelembaban minimum, rata-rata dan maksimum 2019-2020 tercatat pada akhir tahun 2020 kabupaten Sidoarjo memiliki kelembaban udara rata-rata 84.5%. Semakin tinggi tingkat kelembaban maka peluang terbentuknya awan *Cumulonimbus* (Cb) semakin besar. Awan *Cumulonimbus* identik dengan petir tetapi tidak selalu menghasilkan petir.

Petir didefinisikan sebagai muatan listrik negatif dan positif yang lepas dalam awan (Pabla, 1981). Berdasarkan jenis sambaran petir dibedakan menjadi 3 bagian (Ginting dkk, 2020) yaitu sambaran petir dalam awan (*Intra Cloud*), sambaran petir antar awan (*Cloud to Cloud*), dan sambaran petir yang langsung ke tanah (*Cloud to Ground*). Salah satu jenis petir yang berbahaya adalah petir yang menyambar ke tanah atau *Cloud to Ground* (CG). Dampak negatif petir (CG) dapat menimbulkan kerugian baik itu secara fisik maupun materiil seperti seperti kematian atau kecacatan pada manusia, kerusakan pada benda elektronik, pohon tumbang.

Bahaya sambaran petir menjadi sebuah permasalahan yang ditakuti oleh manusia. Al-Qur'an menerangkan bahwa jangan pernah berputus asa dalam menghadapi masalah. Asalkan selalu berusaha dan berdoa maka Allah SWT akan memberikan kemudahan. Allah SWT berfirman:

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ، إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan” (Q.S Al-Insyirah [94] 5-6).

Melalui Q.S Al-Insyirah ayat 5-6 manusia harus yakin bahwa pertolongan Allah SWT pasti datang. Allah SWT berjanji sesudah kesulitan pasti ada kemudahan. Ketakutan saat terjadi petir ada di dalam firman Allah SWT Q.S Al-Baqarah ayat 19-20 (RI, 2015):

أَوْ كَصَيْبٍ مِّنَ السَّمَاءِ فِيهِ ظُلُمَةٌ وَّرَعْدٌ وَبَرْقٌ يَّجْعَلُونَ أَصَابِعَهُمْ فِي آذَانِهِمْ مِّنَ الصَّوَاعِقِ حَذَرَ الْمَوْتِ وَاللَّهُ مُحِيطٌ بِالْكَافِرِينَ ١٩ يَكَادُ الْبَرْقُ يَخْطَفُ أَبْصَارَهُمْ ۖ كُلَّمَا أَضَاءَ لَهُمْ مَّشَوْا فِيهِ ۖ وَإِذَا أَظْلَمَ عَلَيْهِمْ قَامُوا يَوَلُّوْا شَاءَ اللَّهِ لَدَهَبَ بِسَمْعِهِمْ وَأَبْصَارِهِمْ ۚ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ٢٠

“Atau seperti (orang-orang yang ditimpa) hujan lebat dari langit disertai gelap gulita, guruh, dan kilat; mereka menyumbat telinganya dengan anak jarinya, karena (mendengar suara) petir, sebab takut akan mati. Dan Allah meliputi orang-orang yang kafir. Hampir-hampir kilat itu menyambar penglihatan mereka. Setiap kali kilat itu menyinari mereka, mereka berjalan di bawah sinar itu; dan bila gelap menimpa mereka, mereka berhenti. Jikalau Allah menghendaki, niscaya Dia melenyapkan pendengaran dan penglihatan mereka. Sesungguhnya Allah berkuasa atas segala sesuatu” (Q.S Al-Baqarah [2] 12-19).

Maka sebagai salah satu upaya untuk mengurangi kerugian akibat bahaya sambaran petir yaitu dengan mengetahui daerah mana saja yang memiliki *trend* positif dan negatif sambaran petir di setiap periode waktu.

Studi sebelumnya terkait petir dilakukan oleh (Fahamsyah, 2020) yaitu *clustering* untuk menganalisis pola penyebaran petir di Pasuruan menggunakan metode *DBSCAN*. Dapat disimpulkan bahwa *cluster* dan *noise* yang diperoleh sebanyak 2 dan 15. *Cluster* pertama tersebar di daerah Pasuruan kecuali daerah sekitar kec. Prigen. Sedangkan, *cluster* kedua dan *noise* tersebar di daerah kec. Prigen. Salah satu saran dari penelitian tersebut yaitu melakukan analisis *spatio-temporal* yang bertujuan untuk meninjau *trend* pada data yang terjadi di setiap waktu.

Metode uji statistik yang digunakan untuk mengetahui adanya kecenderungan atau *trend* pada data runtun waktu yaitu uji parametrik dan uji non parametrik. Uji parametrik meliputi regresi linier yang harus memenuhi asumsi independen dan data terdistribusi normal. Sedangkan, uji non parametrik meliputi uji *Mann-Kendall* dan *Spearman's Rho* dengan asumsi data independen dan bebas dari distribusi. Penelitian ini menggunakan uji *Mann-Kendall*. Apabila data mengandung autokorelasi maka akan mempengaruhi hasil uji *trend Mann-Kendall*, sehingga perlu dilakukan *prewhitening* untuk menghilangkan efek korelasi pada data (Khaled H & Rao, 1998)

Suryanto dan Krisbiyanto (2018) menggunakan uji *Mann-Kendall* dan modifikasi *Mann-Kendall* untuk menganalisis kecenderungan curah hujan di kabupaten Magelang. Dapat disimpulkan bahwa curah hujan bulanan dan tahunan tidak menunjukkan *trend* yang signifikan di 6 stasiun. Sedangkan, untuk curah hujan 3 bulanan hanya stasiun Kajoran dan Mendut yang menunjukkan *trend* signifikan negatif (-19.4 mm) dan trend signifikan positif (6.75 mm). Pada penelitian ini, uji *Mann-Kendall* dan modifikasi *Mann-Kendall* menghasilkan kesimpulan *trend* yang sama.

Trend adalah suatu gerakan (kecenderungan) naik atau turun dalam jangka panjang yang diperoleh dari rata-rata perubahan dari waktu ke waktu (Suharyadi & Purwanto, 2004). Sedangkan, *spatio-temporal* mempresentasikan fenomena alam yang diobservasi dalam dimensi spasial dan temporal (ruang dan waktu) (Amran dkk, 2020). Data kerapatan sambaran petir merupakan jumlah sambaran per luas wilayah yang dikaji (km^2) yang terdapat data spasial yaitu *longitude* dan *latitude*. Atribut data tersebut dapat dimanfaatkan untuk menganalisis *trend* setiap periode

waktu di kabupaten Sidoarjo. Analisis *trend* menggunakan statistik non-parametrik *Mann–Kendall* dan mengetahui besarnya *trend* menggunakan estimasi *sen's slope*. Kemudian untuk distribusi spasial nilai *trend* menggunakan *metode Invers Distance Weightning (IDW)* (Gumus dkk., 2021).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, penulis ingin melakukan penelitian tentang *trend spatio-temporal* pada data sambaran petir *cloud to ground* di kabupaten Sidoarjo. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meninjau *trend* kerapatan sambaran petir di kabupaten Sidoarjo, sehingga dapat menjadi peringatan dini untuk mengantisipasi kerugian yang diakibatkan oleh sambaran petir.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dapat ditarik rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana karakteristik data kerapatan sambaran petir di kabupaten Sidoarjo?
2. Bagaimana *trend* kerapatan sambaran petir di kabupaten Sidoarjo dengan metode *Mann-Kendall*?
3. Bagaimana analisis deskriptif *trend spatio-temporal* kerapatan sambaran petir di kabupaten Sidoarjo?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan yaitu:

1. Mengetahui karakteristik dari data kerapatan sambaran petir di kabupaten Sidoarjo.

2. Mengetahui *trend* kerapatan sambaran petir di kabupaten Sidoarjo dengan metode *Mann-Kendall*.
3. Mengetahui analisis deskriptif *trend spatio-temporal* kerapatan sambaran petir di kabupaten Sidoarjo.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan guna memperoleh manfaat:

1. Bagi Penulis

Manfaat penelitian ini bagi penulis yaitu memperoleh informasi wilayah kabupaten Sidoarjo yang terdeteksi *trend* sambaran petir di setiap periode waktu, menambah pengetahuan khususnya tentang uji non parametrik *Mann-Kendall* untuk mendeteksi *trend* dan metode *Invers Distance Weightning* untuk menginterpolasi nilai *trend* secara spasial.

2. Bagi Instansi

Manfaat penelitian ini bagi instansi BMKG Stasiun Geofisika Kelas II Pasuruan dapat menjadi langkah awal untuk mengambil kebijakan terkait daerah yang memiliki *trend* sambaran petir di setiap periode waktu.

3. Bagi Pembaca

Manfaat penelitian ini bagi pembaca yaitu dapat melakukan antisipasi atau meminimalisir kerugian dari dampak negatif sambaran petir dengan berlindung di dalam bangunan seperti rumah, jauhi peralatan yang dapat menghantarkan listrik, mencabut stopkontak, hindari berada tempat terbuka seperti tanah lapang dan sawah serta berlindung di bawah pohon dan tiang listrik.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diberikan penulis yaitu:

1. Data yang digunakan adalah data kerapatan sambaran petir jenis *Cloud to Ground* di kabupaten Sidoarjo pada tahun 2017-2021.
2. Batasan *longitude-lattitude* kabupaten Sidoarjo antara $112^{\circ}5'$ - $112^{\circ}9'$ BT dan $7^{\circ}3'$ - $7^{\circ}5'$ LS.
3. Metode statistik yang digunakan ialah uji *trend Mann-Kendall* dan besarnya *trend* diestimasi menggunakan *sen's slope*.

1.6 Metode Penelitian

Data kerapatan sambaran petir jenis *Cloud to Ground* di kabupaten Sidoarjo pada tahun 2017-2021 merupakan data sekunder yang diperoleh dari BMKG Stasiun Geofisika Kelas II Pasuruan dengan bantuan *lightning detector* berupa file *microsoft excel*.

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Statistik Inferensial

2.1.1 Parametrik

Statistik parametrik merupakan statistik yang menentukan parameter populasi dari sampel penelitian yang diambil. Jenis data yang digunakan minimal yaitu data interval dan rasio. Syarat yang mendasari statistik parametrik (Furfey & Siegel, 1957):

1. Pengamatan harus independen. Artinya, data diambil secara independen dan tanpa bias dari sekelompok item.
2. Pengamatan harus diambil dari populasi yang berdistribusi normal.
3. Populasi harus memiliki varians yang sama.
4. Skala data numerik.

2.1.2 Non Parametrik

Statistik non parametrik merupakan statistik yang tidak menentukan parameter populasi dari sampel penelitian yang diambil. Statistik non parametrik tidak memerlukan syarat seperti statistik parametrik. Berlaku pada jenis data ordinal dan nominal serta pada kelompok data yang tidak berdistribusi normal (Furfey & Siegel, 1957).

2.1.3 Semi Parametrik

Inferensial statistik semi parametrik meliputi estimasi, pengujian, interval kepercayaan dalam konteks beberapa model semi parametrik. Model semi

parametrik merupakan perantara antara model parametrik dan non parametrik. Model semi parametrik lebih besar dari model parametrik tetapi lebih kecil dari model non parametrik. Seringkali parameter yang menarik dalam masalah statistik melibatkan model semi parametrik adalah dimensi hingga, sedangkan parameter dimensi tak hingga dianggap sebagai parameter gangguan. Berbagai macam model semiparametrik telah diusulkan untuk topik penelitian astronomi, biostatistik, demografi, ekonometrika, epidemiologi, genetika, psikologi dan spektroskopi (Bickel dkk., 2005)

2.2 Identifikasi Autokorelasi

Identifikasi autokorelasi dilakukan sebelum menghitung *trend* monoton. Uji koefisien korelasi lag-satu digunakan untuk mengidentifikasi adanya autokorelasi pada data runtun waktu. Koefisien korelasi lag ke-1 (r_1) pada data runtun waktu ke- i (x_i) dapat dihitung dengan (Gocic & Trajkovic, 2013):

$$r_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \frac{(x_i - \bar{x})(x_{i+1} - \bar{x})}{n-1}}{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (2.1)$$

Hipotesis alternatif untuk uji statistik dua arah nilai kritis r_1 pada tingkat signifikansi 5% yaitu:

$$\frac{-1-1.96\sqrt{n-2}}{n-1} \leq r_1 \leq \frac{-1+1.96\sqrt{n-2}}{n-1} \quad (2.2)$$

dengan:

x_i : Data runtun waktu ke- i

\bar{x} : Rata-rata data runtun waktu

n : Banyak data

Jika r_1 tidak signifikan pada tingkat signifikansi 5% maka data runtun waktu dapat diterapkan untuk uji *trend Mann-Kendall* dan estimasi *Sen's Slope*. Sebaliknya, jika r_1 signifikan maka data runtun waktu mengandung autokorelasi sehingga harus dilakukan *prewhitening* untuk menghilangkan komponen korelasi serial pada data. Berikut data runtun waktu setelah menerapkan *prewhitening* (Gocic & Trajkovic, 2013):

$$(x_2 - r_1x_1, x_3 - r_1x_2, \dots, x_n - r_1x_{n-1}) \quad (2.3)$$

2.3 Uji *Trend Mann-Kendall*

Uji *trend Mann-Kendall* merupakan metode non-parametrik yang dikemukakan oleh Mann tahun 1945 dan Kendall tahun 1975 digunakan untuk menentukan *trend* monoton secara statistik pada data runtun waktu karena sederhana, memiliki tingkat sensitivitas yang rendah pada data kosong (Gavrilov dkk, 2016) dan tidak membutuhkan data yang berdistribusi normal (Helsel & Hirsch, 2002). Pada data runtun waktu x_1, x_2, \dots, x_n dengan n yaitu banyak data yang digunakan. Kemudian, x_j dan x_i merupakan data pada waktu ke- i dan ke- j . Maka, uji *Mann-Kendall* (S) adalah sebagai berikut (Yenigün dkk, 2008):

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(x_j - x_i) \quad (2.4)$$

dengan $j > i$; dimana:

$$\text{sign}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1, & x_j > x_i \\ 0, & x_j = x_i \\ -1, & x_j < x_i \end{cases} \quad (2.5)$$

sign merupakan fungsi ganjil yang menginformasikan nilai tanda dari bilangan yang dimasukkan. Nilai S positif menunjukkan adanya *trend* naik sedangkan nilai

S negatif menunjukkan adanya *trend* turun. Sehingga, variansi dan statistik uji Z dihitung sebagai berikut (Yenigün dkk, 2008):

$$Var(S) = \frac{[n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i i(i-1)(2i+5)]}{18} \quad (2.6)$$

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & , S > 0 \\ 0 & , S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & , S < 0 \end{cases} \quad (2.7)$$

dengan:

n : Banyak data

x_i : Data runtun waktu ke- i

x_j : Data runtun waktu ke- j

m : Banyak data yang bernilai sama

t_i : Banyak yang bernilai sama dalam runtun waktu ke- i

Nilai Z digunakan untuk menentukan *trend* yang signifikan secara statistik. Pada tingkat kepercayaan 95%. Berikut hipotesis:

H_0 : tidak terdapat *trend* yang signifikan

H_1 : terdapat *trend* yang signifikan

daerah kritis atau daerah tolak H_0 apabila $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$.

2.3.1 Estimasi *Sen's Slope*

Uji *trend Mann-Kendall* tidak mempertimbangkan *magnitude* kemiringan, namun hanya mempertimbangkan tanda naik atau turun dari sebuah variabel. Pada tahun 1968, Sen mengusulkan metode *sen's slope* untuk menentukan besarnya kemiringan linier dari *trend*. Asumsi dari metode *sen's slope* terdapat *trend* linier

pada data runtun waktu dan keunggulannya bersifat *robust* yang tidak terpengaruh adanya *outlier* dan eror data tunggal runtun waktu (Sen, 1968). Berikut persamaan *Sen's Slope*:

$$\beta = \frac{x_j - x_i}{j - i}, 1 \leq i < j \leq n \quad (2.8)$$

Nilai N yang diperoleh dari β dirangking dari terkecil hingga terbesar dan β_{median} ditentukan dengan:

$$\beta_{median} = \begin{cases} \beta_{[(N+1)/2]}, & \text{jika } N \text{ ganjil} \\ \frac{\beta_{[N/2]} + \beta_{[(N+2)/2]}}{2}, & \text{jika } N \text{ genap} \end{cases} \quad (2.9)$$

β_{median} positif menunjukkan *trend* meningkat, begitu pula sebaliknya. Apabila β_{median} negatif menunjukkan *trend* menurun (Suryanto & Krisbiyanto, 2018).

2.3.2 Korelasi Peringkat Mann-Kendall

Korelasi peringkat *Mann-Kendall* memberikan titik awal waktu *trend* yang berkembang dengan menghitung banyak nilai berurutan, dimana hasilnya berkurang atau bertambah apabila dibandingkan dengan nilai sebelumnya. Besarnya runtun waktu x_j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) dibandingkan dengan x_i ($i = 1, 2, 3, \dots, j - 1$). Pada setiap perbandingan banyaknya $x_j > x_i$ dihitung dan disimbolkan dengan n_j . Uji statistik t dapat dirumuskan sebagai berikut (Han dkk, 2016):

$$t_j = \sum_{j=1}^n n_j \quad (2.10)$$

dengan nilai ekspektasi dan variansi sebagai berikut:

$$E(t_j) = \frac{n(n-1)}{4} \quad (2.11)$$

dan

$$\text{Var}(t_j) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (2.12)$$

Nilai $U(t_j)$ yang tinggi digunakan untuk melihat *trend* sebagai berikut:

$$U(t_j) = \frac{[t_j - E(t)]}{\sqrt{\text{Var}(t_j)}}, j = (1, 2, 3, \dots, n) \quad (2.13)$$

Ketika nilai $U(t_j)$ ditentukan dengan menggunakan runtun waktu asli (x_1, x_2, \dots, x_n). Nilai $U'(t_j)$ ditentukan dengan cara yang sama tetapi menggunakan invers dari runtun waktu asli (x_n, x_{n-1}, \dots, x_1) sebagai berikut:

$$U'(t_j) = \frac{[t_j - E(t)]}{\sqrt{\text{Var}(t_j)}}, j = (n, n-1, \dots, 1) \quad (2.14)$$

Perpotongan antara kurva $U(t_j)$ dan $U'(t_j)$ menunjukkan pada inisiasi *trend*.

2.4 *Invers Distance Weighting*

Metode *Invers Distance Weighting* (IDW) digunakan untuk interpolasi spasial dan merupakan teknik deterministik sederhana dengan mempertimbangkan titik di sekitarnya. Nilai variabel pada lokasi yang akan dijadikan obyek diperkirakan menggunakan nilai terukur pada titik-titik di sekitar lokasi tersebut. Metode interpolasi IDW mengasumsikan bahwa titik-titik dekat yang tidak terukur memiliki potensi pembobotan lebih tinggi daripada titik-titik jauh. Sehingga, titik yang jaraknya lebih dekat akan diberi bobot yang lebih besar. Pada interpolasi IDW nilai *power* menentukan pengaruh titik-titik masukan, dimana pengaruh akan lebih besar pada titik-titik yang lebih dekat sehingga menghasilkan permukaan yang lebih bagus. Metode IDW menggunakan rata-rata dari data sampel. Jadi, nilainya tidak bisa lebih kecil dari minimal atau lebih besar dari data sampel. Agar memperoleh hasil yang diinginkan maka sampel data harus rapat dan merata (Pramono, 2008). Berikut formula metode IDW (Azpurua & Ramos, 2010):

$$Q = \sum_{i=1}^n \omega_i q_i \quad (2.14)$$

dengan q_i adalah nilai data yang akan diinterpolasi sebanyak n titik dan ω_i adalah bobot. Berikut fungsi bobot ω_i (Azpurua & Ramos, 2010):

$$\omega_i = \frac{h_i^{-p}}{\sum_{j=0}^n h_j^{-p}} \quad (2.15)$$

p adalah parameter *power* (biasanya bernilai 2) dan h_j jarak dari sebaran titik j ke titik interpolasi yang diuraikan berikut ini:

$$h_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \quad (2.16)$$

dimana (x, y) merupakan koordinat titik interpolasi dan (x_i, y_i) koordinat untuk setiap sebaran titik. Fungsi peubah pembobot bervariasi untuk keseluruhan data sebaran titik sampai pada nilai yang mendekati nol dimana jarak bertambah terhadap sebaran titik.

Metode interpolasi IDW memiliki kelebihan yaitu dengan membatasi titik-titik masukan yang digunakan pada proses interpolasi sehingga dapat mengontrol karakteristik interpolasi. Titik-titik yang berada pada posisi yang jauh dari titik sampel baik itu mengandung korelasi spasial atau tidak memiliki korelasi spasial dapat dihapus dari proses perhitungan. Titik-titik yang akan diterapkan secara langsung titik-titik yang akan digunakan atau berdasar pada jarak yang akan diinterpolasi (Pasaribu & Haryani, 2012).

2.5 Petir

Petir didefinisikan sebagai muatan listrik negatif dan positif yang lepas dalam awan *cumulonimbus*, Cb (Pabla, 1981). Awan *cumulonimbus* bermula dari awan

stratus yang tumbuh menjadi awan *cumulus*. Pada fase *cumulus* terdapat gerakan uap air ke atas. Akibat pemisahan muatan, awan bergerak ke atas dan melebihi tingkat pembekuan. Sehingga, terjadi tumbukan antara kristal ringan dengan butiran-butiran es yang berat dalam awan. Muatan positif terbentuk dari kristal ringan kemudian berkumpul di bagian atas awan. Muatan negatif terbentuk dari butiran-butiran es dan berkumpul di bagian bawah awan. Muatan negatif mengakibatkan permukaan tanah di bawah awan tersebut bermuatan positif. Obyek yang lebih tinggi dari permukaan tanah bermuatan positif seperti gedung pencakar langit, tiang listrik, dan pohon. Akhirnya, terjadi pelepasan muatan akibat dari adanya perbedaan potensial listrik antara bumi dan awan (Tongkukut & Utara, 2008). Petir ditandai dengan munculnya kilat cahaya singkat yang disambung dengan guruh yang dapat meggetarkan benda seperti kaca jendela rumah. Petir akan sering muncul ketika musim penghujan. Petir akan menyambar obyek yang ada bumi tanpa memandang jenisnya.

Pembentukan dan pengumpulan muatan dipengaruhi oleh beberapa faktor dan tidak pasti. Akibat dari suatu kondisi ketidakpastian dalam atmosfer, sehingga proses teradinya sambaran petir dapat berbeda-beda. Secara umum jenis petir dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu berdasar polarisasi muatan, arah sambaran dan jenis sambaran. Berikut merupakan petir berdasarkan jenis sambaran (Ginting dkk, 2020):

a. Sambaran petir dalam awan (IC).

Sambaran petir dalam awan (*Intra Cloud*) merupakan salah satu jenis petir yang paling sering terjadi di dalam awan. Petir IC terjadi diantara muatan yang berlawanan dalam satu awan yang sama. Terlihat dari luar awan proses

terjadinya seperti kejapan cahaya terang yang menyambar. Tetapi, kilatan cahaya tersebut dapat keluar dari batas-batas awan kemudian membentuk kanal cahaya seperti sambaran petir ke tanah.

b. Sambaran petir antar awan (CC).

Sambaran petir antar awan (*Cloud to Cloud*) merupakan sambaran petir yang terjadi di antara pusat muatan berlawanan pada dua awan yang berbeda. Pelepasan muatan antar awan akan terjadi pada saat udara cerah.

c. Sambaran petir yang langsung ke tanah (CG).

Sambaran petir yang langsung ke tanah (*Cloud to Ground*) merupakan jenis sambaran petir yang paling merusak dan berbahaya. Biasanya terjadi dari pelepasan muatan negatif pada awan bagian bawah ke bumi. Tetapi, sambaran positif dapat juga terjadi umumnya di musim salju. Meskipun sambaran petir jenis CG biasa terjadi, namun penting untuk diteliti dan dikaji karakteristiknya agar dapat melindungi diri dan lingkungan dari jenis sambaran petir CG.

2.6 Kajian Fenomena Petir dalam Al-Qur'an

Fenomena alam petir telah difirmankan oleh Allah SWT dalam Q.S Ar-Ra'd [13]:12 (RI, 2015):

هُوَ الَّذِي يُرِيكُمُ الْبَرْقَ خَوْفًا وَطَمَعًا وَيُنْشِئُ السَّحَابَ الثِّقَالَ (١ لآية سورة الرعد: ١٢)

“Dialah Rabb yang memperlihatkan kilat kepadamu untuk menimbulkan ketakutan dan harapan, dan Dia mengadakan awan mendung.”

Q.S Ar-Ra'd [13]:12 dalam tafsir Ibnu Katsir (Syaikh, 2003) kilat merupakan cahaya kuat mengkilat keluar dari celah awan mendung yang ditundukkan oleh Allah SWT. Kilat dapat menimbulkan ketakutan dan harapan. Harapan bagi orang-

orang yang sedang di rumah. Adanya kilat merupakan salah satu tanda akan turunnya hujan. Hujan menjadi sangat istimewa karena di dalamnya terdapat berkah dan dikabulkannya doa. Turunnya hujan dapat membasahi lahan-lahan kering sehingga menjadi ladang rezeki. Selain menimbulkan harapan, kilat juga menimbulkan ketakutan terhadap orang-orang yang sedang musafir. Ketakutan tersebut muncul karena takut tertimpa bahaya kilat dan kesulitan yang ditimbulkannya. Jadi, untuk mengatasi ketakutan dan kesulitan yang akan ditimbulkan dari bahaya petir diperlukan upaya untuk meminimalisir dampak negatifnya. Salah satu upaya untuk meminimalisir dampak negatifnya dengan mengetahui daerah mana saja yang memiliki *trend* negatif dan positif sambaran petir di setiap periode waktu. Imam Ahmad meriwayatkan dari Salim, dari ayahnya, ia berkata: Rasulullah SAW jika mendengar petir beliau berdo'a:

اللَّهُمَّ لَا تَقْتُلْنَا بِعَضْبِكَ، وَلَا تُهْلِكْنَا بِعَذَابِكَ ، وَعَافِنَا قَبْلَ ذَلِكَ

“Ya Allah, janganlah engkau membunuh kami dengan kemurkaan-Mu dan jangan engkau hancurkan kami dengan siksa-Mu, dan berilah kami kesehatan sebelumnya.”

2.7 Kajian Petir dengan Teori Pendukung

Pada penelitian Susanto, dkk (2020) membahas tentang tingkat ancaman sambaran petir. Faktor yang mempengaruhi besar kecilnya kerapatan sambaran petir yaitu banyaknya jumlah sambaran dan luas wilayah (km²). Tingkat ancaman sambaran petir ditentukan dengan menghitung rentang/jarak yang kemudian membaginya dengan banyaknya kelas. Terdapat 3 tingkatan kelas yaitu rendah, sedang dan tinggi. Semakin tinggi nilai kerapatan sambaran petir maka semakin tinggi pula tingkat ancaman sambaran petir di wilayah tersebut.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Gumus, dkk (2021) untuk mengetahui *trend* kekeringan menggunakan data curah hujan periode waktu 3, 6 dan 12 bulan. Metode yang digunakan untuk menentukan *trend* yaitu uji *trend Mann-Kendall* yang sebelumnya melalui proses *prewhitening* untuk menghapus korelasi serial pada data. *Trend* tersebut diestimsi *sen's slope* untuk menentukan besarnya kemiringan). Kemudian, masuk proses korelasi peringkat *Mann-Kendall* untuk mengetahui inisiasi kemunculan *trend*. Proses akhir yaitu menginterpolasi nilai *trend* menggunakan metode IDW. Sehingga diperoleh hasil terjadi penurunan *trend* kekeringan terjadi di sebagian besar wilayah GAP, Turki untuk hampir semua skala waktu dan *slope trend* terjadi di sebelah utara dan selatan wilayah GAP, Turki

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penulis menggunakan jenis penelitian dengan pendekatan kuantitatif non-parametrik. Pendekatan kuantitatif non-parametrik dilakukan secara sistematis dengan statistik non-parametrik.

3.2 Instrumen Penelitian

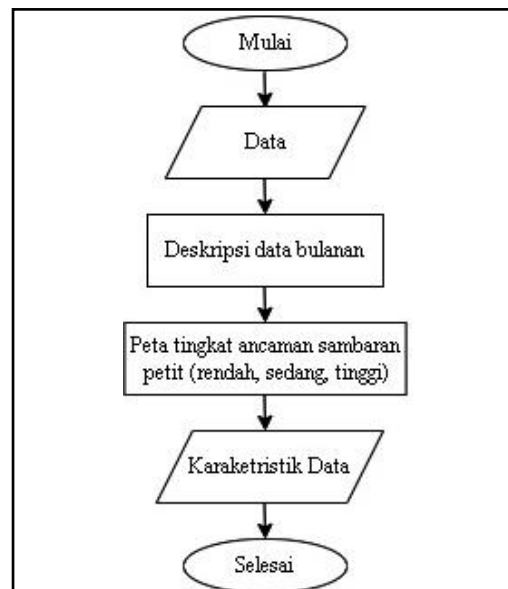
Instrumen penelitian merupakan alat untuk memperoleh, mengolah dan menganalisis data. Instrumen pada penelitian ini menggunakan *ArcGis* 10.8, *RStudio* dan *Microsoft Excel* 2013.

3.3 Teknik Analisis Data

1. Menentukan karakteristik data kerapatan sambaran petir:
 - a. Mendeskripsikan data bulanan kerapatan sambaran petir *Cloud to Ground* per kecamatan di kabupaten Sidoarjo.
 - b. Membuat peta tingkat ancaman sambaran petir per kecamatan di kabupaten Sidoarjo dengan warna hijau, kuning dan merah yang mengindikasikan tingkat ancaman sambaran petir rendah, sedang dan tinggi.
2. Mencari *trend* di setiap periode waktu:
 - a. Melakukan uji autokorelasi.
 - b. Melakukan uji *trend Mann-Kendall*.
3. Menganalisa hasil *trend*:
 - a. Melakukan estimasi *sen's slope* untuk mengetahui besarnya *trend*.

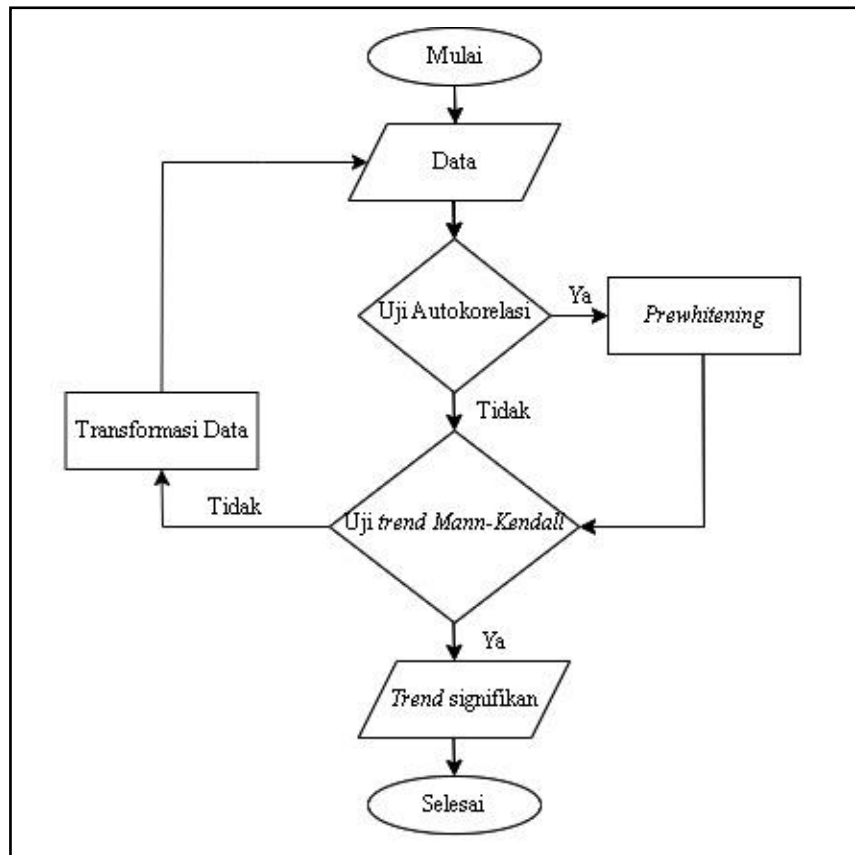
- b. Menentukan inisiasi *trend* korelasi peringkat *Mann-Kendall*.
- c. Menginterpolasi besarnya nilai *trend* secara spasial menggunakan metode *Invers Distance Weighting*.

Flowchart karakteristik data:



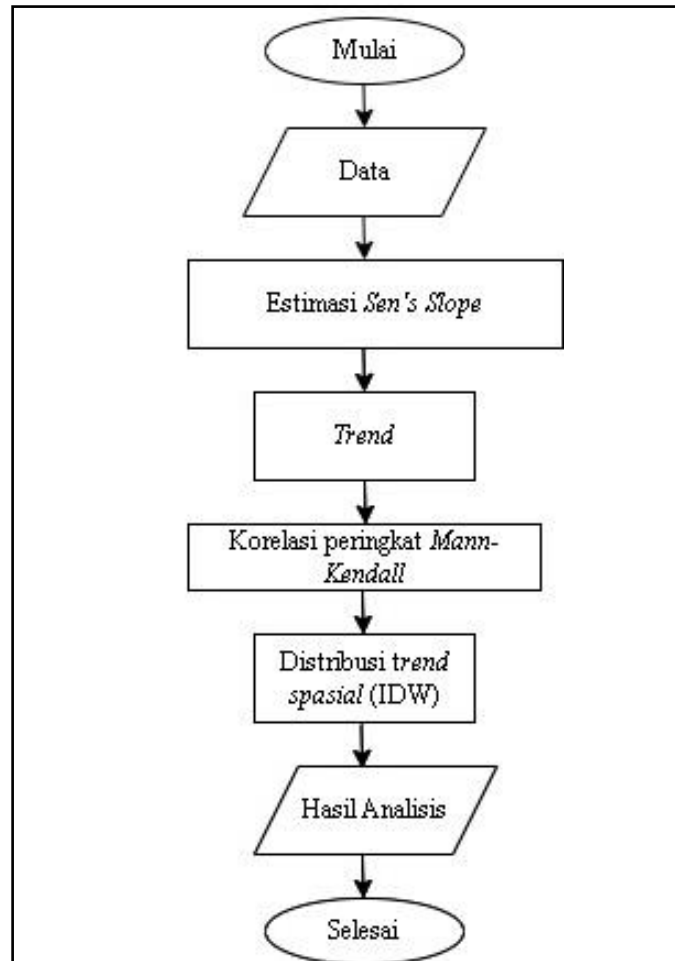
Gambar 3.1 Flowchart Karakteristik Data

Flowchart *trend Mann-Kendall*:



Gambar 3.2 Flowchart *Trend Mann-Kendall*

Flowchart analisis hasil *trend*:



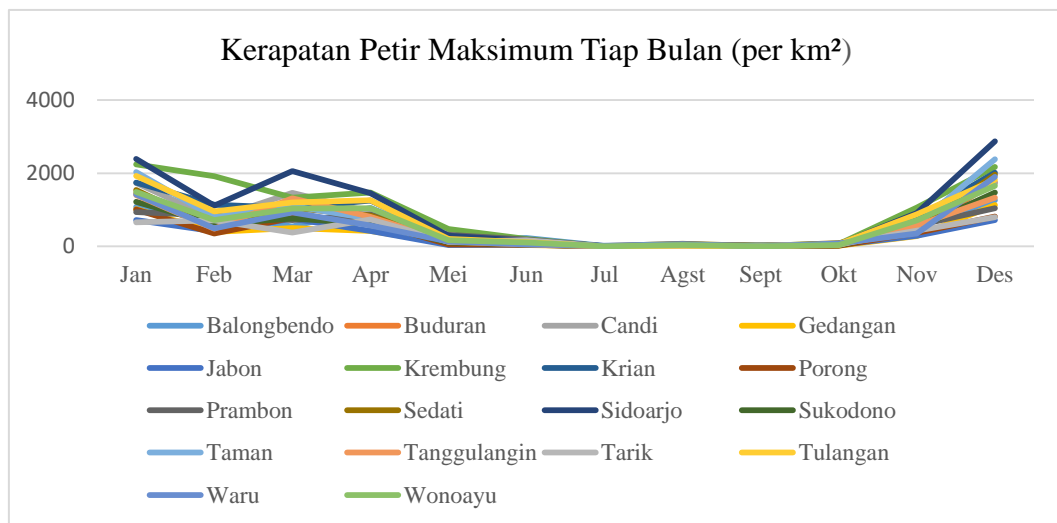
Gambar 3.3 Flowchart Analisis Hasil *Trend*

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Data

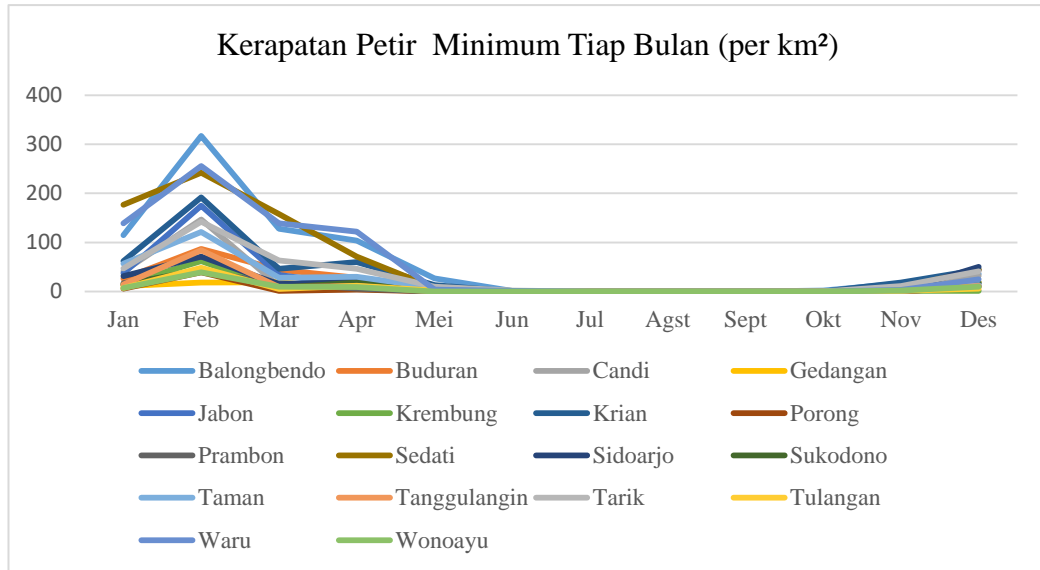
4.1.1 Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder kerapatan sambaran petir jenis *Cloud to Ground* di kabupaten Sidoarjo, mulai dari tahun 2017 sampai 2021. Statistik deskriptif data kerapatan sambaran petir setiap kecamatan di kabupaten Sidoarjo selama 5 tahun (lampiran 1). Maksimum, minimum, rata-rata, dan standar deviasi dari data tersebut disajikan pada gambar-gambar berikut ini:



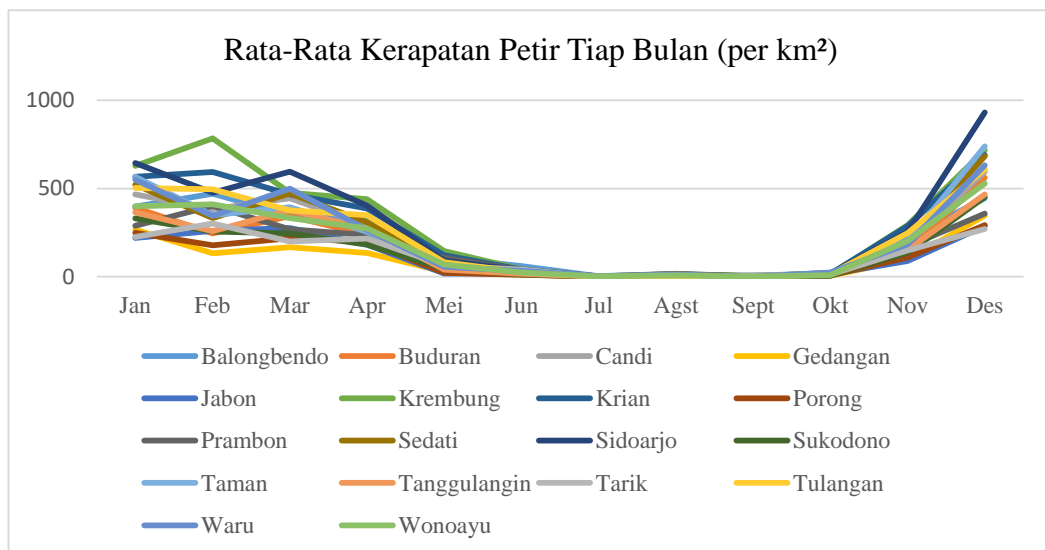
Gambar 4.1 Grafik Data Maksimum

Pada gambar 4.1 dapat diketahui puncak kerapatan sambaran petir berdasarkan nilai maksimum terjadi pada bulan Desember sebanyak 2872 sambaran per km² yaitu di kecamatan Sidoarjo.



Gambar 4.2 Grafik Data Minimum

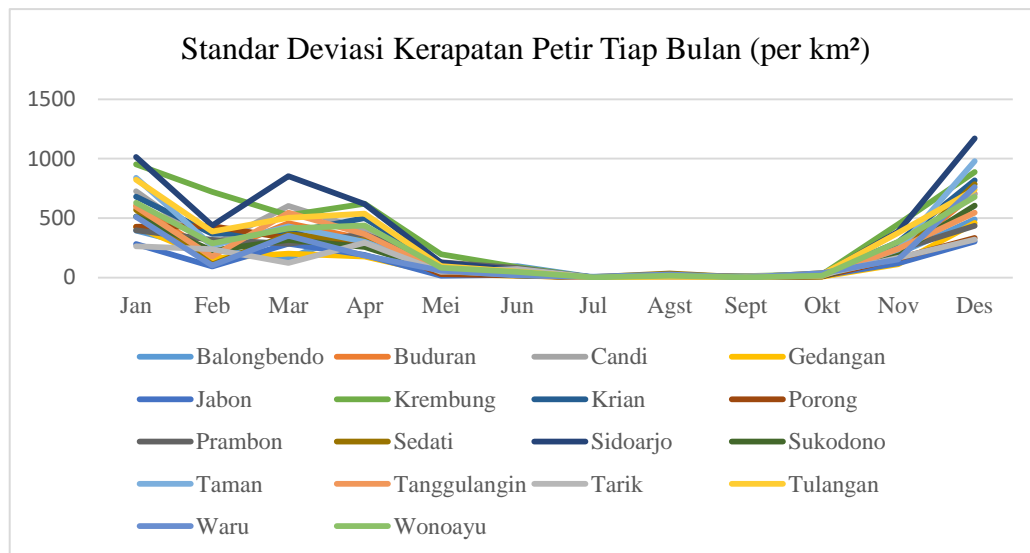
Berdasarkan nilai minimum pada gambar 4.2 terlihat untuk kecamatan Buduran, Candi, Jabon, Porong, Prambon, Sidoarjo, Sukodono, Tanggulangin dan Wonoayu menunjukkan 0 sambaran per km² pada bulan Mei, Juni, Juli, Agustus, September dan Oktober.



Gambar 4.3 Grafik Data Rata-Rata

Pada gambar 4.3 dapat diketahui rata-rata kerapatan sambaran petir tertinggi terjadi di kecamatan Sidoarjo sebanyak 932 sambaran per km². Rata-rata kerapatan

sambaran sebanyak 0 sambaran per km² terjadi di kecamatan Jabon, Krembung, Porong dan Tanggulangin pada bulan Juli, Agustus dan September.



Gambar 4.4 Grafik Data Standar Deviasi

Berdasarkan gambar 4.4 bahwa kecamatan Sidoarjo memiliki standar deviasi tertinggi yaitu 1170 sambaran per km² pada bulan Desember dan standar deviasi dengan terendah terjadi pada bulan Juli, Agustus dan September.

4.1.2 Peta Tingkat Ancaman Sambaran Petir

Nilai kerapatan sambaran petir tiap tahun per km² dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan tingkat ancaman sambaran petir tiap kecamatan di kabupaten Sidoarjo. Penentuan tingkat ancaman sambaran petir dilakukan dengan menghitung rentang/jarak yang kemudian membaginya dengan banyaknya kelas yaitu rendah, sedang dan tinggi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Interval tingkat ancaman sambaran petir} &= \frac{\text{Jarak kerapatan petir}}{3} \\
 &= \frac{\text{maks}-\text{min}}{3} \\
 &= \frac{4649-1582}{3} \\
 &= 1022
 \end{aligned}$$

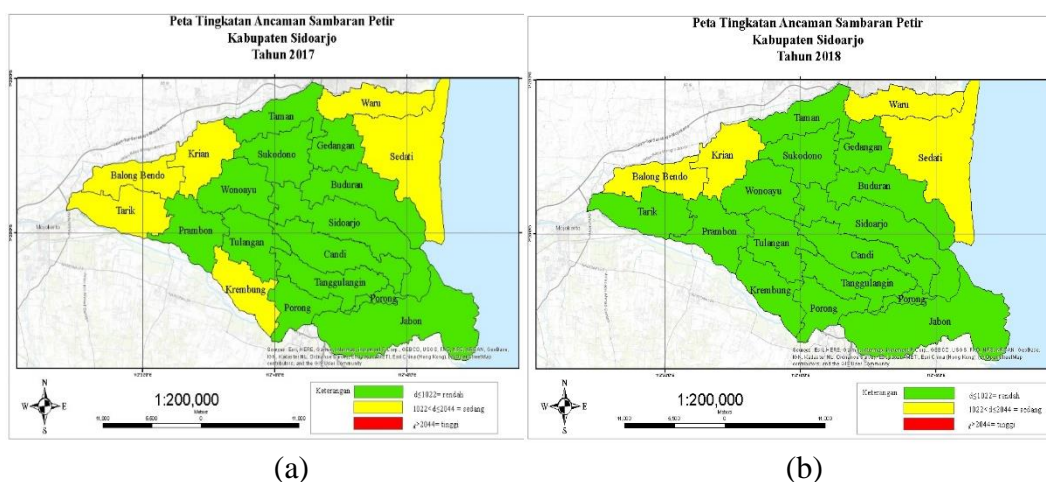
Sehingga diperoleh kategori tingkat ancaman sambaran petir berikut ini:

Rendah: kerapatan sambaran petir tiap tahun per km² < 1022

Sedang: 1022 < kerapatan sambaran petir tiap tahun per km² ≤ 2044

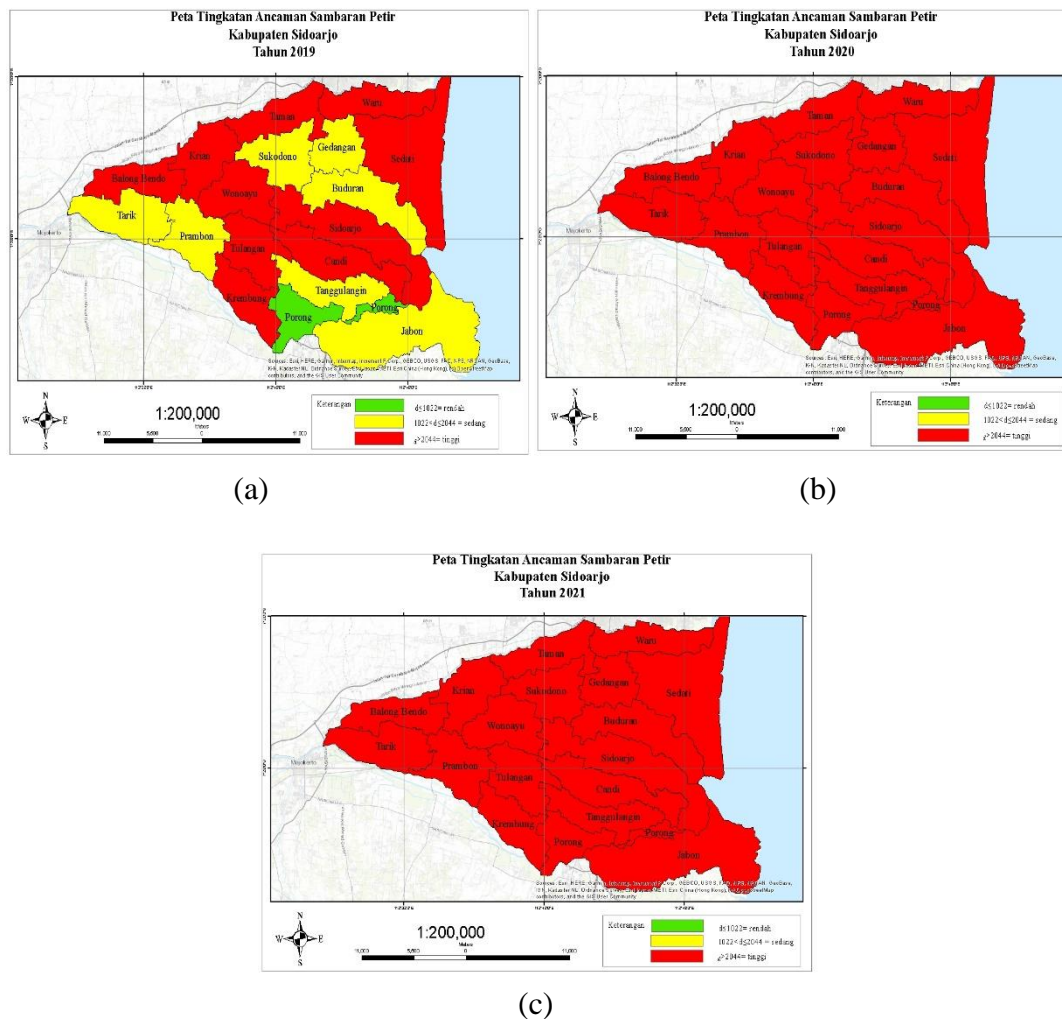
Tinggi : kerapatan sambaran petir tiap tahun per km² > 2044

untuk selengkapnya di lampiran 2 dan ditunjukkan peta tingkat ancaman sambaran petir tiap tahun per km² di kabupaten Sidoarjo pada gambar-gambar berikut ini:



Gambar 4.5 Peta Tingkat Ancaman Sambaran Petir di Kabupaten Sidoarjo Tahun (a) 2017 (b) 2018

Berdasarkan gambar 4.5 (a) menunjukkan pada tahun 2017 tingkat ancaman sambaran petir dengan kategori rendah yang diberi warna hijau terjadi di kecamatan Buduran, Candi, Jabon, Gedangan, Porong, Prambon, Tulangan, Taman, Tanggulangin, Wonoayu, Sukodono dan Sidoarjo. Sedangkan, kategori sedang diberi warna kuning terjadi di kecamatan Waru, Sedati, Krian, Balongbendo, Tarik dan Krembung. Pada gambar 4.5 (b) tahun 2018 tingkat ancaman sambaran petir dengan kategori rendah terjadi di kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, Porong, Jabon, Tanggulangin, Candi, Sidoarjo, Tulangan, Wonoayu, Sukodono, Gedangan, Sukodono dan Taman. Tingkat ancaman sambaran petir dengan kategori rendah terjadi di kecamatan Sedati, Waru, Krian dan Balongbendo.



Gambar 4.6 Peta Tingkat Ancaman Sambaran Petir di Kabupaten Sidoarjo Tahun (a) 2019 (b) 2020 (c) 2021

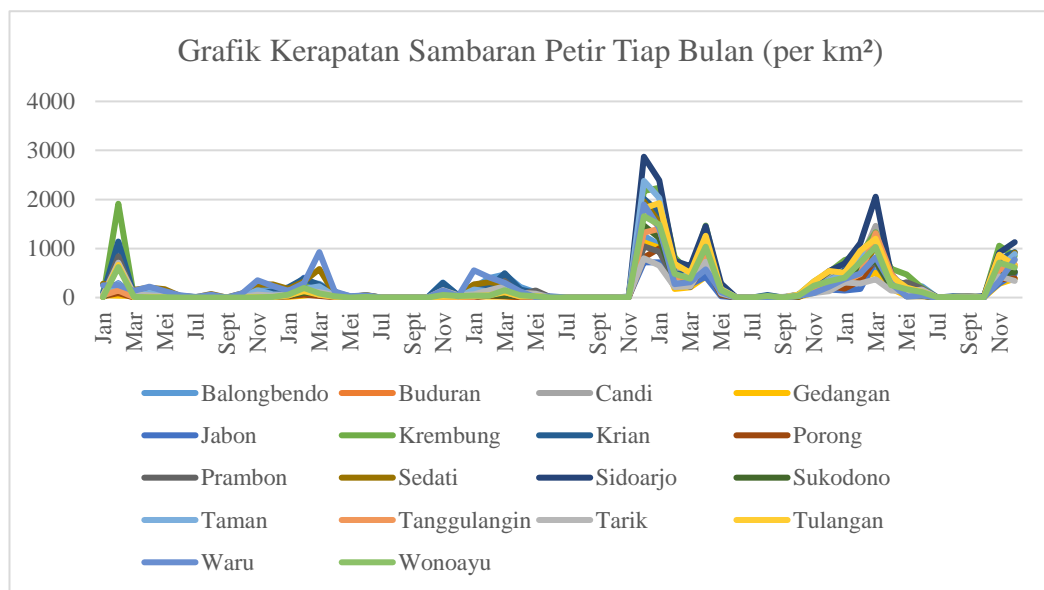
Pada gambar 4.6 (a) tahun 2019 tingkat ancaman sambaran petir dengan kategori rendah terjadi di kecamatan Porong. Tingkat ancaman sambaran petir dengan kategori sedang yang diberi warna kuning terjadi di kecamatan Sukodono, Gedangan, Buduran, Tanggulangin, Jabon, Prambon dan Tarik. Kemudian, tingkat ancaman sambaran petir dengan kategori tinggi yang diberi warna merah terjadi di kecamatan Balongbendo, Candi, Krembung, Krian, Sedati, Sidoarjo, Taman, Tulangan. Sedangkan dari gambar 4.6 (b) dan (c) pada tahun 2020 dan 2021 seluruh kecamatan di kabupaten Sidoarjo mengalami tingkat ancaman sambaran petir

dengan kategori tinggi. Kecamatan dengan tingkat ancaman sambaran petir tinggi merupakan daerah yang berbahaya sehingga perlu waspada jika terjadi petir.

4.2 Trend Signifikan

4.2.1 Uji Autokorelasi

Data kerapatan sambaran petir memiliki periode waktu 4 bulanan dan 6 bulanan yang dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut ini:



Gambar 4.7 Grafik Kerapatan Sambaran Petir Tiap Bulan (per km²)

Uji autokorelasi dapat diidentifikasi menggunakan koefisien korelasi lag ke-1 (r_1) pada persamaan (2.1). Berikut proses menghitung koefisien korelasi lag ke-1 (r_1) pada data periode waktu 4 bulanan (lampiran 3) di kecamatan Balongbendo:

$$r_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \bar{x})(x_{i+1} - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{14} \frac{(x_i - \bar{x})(x_{i+1} - \bar{x})}{14}}{\sum_{i=1}^{15} \frac{(x_i - \bar{x})^2}{15}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{(304-201)(39-201)}{\frac{14}{\frac{(304-201)^2}{15}}} + \frac{(39-201)(94-201)}{\frac{14}{\frac{(39-201)^2}{15}}} + \dots + \frac{(268.25-201)(0-201)}{\frac{14}{\frac{(268.25-201)^2}{15}}} \\
&= \frac{-1852.02}{1054.73} + \frac{1934.98}{2634.13} + \dots + \frac{-1497.45}{448.23} \\
&= \frac{-11682.37}{48939.9} \\
&= -0.19
\end{aligned}$$

Kemudian koefisien korelasi lag ke-1 (r_1) pada data periode waktu 6 bulanan (lampiran 4) di kecamatan Balongbendo:

$$\begin{aligned}
r_1 &= \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \bar{x})(x_{i+1} - \bar{x})}{\frac{n-1}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} \\
&= \frac{\sum_{i=1}^9 (x_i - \bar{x})(x_{i+1} - \bar{x})}{\frac{9}{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}} \\
&= \frac{\frac{(227.5-201.3)(63.8-201.3)}{9}}{\frac{(227.5-201.3)^2}{10}} + \frac{\frac{(63.8-201.3)(156.7-201.3)}{9}}{\frac{(63.8-201.3)^2}{10}} + \dots + \frac{\frac{(180.7-201.3)(0-201.3)}{9}}{\frac{(180.7-201.3)^2}{10}} \\
&= \frac{-400.2}{68.6} + \frac{681.7}{1889.7} + \dots + \frac{461.5}{42.6} \\
&= \frac{-5204.1}{15902.9} \\
&= -0.32
\end{aligned}$$

Data runtun waktu dikatakan tidak berautokorelasi di tingkat signifikansi 5% jika nilai r_1 berada dalam interval persamaan (2.2) pada periode waktu 4 bulanan di kecamatan Balongbendo berikut ini:

$$\begin{aligned}
\frac{-1-1.96\sqrt{n-2}}{n-1} &\leq r_1 \leq \frac{-1+1.96\sqrt{n-2}}{n-1} \\
\frac{-1-1.96\sqrt{13}}{14} &\leq r_1 \leq \frac{-1+1.96\sqrt{13}}{14} \\
-0.58 &\leq r_1 \leq 0.43
\end{aligned}$$

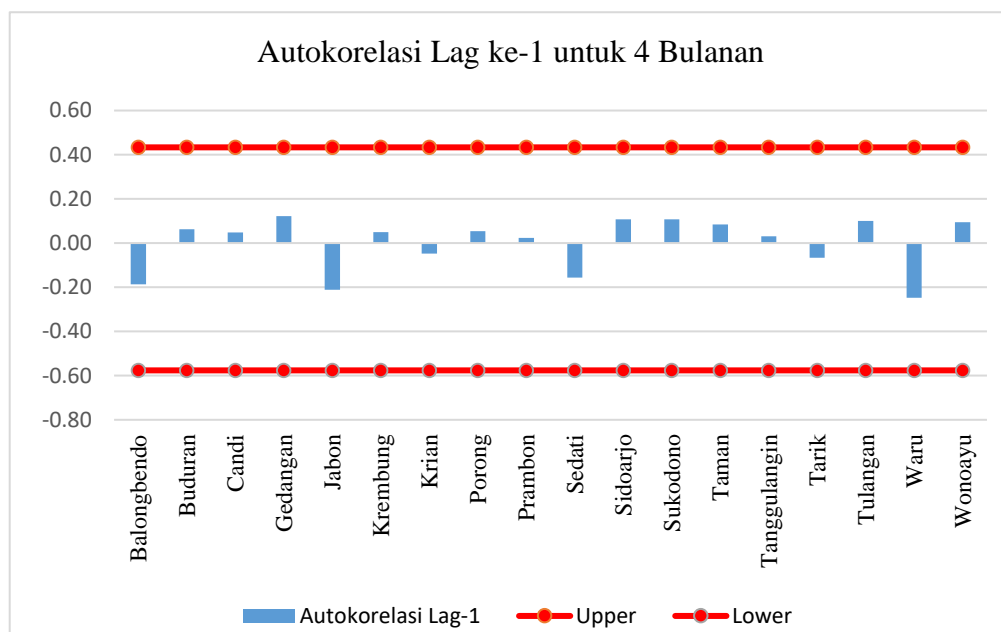
dan interval pada periode waktu 6 bulanan di kecamatan Balongbendo

$$\frac{-1-1.96\sqrt{n-2}}{n-1} \leq r_1 \leq \frac{-1+1.96\sqrt{n-2}}{n-1}$$

$$\frac{-1-1.96\sqrt{8}}{9} \leq r_1 \leq \frac{-1+1.96\sqrt{8}}{9}$$

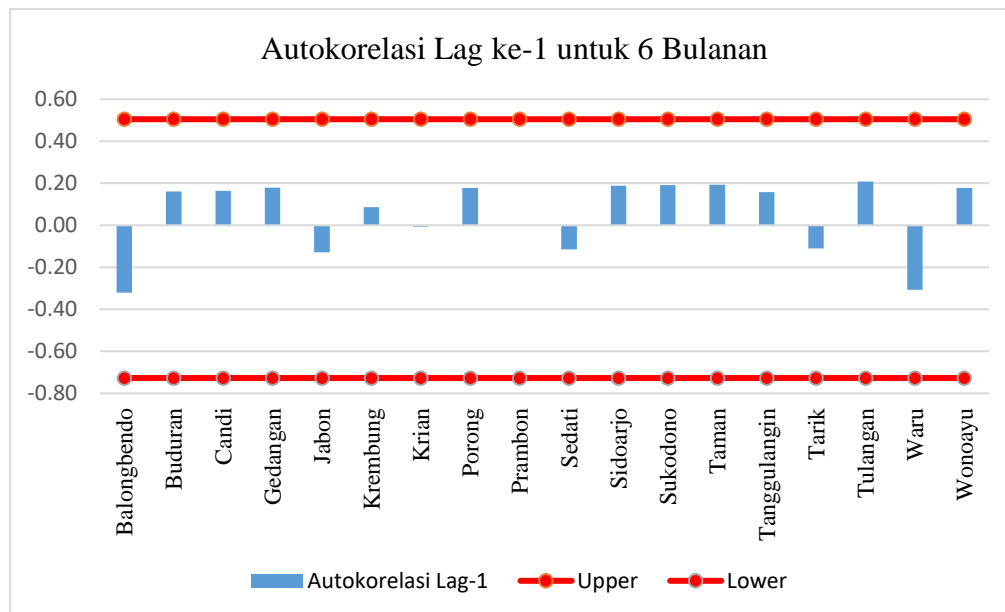
$$-0.73 \leq r_1 \leq 0.5$$

Nilai koefisien korelasi lag ke-1 (r_1) untuk kecamatan berikutnya periode 4 bulanan tertera pada lampiran 5 dan periode 6 bulanan pada lampiran 6. Sehingga diperoleh gambar ACF sebagai berikut



Gambar 4.8 Plot Koef. Autokorelasi Lag ke-1 Periode Waktu 4 Bulanan

Pada gambar 4.8 dapat dilihat koefisien autokorelasi lag ke-1 (r_1) seluruh kecamatan di kabupaten Sidoarjo tidak melewati batas atas 0.4 dan batas bawah -0.58 yang berarti data tidak berautokorelasi.



Gambar 4.9 Plot Koef. Autokorelasi Lag ke-1 Periode Waktu 6 Bulanan

Pada gambar 4.9 dapat dilihat koefisien autokorelasi lag ke-1 (r_1) seluruh kecamatan di kabupaten Sidoarjo tidak melewati batas atas 0.5 dan batas bawah -0.73 yang berarti data tidak berautokorelasi. Hasil lebih rinci terdapat pada lampiran 4 dan 5. Apabila data pada periode waktu 4 bulan dan 6 bulan bebas dari autokorelasi, maka dapat dilakukan uji *trend Mann-Kendall*.

4.2.2 Uji *Trend Mann-Kendall*

Setelah itu dilakukan uji *trend Mann-Kendall* dengan pengujian signifikansi parameter untuk mengetahui adanya *trend* atau tidak dalam suatu periode data.

Hipotesis pengujian signifikansi parameter yang digunakan ialah:

H_0 : tidak terdapat *trend* yang signifikan

H_1 : terdapat *trend* yang signifikan

Dengan daerah kritis atau daerah tolak H_0 : $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$, dimana $Z_{\frac{\alpha}{2}} = 1.96$. Berikut adalah proses perhitungan uji *trend Mann-Kendall* pada periode waktu 6 bulan di kecamatan Balongbendo menggunakan pers (2.4) dan (2.5):

$$\begin{aligned}
S &= \sum_i^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(x_j - x_i) \\
&= \sum_{i=1}^9 [\sum_{j=i+1}^{10} \text{sign}(x_j - x_i)] \\
&= \sum_{i=1}^9 [\text{sign}(x_2 - x_i) + \text{sign}(x_3 - x_i) + \dots + \text{sign}(x_{10} - x_i)] \\
&= [\text{sign}(x_2 - x_1) + \text{sign}(x_3 - x_1) + \dots + \text{sign}(x_{10} - x_1)] + \\
&\quad [\text{sign}(x_3 - x_2) + \text{sign}(x_4 - x_2) + \dots + \text{sign}(x_{10} - x_2)] + \dots + \\
&\quad [\text{sign}(x_{10} - x_9)] \\
&= [-1 + (-1) + \dots + 1] + [1 + (-1) + \dots + 1] + \dots + [-1] \\
&= 9
\end{aligned}$$

dan $Var(S)$ dihitung menggunakan persamaan (2.6) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
Var(S) &= \frac{[n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i i(i-1)(2i+5)]}{18} \\
&= \frac{[10(10-1)(2(10)+5)-0]}{18} \\
&= 125
\end{aligned}$$

karena nilai $S > 0$, maka menghitung Z menggunakan persamaan (2.7) berikut ini:

$$\begin{aligned}
Z &= \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} \\
&= \frac{9-1}{\sqrt{125}} \\
&= 0.72
\end{aligned}$$

Dengan menggunakan taraf signifikan 0.05 dan kriteria uji $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$ maka H_0 diterima (tidak terdapat *trend* yang signifikan). Selanjutnya merupakan tabel uji *trend Mann-Kendall* periode waktu 4 bulanan dan 6 bulanan dengan bantuan *software RStudio*.

Tabel 4.1 Uji *Trend Mann-Kendall*

Kecamatan	Skala Waktu	Parameter			Keputusan
		S	Var(S)	Z	
Balongbendo	4 Bulanan	19	408	0.89	Tidak signifikan
	6 Bulanan	9	125	0.72	Tidak signifikan
Buduran	4 Bulanan	25	408	1.19	Tidak signifikan
	6 Bulanan	21	125	1.79	Tidak signifikan
Candi	4 Bulanan	40	407	1.93	Tidak signifikan
	6 Bulanan	23	125	1.97	Signifikan
Gedangan	4 Bulanan	23	408	1.09	Tidak signifikan
	6 Bulanan	15	125	1.25	Tidak signifikan
Jabon	4 Bulanan	27	408	1.29	Tidak signifikan
	6 Bulanan	17	125	1.43	Tidak signifikan
Krebung	4 Bulanan	47	408	2.28	Signifikan
	6 Bulanan	21	125	1.79	Tidak signifikan
Krian	4 Bulanan	31	408	1.48	Tidak signifikan
	6 Bulanan	17	125	1.43	Tidak signifikan
Porong	4 Bulanan	39	408	1.88	Tidak signifikan
	6 Bulanan	21	125	1.79	Tidak signifikan
Prambon	4 Bulanan	41	408	1.98	Signifikan
	6 Bulanan	21	125	1.79	Tidak signifikan
Sedati	4 Bulanan	11	408	0.49	Tidak signifikan
	6 Bulanan	13	125	1.07	Tidak signifikan
Sidoarjo	4 Bulanan	39	408	1.88	Tidak signifikan
	6 Bulanan	21	125	1.79	Tidak signifikan
Sukodono	4 Bulanan	31	408	1.48	Tidak signifikan
	6 Bulanan	19	125	1.61	Tidak signifikan
Taman	4 Bulanan	27	408	1.29	Tidak signifikan
	6 Bulanan	19	125	1.61	Tidak signifikan
Tanggulangin	4 Bulanan	35	408	1.68	Tidak signifikan
	6 Bulanan	23	125	1.97	Signifikan
Tarik	4 Bulanan	27	408	1.29	Tidak signifikan
	6 Bulanan	13	125	1.07	Tidak signifikan
Tulangan	4 Bulanan	45	408	2.18	Signifikan
	6 Bulanan	21	125	1.79	Tidak signifikan
Waru	4 Bulanan	5	408	0.2	Tidak signifikan
	6 Bulanan	11	125	0.89	Tidak signifikan
Wonoayu	4 Bulanan	41	408	1.98	Signifikan
	6 Bulanan	19	125	1.61	Tidak signifikan

Tabel 4.1 menunjukkan nilai S , $Var(S)$, dan Z untuk semua periode waktu di setiap kecamatan. Nilai Z positif menggambarkan adanya *trend* naik dan Z negatif menggambarkan *trend* turun. Pada periode 4 bulanan menunjukkan *trend* positif

yang signifikan terjadi di kecamatan Krembung, Prambon, Tulangan dan Wonoayu. *Trend* positif signifikan lainnya ditunjukkan periode 6 bulanan di kecamatan Candi dan Tanggulangin.

4.3 Analisis *Trend* Secara Spasial

4.3.1 Estimasi *Sen's Slope*

Dari uji *trend Mann-Kendall* dapat diketahui kecamatan mana saja yang memiliki *trend* signifikan. Selanjutnya, akan dilakukan estimasi *Sen's Slope* untuk mengetahui besarnya *trend*. Berikut proses estimasi *Sen's Slope* yang diperoleh dari persamaan (2.8) dan (2.9) pada periode 6 bulanan di kecamatan Balongbendo:

$$\begin{aligned}\beta &= \left\{ \frac{x_2-x_1}{2-1}, \frac{x_3-x_1}{3-1}, \dots, \frac{x_{10}-x_1}{10-1}, \frac{x_3-x_2}{3-2}, \frac{x_4-x_2}{4-2}, \dots, \frac{x_9-x_8}{9-8}, \frac{x_{10}-x_8}{10-8}, \frac{x_{10}-x_2}{10-2} \right\} \\ &= \{-163.7, -35.4, \dots, -5.2, 92.8, -2.9, \dots, 14.6, 268.7, 58.2, -152.3\} \\ \beta_{median} &= \beta_{\frac{N+1}{2}} \\ &= \beta_{\frac{45+1}{2}} \\ &= \beta_{23} \\ &= 13\end{aligned}$$

Besarnya *trend* di kecamatan Balongbendo pada periode 6 bulanan diketahui yaitu 13. Nilai *slope* positif mengindikasikan peningkatan *trend* kerapatan sambaran petir, sedangkan *slope* negatif mengindikasikan penurunan *trend* kerapatan sambaran petir. Estimasi *sen's slope* kerapatan sambaran petir periode 4 bulanan dan 6 bulanan di kabupaten Sidoarjo dengan bantuan *software RStudio* selengkapnya ditampilkan pada tabel berikut ini.

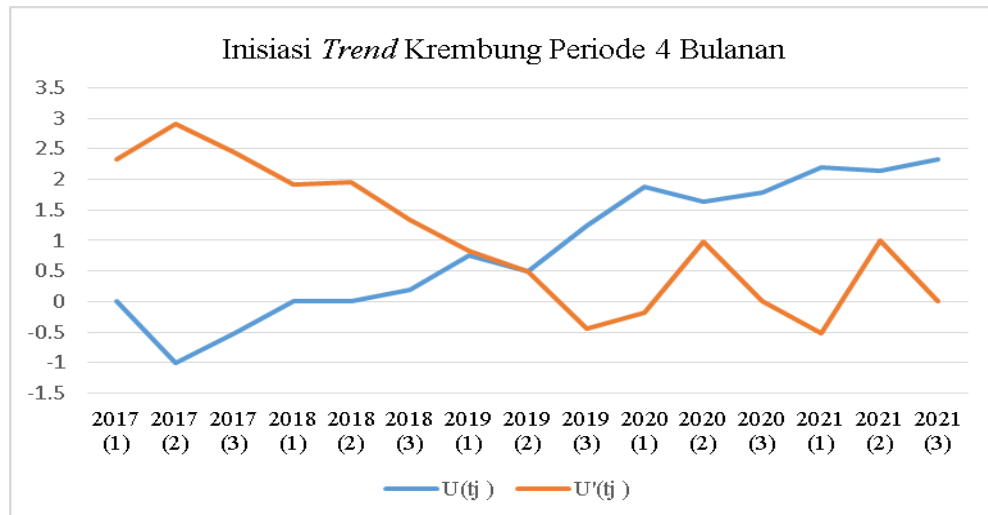
Tabel 4.2 Estimasi *Sen's Slope*

Kecamatan	<i>Sen's Slope</i>	
	4 Bulanan	6 Bulanan
Balongsendo	5	13
Buduran	9	26
Candi	17	34
Gedangan	3	11
Jabon	7	15
Kremlung	18	40
Krian	14	32
Porong	7	18
Prambon	12	24
Sedati	5	17
Sidoarjo	14	40
Sukodono	8	22
Taman	11	28
Tanggulngin	11	33
Tarik	7	14
Tulangan	12	34
Waru	2	16
Wonoayu	13	34

Pada tabel 4.2 dapat diketahui bahwa kerapatan sambaran petir di setiap kecamatan kabupaten Sidoarjo periode 4 bulanan dan 6 bulanan bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya *trend* kerapatan sambaran petir di kabupaten Sidoarjo mengalami peningkatan.

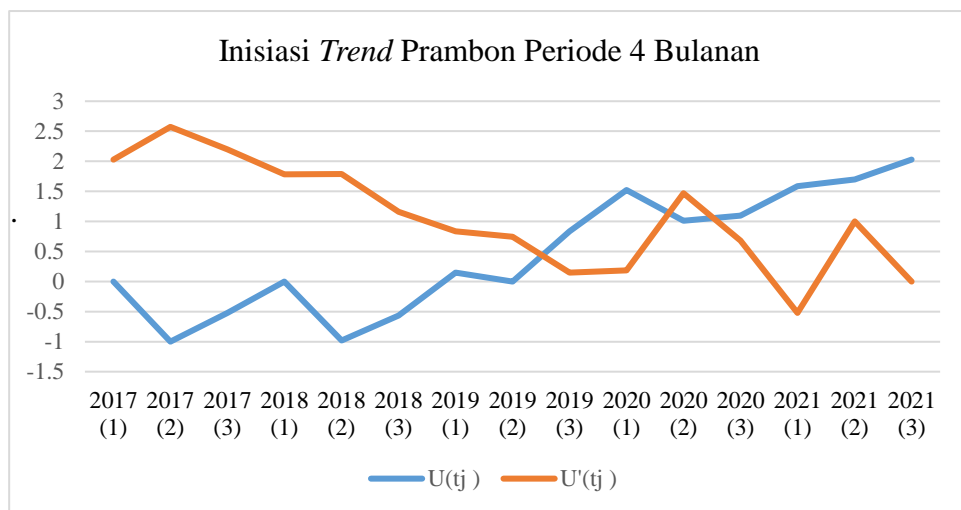
4.3.2 Korelasi Peringkat *Mann-Kendall*

Korelasi Peringkat *Mann-Kendall* dilakukan pada data yang terdeteksi *trend* signifikan untuk mengetahui awal kemunculan *trend*. Hasil korelasi peringkat *Mann-Kendall* untuk setiap kecamatan dengan bantuan *software RStudio* menggunakan persamaan (2.12) dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini:



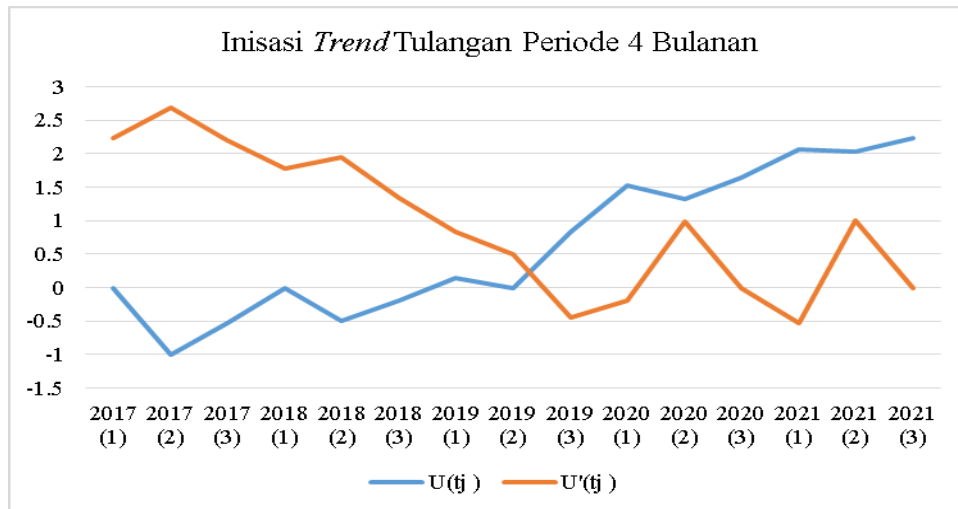
Gambar 4.10 Korelasi Peringkat *Mann-Kendal* 4 Bulanan Kecamatan Krembung

Gambar 4.10 menunjukkan hasil perpotongan kurva $U(t_j)$ dan $U'(t_j)$ yaitu inisiasi *trend* signifikan periode 4 bulanan di kecamatan Krembung terjadi pada tahun 2019 periode kedua bulan Mei sampai dengan Agustus.



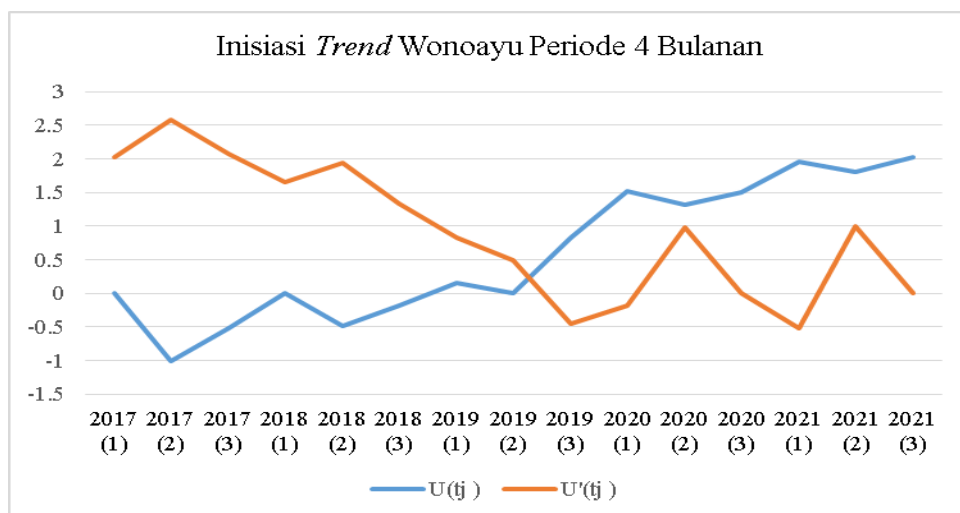
Gambar 4.11 Korelasi Peringkat *Mann-Kendal* 4 Bulanan Kecamatan Prambon

Gambar 4.11 menunjukkan hasil perpotongan kurva $U(t_j)$ dan $U'(t_j)$ yaitu inisiasi *trend* signifikan periode 4 bulanan di kecamatan Prambon terjadi pada tahun 2019 periode ketiga bulan September sampai dengan Desember.



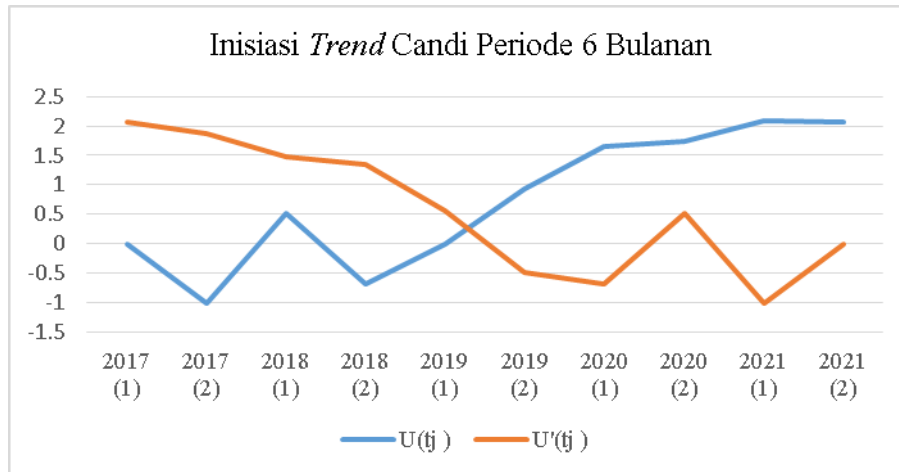
Gambar 4.12 Korelasi Peringkat *Mann-Kendal* 4 Bulanan Kecamatan Tulangan

Gambar 4.12 menunjukkan hasil perpotongan kurva $U(t_j)$ dan $U'(t_j)$ yaitu inisiasi *trend* signifikan periode 4 bulanan di kecamatan Tulangan terjadi pada tahun 2019 periode ketiga bulan September sampai dengan Desember.



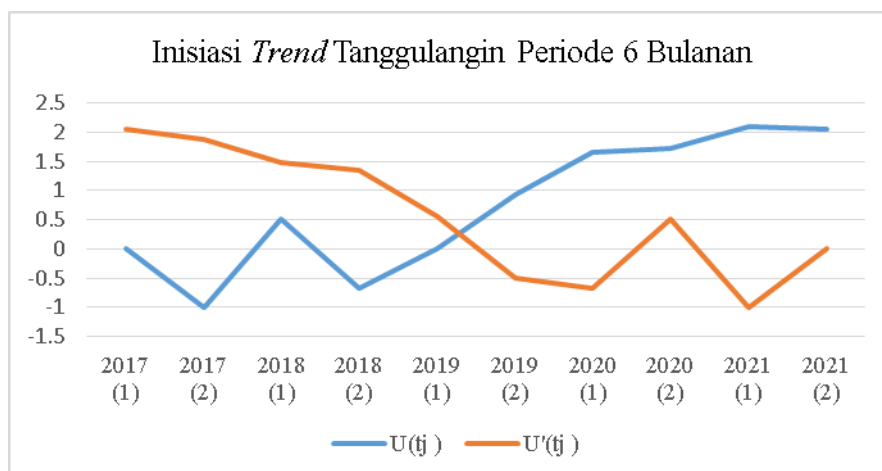
Gambar 4.13 Korelasi Peringkat *Mann-Kendal* 4 Bulanan Kecamatan Wonoayu

Gambar 4.13 menunjukkan hasil perpotongan kurva $U(t_j)$ dan $U'(t_j)$ yaitu inisiasi *trend* signifikan periode 4 bulanan di kecamatan Wonoayu terjadi pada tahun 2019 periode ketiga bulan September sampai dengan Desember.



Gambar 4.14 Korelasi Peringkat *Mann-Kendal* 6 Bulanan Kecamatan Candi

Gambar 4.14 menunjukkan hasil perpotongan kurva $U(t_j)$ dan $U'(t_j)$ yaitu inisiasi *trend* signifikan periode 6 bulanan di kecamatan Candi terjadi pada tahun 2019 periode kedua bulan Juli-Agustus-September sampai dengan Desember.



Gambar 4.15 Korelasi Peringkat *Mann-Kendal* 6 Bulanan Kecamatan Tanggulangin

Gambar 4.15 menunjukkan hasil perpotongan kurva $U(t_j)$ dan $U'(t_j)$ yaitu inisiasi *trend* signifikan periode 6 bulanan di kecamatan Tanggulangin terjadi pada tahun 2019 periode kedua bulan Juli sampai dengan Desember.

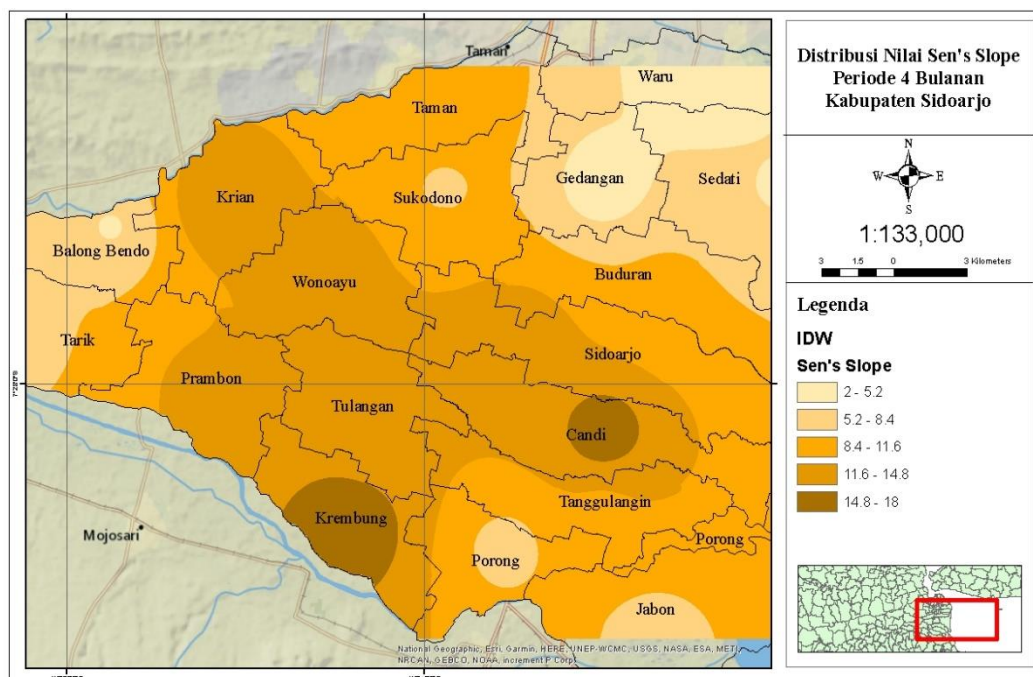
Berikut tabel hasil rekapan inisiasi *trend* setiap kecamatan:

Tabel 4.3 Rekapan Inisiasi Trend

Kecamatan	Inisiasi <i>Trend</i>	
	4 Bulanan	6 Bulanan
Krembung	2019 periode 2	-
Prambon	2019 periode 3	-
Tulangan	2019 periode 3	-
Wonoayu	2019 periode 3	-
Candi	-	2019 periode 3
Tanggulangin	-	2019 periode 3

4.3.3 Interpolasi Spasial *Trend*

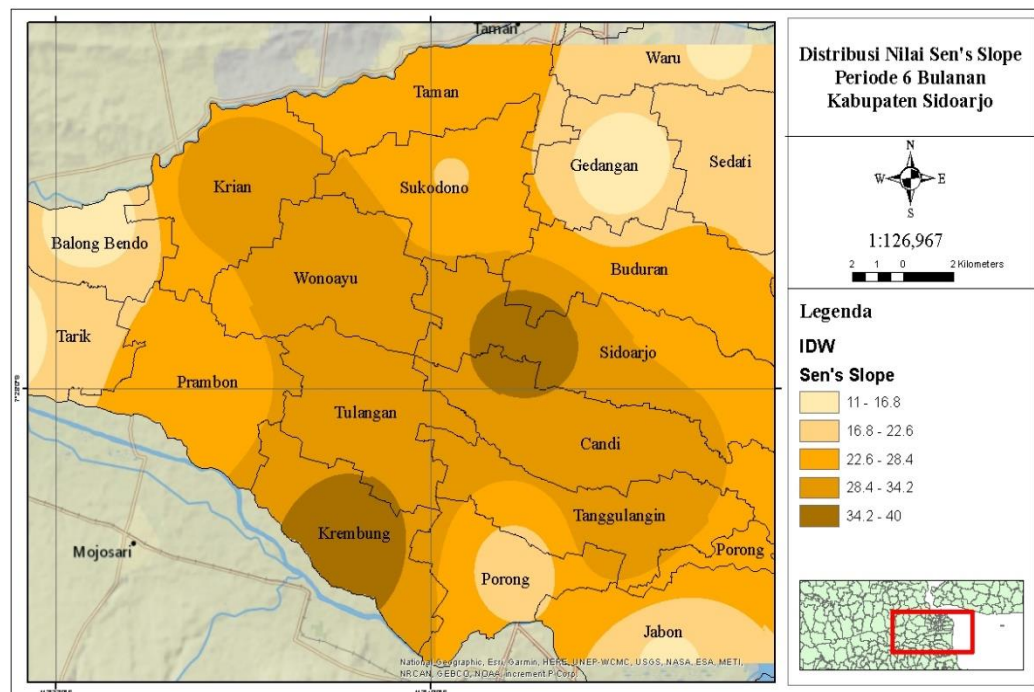
Besarnya *trend* yang telah diperoleh dari estimasi *sen's slope* pada tabel 4.3 kemudian akan diinterpolasi menggunakan metode IDW (*Invers Distance Weighted*) menggunakan *software ArcGis 10.4*. Tujuan interpolasi ini untuk mengetahui sebaran besarnya *trend* tiap periode waktu serta mengetahui apakah tutupan lahan dan ketinggian wilayah tersebut mempengaruhi besarnya *trend* kerapatan sambaran petir di kabupaten Sidoarjo. Legenda pada hasil interpolasi memiliki makna pada warna. Semakin gelap warna yang ditunjukkan pada interval *sen's slope* maka semakin besar peningkatan *trend* kerapatan sambaran petir yang dialami oleh wilayah tersebut. Sebaliknya, semakin terang warna menunjukkan *trend* kerapatan sambaran petir semakin turun pada wilayah tersebut. Hasil interpolasi untuk periode 4 bulanan dan 6 bulanan dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 4.16 Interpolasi *Sen's Slope* Periode 4 Bulan

Gambar 4.14 menunjukkan interpolasi *sen's slope trend* kerapatan sambaran petir periode 4 bulan interval terendah 2 sampai 5,2 dialami oleh kecamatan Balongbendo, Waru, Jabon, Gedangan dan Sedati. Kecamatan Balongbendo berada pada ketinggian 6-19,5 mdpl dengan tutupan lahan berupa pemukiman, industri dan sebagian besar area pertanian. Kecamatan Waru merupakan kawasan yang sebagian besar tutupan lahannya berupa pemukiman dan pertambakan. Kecamatan Jabon berada pada ketinggian 6 mdpl dengan tutupan lahan berupa pemukiman, pertanian dan sebagian besar area pertambakan. Kecamatan Gedangan berada pada ketinggian 6 mdpl dengan tutupan lahan pertanian dan dipadati pemukiman. Kecamatan Sedati merupakan daerah pertambakan dan berada pada ketinggian 6 mdpl. Interval tertinggi 14,8 sampai 18 dialami oleh Kecamatan Krembung dan Candi. Kecamatan Krembung berada pada ketinggian 13 mdpl dengan sebagian besar tutupan lahan berupa area pertanian dan sisanya pemukiman. Kecamatan

Candi berada di wilayah bagian tengah dengan ketinggian 6-13 mdpl yang tutupan lahan berupa area pemukiman



Gambar 4.17 Interpolasi *Sen's Slope* Periode 6 Bulanan

Gambar 4.15 menunjukkan interpolasi *sen's slope trend* kerapatan sambaran petir periode 6 bulan interval terendah 11 sampai 16,8 dialami oleh kecamatan Jabon, Gedangan, Waru dan Balongbendo. Kecamatan Balongbendo berada pada ketinggian 6-19,5 mdpl dengan tutupan lahan berupa pemukiman, industri dan sebagian besar area pertanian. Kecamatan Waru merupakan kawasan yang sebagian besar tutupan lahannya berupa pemukiman dan pertambakan. Kecamatan Jabon berada pada ketinggian 6 mdpl dengan tutupan lahan berupa pemukiman, pertanian dan sebagian besar area pertambakan. Kecamatan Gedangan berada pada ketinggian 6 mdpl dengan tutupan lahan pertanian dan dipadati pemukiman. Interval tertinggi yaitu 34,2 hingga 40 dialami oleh kecamatan Candi, Krembung dan Sidoarjo. Kecamatan Krembung berada pada ketinggian 13 mdpl dengan

sebagian besar tutupan lahan berupa area pertanian dan sisanya pemukiman. Kecamatan Sidoarjo berada pada ketinggian 6-13 mdpl dengan tutupan lahan berupa pertanian dan dipadati pemukiman. Kecamatan Candi berada di wilayah bagian tengah dengan ketinggian 6-13 mdpl yang tutupan lahan berupa area pemukiman.

4.4 Kajian Petir dalam Islam

Integrasi Al-Qur'an tentang petir ada di dalam Q.S Ar-Ra'd ayat 12 yang artinya "*Dialah Rabb yang memperlihatkan kilat kepadamu untuk menimbulkan ketakutan dan harapan dan Dia mengadakan awan mendung*". Ketakutan dan harapan menjadi dualitas dalam diri manusia. Harapan mendorong manusia untuk mencapai tujuan tertentu sedangkan ketakutan akan menghambat manusia untuk mencapai tujuan tertentu. Jika dianalogikan manusia sering di gas dan berlaju cepat oleh sebuah harapan, tetapi manusia juga di rem oleh rasa ketakutan. Sehingga, antara ketakutan dan harapan harus diseimbangkan oleh manusia dalam melangkah.

Kilat merupakan salah satu tanda akan munculnya petir. Petir terjadi karena pelepasan muatan akibat perbedaan potensial antara bumi dengan awan yang menimbulkan harapan dan ketakutan. Harapan tersebut muncul ketika sedang di dalam rumah mengharapkan turunnya hujan agar membasahi lahan-lahan yang kering sehingga menjadi rezeki. Sedangkan, ketakutan tertimpa bahaya kilat muncul ketika berada di luar rumah. Ketakutan tersebut muncul karena kesulitan yang ditimbulkan apabila mengenai manusia dapat menyebabkan luka bakar, kerusakan saraf, henti jantung mendadak, cedera mata akibat panas, cedera pendengaran, hingga mengalami kematian.

Dari Abdullah bin Zubair jika mendengar guntur, maka dia berhenti berbicara lalu berkata “Mahasuci Allah, guntur itu bertasbih dengan memuji Allah, demikian pula malaikat karena takut kepada-Nya”. Kemudian ia mengatakan “Sesungguhnya guntur itu ancaman yang keras bagi penduduk bumi” diriwayatkan oleh Imam Malik dalam kitab Al-Muwaththa’ dan Al-Bukhori dalam kitab Al-Adab. Antisipasi yang dapat dilakukan untuk meminimalisir bahaya sambaran petir adalah dengan mengetahui wilayah mana saja yang memiliki *trend* signifikan sambaran petir di setiap periode waktu dengan analisis *trend* spatio-temporal. Metode *Mann-Kendall* digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya *trend* yang signifikan kemudian hasil nilai tersebut diinterpolasi pada suatu wilayah. Sehingga menjadi peringatan dini dan upaya yang dapat dilakukan dengan berlindung di dalam rumah menjauhi peralatan yang menghantarkan listrik, menghindari berada di lapangan atau bawah pohon ketika ada petir dan tak lupa untuk selalu berdoa mengharapkan keselamatan terhindar dari bahaya sambaran petir.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada penelitian ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik kerapatan petir di kabupaten Sidoarjo selama 5 tahun, nilai maksimum terjadi pada bulan Desember 2019. Rata-rata kerapatan petir tertinggi terjadi di kabupaten Sidoarjo sebanyak 932 sambaran per km². Secara umum kerapatan sambaran petir di kabupaten Sidoarjo pada bulan Juli, Agustus dan September cenderung lebih sedikit.
2. *Trend* sambaran petir menggunakan metode *Mann-Kendall* menghasilkan *trend* positif yang signifikan pada periode 4 bulanan yang terjadi di kecamatan Krembung, Prambon, Tulangan dan Wonoayu. Sedangkan, periode 6 bulanan terjadi di kecamatan Candi dan Tanggulangin.
3. Inisiasi *trend* yang signifikan periode 4 bulanan dan 6 bulanan terjadi pada tahun 2019. Besarnya *trend* yang ditentukan dengan estimasi *sen's slope* menunjukkan *trend* peningkatan kerapatan sambaran petir di seluruh kecamatan pada periode 4 bulanan dan 6 bulanan. Menurut distribusi *trend spatio-temporal* pada periode 4 bulanan nilai *slope* 14,8-18 dan *slope* periode 6 bulanan yaitu 34,2 – 40 terjadi di area pertanian dan pemukiman dengan ketinggian 13 mdpl.

5.2 Saran

Penelitian ini menggunakan metode *Mann-Kendall* dalam mendeteksi *trend* dan metode IDW untuk interpolasi spasial nilai *trend*. Penelitian selanjutnya diharapkan mendeteksi *trend* menggunakan metode non parametrik yang berbeda seperti *Spearman's Rho* dan interpolasi spasial menggunakan metode *kriging* agar hasilnya dapat dibandingkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, A., Islami, M. I., Jaya, A. K., & Bakri, B. (2020). Spatio-Temporal Model of Rainfall Data Using Kalman Filter and Expectation-Maximization Algorithm. *Jurnal Matematika, Statistika Dan Komputasi*, 17(2), 304–313. <https://doi.org/10.20956/jmsk.v17i2.11918>
- Azpurua, M., & dos Ramos, K. (2010). A comparison of spatial interpolation methods for estimation of average electromagnetic field magnitude. *Progress In Electromagnetics Research M*, 14(January), 135–145.
- Bickel, P. J., Klaassen, C. A. J., Ritov, Y., & Wellner, J. A. (2005). Semiparametric Inference and Models. *Working Paper*, 1–26.
- BPS. (n.d.). *Kabupaten Sidoarjo*. Retrieved April 30, 2022, from <https://sidoarjo.kab.bps.go.id/>
- Fahamsyah, M. (2020). *Metode DBSCAN Clustering untuk Analisis Pola Penyebaran Petir di Pasuruan*.
- Furfey, P. H., & Siegel, S. (1957). Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. *The American Catholic Sociological Review*, 18(2), 163.
- Gavrilov, M. B., Tošić, I., Marković, S. B., Unkašević, M., & Petrović, P. (2016). Analysis of annual and seasonal temperature trends using the Mann-Kendall test in Vojvodina, Serbia. *Idojaras*, 120(2), 183–198.
- Ginting, Y. T., Giga, A., Pane, A., & Agung, U. D. (2020). Simulasi Tegangan Induksi Kabel Akibat Arus Petir Pada Kawat. *Teknologi Energi Udara*, 9(2), 115–122.
- Gocic, M., & Trajkovic, S. (2013). Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia. *Global and Planetary Change*, 100, 172–182.
- Gumus, V., Simsek, O., Avsaroglu, Y., & Agun, B. (2021). Spatio-temporal trend analysis of drought in the GAP Region, Turkey. *Natural Hazards*, 109(2), 1759–1776. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04897-1>
- Han, W., Liang, C., Jiang, B., Ma, W., & Zhang, Y. (2016). Major natural disasters in China, 1985–2014: Occurrence and damages. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(11), 2014–2015. <https://doi.org/10.3390/ijerph13111118>
- Helsel, D. R., & Hirsch, R. M. (2002). *Statistical methods in water resources*. Reston: U.S. Geological Survey. <https://doi.org/10.2307/1269385>
- Khaled H, H., & Rao, R. (1998). A modified Mann-Kendall trend test for

autocorrelated data. *Atmospheric Research*, 204, 182–196. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.06.019>

- Pabla, A. S. (1981). *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Penerbit Erlangga.
- Pasaribu, J. M., & Haryani, N. S. (2012). Perbandingan Teknik Interpolasi Dem Srtm Dengan Metode Inverse Distance Weighted (Idw), Natural Neighbor Dan Spline (Comparison of Dem Srtm Interpolation Techniques Using Inverse Distance Weighted (Idw), Natural Neighbor and Spline Method). *Jurnal Penginderaan Jauh*, 9(2), 126–139.
- Pramono, G. H. (2008). Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan. *Forum Geografi*, 22(2), 145. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v22i2.4988>
- Resantie, L., & Budi, S. E. (2020). *Identifikasi Pola Perkembangan Wilayah di Kabupaten Sidoarjo Tahun 2009-2020*. 10(2).
- RI, D. A. (2015). *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. CV. Darus Sunnah.
- Safitri, P. I. (2005). *MEMAHAMI MAKNA PADA KATA-KATA MUTIARA HAMKA (HAMKA QUOTES): TINJAUAN KESANTUNAN BERBAHASA*. 1, 1–8.
- Sen, P. K. (1968). Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63(324), 1379–1389. <https://doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>
- Suharyadi, & Purwanto. (2004). *Statistik untuk Ekonomi dan Keuangan Modern*. Salemba Empat.
- Suryanto, J., & Krisbiyanto, J. (2018). Analisis Kecenderungan Curah Hujan Kabupaten Magelang Menggunakan Uji Mann-Kendall dan Variasi Modifikasi Mann-Kendall. *Skripsi, XVII*.
- Susanto, E., Rizky, M., Wahyuddin, N., Setyahagi, A. R., Hidayat, R., & Bmkg, G. G. (2020). Analisis Spasial dan Temporal Tingkat Ancaman Sambaran Petir CG di Wilayah Provinsi Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Fisika PPs UNM*, 2, 96–97.
- Syaikh, D. 'Abdullah bin M. bin 'Abdurrahman bin I. A. (2003). *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 4* (p. 580). Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Tongkukut, S. H. J., & Utara, B. M. (2008). *Identification of the Potential for Lightning Occurrence in North Sulawesi*.
- Yenigün, K., Gümüş, V., & Bulut, H. (2008). Trends in streamflow of the Euphrates basin, Turkey. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Water Management*, 161(4), 189–198. <https://doi.org/10.1680/wama.2008.161.4.189>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Kerapatan Sambaran Petir di Kabupaten Sidoarjo

Kecamatan	Parameter	Bulan (per km ²)											
		Jan	Feb	Mar	Apl	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Balongbendo	Maks	1077	869	542	1049	168	228	5	17	13	44	527	1260
	Min	115	317	128	104	27	1	0	0	0	2	16	36
	Rerata	398	471	348	334	108	60	2	6	5	19	220	445
	Std dev	394	230	163	403	51	95	2	8	5	21	201	489
Buduran	Maks	1446	572	1139	779	111	60	3	6	2	36	458	1747
	Min	26	87	44	28	0	0	0	0	0	0	1	43
	Rerata	391	245	343	237	41	18	1	1	0	13	144	562
	Std dev	605	199	456	323	44	25	1	3	1	15	186	708
Candi	Maks	1731	757	1465	936	147	104	3	3	4	53	640	1727
	Min	41	147	11	18	0	0	0	0	0	0	2	32
	Rerata	467	383	446	288	51	26	1	1	1	16	188	596
	Std dev	725	270	602	399	62	45	1	1	2	22	272	699
Gedangan	Maks	1015	395	501	422	79	39	4	9	3	14	279	1127
	Min	11	18	19	6	1	0	0	0	0	0	1	19
	Rerata	266	133	168	134	29	11	1	2	1	5	98	346
	Std dev	428	160	200	177	32	16	2	4	1	7	112	460
Jabon	Maks	719	408	754	422	33	45	0	1	1	35	287	719
	Min	37	175	34	12	0	0	0	0	0	0	4	16
	Rerata	220	259	275	182	17	17	0	0	0	14	89	287
	Std dev	282	93	284	189	15	23	0	10	0	15	120	304
Krembung	Maks	2238	1914	1330	1468	471	199	0	30	27	57	1060	2173
	Min	14	62	5	7	2	0	0	0	0	0	1	1
	Rerata	628	785	477	439	145	42	0	8	6	13	292	717
	Std dev	953	722	524	622	195	88	0	13	12	25	449	887
Krian	Maks	1739	1142	1054	1250	256	162	4	52	8	57	780	2014
	Min	62	192	46	60	13	0	0	0	0	0	18	44
	Rerata	566	593	466	386	121	41	1	16	2	15	286	690
	Std dev	680	368	376	500	99	68	2	23	3	24	299	817
Porong	Maks	1003	350	782	666	55	42	0	1	0	16	371	813
	Min	6	39	1	4	0	0	0	0	0	0	0	11
	Rerata	248	178	217	198	22	10	0	0	0	7	109	292
	Std dev	428	433	330	292	29	18	0	0	0	8	161	332
Prambon	Maks	935	843	721	868	313	183	0	16	24	35	572	1045
	Min	17	40	17	6	0	0	0	0	0	0	0	10
	Rerata	290	402	268	236	108	39	0	6	5	8	170	358
	Std dev	398	318	284	363	128	81	0	8	11	15	234	435

Lanjutan (lampiran 1) Data Kerapatan Sambaran Petir di Kabupaten Sidoarjo

Kecamatan	Parameter	Bulan (per km ²)											
		Jan	Feb	Mar	Apl	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Sedati	Maks	1537	514	1055	843	167	49	6	73	5	86	472	1959
	Min	177	242	158	71	7	1	0	0	0	0	7	45
	Rerata	521	332	472	309	64	25	2	15	1	22	194	683
	Std dev	571	108	361	312	69	19	3	33	2	36	181	786
Sidoarjo	Maks	2391	1109	2059	1453	290	147	6	5	3	52	913	2872
	Min	31	71	15	21	0	0	0	0	0	0	1	50
	Rerata	645	475	595	403	91	37	2	1	1	18	255	932
	Std dev	1016	439	854	618	126	63	3	2	1	21	387	1170
Sukodono	Maks	1217	607	760	617	107	48	2	6	6	24	486	1468
	Min	31	44	8	18	0	0	0	0	0	0	3	18
	Rerata	330	255	246	182	45	13	0	2	1	6	136	451
	Std dev	513	224	315	258	53	20	1	3	3	10	202	605
Taman	Maks	2032	795	1101	753	179	62	3	23	6	52	599	2379
	Min	57	121	28	30	8	1	0	0	0	0	1	13
	Rerata	566	348	394	255	67	22	1	6	1	15	202	739
	Std dev	840	268	429	301	70	24	1	10	3	22	235	980
Tanggulangin	Maks	1401	479	1314	808	122	52	0	0	2	31	568	1327
	Min	14	84	9	11	0	0	0	0	0	0	3	11
	Rerata	366	258	378	270	40	17	0	0	0	11	152	466
	Std dev	593	178	544	366	52	24	0	0	1	13	242	546
Tarik	Maks	655	713	375	732	123	166	1	12	20	56	433	800
	Min	47	142	63	46	10	2	0	0	0	0	11	41
	Rerata	226	302	200	215	64	40	0	4	6	16	148	271
	Std dev	263	237	121	292	46	71	0	5	9	23	167	319
Tulangan	Maks	1926	950	1201	1257	205	115	0	13	3	62	875	1822
	Min	7	48	5	12	2	0	0	0	0	0	1	6
	Rerata	502	495	376	349	82	25	0	3	1	14	247	608
	Std dev	822	388	501	538	96	50	0	6	1	27	376	740
Waru	Maks	1421	492	927	572	128	48	15	60	2	83	350	1898
	Min	139	256	139	122	4	1	0	0	0	0	3	25
	Rerata	550	345	500	265	57	32	3	13	1	24	183	632
	Std dev	511	102	351	185	57	19	7	27	1	36	152	761
Wonoayu	Maks	1486	720	1031	1040	169	108	4	32	3	37	713	1658
	Min	7	39	10	9	0	0	0	0	0	0	2	10
	Rerata	400	411	333	275	70	24	1	8	1	9	203	529
	Std dev	628	286	414	439	83	47	2	14	1	16	301	678

Lampiran 2 Tingkat Ancaman Sambaran Petir

Kecamatan	Kerapatan Sambaran Petir				
	2017	2018	2019	2020	2021
Balongbendo	1748	1288	2677	3392	3082
Buduran	536	475	1972	4267	3612
Candi	408	486	2123	2163	4672
Gedangan	384	171	1202	1976	2053
Jabon	496	769	1275	6123	2294
Krembung	1959	580	2923	4836	6176
Krian	1605	1318	3239	2722	4923
Porong	148	148	894	2800	2496
Prambon	913	505	1657	3412	3568
Sedati	1777	1357	2965	6414	3689
Sidoarjo	513	529	3112	2990	6702
Sukodono	325	283	1646	4428	3096
Taman	800	599	2882	3664	4375
Tanggulangin	270	319	1573	2215	3961
Tarik	1029	579	1434	5478	2207
Tulangan	711	317	2065	3031	4945
Waru	1783	1730	3322	4183	3152
Wonoayu	672	467	1964	3329	4028
Maks	1959	1730	3322	6414	6702
Min	148	148	894	1976	2053
Jarak	1811	1582	2428	4438	4649
Ancaman	1022				

Lampiran 3 Data Kerapatan Sambaran Petir 4 Bulanan (per km²)

No	Balongsendo
1	304.00
2	39.00
3	94.00
4	222.50
5	12.50
6	87.00
7	320.75
8	29.00
9	319.50
10	692.00
11	36.50
12	92.25
13	400.50
14	101.75
15	268.25

Lampiran 4 Data Data Kerapatan Sambaran Petir 6 Bulanan (per km²)

No	Balongsendo
1	227.50
2	63.83
3	156.67
4	58.00
5	232.50
6	213.67
7	482.83
8	64.33
9	333.00
10	180.67

Lampiran 5. Hasil Autokorelasi Lag Ke-1 Periode 4 Bulanan

Kecamatan	Autokorelasi Lag ke-1	Upper	Lower
Balongsendo	-0.19	0.43	-0.58
Buduran	0.06	0.43	-0.58
Candi	0.05	0.43	-0.58
Gedangan	0.12	0.43	-0.58
Jabon	-0.21	0.43	-0.58
Kremlung	0.05	0.43	-0.58
Krian	-0.05	0.43	-0.58
Porong	0.05	0.43	-0.58
Prambon	0.02	0.43	-0.58
Sedati	-0.16	0.43	-0.58
Sidoarjo	0.11	0.43	-0.58
Sukodono	0.11	0.43	-0.58
Taman	0.09	0.43	-0.58
Tanggulangin	0.03	0.43	-0.58
Tarik	-0.07	0.43	-0.58
Tulangan	0.10	0.43	-0.58
Waru	-0.25	0.43	-0.58
Wonoayu	0.10	0.43	-0.58

Lampiran 6. Hasil Autokorelasi Lag Ke-1 Periode 6 Bulanan

Kecamatan	Autokorelasi Lag ke-1	Upper	Lower
Balongsendo	-0.32	0.50	-0.73
Buduran	0.16	0.50	-0.73
Candi	0.16	0.50	-0.73
Gedangan	0.18	0.50	-0.73
Jabon	-0.13	0.50	-0.73
Kremlung	0.09	0.50	-0.73
Krian	-0.01	0.50	-0.73
Porong	0.18	0.50	-0.73
Prambon	0.00	0.50	-0.73
Sedati	-0.12	0.50	-0.73
Sidoarjo	0.19	0.50	-0.73
Sukodono	0.19	0.50	-0.73
Taman	0.19	0.50	-0.73
Tanggulangin	0.16	0.50	-0.73
Tarik	-0.11	0.50	-0.73
Tulangan	0.21	0.50	-0.73
Waru	-0.31	0.50	-0.73
Wonoayu	0.18	0.50	-0.73

RIWAYAT HIDUP



Rika Puspita, lahir di kabupaten Situbondo pada tanggal 8 Mei 1999, biasa dipanggil Rika. Penulis tinggal di desa Jetis, kecamatan Besuki, kabupaten Situbondo. Anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan bapak Kaseni dan ibu Rusmiana.

Pendidikan dasar ditempuh di SDN 1 Besuki (2006-2012), kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Suboh (2012-2015), kemudian pendidikan menengah atas di SMAN 1 Suboh (2015-2018) dan tahun 2018 penulis mulai menempuh kuliah di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang mengambil program studi matematika

Selama menjadi mahasiswa, penulis berperan cukup aktif pada komunitas dan kompetisi. Pada tahun 2020 penulis tergabung dalam komunitas tahfidz dan bahasa arab matematika UIN Malang (Al-Farazi). Pada tahun 2021 penulis mendapatkan sertifikat penghargaan sebagai peserta semi finalis 25 besar kegiatan *mathematics paper competition* tingkat mahasiswa se-Indonesia.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Rika Puspita
NIM : 18610035
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Matematika
Judul Skripsi : Analisis *Trend Spatio-Temporal* Sambaran Petir Cloud to
Ground di Kabupaten Sidoarjo
Pembimbing I : Ria Dhea Layla Nur K, M.Si
Pembimbing II : Erma Herawati, M.Pd

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	18 Januari 2022	Konsultasi Bab I	1.
2.	20 Januari 2022	Konsultasi Revisi Bab I	2.
3.	14 Februari 2022	Konsultasi Bab II dan III	3.
4.	8 Maret 2022	Konsultasi Revisi Bab II dan III	4.
5.	14 Maret 2022	Konsultasi Kajian Agama	5.
6.	23 Maret 2022	Konsultasi Revisi Kajian Agama	6.
7.	13 Juni 2022	Konsultasi Bab IV	7.
8.	3 Agustus 2022	Konsultasi Kajian Agama	8.
9.	15 Juni 2022	Konsultasi Revisi Bab IV	9.
11.	23 Juni 2022	Konsultasi Revisi Bab I, II, dan III	11.
12.	14 Juni 2022	Konsultasi Bab IV dan V	12.
13.	16 Juni 2022	Konsultasi Revisi Bab IV dan V	13.
14.	26 Juli 2022	Konsultasi Kajian Agama	14.
15.	2 Agustus 2022	ACC Keseluruhan	15.

Malang, 17 November 2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika

Dr. Elly Susanti, M.Sc

NIP. 19741129 200012 2 005