

KARAKTERISTIK PERISTIWA PETIR TERKAIT CURAH HUJAN DI WILAYAH MAUMERE NUSA TENGGARA TIMUR

Riski Basrin¹, Hadi Imam Sutaji², Apolinaris S. Geru³, Jehunias L. Tanesib⁴

^{1,2,4}Prodi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto-Penfui Kota Kupang

³Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Geofisika Kelas 1, jl. Cak Doko NO. 70,
Kota Kupang

E-mail: Riskibasrin27@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang karakteristik peristiwa petir, khususnya jenis *Cloud to Gground* (CG) terkait curah hujan (CH) di wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa total sambaran petir CG yang terjadi di wilayah Maumere pada periode bulan Desember 2014 sampai November 2019 sebesar 18.194 sambaran dengan sambaran maksimum terjadi pada bulan Nopember sampai April dan sambaran minimum terjadi di bulan Juli sampai Oktober. Untuk curah hujan yang terjadi pada daerah Maumere dan periode tersebut sebesar 4.201 mm dengan pola hujan bertipe monsunial, dimana curah hujan maksimum terjadi di bulan Desember sampai Februari, sedangkan curah hujan minimum terjadi pada bulan Juli sampai Oktober. Peristiwa sambaran petir CG dan curah hujan di wilayah tersebut, umumnya memiliki hubungan yang tidak searah atau tidak kuat namun tergolong pada korelasi sedang. Selain itu, jumlah peristiwa sambaran petir untuk jumlah curah hujan pada setiap tahunnya berbeda yang ditunjukkan dengan nilai perhitungan *Rain-Yield per Flash* (RPF). Hal ini diduga karena adanya beberapa faktor, seperti perubahan cuaca yang begitu cepat, pergerakan angin yang kencang serta adanya faktor lama penyinaran matahari yang terjadi di wilayah tersebut.

Kata kunci: petir *Cloud-To-Ground* (CG); curah hujan; korelasi; RPF

Abstract

Research on the characteristics of lightning events has been carried out, especially the type of cloud to ground (CG) related to rainfall (CH) in the East Nusa Tenggara (NTT) region. The result showed that the total CG lightning strikes that occurred in the Maumere area in the period December 2014 to November 2019 were 18.194 strikes with the maximum strikes occurring from November to April and the minimum incidents occurring from July to October. The rainfall that occurs in these Maumere regions and periods is 4.201 mm with a monsoon-type rain pattern, where the maximum rainfall occurs in December to February, while the minimum rainfall occurs from July to October. The CG lightning strikes events and rainfall in the area, generally have a unidirectional or not strong relationship but are classified as moderate correlation. Also In addition, the number of lightning strikes events for the amount of rainfall in each year is different as indicated by the Rain-Yield per Flash (RPF) calculation value. This is presumably due to several factors, such as rapid weather changes, strong wind movements, and the long time factor of sun exposure in the area.

Keywords: *Cloud-to-Ground* (CG) Lightnin; rainfall, correlation; RPF

PENDAHULUAN

Kepulauan Indonesia berada pada 7°LU-12° LS dan 94° BT -142° BT merupakan daerah khatulistiwa atau daerah tropis dengan tingkat pemanasan serta kelembaman tinggi. Kondisi ini mengakibatkan potensi sambaran petir menjadi sangat tinggi dibandingkan dengan daerah sub tropis [10]. Secara aspek meteorologis dan geografis, Indonesia memiliki kompleksitas dalam fenomena cuaca dan iklim. Atmosfer di atas Indonesia sangat kompleks dan pembentukan awannya sangat unik [9].

Keadaan ini menyebabkan Indonesia termasuk salah satu wilayah yang memiliki intensitas hari guruh (*Thunder Storm Days*) yang cukup tinggi dengan jumlah sambaran rata-rata 200 hari guruh per tahun [9]. Hal ini memungkinkan terjadinya bahaya sambaran petir. Oleh karena itu, petir dianggap sebagai gejala iklim yang secara meteorologis erat hubungannya dengan awan *comulonimbus (cb)* [9].

Peristiwa sambaran petir dapat berupa muatan positif atau muatan negatif, tergantung pada kondisi pergerakan awal atau akhir dari pergerakan muatan tersebut, baik pada muatan positif maupun muatan negatif [11]. Berdasarkan tempatnya, lepasan muatan listrik dapat terjadi dalam satu awan (*Inter Cloud, IC*), antara awan dengan awan (*Cloud to Cloud*), serta dari awan ke bumi (*Cloud to Ground*) [6].

Beberapa penelitian tentang karakteristik petir, terutama yang berkaitan antara petir *Cloud to Ground* dengan curah hujan, misalkan sepanjang tahun 2009 di Bandung dan sekitarnya tercatat aktivitas petir *Cloud to Ground* memiliki hubungan korelasi kuat dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,62$ untuk *CG+*; $r = 0,51$ untuk *CG-* serta $r = 0,59$ untuk total *CG* [7].

Pada penelitian lainnya di wilayah kota Kupang [3] menunjukkan bahwa hubungan antara curah hujan dan sambaran *CG* yang searah nilai korelasinya sebesar 0,842. Adapun penelitian di Bandung dan sekitarnya [8] menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara *CG* dan curah hujan lebat serta dominasi

CG- (66,1 %) sepanjang musim dengan puncak aktivitas pada MAM (43 %).

Penelitian lain di Medan, [4] menunjukkan bahwa semakin bertambahnya bangunan BTS mempengaruhi intensitas sambaran petir *CG* di masing-masing kecamatan di Kota Medan pada tahun 2006 sampai dengan 2009. Pemetaan spasial di Denpasar menunjukkan bahwa sebagian besar sambaran petir terkonsentrasi pada radius sekitar 50 km dari sensor [5]

Pengamatan terhadap karakteristik curah hujan tahun 2020 di beberapa kota di pulau Flores antara lain di Labuan Bajo menunjukkan trend penurunan sebesar -0,919 mm, sebaliknya di Ruteng mengalami trend peningkatan sebesar 1,2688 mm. Sedangkan di Maumere curah hujan mengalami trend peningkatan sebesar 0,1442 mm, serta Larantuka mengalami trend peningkatan sebesar 0,2734 mm [1].

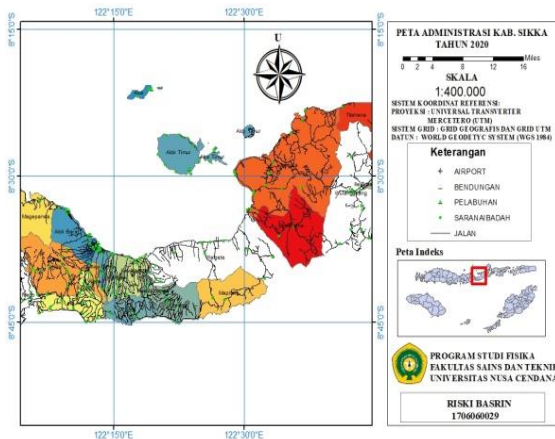
Keadaan iklim di wilayah Provinsi NTT dikenal dengan 2 (dua) musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Pada bulan Juni-September arus angin berasal dari Benua Australia serta tidak banyak mengandung uap air sehingga mampu mengakibatkan musim kemarau. Sebaliknya pada bulan Desember-Maret arus angin yang datang banyak mengandung uap air berasal dari Benua Asia dan Samudera Pasifik sehingga mengakibatkan musim hujan terjadi [2].

Kondisi iklim dan curah hujan di wilayah NTT diamati oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, termasuk adanya gejala petir yang terjadi. Berdasarkan data isokeraunik Level (IKL) Indonesia, wilayah NTT termasuk pada taraf kategori rendah dengan sambaran petir sebesar 88 sambaran dan IKL 24,03% [3].

Metode Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan atas kerja sama program studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana dengan Stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Geofisika Kelas 1 Kampung Baru Kupang NTT.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Sumber Data

Data yang digunakan berupa data petir yang dibatasi pada radius sekitar 10 km sekitar wilayah Maumere dan data curah hujan mulai bulan Desember 2014 sampai November 2019. Data Petir berasal dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Geofisika Kelas 1 Kampung Baru Kupang yang diperoleh menggunakan “*Lightning Detector*”, sedangkan data curah hujan diperoleh dari Stasiun Klimatologi Kupang. Pada perekaman petir menggunakan alat bernama *Lightning detector (LD)*. Sebagai alat perekam, *LD* tersebut terdiri atas antena yang dihubungkan ke *PCL Card* yang menghasilkan luasan petir (10 kHz sampai 200 kHz) dan dideteksi langsung oleh *Storm tracker* [8].

Pengolahan Data

Data yang diperoleh setelah proses pengumpulan diekstrak menjadi parameter *Cloud-to-Ground (CG)*, kemudian diikuti analisis terhadap karakteristik frekuensi yang diemisikan oleh petir. Efisiensi deteksi *LD* yang dilakukan setelah diestimasi dengan sejumlah sambaran badai memperoleh nilai efisiensi parameter petir untuk *CG*, yaitu $85\% \pm 6\%$ dan *IC* sebesar $20\% \pm 6\%$ [8].

Setelah melalui proses tersebut, maka data diolah menggunakan *lightning detector/2000* dengan *ekstensi.idc* yang selanjutnya dikonversi ke dalam *google earth* untuk mendapatkan *ekstensi kml*. Hasil konversi diterjemahkan oleh *Excel 2007* untuk dibuat *database* yang diikuti penggunaan *software SPSS*. Pada proses berikutnya dilakukan analisis statistik serta dibuat peta kerapatan sambaran petir menggunakan *Software Arcgis 10.5* [8].

Secara garis besar, penelitian dilakukan berdasarkan pembuatan *database*, analisis *time series*, dan analisis regresi. Analisis *time series* dilakukan sebagai analisis awal dalam melihat struktur data, mengekstrak nilai-nilai statistik yang berarti dan karakteristik lain yang terkandung dalam data [8].

Interpretasi data

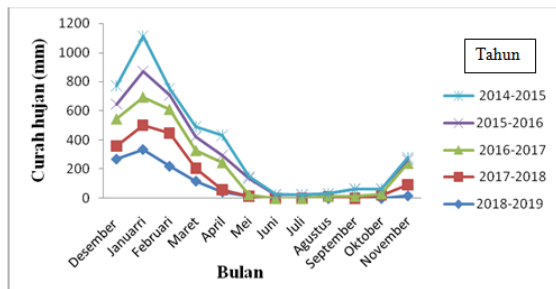
Interpretasi dilakukan terhadap data *Cloud-to-Ground (CG)* dan curah hujan (*CH*) periode bulan Desember 2014 sampai November 2019 yang diuji melalui uji normalitas dan uji korelasi serta perhitungan *rain field per flash (RYF/RPF)*. Pada uji normalitas, metode Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk menjadi pilihan, sedangkan uji korelasinya menggunakan metode Pearson.

Selain uji normalitas dan korelasi, juga dilakukan perhitungan *rain field per flash (RYF/RPF)*, dimana melalui uji ini keterkaitan antara jumlah peristiwa sambaran petir dengan jumlah curah hujan dapat diketahui melalui nilai *RPF* untuk setiap tahunnya. Nilai *RPF* selanjutnya dihubungkan dengan faktor kondisi daerah pada lokasi penelitian untuk memberikan penafsiran terhadap nilai *RPF* setiap tahun. Ada beberapa faktor mengenai kondisi daerah yang diduga memiliki keterkaitan dengan jumlah sambaran petir serta curah hujan yang dinyatakan dengan nilai *RPF*. Misalnya, perubahan cuaca yang cepat, pergerakan angin yang kencang, faktor lama penyinaran matahari, kondisi atmosfer yang labil, tingkat penguapan, serta ketinggian tempat wilayah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

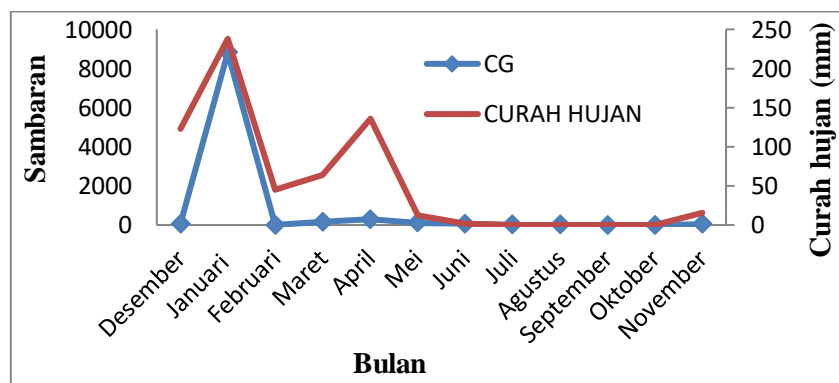
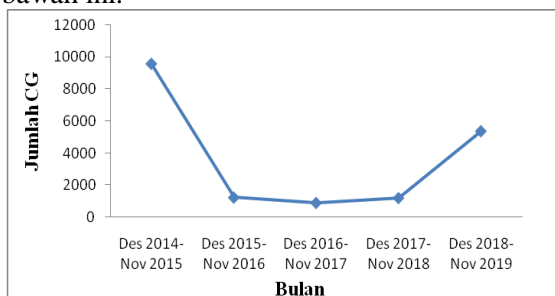
Gambar 1. memperlihatkan bahwa secara umum wilayah Maumere memiliki tipe pola hujan Monsunal karena memiliki perbedaan yang jelas antara periode musim hujan dan periode musim kemarau. Musim hujan terjadi pada bulan November sampai Mei dan musim kemarau berlangsung dari bulan Juni sampai Oktober.

Tipe grafik dari gambar 2 bersifat *unimodial* karena memiliki satu puncak musim hujan. Puncak maksimum musim hujan terjadi pada bulan Januari atau Desember, sebagai akibat banyaknya pertumbuhan awan-awan konvektif yang menghasilkan hujan deras dan berlangsung lama. Sementara puncak minimum terjadi pada bulan Juni atau Juli karena tidak adanya pertumbuhan awan konvektif.



Gambar 2. Gabungan data curah hujan pada bulan Desember 2014 sampai November 2019

Total sambaran petir CG sepanjang bulan Desember 2014 sampai November 2019 berbeda untuk setiap tahunnya. Sambaran maksimum terjadi pada bulan Desember 2014 sampai November 2015 sebanyak 9.561 sambaran, akibat adanya pembentukan awan guruh (*cb*) yang cukup tinggi. Untuk sambaran minimumnya terjadi pada bulan Desember 2016 sampai November 2017 dengan total 914 sambaran. Seperti ditunjukkan pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 4. Pola hubungan *Cloud-to-Ground* dan curah hujan sepanjang bulan Desember 2014 sampai November 2015

Untuk gambar 5 menunjukkan adanya peningkatan pola CH diikuti oleh peningkatan pola CG. Hal ini disebabkan karena

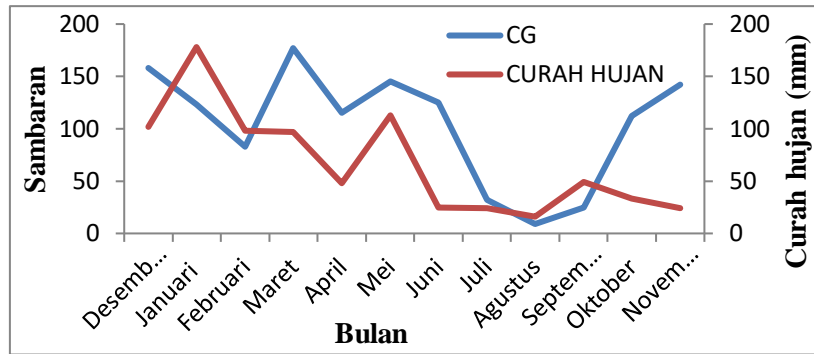
Gambar 3. Total gabungan jumlah jenis sambaran petir CG untuk Periode bulan Desember 2014 sampai November 2019

Pada bulan Desember 2014 sampai November 2019 keterkaitan antara petir *Cloud-to-Ground* secara umum terbentuk pola yang bervariasi. Hal ini disebabkan kondisi di atas atmosfer pada bulan-bulan tersebut tidak sama.

Untuk periode bulan Desember 2014 sampai Maret 2015 pola CG meningkat tidak diikuti peningkatan curah hujan seperti tahun lainnya. Hal ini disebabkan karena adanya pembentukan awan petir yakni awan *Cumulunimbus (cb)* lebih besar jumlahnya dibandingkan pembentukan awan hujan itu sendiri. Selanjutnya, pada periode bulan Desember 2015 sampai November 2018, tepatnya sepanjang bulan Oktober sampai Januari menunjukkan adanya sambaran petir CG yang meningkat serta diikuti peningkatan curah hujan.

Pada gambar 4 memperlihatkan adanya peningkatan jumlah curah hujan yang tidak sebanding dengan peningkatan jumlah sambaran petir CG yang disebabkan pembentukan awan curah hujan jauh lebih kecil dibandingkan dengan pembentukan awan petir itu sendiri. Namun pada bulan Juli 2015 sampai Oktober 2015 tidak terjadi hujan sama sekali sehingga berada pada musim kemarau.

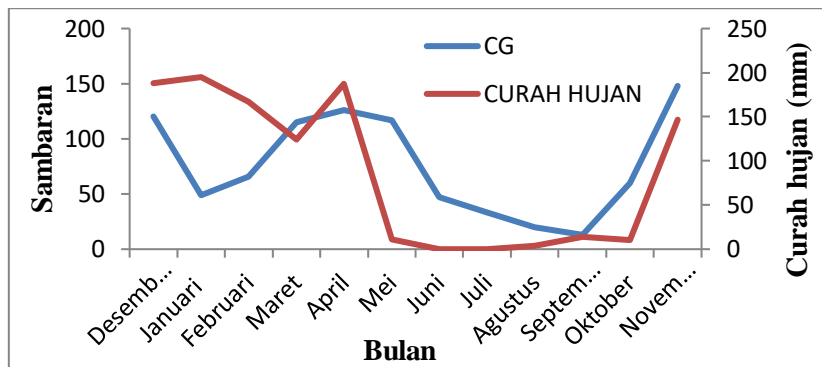
pembentukan awan hujan sebanding dengan pembentukan awan petir.



Gambar 5. Pola hubungan *Cloud-to-Ground* dan curah hujan sepanjang bulan Desember 2015 sampai November 2016

Gambar 5 menyajikan grafik tentang peningkatan pola CH yang diikuti oleh peningkatan pola CG karena adanya pembentukan awan hujan sebanding dengan

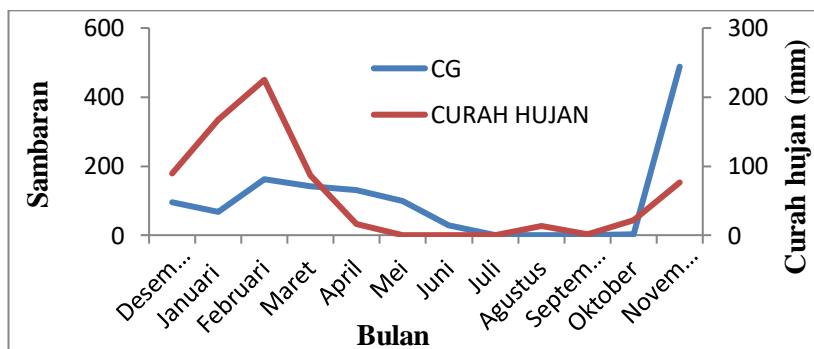
pembentukan awan petir. Aktifitas petir masih terjadi pada bulan Juni 2017 sampai Juli 2017, walaupun pada periode tersebut tidak terjadi hujan sama sekali.



Gambar 6. Pola hubungan *Cloud-to-Ground* dan curah hujan sepanjang bulan Desember 2016 sampai November 2017

Berbeda dengan gambar 6 dan gambar 7 yang memperlihatkan pola sambaran curah hujan yang tidak sebanding dengan sambaran petir CG, dimana untuk bulan-bulan tertentu sambaran

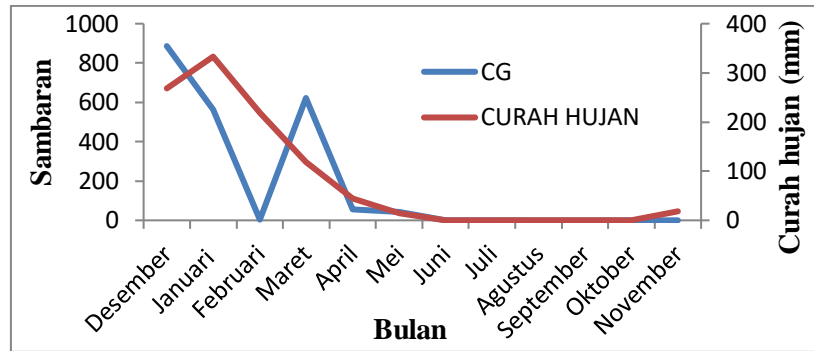
curah hujan dan petir masih tidak terjadi sama sekali walaupun pada bulan November 2018 sambaran petir jauh lebih tinggi dibandingkan dengan curah hujan.



Gambar 7. Pola hubungan *Cloud-to-Ground* dan curah hujan sepanjang bulan Desember 2017 sampai November 2018

Sementara pada gambar 8 terjadi adanya pola penurunan sambaran hujan dan sambaran petir pada bulan Juni 2018 sampai Oktober 2019, dimana jumlah sambaran CH sebesar 0 mm dan

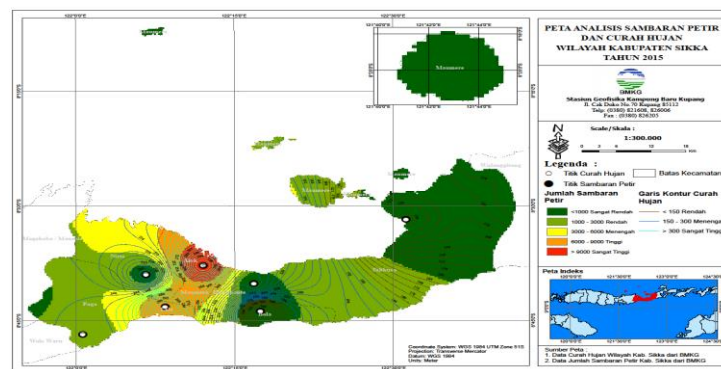
CG yaitu 0 sambaran. Pola penurunan ini disebabkan tidak adanya pembentukan awan hujan dan awan petir (*cb*) di atas atmosfer pada wilayah tersebut.



Gambar 8. Pola hubungan *Cloud-to-Ground* dan Curah hujan sepanjang bulan Desember 2018 sampai November 2019

Tingkat kerapatan petir dan kejadian curah hujan pada periode ini dipetakan dengan metode *kriging* serta dilakukan *overlay* antara kedua peta tersebut. Dimana hasilnya terlihat pada 9, 10, 11, 12 dan 13. Pada bulan Desember 2014 sampai November 2015 di gambar 8, sambaran petir

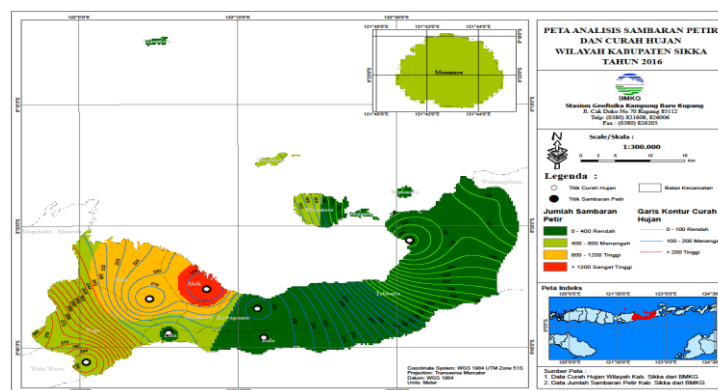
yang terjadi memiliki kisaran 9.561 skala sambaran, sehingga termasuk taraf sangat tinggi. begitupun dengan kejadian curah hujan. Dimana aktifitas curah hujan terjadi pada kisaran 313 mm. dan dikategorikan dalam taraf yang cukup rendah dari satuan skala curah hujan.



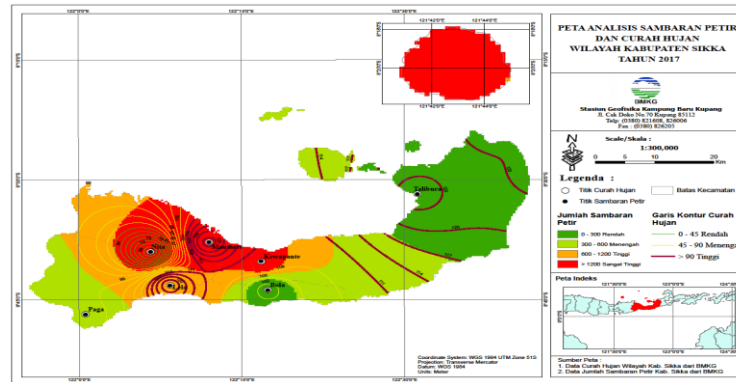
Gambar 9. Peta kerapatan sambaran petir dan kejadian curah hujan tahun 2015 (bulan Desember 2014 sampai November 2015)

Aktifitas sambaran petir dan curah hujan pada periode bulan Desember 2015 sampai

November 2016 dan bulan Desember 2016 sampai November 2017 digambarkan berikut ini.



Gambar 10. Peta kerapatan sambaran petir dan kejadian curah hujan tahun 2016 (bulan Desember 2015 sampai November 2016)

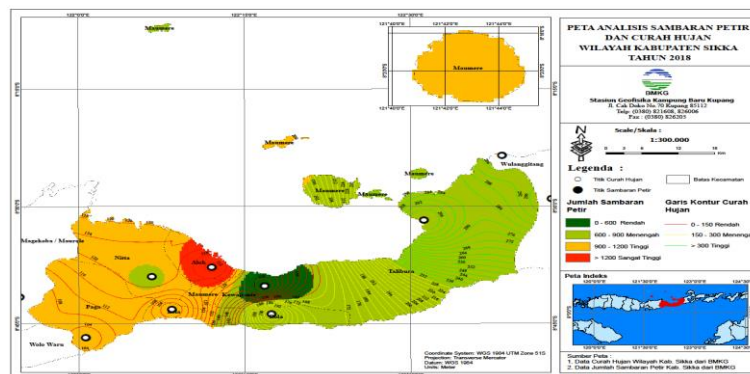


Gambar 11. Peta kerapatan sambaran petir dan kejadian curah hujan tahun 2017 (bulan Desember 2016 sampai November 2017)

Untuk bulan Desember 2015 sampai November 2016 sambaran yang terjadi berkisar 1.246 skala sambaran sehingga diklasifikasikan pada tingkat kerapatan sambaran sangat tinggi serta kejadian curah hujan berkisar pada 287 mm. Sementara, pada periode bulan Desember 2016 sampai November 2017 dengan kisaran 914 skala sambaran. Diklasifikasikan pada tingkat kerapatan sambaran sedang dan kejadian curah hujan sebesar 124 mm. Perbedaan jumlah sambaran pada kedua periode ini disebabkan beberapa faktor, seperti pemanasan matahari

sebagai penyebab penguapan, dan pergerakan angin serta kelembapan.

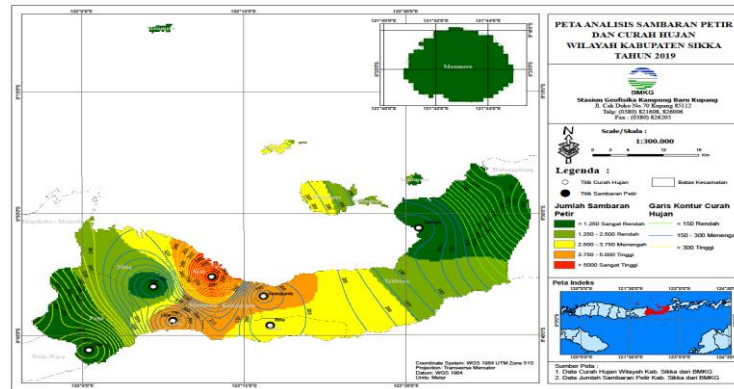
Berbeda dengan periode pada tahun sebelumnya, periode bulan Desember 2017 sampai November 2018 terlihat pada gambar 11 memiliki sambaran petir dengan kisaran 1.216 skala sambaran dan termasuk pada tingkat kerapatan sambaran rendah. Kondisi ini terjadi karena adanya perbedaan antara awan petir dan awan hujan, dimana jika awan hujan tinggi maka awan petirnya rendah, begitu sebaliknya.



Gambar 12. Peta kerapatan sambaran petir dan kejadian curah hujan tahun 2018 (bulan Desember 2017 sampai November 2018)

Sementara jumlah sambaran petir di bulan Desember 2018 sampai November 2019 seperti gambar 12 berada di kisaran 5.257 skala sambaran sehingga berada pada tingkat kerapatan sambaran sangat tinggi. Adapun

kejadian curah hujan pada tahun ini berkisar pada 313 mm. Umumnya peristiwa sambaran petir terjadi di dataran tinggi karena sifat dari jangkauan loncatan arus yang begitu cepat dari awan terletak pada dataran tinggi.



Gambar 13. Peta kerapatan sambaran petir dan kejadian curah hujan tahun 2019 (bulan Desember 2018 sampai November 2019)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka disimpulkan bahwa:

Sambaran petir yang terjadi, umumnya berupa sambaran petir jenis *Cloud to Ground* yaitu *CG* positif dan *CG* negatif dengan total sambaran petir selama lima tahun terakhir yaitu 18.309 sambaran. Hal lain yang menunjukkan karakteristiknya adalah perbedaan tingkat kerapatan sambaran setiap tahunnya, mulai rendah, sedang dan sangat tinggi. Sementara tingkat kerapatan sambaran petir sangat tinggi terjadi pada periode bulan Desember 2014 sampai November 2016 dan bulan Desember 2018 sampai November 2019.

Hubungan peristiwa petir khususnya jenis *Cloud to Ground* terkait curah hujan di wilayah Maumere, didasarkan pada hasil uji distribusi dan korelasi menunjukkan bahwa umumnya data tidak terdistribusi normal serta tidak memiliki hubungan yang searah.

SARAN

Saran yang diberikan dari hasil penelitian ini, antara lain:

Dalam menganalisis hubungan antara sambaran petir dan curah hujan sebaiknya menggunakan data petir yang dibatasi pada radius 10 km di sekitar stasiun curah hujan agar hasil pengolahan data menjadi lebih baik.

Perlu dilakukan verifikasi data petir yang terjadi dengan data citra awan yang ada, sehingga dapat dianalisa hubungan keduanya.

DAFTAR PUSTAKA

1 Ambi, F., Sutadji, H., Geru, A., & Louk, A., 2020. Analisis Kecenderungan (Trend) Suhu Udara dan Curah Hujan di Pulau

Flores (Labuan Bajo, Ruteng, Maumere, dan Larantuka). *Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 5(1), 42-56.

2 Djuwansah, M.R., Utomo, E.P., N, Sustramihardja, T.P. 2001. Potensi Sumberdaya Air Propinsi NTT Sebagai Penunjang Pengembangan Kawasan Cendana. Edisi Khusus Masalah Cendana NTT Berita Biologi, Vol 5, No. 5, Agustus 2001, p-ISSN 0126 - 1754, e-ISSN 2337-8751, <http://dx.doi.org/10.31172/jmg.v11i2.68> <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v5i5.1467>

3 <https://doi.org/10.35508/fisa.v5i1.1962> Narut, F., Wahid A., Sumawan. 2018. Karakterisasi Peristiwa Petir di Wilayah Kota Kupang serta Keterkaitannya dengan Curah Hujan. *Jurnal Fisika Sains dan Aplikasinya* Vol. 3. No.2-Oktober 2018. ISSN: 2503-5274(p); 2657-1900(e) <https://doi.org/10.35508/fisa.v3i2.611>

4 Pandiangan, L, N, Lestari., Wardono, W., R,B W, H, Henry, Y. 2010. Analisis Pemetaan Sambaran Petir Akibat Bangunan Bts Terhadap Lingkungan dan Sekitarnya di Kota Medan, *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, Vol 11. No 2 (2010), e-ISSN: 2527-5372, p-ISSN: 1411-3082,

5 Pratama, I.P.D., Komang, P., Negara, G.A., 2016. Analisis Spasial Dan Temporal Data Lightning Detector Tahun 2009-2015 Di Stasiun Geofisika Sanglah Denpasar, *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, Vol 17, No 2 (2016), e-ISSN: 2527-5372, p-ISSN: 1411-3082,

- <http://dx.doi.org/10.31172/jmg.v17i2.438>
- 6 Price, C. 2008. Lightning Sensors For Observing, Tracking and Nowcasting Severe Weather, *Sensors* 2008, 8. 157-170, Department of Geophysics and Planetary Science, Tel Aviv University, 69978 Israel.
- 7 Septiadi, D., dan Hadi, S. 2011. Karakteristik Petir Terkait Curah Hujan Lebat di Wilayah Bandung, Jawa Barat. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, Vol.12 No.2, hal:163-170.
- 8 Septiadi, D., Tjasyono, B., & Hadi, S. 2011. Karakteristik Petir dari Awan ke Bumi dan Hubungannya dengan Curah Hujan. *Jurnal Sains Dirgantara*, Vol.8 No.2, hal: 129-138, ISSN 1412-808X(print) ISSN 2597-7873 (online)
- 9 Tjasyono, B. HK. 2006. *Meteorologi Indonesia*. Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika
- 10 Tjasyono, B. HK. 2005. *Sains dan Atmosfir*. Bandung: ITB.
- 11 Uman. 1987. *The Lightning Discharge*. Mineola, New York: Dover Publicatons, inc.