

ANALISIS SPASIAL DAN TEMPORAL DATA LIGHTNING DETECTOR TAHUN 2009-2015 DI STASIUN GEOFISIKA SANGLAH DENPASAR

SPATIAL ANALYSIS AND TEMPORAL LIGHTNING DETECTOR DATA IN 2009-2015 AT GEOPHYSICS STATION OF DENPASAR

I Putu Dedy Pratama^{1*}, Pande Komang Gede Arta Negara^{1,2}

¹Stasiun Geofisika Sanglah Denpasar

²Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

*E-mail: checkmate_mail@yahoo.co.id

Naskah masuk: 7 Oktober 2016; Naskah diperbaiki: 27 Oktober 2016; Naskah diterima: 20 Desember 2016

ABSTRAK

Tahun 2016 dicanangkan sebagai Tahun Data BMKG. Pengamatan kelistrikan udara dengan Lightning Detector di Stasiun Geofisika Sanglah Denpasar sejak bulan Agustus 2008 telah memiliki data yang banyak. Untuk jangka panjang, data tersebut dapat digunakan untuk mengetahui pola sambaran petir wilayah Bali baik secara spasial maupun temporal. Jumlah data yang cukup banyak perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui pola sambaran petir yang terekam oleh sensor dan membuat perbandingan dengan citra satelit. Data yang digunakan adalah hasil rekaman petir *Cloud to Groud* (CG). Data petir CG digunakan karena sambaran petir CG merupakan sambaran petir yang berdampak langsung pada kehidupan manusia. Pemetaan spasial baik dalam penentuan lokasi sambaran CG pada klaim asuransi dan kejadian *Mesoscale Convective System* (MCS) pada daerah stratiform dari data citra satelit *Multifunctional Transport Satellites* (MTSAT) dan *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Dari hasil pemetaan spasial menunjukkan bahwa sebagian besar sambaran petir terkonsentrasi pada radius sekitar 50 km dari sensor. Untuk grafik temporal menunjukkan bahwa pada musim penghujan grafik petir menunjukkan pola semidiurnal dengan dua puncak pada sore hari dan dinihari. Ketika musim peralihan grafik puncak sambaran petir pada dinihari melemah sehingga tampak pola satu puncak diurnal. Sedangkan pada musim kemarau grafik sambaran petir menunjukkan pola acak. Fenomena cuaca skala menengah seperti siklon tropis dan perubahan Indeks Nino 3.4 sangat berpengaruh terhadap aktivitas sambaran petir di wilayah Bali.

Kata kunci: Lightning Detector, CG, data, petir, Bali

ABSTRACT

The year 2016 was declared as the Year of Data BMKG. Since August 2008, observations the air electricity using Lightning Detector Sanglah Denpasar Geophysics Station have had a lot of data. For the long term, these data can be used to determine the pattern of lightning strikes on Bali region both spatially and temporally. The amount of data is pretty much needs to be done further analysis to determine the pattern of lightning strikes recorded by the sensor and make comparisons with satellite imagery. The data used is the recording lightning *Cloud to Groud* (CG). We used the CG lightning data because CG lightning strikes have a direct impact on human life. Spatial mapping both in determining the location of CG strikes on insurance claims and the incidence of *Mesoscale Convective System* (MCS) in stratiform regions of the *Multifunctional Transport Satellites* (MTSAT) and *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) satellite image data. From the results of spatial mapping showed that most lightning strikes concentrated in a radius of about 50 km from the sensors. For temporal graph shows that in the rainy season, lightning graph shows semidiurnal pattern with two peaks at dusk and dawn. When transitional season chart peak at dawn lightning strikes weakened so that it appears the pattern of the diurnal peaks. Whereas in the dry season chart show a random pattern of lightning strikes. Medium-scale weather phenomena such as tropical cyclones and Nino index 3.4 changes greatly affect the activity of lightning strikes in the area of Bali.

Keywords: Lightning Detector, CG, data, lightning, Bali

1. Pendahuluan

Pelaksanaan Tahun Data di Lingkungan BMKG bertujuan untuk membangun komitmen bersama dalam meningkatkan kuantitas dan kualitas data meteorologi, klimatologi, dan geofisika untuk menghasilkan informasi meteorologi, klimatologi, dan geofisika yang cepat, tepat, akurat, luas cakupannya, dan mudah dipahami. Data yang baik merupakan data yang valid. Untuk itu setiap komponen data perlu dilakukan adanya validasi. Meningkatnya ketersediaan data petir dan terlaksananya review kualitas data gempabumi merupakan bagian dari indikator kegiatan peningkatan kuantitas dan kualitas data pada Tahun Data 2016.

Pengamatan petir dengan alat *Lightning Detector* di Stasiun Geofisika Sanglah Denpasar sudah dilakukan sejak bulan Agustus 2008. Periode waktu yang sudah hampir mencapai 8 tahun tersebut dapat digunakan sebagai penelitian pola rekaman sambaran petir khususnya untuk di daerah Bali. Hal ini karena Stasiun Geofisika Sanglah Denpasar memegang peranan penting dalam monitoring petir di wilayah Bali. Pentingnya monitoring petir dan meningkatnya permintaan data petir di Stasiun Geofisika Sanglah Denpasar terutama untuk klaim asuransi perlu didukung dengan kinerja alat yang baik.

Hasil monitoring sambaran petir ini didiskusikan bulanan dalam rapat Informasi Cuaca Iklim dan Gempabumi (ICIG) untuk lingkungan BMKG wilayah Bali sehingga terdapat pertukaran informasi baik dari petir dan kejadian meteorologi yang sangat berkaitan. Untuk itu perlu dilakukan analisis antara beberapa kejadian meteorologi dan kejadian sambaran petir.

Sambaran petir setiap tahunnya selalu mengakibatkan korban jiwa di Bali. Sambaran petir jenis *Cloud to Ground* (CG) merupakan sambaran petir yang berdampak langsung pada kehidupan manusia. Pola waktu kejadian sambaran dan pemetaan sambaran petir sangat dibutuhkan untuk mengetahui daerah yang rawan terhadap aktivitas petir, waktu puncak kejadian petir, serta pembangkit petir di wilayah Bali.

2. Metode Penelitian

Data yang digunakan adalah data rekaman petir jenis CG+ dan CG- yang tercatat di Stasiun Geofisika Denpasar, peta rupa bumi dengan batas kabupaten di Bali, serta kontur topografi wilayah Bali dan sekitarnya. Pemetaan dan analisis kerapatan meliputi seluruh wilayah kabupaten di Bali dengan batasan daerah 7,68 LS–9,68 LS dan 114,21 BT–116,21 BT. Lokasi sensor berada di Stasiun Geofisika Denpasar di koordinat 8,68 LS dan 115,21 BT.

Data yang digunakan untuk analisis adalah data citra satelit MTSAT dan NOAA untuk analisis spasial. Untuk analisis temporal digunakan data nilai Indeks Nino 3.4 dari informasi Indeks El Nino BMKG [1]. Indeks Nino 3.4 digunakan sebagai acuan karena anomali suhu muka laut pada kolom 3.4 merepresentasikan rata-rata suhu muka laut di Pasifik yang berpengaruh pada pembentukan awan-awan di wilayah Indonesia.

Pengolahan data menggunakan *Lightning/2000* dengan merubah ekstensi .ldc ke format .kml, selanjutnya konversi data petir harian format .kml menjadi .xlsx, kemudian disimpan dengan format .csv (*comma delimited*). Pengelompokan kejadian petir dengan pembagian tiap *cluster* dengan luasan 25 km persegi dan perhitungan kejadian petir per grid dengan menggunakan software *Lightning Data Processing*. Proses pemetaan selanjutnya dilakukan dengan metode kriging. Penulis juga membandingkan kejadian petir pada bulan yang sama dalam rentang tahun 2009-2015 dengan peristiwa atmosfer skala global seperti El-Nino dan La-Nina.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Spasial

Pola distribusi sambaran petir CG tinggi di wilayah Bali umumnya tersebar di daerah pegunungan dan perairan selatan Bali. Berdasarkan pemetaan sambaran petir bulanan dari tahun 2009 – 2015 menunjukkan bahwa daerah rawan petir terjadi pada daerah pegunungan dan daerah yang berbatasan dengan laut serta perairan selatan Bali. Orografi sangat berpengaruh dalam pembentukan awan Cumulonimbus di wilayah pegunungan dan konveksi udara berpengaruh pada pembentukan awan Cumulonimbus di Perairan.

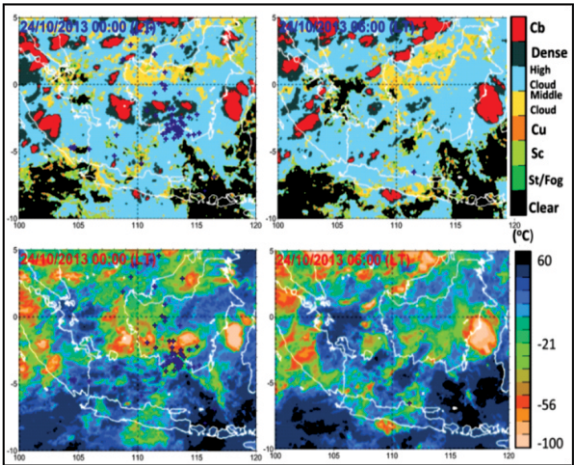
Dari pola petir bulanan dan tahunan sepanjang tahun 2009-2015 terdapat pengumpulan nilai maksimum kerapatan sambaran petir pada radius kurang lebih 50 km dari sensor. Hal ini karena sistem penerimaan alat terpusat pada satu titik yang merekam gelombang radio frekuensi rendah untuk penentuan lokasi. Hal ini perlu dilakukan kalibrasi untuk mengetahui pola kerapatan petir yang lebih baik.

Menurut Pinto dkk. [2] kondisi topografi sangat mempengaruhi kerawanan sambaran petir jenis CG. Kondisi topografi dengan bentuk curam cenderung dapat mengangkat uap air sehingga memudahkan pembentukan awan konvektif. Kondisi ini berasosiasi dengan daerah perbatasan Jembrana dan Tabanan dengan adanya perbukitan yang berpotensi mengangkat uap air dari Samudera Hindia dan dibantu dengan proses pergerakan angin laut pada

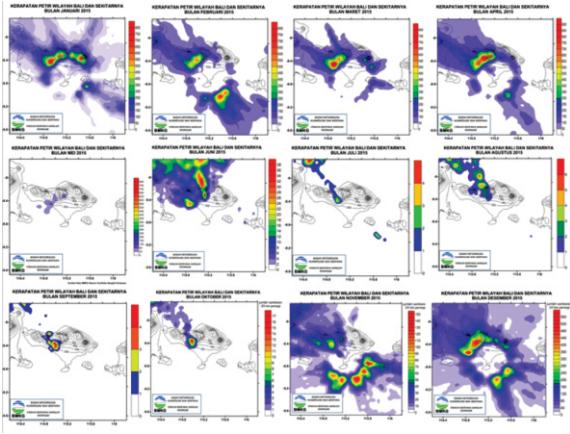
siang hari. Xu [3] dan Luo dkk. [4] menyatakan bahwa perbukitan dapat mengangkat uap air yang cukup banyak dari laut yang memaksa pengangkatan udara menjadi awan konvektif.

Nilai kerapatan petir berbanding lurus dengan ketinggian. Semakin tinggi posisi suatu wilayah semakin tinggi aktivitas sambaran petirnya. Kerapatan petir cenderung konstan pada ketinggian 100-700 m DPL dan terjadi peningkatan pada ketinggian 700-1200 m DPL [5]. Untuk wilayah Bali, daerah pegunungan Batukaru, Batur, dan Agung merupakan daerah dengan kerapatan petir yang tinggi. Demikian juga daerah yang berbatasan dengan perairan seperti wilayah pantai terutama perbatasan antara Kabupaten Jembrana dan Tabanan karena daerah ini berupa perbukitan dekat pantai (Gambar 1).

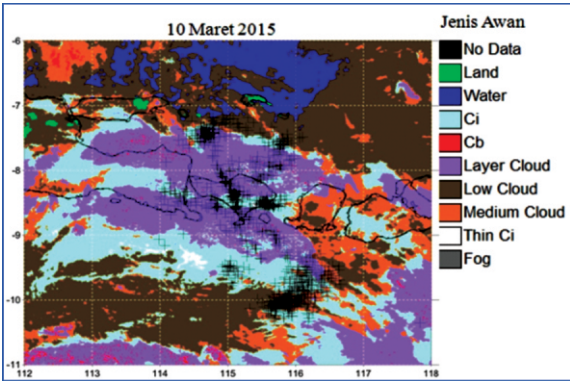
Berdasarkan penelitian Pratama dan Negara [6] menggunakan perbandingan dengan citra satelit MTSAT (Gambar 2) dan NOAA (Gambar 3) untuk kejadian sambaran CG+ pada fenomena *Mesoscale Convective System* (MCS) menunjukan sebaran yang sesuai dengan keberadaan stratiform. Permintaan data petir dari masyarakat maupun instansi untuk bukti sambaran menunjukan hasil yang sesuai baik secara spasial maupun temporal. Menurut Correoso dkk. [7] sebagian besar sambaran petir CG yang berhubungan dengan MCS terjadi sebelum sistem mencapai ukuran maksimum yaitu perisai maksimum awan dalam isotherm kecerahan $-52,8^{\circ}\text{C}$ dan tingkat sambaran puncak CG+ sedikit. Menggunakan data rekaman CG+ dengan sinyal radio frekuensi rendah dapat digunakan untuk mendeteksi MCS. Hal ini sesuai dengan penggunaan alat Lightning Detector yang terpasang di Stasiun Geofisika Sanglah Denpasar.



Gambar 1. Peta Kerapatan CG perbulan tahun 2012



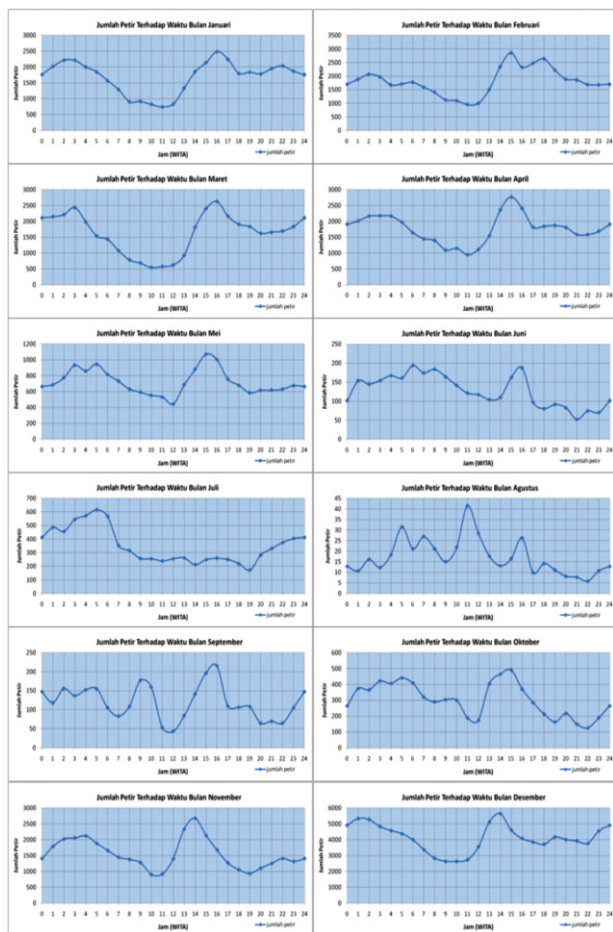
Gambar 2. Overlay CG+ dengan citra satelit MTSAT 24 Oktober 2013 dalam mendeteksi MCS[6]



Gambar 3. Overlay CG+ dengan citra satelit NOAA 10 Maret 2015

3.2 Analisis Temporal

Berdasarkan grafik rata-rata sambaran petir harian perbulan dalam rentang tahun 2009-2015 (Gambar 4), pada musim peralihan, grafik sambaran petir menunjukan pola satu puncak dengan jumlah sambaran tertinggi terjadi pada sore hari. Kemudian, ketika memasuki musim penghujan grafik sambaran petir menunjukan pola semidiurnal dengan dua puncak yaitu pada dini hari dan sore hari. Sedangkan pada musim kemarau grafik sambaran petir menunjukan pola acak.



Gambar 4. Grafik rata-rata sambaran petir CG temporal harian perbulan

Pola semidiurnal ini disebabkan oleh meratanya pertumbuhan awan di musim penghujan dan peningkatan aktivitas konveksi udara ke atas pada dini hari karena suhu permukaan laut yang lebih hangat daripada musim peralihan.

Secara temporal (Gambar 4) pola kejadian petir di Bali umumnya terjadi pola semidiurnal dengan dua puncak kejadian petir dalam satu hari yaitu pada dini hari sekitar pukul 02.00 – 04.00 WITA dan pada sore sekitar pukul 13.00 – 17.00 WITA. Grafik semidiurnal ini menyerupai dengan penelitian petir yang dilakukan oleh Xie dkk. [8] yang dilakukan di Provinsi Yunan, China.

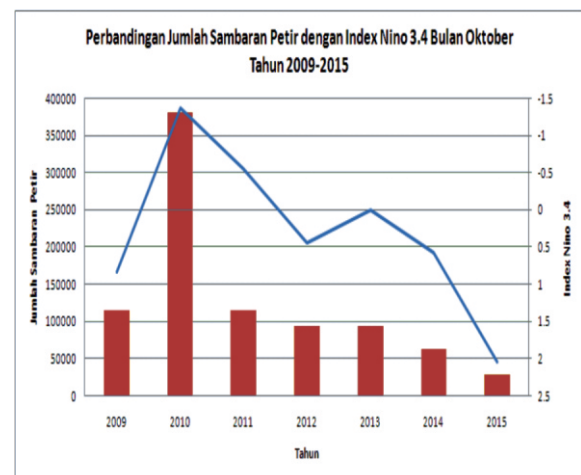
Pengaruh wilayah perairan terhadap daratan di wilayah ini disebabkan panasnya permukaan daerah perairan yang memicu peningkatan uap air dan pergerakan massa udara ke atas sehingga terbentuk awan konvektif. Pengangkatan ini menimbulkan pembentukan awan Cumulonimbus meningkat pada malam hari, dengan tahap matang dan proses terjadinya petir terjadi pada dini hari. Untuk daerah pegunungan, faktor orografis lebih dominan dimana terjadi angin lembah yang bertiup dari lereng ke gunung atau bukit.

Untuk kejadian petir dini hari sekitar pukul 02.00 – 04.00 WITA didominasi oleh daerah dengan topografi curam seperti Karangasem dan Bangli. Pada wilayah tersebut saat dinihari desakan massa udara dingin dari angin darat yang berasosiasi dengan angin gunung bertemu dengan massa udara hangat dari lautan pada malam hari menimbulkan naiknya massa udara hangat yang mengandung uap air [9].

Untuk membandingkan jumlah sambaran petir CG dengan fenomena atmosfer skala global dan regional dibuat grafik jumlah sambaran petir CG dalam bulan yang sama dengan rentang waktu 2009-2015. Pada bulan yang sama grafik sambaran petir di wilayah Bali menunjukkan hasil yang bervariasi. Variasi ini sangat dipengaruhi oleh fenomena atmosfer skala global yaitu El-Nino dan La-Nina [10] (Gambar 5).

Nilai Indeks Nino 3.4 digunakan untuk menyatakan suatu kejadian El-Nino atau La-Nina. Variasi nilai Indeks Nino 3.4 menyatakan bahwa jika nilainya di atas 0,5 menyatakan bahwa indikasi adanya El-Nino dan jika nilainya di bawah -0,5 menyatakan indikasi adanya La-Nina. Nilai Indeks Nino 3.4 berada pada rentang -0,5 hingga 0,5 berarti kondisi netral.

Hubungan antara nilai Indeks Nino 3.4 terhadap jumlah sambaran petir di wilayah Bali berbanding terbalik. Pada saat nilai Indeks Nino negatif yang mengindikasikan fenomena La-Nina tahun 2010 dengan curah hujan tinggi di Indonesia maka terjadi peningkatan aktivitas sambaran petir di wilayah Bali. Kemudian pada tahun 2015 terjadi fenomena El-Nino kuat yang mengakibatkan menurunnya pertumbuhan awan konvektif di wilayah Bali yang berimplikasi pada penurunan sambaran petir.



Gambar 5. Perbandingan jumlah sambaran petir (diagram batang warna merah) terhadap Indeks Nino 3.4 (garis warna biru).

4. Kesimpulan

Secara spasial, sambaran petir CG umumnya terjadi di daerah pegunungan dan daerah yang berbatasan dengan laut serta perairan selatan Bali. Kelemahan dari pemetaan spasial adalah sambaran petir berpola melingkar dengan sambaran tinggi terkonsentrasi pada radius sekitar 50 km dari sensor.

Secara temporal, ketika memasuki musim penghujan menunjukkan pola semidiurnal dengan dua puncak sambaran yaitu pada dini hari dan sore hari. Sedangkan saat memasuki musim peralihan grafik sambaran petir harian pada dinihari melemah yang menunjukkan pola satu puncak pada sore hari. Untuk grafik petir pada musim kemarau menunjukkan pola yang acak. Adanya perubahan Indeks Nino 3.4 sangat berpengaruh terhadap aktivitas sambaran petir CG di wilayah Bali.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. "Informasi Indeks El Nino." Internet: http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Informasi_Iklim/Informasi_Index_El_Nino.bmkg, diakses 19 Oktober 2016.
- [2] Pinto, O., Jr., I. R. C. A. Pinto, D. R. de Campos, and K. P. Naccarato, 2009. Climatology of large peak current cloud-to-ground lightning flashes in southeastern Brazil. *J. Geophys. Res.*, 114, D16105, doi:10.1029/2009JD012029.
- [3] Xu, W., 2013: Precipitation and convective characteristics of summer deep convection over East Asia observed by TRMM. *Monthly Weather Review*. 141, 1577–1592, doi:10.1175/MWR-D-12-00177.1.
- [4] Luo, Y., H. Wang, R. Zhang, W. Qian, and Z. Luo, 2013. Comparison of rainfall characteristics and convective properties of monsoon precipitation systems over South China and the Yangtze and Huai River basin. *J. Climate*, 26, 110–132, doi:10.1175/JCLI-D-12-00100.1.
- [5] Bavika, B., 2007. The Influence of Terrain Elevation on Lightning Density in South Africa. Tesis. Department of Geography, Environmental Management and Energy Studies. Johannesburg: University of Johannesburg.
- [6] Pratama, I. P. D., Negara, P. K. G. A., dan Kurniawan, P. M. R. (2014). "MCS Detection Using Lightning Recording and Satellite Imagery." *Proceedings of 12th Biennial Conference of Pan Ocean remote Sensing Conference (PORSEC)*, 2014, pp. 329-336
- [7] Correoso, J. F., Hernandez, E., Garcia-Herrera, R., Barriopedro, D., and Paredes, D. (2006). A 3-year Study of Cloud-to-ground Lightning Flash Characteristics of Mesoscale Convective Systems Over the Western Mediterranean Sea. *Atmospheric Research* 79, doi:10.1016/j.atmosres.2005.05.002, 89-107
- [8] Xie, Yiran, Kai Xu, Tengfei Zhang, dan Xuetao, Liu., 2013. Five-year Study of Cloud-to-ground Lightning Activity in Yunnan Province, China. *Atmospheric Research* 129-130, 49-57
- [9] Pratama, I. P. D. "Analisis Dan Pemetaan Sambaran Petir Wilayah Bali dan Sekitarnya Tahun 2012." *Prosiding Seminar Sains Atmosfer (SSA)*, ISBN : 978-979-1458-73-3, 2013, hal. 136-142.
- [10] Laing, A., Lajoie M., Reader, S., Pfeiffer, K., 2007. The Influence of the El Niño–Southern Oscillation on Cloud-to-Ground Lightning Activity along the Gulf Coast. Part II: Monthly Correlations. *Monthly Weather Review*. 136 2544-2556, doi:10.1175/2007MWR2228.1.