

# ANALISIS KARAKTERISTIK DIURNAL PETIR DAN CURAH HUJAN BERDASARKAN DATA LIGHTNING DETECTOR DAN HELMANN DI MEDAN

## ANALYZE OF DIURNAL CHARACTERISTICS OF LIGTHNING AND RAINFALL BASED ON LIGTHNING DETECTOR DAN HELLMAN DATA IN MEDAN

Budi Prasetyo<sup>1</sup>, Yosi Setiawan<sup>1</sup>, dan Irwandi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

<sup>2</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala

E-mail: bo3di.kecil@gmail.com

### ABSTRAK

Petir sangat terkait dengan kondisi cuaca buruk yang berpengaruh terhadap aktivitas masyarakat. Penelitian ini akan memanfaatkan data lightning detector dan Curah Hujan (CH) Hellman untuk menganalisis karakteristik dan hubungan keduanya di Kota Medan dan Sekitarnya. Data petir Awan ke Bumi (CG) dan CH Hellmann jam-jaman selama tahun 2017 dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) digunakan pada penelitian ini. Data CG dibatasi radius 10 km untuk menghindari noise dan mendapat hasil yang semakin baik. Pada penelitian ini digunakan perata-rataan, korelasi dan analisis aktivitas konvektivitas. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat 869 kali aktivitas petir selama tahun 2017 yang terdiri dari 548 CG negative (CG-) (63,1%) dan 309 CG positif (CG+) (36,9%). Aktivitas petir terbanyak (terendah) terjadi pada sore-malam hari (dini-pagi hari) sekitar pukul 15.00 - 20.00 LT (03.00 s.d 10.00 LT) dengan tertinggi (terendah) pukul 18.00 (10.00) LT. Korelasi Petir dan CH cukup signifikan yaitu 0.90 untuk CG+ dan 0.85 untuk CG-. Fase matang awan konvektif di wilayah medan berlangsung selama 6 jam berkisar pukul 15.00 - 21.00 LT.

**Kata Kunci:** Petir CG, Curah Hujan Diurnal, Aktivitas Konvektif, Cuaca Buruk, Kota Medan,

### ABSTRACT

*Ligthning related to extreme weather condition which affect to urban life activities. This research would utilize lightning detector and Hellman rainfall data to analyze characteristics and relationship of both in Medan City and its surroundings. Cloud to Ground (CG) Ligthning and Helmaan rainfall hourly data for 2017 from Indonesia Agency for Meteorology Climatology and Geophysics (BMKG) were used in this research. Ligthnng data was restricted in radius 10 km to avoid noise for better result. Average, Correlation calculation, and analysis of Convevitivity activity was used in this research. The result show there were 896 times of lightning activity during 2017 which consist of 548 Negative CG (CG-) (63.1%) and 309*

*Positive CG (CG+) (36.9%). Maximum (minimum) lightning activities occurred in the evening (early morning) at 15.00 – 20.00 (03.00 - 10.00) LT with highest (lowest) at 18.00 (10.00) LT. Lightning and Rainfall have significant correlation with  $r = 0.9$  for CG+ and  $r = 0.85$  for CG-. Mature Phase of Convective clouds in Medan occurred for 6 hours from 15.00 - 21.00 LT.*

**Keywords :** *Ligthning CG, Diurnal Rainfall, Convektive Activity, extrem weather, Medan City.*

## 1. PENDAHULUAN

Sambaran petir sangat berpengaruh bagi kehidupan bermasyarakat, khususnya di wilayah dengan kondisi penduduk yang cukup padat seperti di perkotaan (Ribeiro et al, 2014). Kota Medan merupakan salah satu kota terbesar di Indonesia yang memiliki jumlah penduduk berkisar 2.229.408 jiwa dengan luas wilayah 265 KM<sup>2</sup> (BPS, 2019). Wilayah Kota Medan dan sekitarnya berpotensi rawan petir akibat tumbuhnya awan-awan konvektif di sekitar lereng pegunungan (Pandiangan et al., 2010). Kondisi cuaca buruk seperti hujan lebat dan angin kencang sangat terkait dengan kejadian badai petir yang berasal dari awan *Cumulonimbus* (CB) yang memiliki sistem konveksi yang kuat dalam skala regional yang semakin meningkat mengikuti pemanasan matahari (Mastrangelo et al. 2011) (Matsudo and Salio, 2011) (Mattos and Machado, 2011) (Ribeiro dkk., 2014).

Aktivitas petir memiliki hubungan yang sangat kuat terhadap Curah Hujan (CH) dalam skala waktu diurnal (Septiadi dkk., 2011), (Fansuri dan Mustofa, 2012), (Pratama dan Negara, 2016) (Musiman

Septiadi dan Tjasyono, 2011), (septiadi dan Hadi, 2011). Petir merupakan indikasi cuaca buruk yang kadang terjadi seiring dengan hujan lebat (Lynn dan Yair, 2010). Menurut (Wu dkk., 2017), aktivitas petir berhubungan erat terhadap hujan lebat dengan durasi pendek di wilayah Metropolitan Beijing selama musim panas. Lebih lanjut, mereka menemukan bahwa lebih dari 80% kejadian sambaran petir lebih dulu terjadi sebelum hujan dengan jeda waktu <25 menit. Selain CH, aktivitas petir memiliki hubungan yang berbanding lurus terhadap parameter lain seperti kelembaban udara, lama penyinaran matahari (Amelya, 2017), dan aerosol (Zhao dkk.,2017).

Informasi hubungan antara hujan dan petir di suatu wilayah sangat bermanfaat dalam memberikan peringatan dini cuaca ekstrem jangka pendek (*Nowcast*) dan estimasi jumlah CH (Katroutlis dkk., 2012) (Garcia dkk., 2013), (Xu dkk., 2013, 2014). Informasi tersebut akan lebih akurat jika berdasarkan data hasil pengamatan petir dan CH secara langsung.

Data CH dapat diamati melalui alat penakar hujan. Salah satunya yaitu penakar

hujan Hellman mampu mencatat curah hujan bersifat jam-jaman (*hourly*) sehingga dapat dimanfaatkan untuk menganalisis karakteristik diurnal di suatu wilayah. Data Hellman memiliki korelasi / kesesuaian yang kuat terhadap penakar hujan manual observatorium (OBS) dan penakar hujan otomatis Tipping Bucket dengan nilai korelasi keduanya  $>0.9$  (Maftukhah dkk., 2016).

Data petir dapat diperoleh dari pemantauan aktivitas sambaran petir secara real time menggunakan *lightning detector*. Pemantauan aktivitas petir secara kontiniu memberikan informasi penting terhadap perkembangan dan intensitas badai Guntur (Price, 2008). Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) memiliki sebanyak 54 *Ligthning detector* yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, salah satu diantaranya yaitu di Medan. *Ligthning detector* terhubung dengan perangkat lunak *Lighning/2000* yang mampu menyimpan data petir *real time* dan menampilkannya kedalam bentuk peta.

Pemahaman mengenai karakteristik petir akan sangat bermanfaat dalam memberikan gambaran struktur maupun perkembangan awan (Septiadi et al, 2011). Petir merupakan bagian penting dari proses dinamika atmosfer sehingga dapat dijadikan bagian karakteristik maupun identifikasi kondisi cuaca. Tipe petir CG, frekuensi, dan polaritas memiliki hubungan

dengan mikrofisis dan proses dinamis dalam badai (Williams, 2001). Dengan demikian, Penelitian ini akan menganalisis mengenai karakteristik petir dan curah hujan di Kota Medan dan sekitarnya menggunakan data hasil pengamatan real time secara langsung.

## 2. TEORI DASAR

### 2.1. Petir

Petir merupakan salah satu fenomena alam yang terjadi karena adanya pelepasan muatan listrik positif maupun negatif yang terdapat di dalam awan-awan konvektif (Zhou et al., 2001) khususnya awan CB. Pelepasan tersebut terjadi akibat adanya perbedaan muatan yang sangat besar antara awan dengan lingkungan sekitarnya (awan lainnya, udara dan bumi) (Amelya, 2017). Awan yang memiliki muatan akan menimbulkan muatan induksi di muka bumi sehingga menimbulkan medan listrik. Jika Medan listrik melebihi medan tembus udara maka akan menyebabkan terjadinya pelepasan muatan yang disebut dengan sambaran petir.

Sambaran petir memiliki empat jenis yaitu Pelepasan muatan listrik dalam awan / petir awan ke awan (*Intra Cloud-IC*), Antara awan dengan awan (*Inter Cloud-CC*), Dari awan ke bumi (*Cloud to ground-CG*) dan dari awan ke udara (*Cloud to Air-CA*) (Price, 2008). Petir CG merupakan yang paling bahaya dan merusak. Petir CG terbagi menjadi dua

yaitu Petir CG negative (CG-) yang terjadi akibat induksi medan listrik positif di permukaan bumi dengan bagian pusat awan yang bermuatan negatif, dan petir CG positif (CG+) terjadi akibat induksi medan listrik negatif di permukaan dengan bagian atas awan yang terkonsentrasi listrik positif. Parameter CG- berhubungan dengan curah hujan konvektif sementara CG+ lebih banyak terdeteksi pada awan CB (Zajac dan Weaver, 2002).

## 2.2. Hujan

Hujan merupakan butir-butir air yang keluar dari awan yang dapat mencapai permukaan sedangkan curah hujan (CH) merupakan jumlah presipitasi cair. Hujan terjadi akibat adanya massa udara yang mendingin, mencapai suhu dibawah titik embun yang memulai pembentukan molekul air. Hujan hanya akan terjadi jika molekul-molekul air sudah mencapai >1mm.

Hujan lebat dan badai guruh berasal dari awan-awan CB. Pembentukan awan CB terkait pengangkatan massa udara hangat dan lembab yang dihasilkan oleh pemanasan dipermukaan akibat radiasi matahari, atau yang biasa disebut konveksi. Awan terbentuk jika massa uap air yang terangkat mengalami pendinginan pada ketinggian tertentu sehingga mengalami proses kondensasi dan membentuk awan.

Siklus awan CB terdiri dari tahap tumbuh, matang dan pунah. Tahap tumbuh dimulai dari perkembangan awan akibat adanya udara yang naik sehingga bercampurnya massa udara yang naik di tiap lapisan di atmosfer akibat tercapai suhu konveksi. Gerakan *updraft* (arus ke atas) semakin menguat di seluruh bagian awan akan tetapi endapan/tetes-tetes air belum jatuh ke permukaan karena masih tertahan oleh gaya *updraft* tersebut. Awan CB memasuki tahap matang ditandai dengan jatuhnya endapan ke permukaan bumi karena gaya *updraft* tidak mampu lagi menahan tetes-tetes air. Kondisi cuaca buruk terjadi ketika awan CB berada pada tahap matang. Hal tersebut menimbulkan gaya gesekan sehingga gaya *updraft* berubah menjadi *downdraft* (arus turun). Tahap Pунah awan CB terjadi Ketika gaya *updraft* semakin melemah dan *downdraft* meluas maka aktivitas awan juga menurun. Suhu dalam sel awan sama dengan suhu di sekitarnya sehingga awan CB menjadi pунah.

## 2.3. Prinsip Kerja Penakar hujan hellman dan *Ligthning detector*.

Sistem *lightning detector* yang digunakan merupakan sistem *real time* menggunakan perangkat lunak *Ligthning/2000* yang dirangkai dengan sistem deteksi petir Boltek dengan tipe alat yang digunakan yaitu *Lightning detector Boltek Storm*

### *Tracker PCI.*

Sistem kerja alat ini yaitu menangkap frekuensi arus petir oleh antena *storm tracker* yang dapat memberikan informasi arah dan jarak petir yang dikalkulasikan dengan kekuatan sinyal yang diterima. Ketika aktivitas petir terjadi maka frekuensi gelombang dari gelombang petir ditangkap oleh sensor dan diubah kedalam bentuk database. Data petir yang benar akan tersimpan untuk dianalisis yang ditampilkan dalam bentuk arah dan kekuatan sambaran petir. Jika bukan sambaran petir maka dikategorikan sebagai *noise* yang dapat berupa aktivitas non listrik yang tidak dapat dianalisis secara memadai. *Noise* kebanyakan berasal dari aktivitas manusia menggunakan instrument seperti sinyal radio, transmitter, wireless dan lainnya. *Storm tracker* dapat mendeteksi aktivitas kelistrikan yang teridentifikasi sebagai kejadian petir (*strokes*) petir secara optimal sekitar 300 mil ( $\pm$  480 km) dari pusat alat (Aninoquisi, 2016).

Penakar hujan merupakan alat yang digunakan untuk mengukur CH pada satuan waktu tertentu. Penakar hujan Hellman termasuk kedalam Penakar hujan mekanik recorder yang mampu mencatat curah hujan selama 24 jam yang tercatat pada pias yang diganti setiap hari pada pukul 07.00 LT.

Penakar hujan hellman terdiri dari tujuh bagian utama yaitu Lubang silindris (A), Bejana Pelampung (B), Pelampung (C), Penutup (Casing) (D), Siphon/Saluran air (H), Bejana Pengumpul air (K) dan, Pena (Z) (Gambar 1). (Muller, 2016). Air hujan masuk melalui Lubang cincin penakar hujan (A) yang normalnya terbatas wilayah penerima 200 cm<sup>2</sup>. Air hujan turun mengalir ke bejana pelampung silinder (B) dan mengangkat pelampung (C). Hal ini juga secara otomatis membuat lengan pena (Z) terangkat melalui pelampung batang yang membawa lengan pena. Ketika air yang terkumpul di bejana semakin banyak maka secara otomatis pelampung juga akan naik. Gerakan pena tersebut tercatat akan pada pias. Ketika air di bejana pelampung (B) penuh yang ditandai dengan pena menunjuk angka 10 mm maka air dalam bejana pelampung akan keluar selang siphon (H) yang bentuknya melengkung. Berdasarkan sistem otomatis siphon, maka bejana pelampung Silinder (B) akan dikosongkan dalam waktu sesingkat mungkin. Begitu juga dengan pena akan kembali turun menggoreskan garis vertikal dan kembali ke titik nol. Hal tersebut terus berulang-ulang jika hujan masih terus terjadi. Perhitungan intensitas curah hujan berdasarkan jumlah garis yang tercatat sesuai pada pias.



(Boonstra, 2008; Septiadi dkk., 2011; Septiadi & tjasyono, 2011; Fansury & Mustofa, 2012). Pembatasan ini berguna untuk menghindari *noise* yang dapat berasal dari motor elektrik, transmitter radio, lampu dim yang menyala, perangkat wireless, dan lainnya (Aninoquisi, 2016).

Titik awal yang digunakan yaitu Balai BMKG wilayah I Medan. Hal ini karena lokasi pengamatan curah hujan berada di lokasi tersebut sehingga hasil analisis dapat maksimal. Pengekstrakan data petir menggunakan perangkat lunak *lightning/2000* yang mengkonversi dari format .ldc ke format .kml kemudian ke dalam bentuk data harian dalam format .xlsx dan tersimpan dalam format .csv. Keluaran data berupa Waktu kejadian, Jenis dan Jumlah petir dalam waktu 15 menitan maupun 1 jam, dan lokasi koordinat petir

Metode penelitian yang digunakan metode analisis kuantitatif dan deskriptif. Metode analisis Kuantitatif menggunakan data yang menghasilkan gambar grafik atau tampilan lain, bersifat sistematis dan analisisnya menggunakan statistik (Sugiyono, 2011). Analisis statistik berupa analisis deret waktu (*time series*) sebagai analisis awal struktur data, analisis Perata-rataan, dan Analisis korelasi digunakan untuk menguji seberapa besar hubungan antara kejadian petir CG terhadap CH. Berikut persamaannya

(Sugiyono, 2011):

$$Corr (X, Y) = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x-\bar{x})^2 \Sigma(y-\bar{y})^2}} \dots\dots [1]$$

Dimana  $\bar{x}$  dan  $\bar{y}$  = rata-rata

Proses terjadinya petir sangat terkait dengan proses pembentukan awan CB. Analisis kekuatan konvektivitas awan CB dapat dilihat dari peningkatan total CG secara signifikan yang dapat diindikasikan sebagai sebagai fase matang, sementara fase purnah ditandai dengan penurunan CG (Septiadi dkk., 2011).

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Petir CG dan Curah Hujan Diurnal di Medan

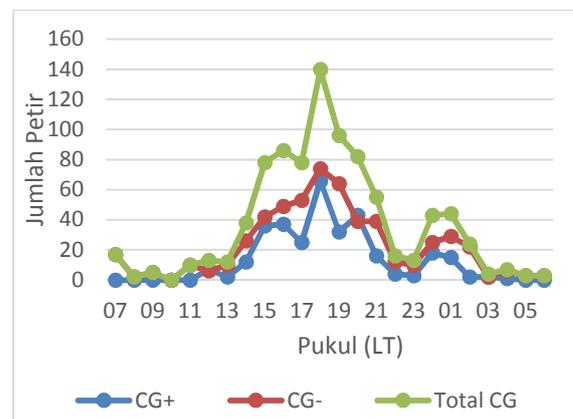
Hasil pengolahan data petir selama tahun 2017 pada gambar 3, menunjukkan bahwa terdapat 869 kali total sambaran petir CG di Kota Medan dan Sekitarnya. Aktivitas terbanyak umumnya terjadi pada sore-malam hari (15.00 s.d 20.00 LT) dengan puncak pada pukul 18.00 LT sebanyak 314 kali. Aktivitas petir terendah umumnya terjadi pada dini-pagi hari (03.00 s.d 10.00 LT) dengan aktivitas terkecil terjadi pada pukul 10.00 WIB yang tercatat tidak pernah terjadi aktivitas petir pada jam tersebut selama tahun 2017.

Sambaran petir CG- umumnya mendominasi sambaran petir di wilayah Medan dan sekitarnya selama tahun 2017. Tercatat sebanyak 548 kejadian (63,1%)

terjadi Sambaran petir CG- sementara sambaran petir CG+ sebanyak 309 kejadian (36,9%). Kejadian sambaran petir terbanyak (baik CG+ maupun CG-) terjadi pada pukul 18.00 LT dan terendah terjadi pada pukul 10.00LT (gambar 3). Petir CG+ bahkan tercatat tidak pernah terjadi sekalipun di Kota Medan dan Sekitarnya pada pagi hingga siang hari yaitu pukul 05.00 - 11.00 LT sementara petir CG- selalu terjadi di wilayah Medan dan Sekitarnya selama tahun 2017 kecuali pada pukul 10.00 LT.

Kedua jenis petir tersebut memiliki pola yang berbanding lurus. Ketika aktivitas CG+ meningkat maka aktivitas CG- juga ikut meningkat, begitu juga sebaliknya. Hasil uji korelasi kedua parameter tersebut menunjukkan nilai yang signifikan yaitu 0.907. Aktivitas petir CG- selalu lebih banyak dibandingkan CG+. Ketika terdapat aktivitas CG+ maka aktivitas CG- pasti juga terjadi, akan tetapi Ketika aktivitas CG- terjadi maka aktivitas CG+ belum pasti terjadi. Hal ini dapat dilihat pada pukul 05.00 – 11.00 LT dimana aktivitas CG+ tidak ada (nol) akan tetapi terdapat aktivitas CG- meskipun relatif sedikit. Hal ini menimbulkan dugaan bahwa aktivitas CG- mendahului terjadinya aktivitas CG+. Menurut septiadi (2009), Parameter CG+ merupakan petir yang mengantarkan muatan positif ke tanah dan lebih banyak terdeteksi terdapat pada awan

CB, sedangkan parameter CG- mengantarkan muatan negatif ke tanah dan terkait dengan curah hujan konvektif. Dengan demikian, perawanan CB muncul diawali dengan kehadiran awan-awan konvektif sebelumnya.

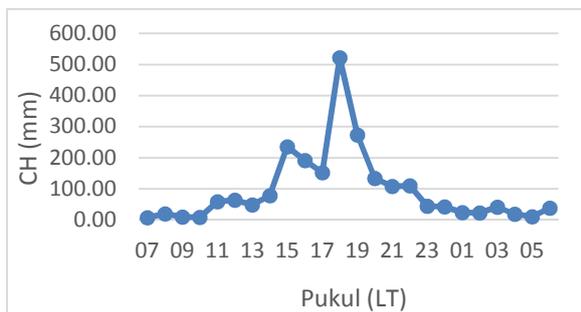


**Gambar 3.** Grafik petir CG setiap jam di wilayah Medan dan Sekitarnya tahun 2017

Hasil analisis CH menunjukkan bahwa CH diurnal Kota Medan dan sekitarnya berkisar 7 - 521 mm. CH signifikan (>100mm) umumnya terjadi pada Siang - malam hari (15.00 – 22.00 LT) dengan puncak pada pukul 18.00 LT. Sementara CH minimum terjadi pada pagi hari (05.00 – 10.00 LT) dengan puncak minimum pada pukul 07.00 LT (Gambar 4).

Aktivitas petir dan CH di Kota Medan dan sekitarnya selama tahun 2017 bersifat diurnal yaitu tumbuh dan berkembang pada siang hari. Akumulasi CH selama tahun 2017 mulai tampak meningkat pada pukul 11.00 LT dengan intensitas >45 mm hingga pukul 14.00 LT.

Peningkatan CH yang cukup tinggi sebanyak 157 mm terjadi dari pukul 14.00 ke 15.00 LT. Setelah itu, CH menurun perlahan hingga pukul 17.00 LT. Penurunan ini hanya bersifat sementara, pada pukul 18.00 LT, CH meningkat lebih tajam hingga mencapai 369 mm. Setelah itu, CH menurun secara perlahan dan kontiniu hingga pagi hari.

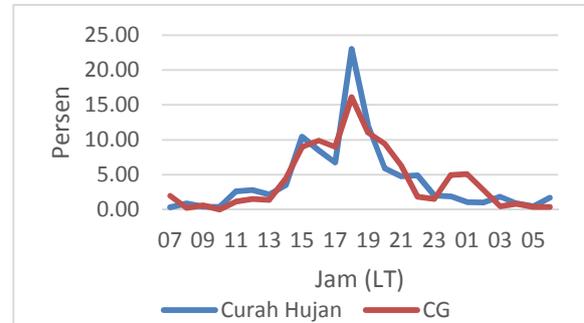


**Gambar 4.** Grafik akumulasi CH selama tahun 2017 di Medan dan sekitarnya

#### 4.2. Hubungan Petir CG dan CH diurnal

Aktivitas petir CG di Medan dan Sekitarnya selama tahun 2017 umumnya memiliki pola yang berbanding lurus terhadap CH diurnal. Kenaikan curah hujan seiring dengan kenaikan jumlah petir yang terjadi, begitu juga sebaliknya. Peningkatan aktivitas kedua parameter tersebut terjadi pada siang hingga malam hari (15.00 - 20.00 LT) dengan kejadian >6%. Puncak CH dan CG terjadi pada pukul 18.00 LT yang mana >15% aktivitas petir dan >20% curah hujan terjadi pada waktu tersebut selama tahun 2017. Sementara curah hujan dan aktivitas petir minimum terjadi pada

dini hari hingga pagi hari (03.00 s.d 11 LT) dengan nilai <2% terjadi petir dan curah hujan seama tahun 2017 pada waktu tersebut (gambar 5).



**Gambar 5.** Grafik akumulasi CH diurnal dan aktivitas petir CG selama tahun 2017

Hasil uji korelasi Pearson antara curah hujan diurnal dan aktivitas CG selama tahun 2017 menunjukkan nilai yang tinggi. Nilai korelasi curah hujan diurnal terhadap CG+ = 0.90, terhadap CG- = 0.85, dan terhadap total CG bernilai 0.89. Hasil ini semakin memperkuat hubungan antara aktivitas petir terhadap curah hujan diurnal di wilayah Kota Medan dan sekitarnya.

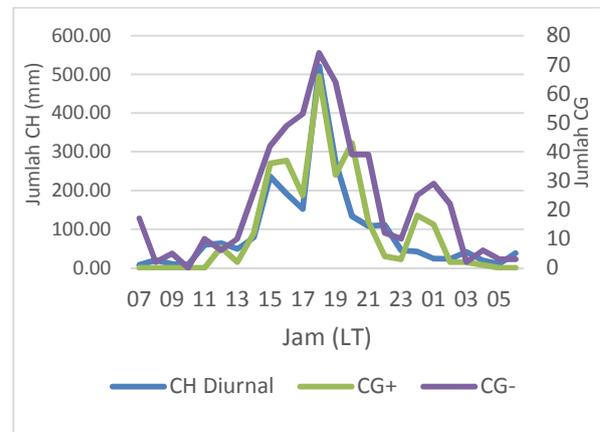
Awan CB memiliki peran yang penting terhadap peningkatan curah hujan yang cukup signifikan di wilayah Kota Medan dan Sekitarnya selama tahun 2017. Hal ini dapat dilihat dari hasil korelasi antara CH diurnal terhadap CG+ menunjukkan nilai yang lebih besar (0.90) dibandingkan CG- (0.85) meskipun aktivitas CG+ yang tercatat lebih sedikit dibandingkan CG-. Selain itu, Peningkatan CH yang cukup signifikan terjadi saat adanya aktivitas CG+ yang cukup banyak.

Sementara ketika hanya terjadi aktivitas CG- tanpa ada CG+ seperti pada pukul 05.00 – 11.00, Curah hujan yang tercatat relatif kecil (Gambar 6).

Hujan yang berasal dari awan-awan konvektif (hujan konvektif) umumnya berlangsung dengan relatif cepat dan mencakup wilayah yang tidak terlalu luas akan tetapi intensitasnya relatif tinggi. Hujan jenis ini umumnya disebabkan adanya perbedaan panas yang diterima permukaan tanah dan panas yang diterima lapisan udara diatas permukaan tanah tersebut (Geertz, 2002).

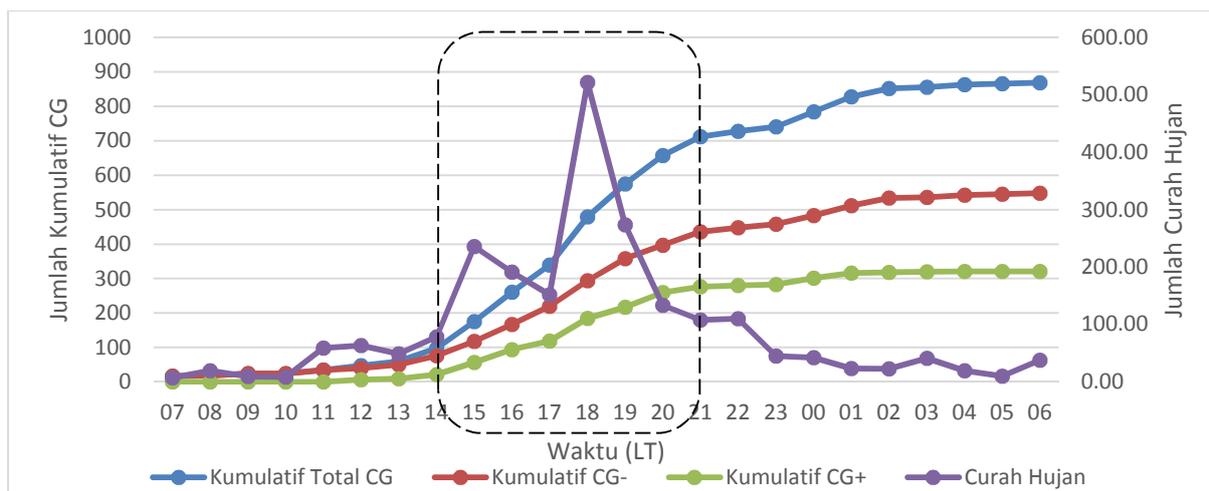
Hujan yang terjadi tidak hanya terjadi akibat awan-awan konvektif yang ditandai dengan adanya aktivitas petir. Hujan juga dapat terjadi akibat adanya awan yang berbentuk stratus / menyebar (*stratiform*). Hal ini dapat dilihat seperti pada pukul 10.00 LT dimana tidak terdapat aktivitas petir CG- maupun CG+ akan tetapi terdapat curah hujan sebesar 8.5 mm. Hal tersebut juga tampak dari jumlah aktivitas petir yang sedikit akan tetapi curah hujan cukup tinggi, seperti pada pukul 06.00 LT terdapat CH sebanyak 38.0 mm yang hanya 3 kali terjadi sambaran petir dan juga pada pukul 08.00 LT yang terdapat CH sebanyak 19.5 mm yang hanya terjadi 2 kali aktivitas petir (Gambar 6). Hujan akibat awan-awan Stratus memiliki sifat berkebalikan dengan hujan konvektif. Hujan akibat awan stratus umumnya memiliki cakupan yang cukup

luas (merata), memiliki durasi yang cukup panjang, dan bersifat kontiniu (Tjasyono, 2012).



**Gambar 6.** Grafik akumulasi CH Diurnal dan Petir CG di Kota Medan Selama tahun 2017

Curah hujan dan aktivitas petir di Kota Medan selama tahun 2017 sama-sama menunjukkan bersifat diurnal. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan awan-awan konvektif mulai tumbuh pada siang hari dan semakin intens terjadi pada sore-malam hari. Aktivitas petir CG dapat dianalisis dari pertumbuhan awan dalam tiga tahap pertumbuhan yaitu cumulus, tahap matang (*mature*), dan pунah (dissipasi). Tahap cumulus ditandai dengan frekuensi CG yang minim, sementara tahap matang ditandai dengan peningkatan CG secara cepat dan sering disertai dengan curah hujan dengan intensitas lebat hingga sangat lebat (Septiadi et al., 2011). Penentuan kuatnya konvektivitas awan-awan konvektif dapat dihitung berdasarkan lamanya fase matang sampai fase pунah.



**Gambar 7.** Kumulatif kejadian petir CG- (Merah), CG+(Hijau), Total CG (biru); dan total CH (ungu) Selama tahun 2017 wilayah Medan dan Sekitarnya. Kotak garis putus-putus merupakan fase matang pada awan.

Hasil analisis total petir CG selama 24 jam sepanjang tahun 2017 menunjukkan bahwa tahap awal pertumbuhan cumulus umumnya terjadi pada pada siang hari yaitu pukul 11 – 13 LT. Fase matang awan CB umumnya terjadi pukul 15.00 LT yang mana aktivitas CB meningkat cukup drastis hingga 40 kali. Hal ini juga dibarengi dengan peningkatan curah hujan hingga mencapai 157 mm (Gambar 7). Aktivitas CG mengalami kenaikan pada Pukul 16.00 sebanyak 8 kali dan menurun sebanyak 8 kali pada pukul 17.00 LT. Peningkatan aktivitas CG yang cukup tinggi kembali terjadi pada pukul 18.00 LT sebanyak 62 kali, begitu juga CH yang meningkat kembali hingga mencapai 369 mm. Pada saat tersebut merupakan puncak tahap matang awan CB yang ditandai dengan aktivitas CG dan CH maksimum.

Setelah itu Awan CB memasuki tahap purnah yang ditandai penurunan aktivitas

CG secara bertahap. Penurunan aktivitas CG yang cukup signifikan terjadi setelah pukul 21.00 LT yang mengindikasikan aktivitas awan CB mengalami fase purnah. Dengan demikian, Kuatnya aktivitas konvektivitas awan CB di wilayah medan dan Sekitarnya berlangsung selama 6 jam dihitung saat awan CB mengalami fase Cumulus, matang, dan memasuki fase purnah.

## 5. KESIMPULAN

Aktivitas petir selama tahun 2017 didominasi oleh CG- sebanyak sebanyak 548 kejadian (63,1%) sementara sambaran petir CG Positif (CG+) sebanyak 309 kejadian (36,9%). Curah hujan dan aktivitas petir di kota Medan selama tahun 2017 menunjukkan kesesuaian pola diurnal dengan korelasi yang cukup signifikan yaitu 0.90 untuk CG+, 0.85 untuk CG-, dan 0.89 untuk total CG. Curah hujan dan

aktivitas Petir maksimum di Kota Medan selama tahun 2017 terjadi pada sore-malam hari (15-20) dengan puncak terjadi pada pukul 18.00 LT. Kuatnya aktivitas konvektivitas awan CB di wilayah medan dan Sekitarnya berlangsung selama 6 jam berkisar pukul 15.00 hingga 21.00 LT

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada BMKG khususnya Stasiun Geofisika Tuntungan yang telah memberikan data petir, Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah I Medan yang telah menyediakan data CH Hellman dan seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

Amelya, M., N. (2017). Korelasi Jenis Sambaran Petir dan Cuaca. Tugas akhir, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.

Aninoquisi, (2016). Ligthning/2000 version 6.7, User's Manual

Boonstra, R. (2008). Validation of SAFIR/FLITS Ligthning Detection System with Railway-Damage Reports. De Bilt. Wagenigen University and Research Centre, Department Meteorology and Air Quality.

(BPS) Badan Pusat Statistik, (2019). Web Badan Pusat Statistik Sumatera Utara.

Diakses 18 April 2019.<https://sumut.bps.go.id/statictable/2018/04/09/893/jumlah-penduduk-dan-rumah-tangga-menurut-kabupaten-kota-2016.html>.

Fansury, G., H., dan Mustofa, M., A. (2012). Hubungan Aktivitas Petir Cloud-to-Ground (CG) dengan Curah Hujan di Bogor. Skripsi Institut Teknologi Bandung.

Garcia, J., V., C., Stephany, S., and d'Oliveira, A.,B. (2013). Estimation of convective precipitation mass from lightning data using a temporal sliding-window for a series of thunderstorms in Southeastern Brazil. *Atmos. Sci. Lett.* 14, 281–286. <http://dx.doi.org/10.1002/asl2.453>.

Koutroulis, A., G., Grillakis, M., G., Tsanis, I., K., Kotroni, V., and Lagouvardos, K., (2012). Lightning activity, rainfall and flash flooding-occasional or interrelated events? A case study in the island of Crete. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 12,881–891. <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-12-881-2012>.

Lynn, B., and Yair, Y. (2010). Prediction of Ligthning Flash Density with the WRF Model. *Advances iin Geosciences*. Copernicus Publication o behalf of the Europe Geoscienc Union.

Maftukhah, T., Wijonarko, S., dan Rustandi, D. 2016. Comparison and

- Correllation Among Measurement Result of Observatory, Hellman, and Tipping Bucket Sensor. *Instrumentasi*, vol. 40 no. 1, 2016.
- Mastrangelo, D., Horvath, K., Riccio, A., and Miglietta, M., M. (2011). Mechanisms for convection development in a long-lasting heavy precipitation event over southeastern Italy. *Atmospheric research*, v. 100, p.586-602, 2011.
- Matsudo, C., M., and Salio, P., V. (2011). severe weather reports and proximity to deep convection over Northern Argentina. *Atmospheric Research*, Vol. 100, p.523-537, 2011.
- Mattos, E., V., and Machado, L., A., T. (2011). Cloud-to-ground lightning and Mesoscale Convective Systems. *Atmospheric Research*, Vol. 99, p. 377-399, 2011.
- Muller, A., (2016). Precipitation Gauges and Recorders. *Meteorologische Instrument KG. R Fuess*.
- Price, C. (2008). Lightning Sensors For Observing, Tracking and Nowcasting Severe Weather, *Sensors* 2008, 8, 157-170.
- Pandiangan, L., N., L., Wardono, W., dan Harry., R., B., Y. (2010). Analisis Pemetaan Sambaran Petir Akibat Bangunan BTS Terhadap Lingkungan dan Sekitarnya di Kota Medan. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. Vol. 11 No. 2 – November 2010:86 – 97.
- Ribeiro W. M. D-N., Souza, J. R. S., Lopes, M., N., G., Camara, R., K., C., Rocha, E., J., P., and Almeida, A. C. (2014). Ligthning and Precipitation Produced by Svere Weather Systems Over Belem, Brazil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, Vol. 29, No. esp., 41 - 59, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620130039>.
- Pratama, I-P., D., dan Negara, P., K., G., A. (2016). Analisis Spasial dan Temporal Data Ligthning Detector Tahun 2009 – 2015 di Stasiun Geofisika Sanglah Denpasar. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, Vol. 17 No.2 Tahun 2016: 123-127.
- Septiadi, D., dan Tjasyono, B. (2011). Variabilitas Musiman Cloud Ground Lightning dan Kaitannya dengan Pola Hujan di Wilayah Jawa (Studi Kasus Bandung dan Semarang. Bandung. *Jurnal Bumi Lestari*.
- 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, September 2011: 163–170.
- Septiadi, D., Hadi S., dan Tjasyono, B. (2011). Karakteristik Petir dari Awan ke Bumi dan Hubungannya dengan Curah Hujan. *Jurnal Sains dan*

- Dirgantara Vol. 9 No. 2 Juni 2011 : 129-138.
- Sugiyono. 2011. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: Afabeta
- Tjasyono, B. (2012). Mikrofisika Awan dan Hujan. BMKG.
- Wu, F., Cui, X., Zhang, D-L., and Qiau, L. (2017). The Relationship of Lightning Activity and Short-Duration Rainfall Events During Warm Season Over The Beijing Metropolitan Region. *Tmospheric Research*, 195, 31-43.
- Wikipedia. 2010. Lokasi Kota Medan doi Provinsi Sumatera Utara. Dibuat oleh Ewesewes di Wikipedia Bahasa Bahasa Indonesia. Diakses Januari 2019.
- Williams, E., R. (2001). The electrification of Severe Storm. *Severe Convective Storms*. C. A. Doswell,III, Ed., Amer. Met. Soc., Meteorological Monograph Series, 27(490, Hal. 570.
- Xu, W., Adler, R., F., and Wang, N.,Y. (2013). Improving geostationary satellite rainfall estimates using lightning observations: underlying lightning-rainfall-cloud relationships. *J. Appl. Met. Clim.* 52, 213–229. <http://dx.doi.org/10.1175/JAMC-D-12-040.1>.
- Xu, W., Adler, R., F., and Wang, N.,Y. (2014). Combining satellite infrared and lightning information to estimate warm-season convective and stratiform rainfall. *J. Appl. Met. Clim.* 53, 180–199. <http://dx.doi.org/10.1175/JAMC-D-13-069.1>.
- Zajac, B., A., and Weaver, J., F. (2002). *Ligthning Meteorology I : an Introductory Course On Forecasting with Lightning Data*, Cooperative Institute for research in the atmosphere, Colorado State University,
- Zhao, P., Zhou, Y., Xiao, H., Liu, J., Gao, J., and Ge, F. (2017). Total Lightning Flash Activity Response to Aerosol Over China Area. *Atmosphere* 2017, 8, 26; doi:10.3390/atmos8020026.
- Zhou, Y., Qie, X., and Soula, S. (2001). A Study of The Relationship between cloud-to Ground Ligthning and Precipitation in The Convective Weather System in China. *Annales Geophysics, European Geophysical Society*.