PENGARUH MENARA TELEKOMUNIKASI TERHADAP SAMBARAN PETIR DI KOTA KENDARI

Waode Sitti Mudhalifana [1], Ermita Sari [2]
[1,2] Stasiun Geofisika Kendari
Email: waode.mudhalifana@bmkg.go.id

I. Pendahuluan

Peristiwa petir yang terkait dengan badai petir (*thunderstorm*) selalu sangat berguna bagi ahli meteorologi untuk mempelajari respons atmosfer. Petir adalah kilatan cahaya di atmosfer yang terdiri dari guntur dan disebabkan oleh pelepasan listrik. Petir dihasilkan dalam sistem badai bermuatan listrik; namun metode pengisian muatan awan masih tetap sulit untuk dipahami. Ketika medan listrik menjadi cukup kuat, pelepasan listrik terjadi di dalam awan atau antara awan dan tanah [1].

Petir melepaskan arus listrik yang tinggi dalam rentang waktu yang singkat. Diperkirakan bahwa petir melepaskan arus listrik sebesar 80.000 Ampere dalam satu kali sambaran sedangkan total daya rata-rata yang dilepaskan secara serentak oleh petir dalam satu kali sambaran sekitar 10^6 Watt. Besarnya energi yang dilepaskan oleh petir, menimbulkan dampak terhadap yang dikenainya. Dampak petir yang paling berbahaya bagi manusia adalah kematian. Kematian atau korban jiwa dapat disebabkan oleh sambaran langsung maupun akibat reruntuhan bangunan yang terkena sambaran petir [2]. Dampak merugikan lain dari petir adalah kerusakan jaringan telekomunikasi, jaringan listrik, dan gangguan penerbangan [3].

Telekomunikasi merupakan setiap pemancaran, pengiriman, dan atau penerimaan dari setiap informasi dalam bentuk tanda tanda, isyarat, tulisan, gambar, suara dan bunyi melalui sistem kawat, optik, radio atau sistem elektromagnetik lainnya. Rangkaian perangkat dan kelengkapan yang digunakan dalam berkomunikasi disebut dengan jaringan komunikasi. Salah satu perangkat dalam jaringan telekomunikasi yaitu Menara BTS (*Base Transceiver Station*) yang berfungsi sebagai pengirim dan penerima sinyal komunikasi dari/ke *Mobile Station* yang menyediakan radio *interface* antara *Mobile Station* dan jaringan GSM. Karena fungsinya sebagai *transceiver*, maka bentuk fisik sebuah BTS adalah tower dengan dilengkapi antena sebagai *transceiver*. Sebuah BTS dapat mencakup area sejauh 35 km [4]. Untuk wilayah Kota Kendari sendiri, berdasarkan data BPS kota Kendari tahun 2021 [5] terdapat sebanyak 105 menara telekomunikasi yang tersebar di sebelas kecamatan di kota Kendari.

Selain menyebabkan kerusakan jaringan (termasuk menara) telekomunikasi , adanya menara telekomunikasi juga dapat berpengaruh terhadap frekuensi sambaran petir. Dalam

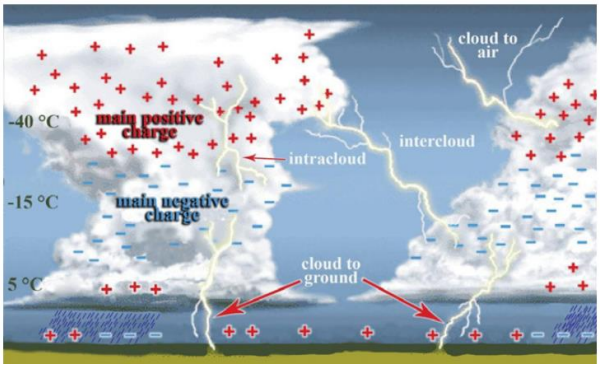
tulisan ini akan dibahas tentang aktivitas petir melalui sebaran spasial kerapatan petir di kota Kendari dan pengaruh menara telekomunikasi yang berada di kota ini terhadap sambaran petir. Data petir yang digunakan berasal dari data pengamatan petir dari Stasiun Geofisika Kendari tahun 2016 hingga 2020, dan data menara telekomunikasi berasal dari data spasial BIG (Badan Informasi Geospasial) tahun 2018.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Petir [6]

Petir adalah fenomena kelistrikan udara yang mengesankan dan sering ditemui. Petir menghasilkan cahaya paling terang dan suara paling keras yang biasa terjadi di Bumi. Karena petir telah dilihat oleh hampir semua orang (ada 30 hingga100 pelepasan petir di awan dan dari awan-ke-tanah per detik di seluruh dunia; yaitu, sekitar 9 juta per hari di seluruh dunia, atau rata-rata 6 sambaran per km persegi per tahun di atas Bumi), orang mungkin berpikir bahwa petir sudah sangat dipahami. Namun itu bukan yang terjadi sebenarnya. Kemunculan petir yang tampaknya acak dalam ruang dan waktu dan berbagai variasi waktu yang signifikan, dari puluhan nanodetik untuk banyak proses individu hingga hampir satu detik untuk total pelepasan, dan pengaburannya oleh awan petir yang memproduksinya membuat petir sangat sulit untuk dipelajari.

Petir dapat didefinisikan sebagai percikan listrik yang sangat panjang, "sangat panjang" yang berarti lebih panjang dari 1 km. Kebanyakan petir adalah dihasilkan dalam badai petir dan dicirikan oleh panjang 5 hingga10 km, pada kondisi ekstrem mencapai lebih dari 100 km. Di sebuah badai petir, proses transfer muatan utama diperkirakan melibatkan tumbukan antara (1) partikel hujan es (*graupel*) lunak yang cukup berat untuk jatuh atau tetap diam dalam arus badai petir dan (2) kristal es kecil yang cukup ringan untuk dibawa ke atas dalam aliran udara ke atas, semua dengan adanya pendinginan super (tidak beku, tetapi lebih dingin dari 0 °C) tetesan air



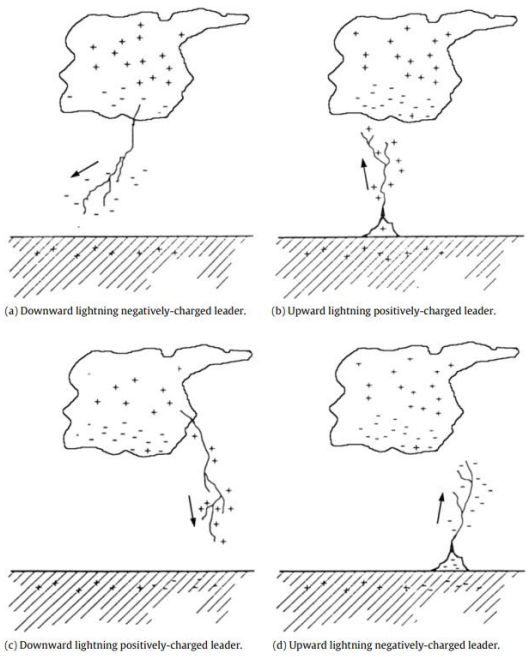
Gambar 1. Struktur muatan dua awan petir (thundercloud) sederhana dan lokasi tempat pembentukan petir (Sumber: Dwyer dan Uman, 2014)

Untuk menghasilkan muatan awan petir utama, yang telah disimpulkan dari pengamatan berbasis darat dan balon pengukuran medan listrik awan, interaksi es-hujan es ini harus terjadi pada ketinggian di mana suhu jauh lebih dingin daripada titik beku, umumnya 10 °C hingga 20 °C. Setelah muatan telah ditransfer antara bertabrakan partikel es dan hujan es, kristal es bermuatan positif dibawa lebih jauh ke atas dalam aliran ke atas ke bagian atas awan petir, hingga ketinggian dekat 10 km di atas permukaan laut dalam badai musim panas yang beriklim sedang; sedangkan hujan es bermuatan negatif berada pada ketinggian 6 hingga 8 km. Dengan demikian, struktur muatan primer ideal dari awan petir dewasa yang terisolasi terdiri dari partikel muatan positif dengan besar muatan puluhan Coulomb di bagian atasnya dan partikel muatan negatif yang kurang lebih sama besar muatannya di bagian tingkat bawahnya.

Sistem badai petir (*thunderstorm*) kecil yang khas menghasilkan kilatan petir ke tanah setiap 20–30 detik selama 40–60 menit dan mencakup area seluas 100–300 km persegi (kira-kira lingkaran di tanah dengan radius antara 6 dan 10 km). Sistem badai besar dapat menghasilkan lebih dari satu sambaran ke tanah setiap detik di area yang seratus kali lebih luas atau bahkan lebih.

Semua pelepasan petir dapat dibagi menjadi dua kategori: (1) yang menjembatani kesenjangan atau perbedaan antara muatan awan dan bumi dan (2) yang tidak memiliki perbedaan tersebut. Kelompok terakhir secara keseluruhan disebut sebagai "pelepasan awan" dan mencakup hampir sebagian besar dari semua jenis pelepasan petir. Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1, pelepasan awan yang terjadi secara total dalam satu awan (atau "sel") disebut petir *intracloud* (dianggap sebagai petir awan yang paling umum dan yang paling umum dari semua bentuk petir); yang terjadi di antara awan disebut petir *intercloud* (lebih jarang daripada petir *intracloud*); dan yang terjadi antara salah satu daerah muatan awan dan udara di sekitarnya disebut petir awan-ke-udara.

Ada empat jenis kilatan petir yang terjadi antara awan dan tanah (*cloud-to-ground, CG*). Empat jenis tersebut diilustrasikan secara terpisah pada Gambar 2a hingga 2d, adalah: dibedakan satu sama lain dengan tanda muatan listrik yang dibawa dalam "pemimpin (*leader*)" awal dan dengan arah propagasi pemimpin itu. Gambar 2a dan 2c menunjukkan petir ke bawah; Gambar 2b dan 2d menggambarkan petir ke atas.



Gambar 2. Empat jenis petir Awan-ke-Tanah berdasarkan arah propagasi pemimpin (leader) dan muatan dari pemimpin awal (Sumber: Dwyer dan Uman, 2014)

Sekitar 90% dari sambaran petir awan-ke-tanah dimulai oleh pemimpin bermuatan negatif, merambat ke bawah, sebagai ditunjukkan pada Gambar 2a, dan menghasilkan penurunan muatan negatif dari wilayah muatan negatif utama di bagian tengah awan ke tanah. Sekitar 10% dari sambaran petir awan-ke-tanah diinisiasi oleh muatan positif, ke bawah propagasi pemimpin, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2c, dan menghasilkan penurunan muatan positif dari awan ke tanah, baik dari daerah muatan positif atas atau bawah. Dua jenis pelepasan petir awan-ke-tanah lainnya (yang sebenarnya tanah-ke-awan) (Gambar 2b dan 2d) relatif jarang dan mengarah ke atas dan dimulai dari tempat-tempat seperti puncak gunung, menara tinggi buatan manusia, atau benda tinggi lainnya, menuju wilayah muatan awan.

II.2 Petir dan Menara Telekomunikasi

Pengaruh menara telekomunikasi terhadap petir bisa berdampak besar. Seperti yang ditunjukkan dalam studi klimatologi petir di timurlaut Italia, dan negara yang berdekatan (Austria, Slovenia, dan Kroasia) [7] yang menunjukkan adanya peningkatan sambaran petir CG di sekitar menara radio Dobratsch tower yang berada di pegunungan Dobratsch, Austria. Dalam penelitian yang lain [8] di Republik Ceko, mendapatkan rata-rata sebaran petir CG yang cukup besar dan terpusat di sekitar lokasi menara-menara penyiaran televisi.

Studi tentang pengaruh menara telekomunikasi terhadap petir secara khusus telah banyak dilakukan. Seperti yang dilakukan oleh Manoochehrnia dkk [9] terhadap frekuensi petir di dua menara telekomunikasi di Swiss, yaitu menara Säntis dan Saint Chrischona.

Dua menara tersebut berada pada dua daerah yang cukup berbeda dari segi kondisi geografis di negara Swiss. Menara Säntis yang memiliki tinggi 124 meter berada di puncak pegunungan Säntis (2.505 meter dpl), bagian timur pegunungan Alpen Swis. Menara Saint Chrischona memiliki tinggi 250 meter dan terletak di wilayah dataran dekat ibukota Basel (493 meter dpl), bagian utara Swiss. Kerapatan petir di sekitar menara Säntis menunjukkan angka tertinggi di Swiss selama periode 1999 hingga 2006 dibandingkan dengan di sekitar menara Saint Chrischona. Selain itu juga kejadian Petir di menara Säntis (sekitar 100 kali dalam setahun) lebih tinggi daripada kejadian petir di menara Saint Chrischona (kurang dari 10 kali setahun). Data penelitian yang digunakan berasal dari jaringan pendeteksi petir Eropa, EUCLID (*European Cooperation of Lightning Detection*).

Pengaruh sambaran petir terhadap menara telekomunikasi di Indonesia juga telah diteliti. Salah satunya adalah studi oleh Pandiangan dkk [10] yang meneliti pengaruh sambaran petir akibat menara telekomunikasi BTS di kota Medan. Data petir dalam penelitian tersebut menggunakan data petir BMKG Stasiun Geofisika Tuntungan Medan tahun 2006 hingga 2009. Hasil yang didapatkan adalah adanya 13 kecamatan di Medan yang memiliki tingkat sambaran petir yang tinggi dekat menara BTS dari tahun 2006 hingga 2009 dan juga semakin bartambahnya jumlah menara BTS di kota Medan mempengaruhi intensitas sambaran petir di kota Medan.

III. Data dan Metode

Data yang digunakan dalam tulisan ini adalah data petir dari Stasiun Geofisika Kendari tahun 2016 hingga 2020 berupa kerapatan sambaran petir dengan resolusi dan data sebaran menara telekomunikasi di Kota Kendari tahun 2018 dari BIG (Badan Informasi Geospasial).

Pengamatan petir di Stasiun Geofisika Kendari telah berlangsung sejak tahun 2008 dan menggunakan 1 buah sensor petir BOLTEK Storm Tracker PCI ke BOLTEK ANT-2 di tahun 2019. Tidak ada data akurasi deteksi (*Detection Accuracy*, DA) dan akurasi lokasi (*Location Accuracy*, LA) dari sensor petir di Stasiun Geofisika Kendari. Pengolahan data petir dilakukan dengan aplikasi LD 2000 lalu kemudian sejak September 2019 menggunakan Nexstorm. Data petir tersebut kemudian diolah menjadi data kerapatan sambaran petir (sambaran per kilometer persegi) dengan ukuran grid 1 km x 1 km.

Area penelitian dalam tulisan ini adalah Kota Kendari yang memiliki letak geografis 3°54’40” LS dan 122°26’33” - 122°39’14” BT dengan luas wilayah 271,76 km persegi. Kota Kendari terdiri atas 11 kecamatan, yaitu kecamatan Kendari, Kendari Barat, Mandonga, Puuwatu, Baruga, Kambu, Kadia, Wua-Wua, Poasia, Abeli, dan Nambo [5].

Data sebaran menara telekomunikasi di Kota Kendari diperoleh dari data spasial rupabumi BIG (Badan Informasi Geospasial) tahun 2018 yang diperoleh melalui portal tanahair.indonesia.go.id. Data menara telekomunikasi ini berjumlah 50 menara yang tersebar di seluruh kota Kendari, terdiri atas 47 menara BTS (*Base Tranceiver Station*) dan 3 menara televisi dan radio. Tidak ada data ketinggian dan data operasional menara-menara tersebut, sehingga diasumsikan bahwa semua menara tersebut memiliki karakteristik yang seragam.

Pemetaan kerapatan sambaran petir dan menara telekomunikas dilakukan dengan QGIS versi 3.16 LTS. QGIS adalah perangkat Sistem Informasi Geografis (SIG) *Open Source* dengan lisensi di bawah GNU *General Public License* yang bisa diunduh secara gratis di qgis.org.

Pengaruh menara telekomunikasi terhadap petir diukur berdasarkan pada periode 3 tahun yaitu satu tahun sebelum tahun data (2018) dan satu tahun sesudahnya. Menara-menara yang berdekatan (dengan jarak ± 1 km) dikumpulkan dalam satu kumpulan atau kluster dengan total kluster sebanyak 5 buah kluster. Pengaruh menara terhadap petir kemudian dihitung dengan metode statistik dasar dalam kluster-kluster tersebut berdasaran jumlah kerapatan petir tiap tahunnya.

Kluster I terdiri atas 27 menara telekomunikasi, yang terletak di Kecamatan Mandonga (6 menara), Kendari Barat (1 menara), Puuwatu (2 menara), Kadia (12 menara), Baruga (2 menara), Wua-Wua (2 menara), dan Kambu (2 menara).Kluster II terdiri atas 13 menara telekomunikasi yang terletak di kecamatan Poasia (10 menara), Kambu (1 menara), dan Abeli (2 menara). Kluster III terdiri atas 7 menara telekomunikasi yang terletak di kecamatan Kendari Barat (5 menara), dan Kendari (2 menara). Kluster IV terletak di kecamatan Kendari dan terdiri atas 2 menara telekomunikasi. Dan, kluster V terletak di Pulau Bungkutoko, Kecamatan Nambo dan hanya terdiri dari 1 menara telekomunikasi.

Tabel 1. Data Menara Telekomunikasi di Kota Kendari (BIG, 2018)

No.	Kluster	Jumlah Menara Telekomunikasi	Lokasi (kecamatan)
1	I	27	Mandonga, Puuwatu, Kadia, Baruga, Wua-Wua, Kambu
2	II	13	Poasia. Kambu, Abeli
3	III	7	Kendari Barat, Kendari
4	IV	2	Kendari
4	V	1	Nambo
Total		**50**	

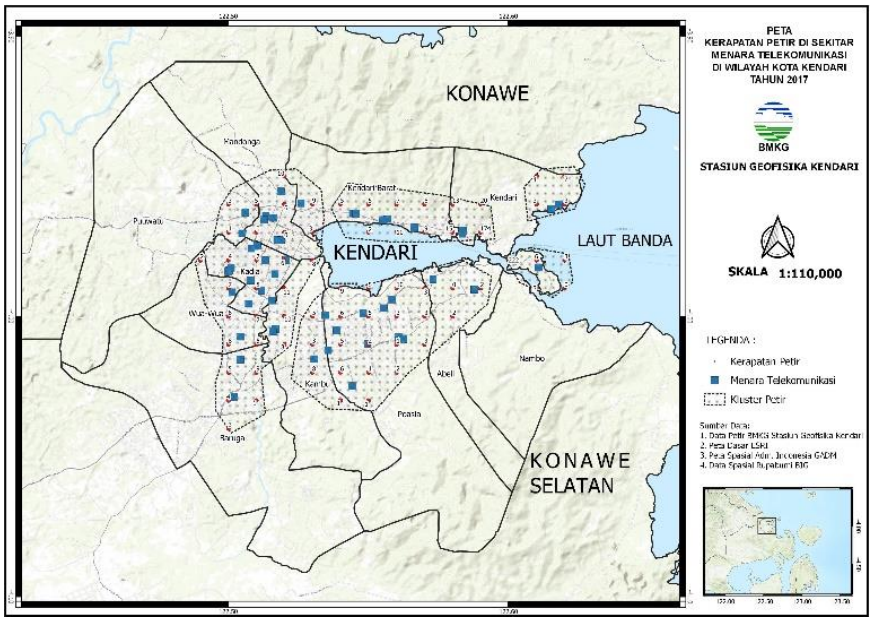
Peta kelima kluster tersebut ditampilkan dalam gambar 9, 10, dan 11 yang merupakan gambar Peta Kerapatan Petir di Sekitar Menara Telekomunikasi di Kota Kendari untuk tahun 2017, 2018, dan tahun 2019.

IV. Hasil dan Pembahasan

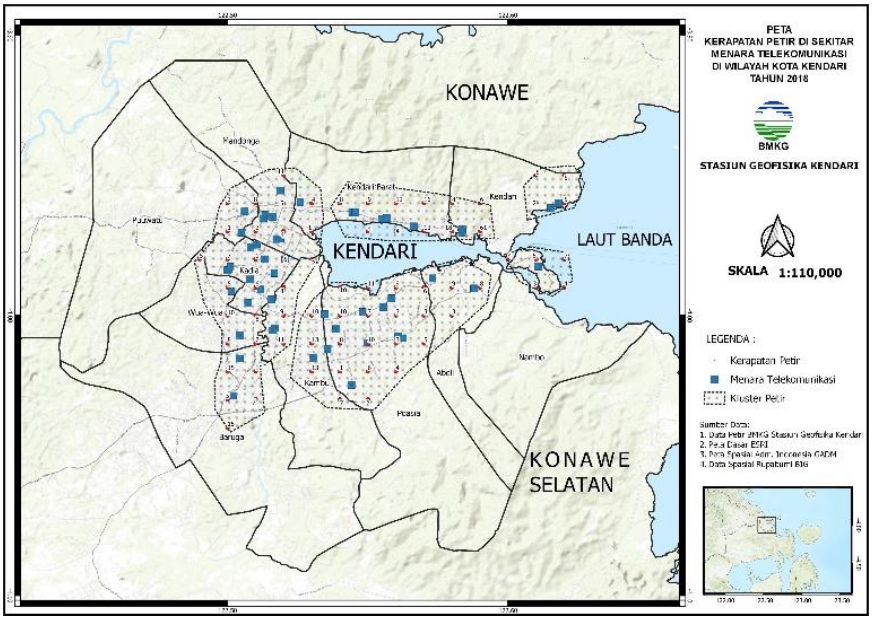
Pengaruh menara telekomunikasi terhadap sambaran petir di Kota Kendari dihitung berdasarkan jumlah kerapatan petir di dalam kluster-kluster atau kelompok menara yang berdekatan. Ada 5 kluster yang dibuat dari total 50 menara telekomunikasi yang ada di Kota Kendari. Pemetaan kerapatan petir di dalam kluster tahun 2017, 2018, dan 2019, ditampilkan dalam masing-masing gambar 3, 4, dan 5 berikut.

Pada tahun 2017, nilai kerapatan petir terbesar di sekitar menara telekomunikasi di Kota Kendari berada di kluster 5 dengan nilai 222 sambaran per kilometer persegi per tahun, dan terendah pada nilai 0 yang berada di kluster 1, 2, dan 6. Sementara untuk tahun 2018, nilai kerapatan terbesar di sekitar menara telekomunikasi di Kota Kendari berada di kluster 3, yaitu 61 sambaran per kilometer persegi per tahun, dan yang terendah berada di kluster 1 dan 2, yaitu 1 sambaran per kilometer persegi per tahun. Terakhir, di tahun 2019, nilai kerapatan petir di sekitar menara telekomunikasi yang terbesar berada di kluster 2, yaitu sebesar 114 sambaran per kilometer persegi per tahun, dan yang terendah berada di kluster 5, yaitu 1 sambaran per kilometer persegi per tahun.

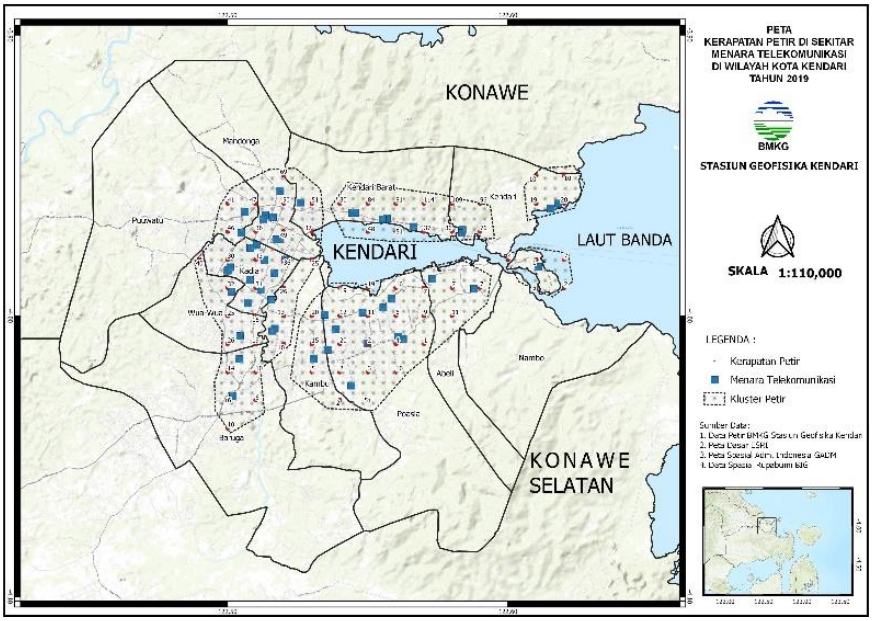
Secara keseluruhan, total kerapatan petir di sekitar menara telekomunikasi di wilayah Kota Kendari mengalami fluktuasi dari tahun 2017 sampai 2018. Pada tahun 2017, jumlahnya mencapai 841 sambaran per kilometer persegi per tahun, dan lalu turun di 2018 menjadi 664 sambaran per kilometer persegi per tahun. Kemudian di 2020, total kerapatan petir di sekitar menara telekomunikasi di Kota Kendari meningkat tajam menjadi 2.290 sambaran per kilometer persegi per tahun.



Gambar 3. Kerapatan Petir di Sekitar Menara Telekomunikasi di Kota Kendari Tahun 2017



Gambar 4. Kerapatan Petir di Sekitar Menara Telekomunikasi di Kota Kendari Tahun 2018



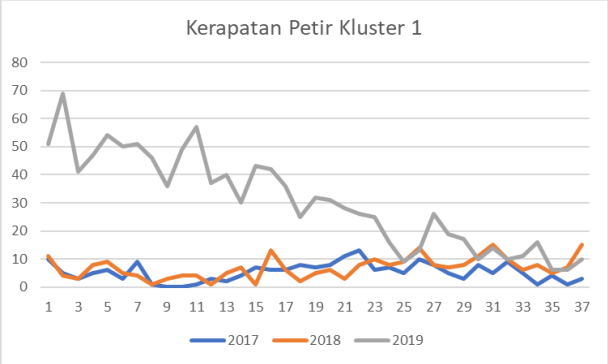
Gambar 5. Kerapatan Petir di Sekitar Menara Telekomunikasi di Kota Kendari Tahun 2019

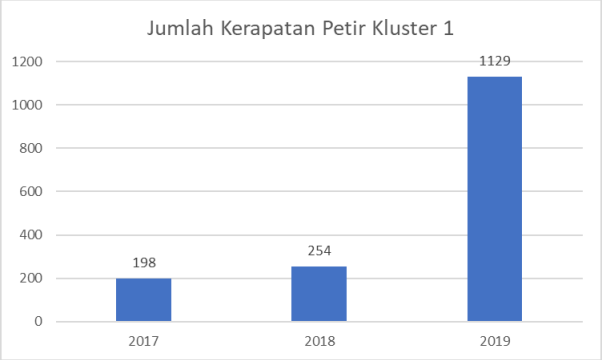
IV.1 Kluster 1

Jumlah kerapatan petir di dalam kluster 1 ditambilkan dalam gambar 6 berikut. Pada gambar 6a adalah kerapatan petir pada 37 titik di sekitar menara telekomunikasi (sebanyak 27 buah menara) dari 2017 hingga 2019. Gambar selanjutnya, 6b, adalah total kerapatan petir di sekitar menara telekomunikasi kluster 1 dari 2017 sampai 2019.

Dari kerapatan petir tiap titik di sekitar menara per tahunnya, maka terlihat terjadi peningkatan di tahun 2019 sementara nilai kerapatan petir antara 2018 dan 2017 tidak terlalu

berbeda. Demikian pula dengan total kerapatan kluster 1 dimana pada 2019 terlihat adanya peningkatan yang besar dibandingkan tahun 2018, yaitu sebesar 344 % . Bisa disimpulkan bahwa ada pengaruh menara telekomunikasi terhadap kerapatan petir di wilayah kluster 1 yang cukup besar.



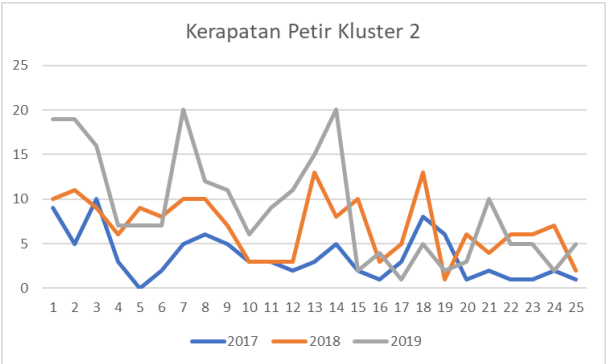


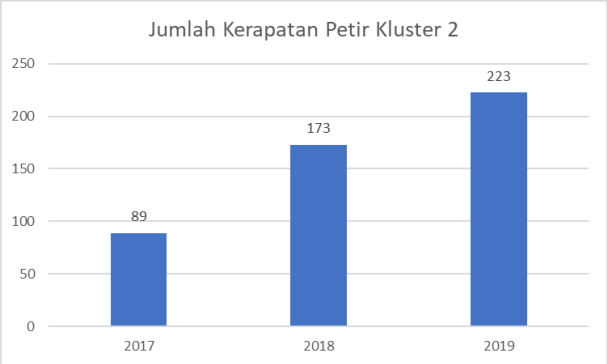
(a) ***(b)***

Gambar 6. (a) Kerapatan Petir Per Titik di Kluster 1; (b) Total Kerapatan Petir di Kluster 1

IV.2 Kluster 2

Jumlah kerapatan petir di dalam kluster 2 ditambilkan dalam gambar 7 berikut. Pada gambar 7a adalah kerapatan petir pada 25 titik di sekitar menara telekomunikasi (sebanyak 13 buah menara) dari 2017 hingga 2019. Gambar selanjutnya, 7b, adalah total kerapatan petir di sekitar menara telekomunikasi kluster 2 dari 2017 sampai 2019.





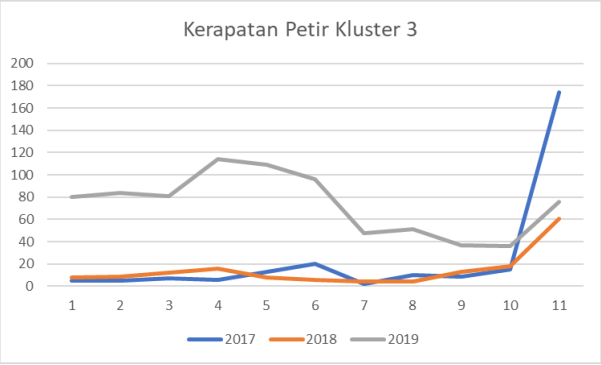
(a) ***(b)***

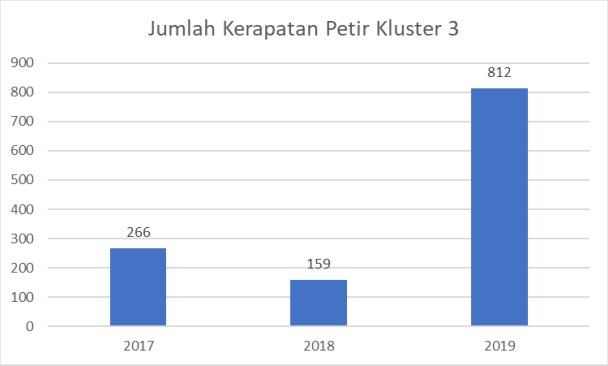
Gambar 7. (a) Kerapatan Petir Per Titik di Kluster 2; (b) Total Kerapatan Petir di Kluster 2

Dari kerapatan petir tiap titik di sekitar menara per tahunnya, maka terlihat terjadi peningkatan dari tahun 2017 ke 2018, dan dari 2018 ke 2019. Berdasarkan total kerapatan petir, maka besar pertambahan total kerapatan petir dari tahun 2017 ke 2018, yaitu sebesar 94%, dan dari 2018 ke 2019 sebesar 28%. Bisa disimpulkan bahwa pengaruh menara telekomunikasi terhadap kerapatan petir di wilayah kluster 2 ada namun tidak terlalu besar.

IV.3 Kluster 3

Jumlah kerapatan petir di dalam kluster 3 ditambilkan dalam gambar 8 berikut. Pada gambar 8a adalah kerapatan petir pada 11 titik di sekitar menara telekomunikasi (sebanyak 7 buah menara) dari 2017 hingga 2019. Gambar selanjutnya, 8b, adalah total kerapatan petir di sekitar menara telekomunikasi kluster 3 dari tahun 2017 sampai 2019.





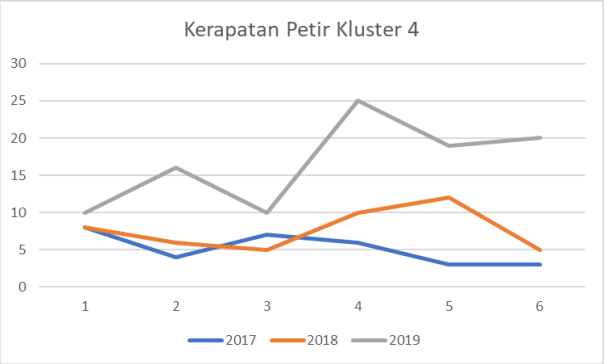
(a) ***(b)***

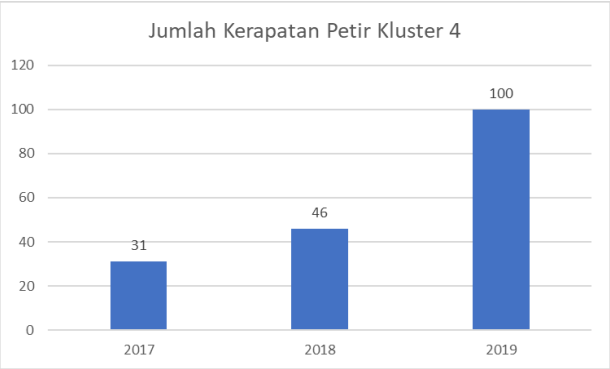
Gambar 8. (a) Kerapatan Petir Per Titik di Kluster 3; (b) Total Kerapatan Petir di Kluster 3

Dari kerapatan petir tiap titik di sekitar menara per tahunnya di kluster 3, maka terlihat terjadi penurunan kerapatan petir di tahun 2018 dari tahun sebelumnya, 2017. Kerapatan petir per titik di sekitar menara telekomunikasi kemudian naik pada 2019. Begitu pula dengan total kerapatan petir, menurun pada tahun 2018 dan kemudian meningkat dengan tajam di 2019 sebesar 410 % dari tahun sebelumnya. Dapat disimpulkan bahwa pengaruh menara telekomunikasi terhadap kerapatan petir di wilayah kluster 3 cukup besar.

IV.4 Kluster 4

Jumlah kerapatan petir di dalam kluster 4 ditambilkan dalam gambar 9 berikut. Pada gambar 9a adalah kerapatan petir pada 6 titik di sekitar menara telekomunikasi (sebanyak 2 buah menara) dari 2017 hingga 2019. Gambar selanjutnya, 9b, adalah total kerapatan petir di sekitar menara telekomunikasi kluster 4 dari 2017 sampai 2019.



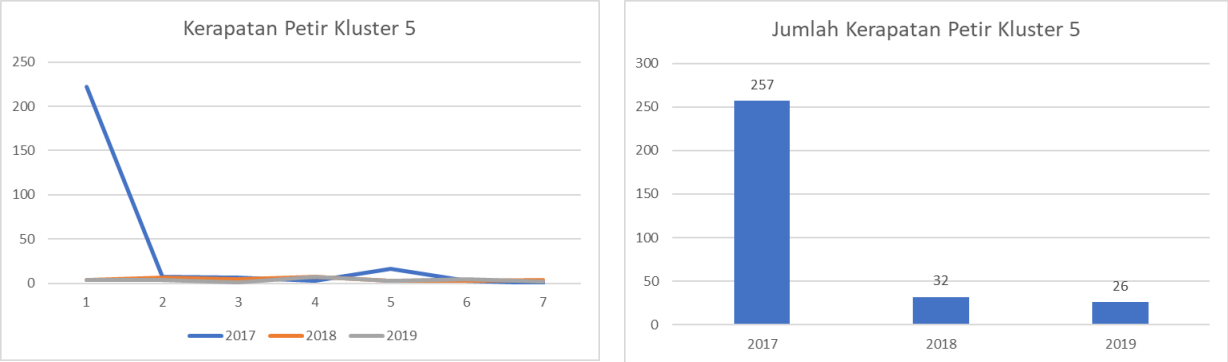


(a) ***(b)***

Gambar 9. (a) Kerapatan Petir Per Titik di Kluster 4; (b) Total Kerapatan Petir di Kluster 4

Dari kerapatan petir tiap titik di sekitar menara per tahunnya, maka terlihat terjadi peningkatan tiap tahun dari 2017 sampai 2019. Demikian pula dengan total kerapatan kluster 4 dimana pada 2019 terlihat adanya peningkatan yang besar dibandingkan tahun sebelumnya 2018 dan 2017. Peningkatan di 2019 mencapai angka 117% dari tahun 2018 sebelumnya. Bisa disimpulkan bahwa ada pengaruh menara telekomunikasi terhadap kerapatan petir di wilayah kluster 4 cukup besar.

IV.5 Kluster 5



(a) ***(b)***

Gambar 10. (a) Kerapatan Petir Per Titik di Kluster 5; (b) Total Kerapatan Petir di Kluster 5

Jumlah kerapatan petir di dalam kluster 5 ditambilkan dalam gambar 10 di atas. Pada gambar 10a adalah kerapatan petir pada 7 titik di sekitar menara telekomunikasi (sebanyak 1 buah menara) dari 2017 hingga 2019. Gambar selanjutnya, 10b, adalah total kerapatan petir di sekitar menara telekomunikasi kluster 5 dari 2017 sampai 2019.

Dari kerapatan petir tiap titik di sekitar menara per tahunnya, maka terlihat terjadi penurunan di tahun 2019 dibandingkan tahun-tahun sebelumnya, 2018 dan 2017. Demikian pula dengan total kerapatan petir di kluster 5 ini dimana penurunan total petir mencapai 87 % dari 2017 ke 2018 dan 18 % dari 2018 ke 2019. Dari hasil ini dapat disimpulkan kalau pengaruh menara telekomunikasi terhadap kerapatan petir di wilayah kluster 5 sangat kecil.

V. Kesimpulan

1. Pengaruh menara telekomunikasi yang berada di kota Kendari terhadap kerapatan sambaran petir yang diteliti ke dalam 5 kluster memberikan hasil yang berbeda di setiap kluster.

2. Pengaruh menara telekomunikasi terhadap kerapatan sambaran petir cukup besar di kluster 1, 3, dan 4. Sementara di kluster 2, pengaruhnya tidak sebesar kluster 1, 3, dan 4. Pengaruh menara telekomunikasi terhadap petir terkecil berada di kluster terakhir, yaitu kluster 5.

3. Hal yang mempengaruhi besar tidaknya pengaruh menara telekomunikasi terhadap sambaran petir di kota Kendari ini kemungkinan dari beberapa faktor, di antaranya adalah (1) jumlah menara telekomunikasi, (2) kerapatan menara telekomunikasi, (3) letak menara telekomunikasi, (4) faktor lain yang tidak diperhitungkan.

4. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh menara telekomunikasi terhadap petir di kota Kendari dengan memperhitungkan faktor-faktor lain serta dengan tambahan data pendukung lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dwivedi, A. K., Chandra, S., Kumar, M., Kumar, S., & Kumar, N. K. (2014). Atmospheric surface layer responses to the extreme lightning day in plateau region in India. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, *120*, 143-149.
2. Saufina, E., & Marzuki, M. (2016). Distribusi Spasial dan Temporal Petir di Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand*, *5*(4), 303-312.
3. Uman, M. A. (2001). *The lightning discharge*. Courier Corporation.
4. Irmalianti, D. (2016). *Perencanaan Jumlah dan Lokasi Menara Base Transceiver Station (BTS) Baru pada Sistem Telekomunikasi Seluler di Kabupaten Jombang Menggunakan Weighted Product Method (WPM) dan Pendekatan Sistem Informasi Geografis* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
5. BPS Kota Kendari. (2021). Kota Kendari dalam Angka 2021. BPS Kota Kendari.
6. Dwyer, J. R., & Uman, M. A. (2014). The physics of lightning. *Physics Reports*, *534*(4), 147-241.
7. Feudale, L., Manzato, A., & Micheletti, S. (2013). A cloud-to-ground lightning climatology for north-eastern Italy. *Advances in Science and Research*, *10*(1), 77-84.
8. Novák, P., & Kyznarová, H. (2011). Climatology of lightning in the Czech Republic. *Atmospheric research*, *100*(4), 318-333.
9. Manoochehrnia, P., Schulz, W., Rachidi, F., & Rubinstein, M. (2008). Lightning statistics in the regions of Saentis and St. Chrischona towers in Switzerland. In *29th International Conference on Lightning Protection (ICLP)* (Vol. 1, pp. 2-3).
10. Pandiangan, L. N. L., Wardono, W., & Harry, R. Y. (2010). Analisis Pemetaan Sambaran Petir Akibat Bangunan BTS Terhadap Lingkungan Dan Sekitarnya di Kota Medan. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, *11*(2).

Kendari, 31 Desember 2021

Mengetahui,

Kepala Stasiun Geofisika Kendari

ttd

Rudin, ST.

NIP. 197304011997031002

Penulis:

1. **Waode Sitti Mudhalifana, S. Si**

NIP. 198204282008012022

2. **Ermita Sari, S. Tr.**

NIP. 199404182013122001