

ANALISIS INTENSITAS PETIR *CLOUDE TO GROUND* (CG) DI WILAYAH PROVINSI SUMATERA UTARA TAHUN 2022

Tengku Surya Ramadan¹, Lailatul Husna Lubis², Novita Sari³

¹Author Address; suryaramadan8@gmail.com

¹ Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, ^{2,3}Stasiun Geofisika Kelas I Deli Serdang

Received: 28 Juli 2023

Revised: 1 Agustus 2023

Accepted: 18 Desember 2024

Abstract: This study aims to analyze the intensity of lightning strikes (CG) in the North Sumatra region in 2022 and relate lightning strikes to rainfall. Lightning is air electricity that occurs due to the discharge of electric charges from clouds in the form of negatively and positively charged electricity which usually occurs in convective clouds. can damage and harm humans. The research method used is a quantitative method by utilizing ArcGIS 10.8 software using the kriging method as an interpolation for mapping the density of the number of lightning strikes in each Regency/City. The data used is real-time data all day long in the form of a database recorded by Lightning Detector for one year. The results of this research are the areas with the highest number of lightning strikes occurring in Deli Serdang Regency with 345168 lightning strikes with a lightning density of >300 strikes strikes per square kilometer. and the area with the lowest number of strikes was Sibolga district with a total of 34 lightning strikes in a year (CG) with a lightning strike density of <100 strikes per square kilometer.

Keywords: Arc-GIS 10.8, Interpolasi Kriging, Number of lightning strikes, Lightning

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis intensitas sambaran petir (CG) di wilayah Sumatera Utara pada tahun 2022 dan menghubungkan sambaran petir terhadap curah hujan. Petir merupakan listrik udara yang terjadi karena pelepasan muatan listrik dari awan berupa listrik bermuatan negatif dan positif yang biasanya terjadi pada awan konvektif, Petir terbagi menjadi beberapa jenis yang salah satunya merupakan petir dengan jenis Cloud to Ground (CG) yang merupakan sambaran petir dari awan ke bumi, sehingga dapat merusak dan membahayakan manusia. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan memanfaatkan software ArcGIS 10.8 menggunakan metode kriging sebagai interpolasi pemetaan kerapatan jumlah sambaran petir setiap Kabupaten/Kota. Data yang digunakan data real-time sehari penuh berupa database yang direkam oleh Lightning Detektor selama satu tahun. Hasil penelitian menunjukkan wilayah dengan jumlah sambaran petir terbanyak terjadi di Kabupaten Deli Serdang sebesar 345168 sambaran dengan kerapatan petir >300 sambaran per kilometer persegi dan wilayah yang memiliki jumlah sambaran terendah adalah kabupaten Sibolga dengan total sambaran dalam setahun sebesar 34 sambaran petir (CG) dengan kerapatan sambaran petir <100 sambaran per kilometer persegi.

Kata kunci: Arc-GIS 10.8, Interpolasi Kriging, Jumlah sambaran petir, Petir

PENDAHULUAN

Sumatera Utara merupakan wilayah yang terletak pada koordinat 97°00'0" BT hingga 100°50'0" BT dan 5°30'0" LU hingga 0°07'0" LU. Provinsi Sumatera Utara dibagi menjadi 7 kota dan 26 kabupaten, dengan luas wilayah 72.281,23 km², dengan jumlah penduduk sebanyak 15.305.230 jiwa dengan kerapatan penduduk 210 jiwa per

kilometer persegi (L. H. Lubis et al., 2022), merupakan salah Provinsi di Indonesia, yang secara geografis terletak di wilayah daerah khatulistiwa yang merupakan wilayah yang beriklim tropis yang terbagi menjadi 2 musim yaitu musim kemarau dan hujan, dengan pemanasan dan kelembaban dengan tingkat yang tinggi, musim dan cuaca memiliki pengaruh yang besar yang akibatnya memungkinkan terjadinya petir menjadi sangat tinggi dibandingkan dengan daerah yang bukan beriklim tropis (Tongkukut & Utara, 2008). Ditambah dengan wilayah Indonesia yang merupakan negara dengan perairan yang luas yang dapat menciptakan awan konvektif yaitu awan dengan jenis cumulonimbus (Cb) sebagai penyebab terjadinya petir dan hujan. Indonesia merupakan wilayah yang memiliki Intensitas Hari Guruh (*Thunderstorm Days*) yang cukup tinggi sehingga banyaknya sambaran petir terjadi setiap tahunnya dengan rata-rata jumlah sambaran petirnya dapat mencapai lebih dari 200 hari guruh pertahun (Puspitasari & Supardiyono, 2014).

Fenomena alam yang sering dijumpai pada musim hujan adalah munculnya kilatan cahaya sesaat atau yang disebut sebagai petir (Khairani, 2024). Petir merupakan listrik udara dari peristiwa yang berupa kilatan cahaya yang diiringi suara gemuruh ketika petir menyambar, tetapi bukan berarti setiap terjadinya hujan akan diiringi dengan sambaran petir. Petir dapat terjadi apabila munculnya awan konvektif khususnya awan dengan jenis Cumulonimbus (Khasanah & Madiazim, 2015). Pada kondisi cuaca normal ketika beda energi potensial antara permukaan bumi dengan ionosphere berkisaran 200.000 - 500.000 *volt* dengan kerapatan arus kurang lebih sebesar $2 \times 10^{-12} A/m^2$, dapat menghasilkan suhu panas sekitar $8000^{\circ}C - 300.000^{\circ}C^2$, kekuatan energi sambaran petir tersebutlah dapat memakan korban jiwa manusia jika berkontak langsung (Zulfikri & Sholikhah, 2023), penyebab dari beda potensial ini karena disalurkan badai guntur yang berada pada permukaan bumi (Gunawan & Pandiangan, 2014). Sedangkan menurut (Pratama et al., 2017) menyatakan bahwa petir merupakan pelepasan dari muatan listrik dengan arus yang besar dan terjadi dengan singkat yang umumnya terjadi di awan jenis Cumulonimbus, pembentukan awan cumulonimbus dipicu dari dinamika pada atmosfer dipengaruhi oleh faktor global, regional dan lokal di suatu wilayah yang berdampak pada kondisi atmosfer yang menjadi tidak stabil (Putri Yulia, 2023) dan kebanyakan petir dari atmosfer berhubungan dengan badai guruh konvektif (Septiadi & Hadi, 2011).

Petir Memiliki beberapa jenis sambaran yaitu *Intra Cloud* (IC) yang merupakan pelepasan muatan dalam awan, *Cloud to Atmosphere* (CA) merupakan jenis sambaran petir dengan melepaskan muatan dari awan ke udara sekitar, *Cloud to Cloud* (CC) merupakan jenis sambaran petir dengan melepaskan muatan awan dengan awan, dan *Cloud to Ground* (CG) merupakan jenis sambaran petir dengan melepaskan muatan pada awan dengan permukaan tanah (Paski et al., 2017) yang merupakan biasanya penyebab kerusakan dan kecelakaan (Meidyani Dp, Ni Putu Winda).

Sambaran petir (CG) adalah sambaran petir yang biasanya terjadi pada wilayah yang memiliki intensitas curah hujan yang tinggi, yang dimana curah hujan merupakan tinggi debit air yang diperoleh di permukaan sebelum mengalami aliran permukaan, evaporasi dan peresapan terhadap tanah (Hidayat et al., 2018) Petir memiliki 3 jenis muatan yaitu netral, positif dan negatif. Petir CG ini merupakan jenis petir yang berbahaya bagi manusia dan peralatan elektronika karena sambaran petir ke permukaan bumi (Mailoor et al., 2018), Kilatan petir CG negatif biasanya terdiri dari tiga hingga lima sambaran petir dengan sekitar setengah dari sambaran petir tersebut mengenai tanah dari satu titik (Gcaba & Hunt, 2024) dimana dapat merusak rumah, fasilitas umum, peralatan bahkan dapat menyebabkan kematian (Karta, 2020) sehingga perlunya adanya analisis tentang sebaran sambaran petir diseluruh wilayah Sumatera Utara untuk mengetahui wilayah dan pada waktu bulan mana ditahun 2022 yang memiliki intensitas sambaran petir CG yang rendah maupun wilayah dengan sambaran petir CG yang tinggi, monitoring secara terus-menerus dari aktivitas petir dapat memberi informasi penting tentang intensitas petir, (Septiadi et al., 2011) salah satu sifat dari petir umumnya akan menyambar bangunan yang paling tinggi permukaannya untuk dinetralisir menyalurkan arusnya ke bumi (Z. Lubis et al., 2019) diharapkan masyarakat dapat memperkirakan, atisipasi dan berhati-hati dalam beraktivitas terkhususnya yang terletak diwilayah dan pada bulan dengan sabaran petir CG yang tinggi untuk waktu yang akan mendatang, sehingga penulis merasa tertarik dan perlu melakukan penelitian tentang “Analisis Intensitas Petir *Cloude To Ground* (CG) Di Wilayah Sumatera Utara Pada Tahun 2022” ini.

METODE PENELITIAN

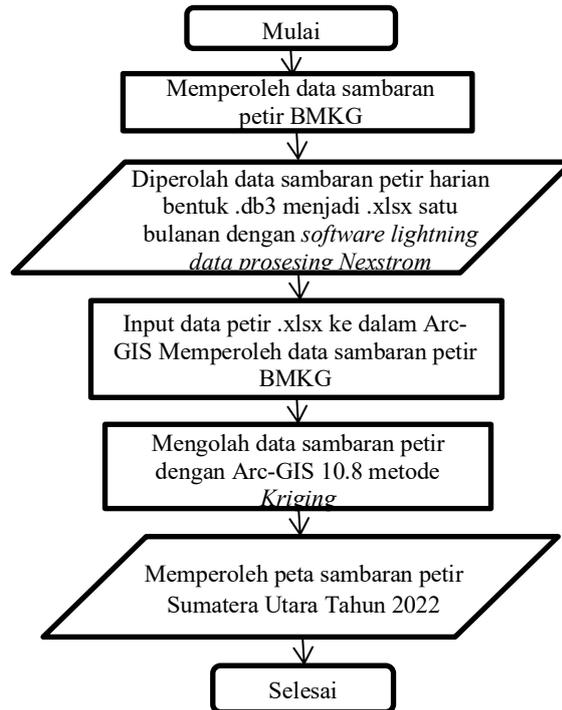
Waktu yang digunakan peneliti untuk penelitian ini merupakan periode dari tanggal 1 Januari hingga dengan 31 Desember 2022. Penelitian ini dilakukan di Stasiun BMKG

Kelas 1 Geofisika Deli Serdang, Medan. Daerah yang diteliti pada penelitian ini adalah daerah yang terdapat pada lingkup batasan penelitian dilakukan. Penentuan lokasi penelitian ini dilakukan di daerah Provinsi Sumatera Utara pada titik koordinat $97^{\circ}00'0''$ BT hingga $100^{\circ}50'0''$ BT dan $5^{\circ}30'0''$ LU hingga $0^{\circ}07'0''$ LU.

Pada proses penelitian ini menggunakan alat dan bahan, antara lain: laptop Asus A407ma Intel celeron N400 with 1.10 GHz up to 2.60 GHz, RAM 4GB. (*hardware*), ArcGIS Versi 10.8 (*software*), data petir di wilayah Sumatera Utara, dan data hujan pada bulan Tahun 2022 di wilayah Sumatera Utara.

Data sambaran petir yang digunakan pada penelitian ini merupakan data *real-time* terjadinya sambaran petir setiap hari yang didapatkan dari Stasiun BMKG Kelas 1 Deli Serdang, yang merekam data dari sambaran petir secara *real-time* dengan menggunakan sensor *Lightning Detector* selama sehari penuh. Data yang digunakan merupakan data yang berupa pembacaan dari setiap sambaran petir dalam sehari berupa data yang dimasukkan kedalam *database* berupa file db3, data yang digunakan adalah data dari tanggal 1 Januari hingga dengan 31 Desember 2022. Data sambaran petir yang digunakan merupakan sambaran petir dengan tipe *cloud to ground* (CG) yang sabaran petirnya menyambar dari awan ke permukaan tanah, dan data CG yang digunakan adalah *cloud to ground* yang bermuatan positif (CG+) dan *cloud to ground* yang bermuatan negatif (CG-) pada tahun 2022. Data curah hujan dari Stasiun BMKG Kelas 1 Deli Serdang yang dapat diakses melalui *website* <https://dataonline.bmkg.go.id/> secara gratis oleh semua yang ingin mendapatkan data curah hujan.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan memanfaatkan *software* ArcGIS 10.8 untuk mendapatkan sebaran sambaran petir di setiap wilayah pada periode tertentu dari data yang digunakan dengan metode *kriging*. Metode ini untuk mengetahui nilai dari kerapatan sambaran petir di kawasan Sumatera Utara metode *kriging* memakai model *semivariogram* yang dapat memperlihatkan perbedaan spesial dan nilai antara semua titik sambaran petir dan juga menunjukkan bobot yang dipakai dalam proses interpolasi (Putri, 2019). Analisis data yang digunakan adalah metode *kriging* dimana metode ini dapat memetakan sebaran dari sambaran petir menjadi peta kontur sehingga dapat membaca kerawanan sambaran petir dari suatu wilayah dari berdasarkan warna pada peta yang akan di tampilkan pada diagram alir di bawah ini

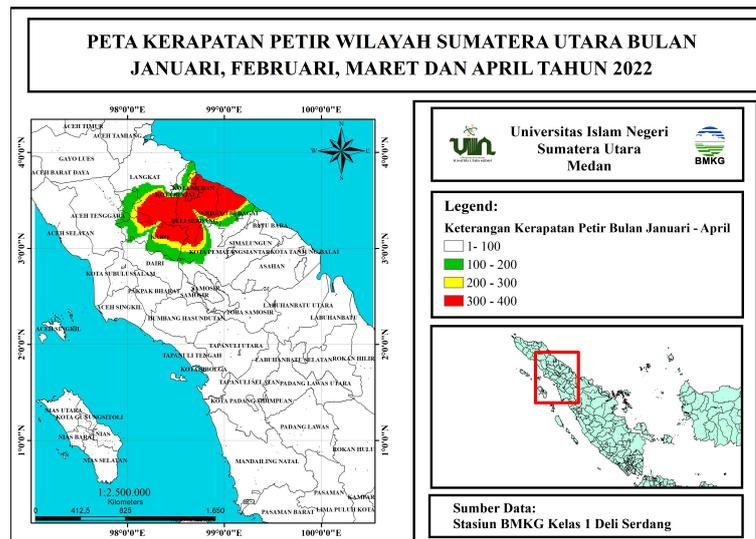


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengolahan data petir maka didapatkan peta dari kerapatan petir setiap empat bulan pada tahun 2022 sebagai berikut:

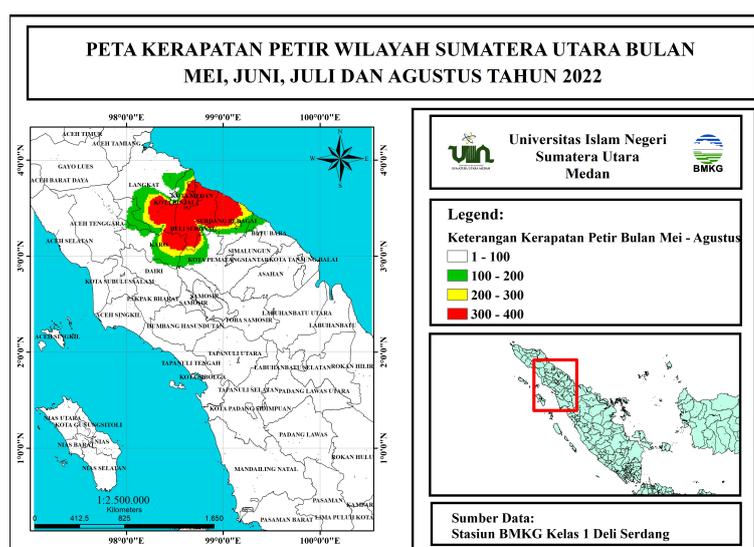
1. Peta Kerapatan Petir Pada Bulan Januari, Februari, Maret dan April



Gambar 2. Sebaran kerapatan petir bulan Januari sampai April tahun 2022 di wilayah Sumatera Utara

Dari peta pada gambar 2 dapat dianalisis berdasarkan warna setiap wilayah bahwa pada Kabupaten Deli Serdang, Kabupaten Serdang Berdagai, Kabupaten Langkat, Kabupaten Karo, Kabupaten Simalungun, Kota Medan, Kota Binjai dan disekitarnya merupakan wilayah yang memiliki sembaran kerapatan petir yang sedang dan tinggi. Ditandai dengan warna pada peta yang menunjukkan warna kuning dengan keterangan kerapatan petir 200 sampai 300 sambaran per kilometer persegi, dan warna merah yang menandakan kerapatan petir >300 sambaran per kilometer persegi. Dan wilayah yang memiliki kerapatan petir yang terendah terjadi di Kabupaten/Kota yang tidak termasuk pada wilayah yang memiliki sambaran petir yang sedang dan tinggi. Ditandai dengan warna pada peta yang menunjukkan warna hijau dengan keterangan kerapatan petir 100 sampai 200 sambaran per kilometer persegi dan tidak memiliki warna dengan keterangan kerapatan petir <100 sambaran per kilometer persegi.

2. Peta Kerapatan Petir Bulan Mei, Juni, Juli dan Agustus

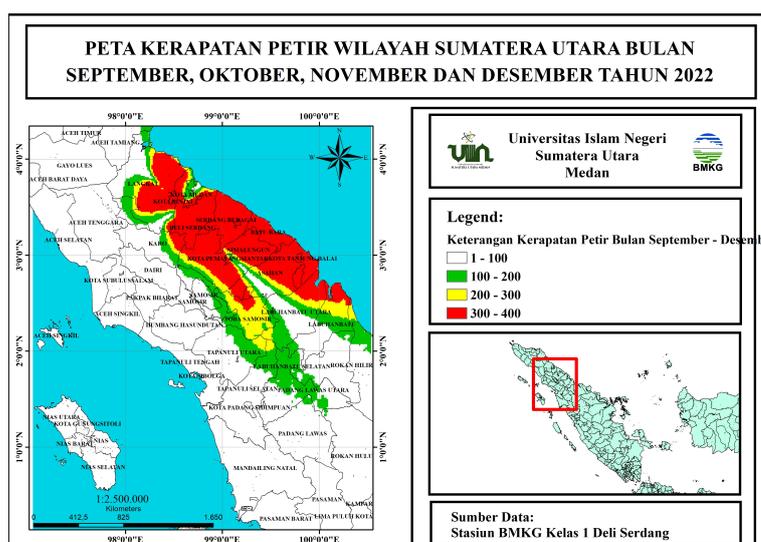


Gambar 3. Sebaran kerapatan petir bulan Mei sampai Agustus tahun 2022 di wilayah Sumatera Utara

Dari peta pada gambar 3 dapat dianalisis berdasarkan warna setiap wilayah bahwa pada Kabupaten Deli Serdang, Kabupaten Langkat, Kabupaten Serdang Berdagai, Kabupaten Karo, Kabupaten Simalungun, Kota Medan, Kota Binjai dan disekitarnya merupakan wilayah yang memiliki sembaran kerapatan petir yang sedang dan tinggi. Ditandai dengan warna pada peta yang menunjukkan warna kuning dengan keterangan kerapatan petir 200 sampai 300 sambaran per kilometer persegi, dan warna merah yang

menandakan kerapatan petir >300 sambaran per kilometer persegi. Dan wilayah yang memiliki kerapatan petir yang terendah terjadi di Kabupaten/Kota yang tidak termasuk pada wilayah yang memiliki sambaran petir yang sedang dan tinggi. Ditandai dengan warna pada peta yang menunjukkan warna hijau dengan keterangan kerapatan petir 100 sampai 200 sambaran per kilometer persegi dan tidak memiliki warna dengan keterangan kerapatan petir <100 sambaran per kilometer persegi.

3. Peta Kerapatan Petir Bulan September, Oktober, November dan Desember



Gambar 4. Sebaran kerapatan petir bulan September sampai Desember tahun 2022 di wilayah Sumatera Utara

Dari peta pada gambar 4 dapat dianalisis berdasarkan warna setiap wilayah bahwa pada Kabupaten Deli Serdang, Kabupaten Serdang Berdagai, Kabupaten Karo, Kabupaten Langkat, Kabupaten Simalungun, Kota Pematang Siantar, Kabupaten Asahan, Kabupaten Labuhan Batu Selatan, Kabupaten Labuhan batu, Kabupaten Batu Bara, Kota Tanjung Balai, Kota Medan dan disekitarnya merupakan wilayah yang memiliki sebaran kerapatan petir yang sedang dan tinggi. Ditandai dengan warna pada peta yang menunjukkan warna kuning dengan keterangan kerapatan petir 200 sampai 300 sambaran per kilometer persegi dan warna merah yang menandakan kerapatan petir >300 sambaran per kilometer persegi dan wilayah yang memiliki kerapatan petir yang terendah terjadi di Kabupaten/Kota yang tidak termasuk pada wilayah yang memiliki sambaran petir yang sedang dan tinggi. Ditandai dengan warna pada peta yang menunjukkan warna hijau dengan keterangan kerapatan petir 100 sampai 200 sambaran per kilometer persegi

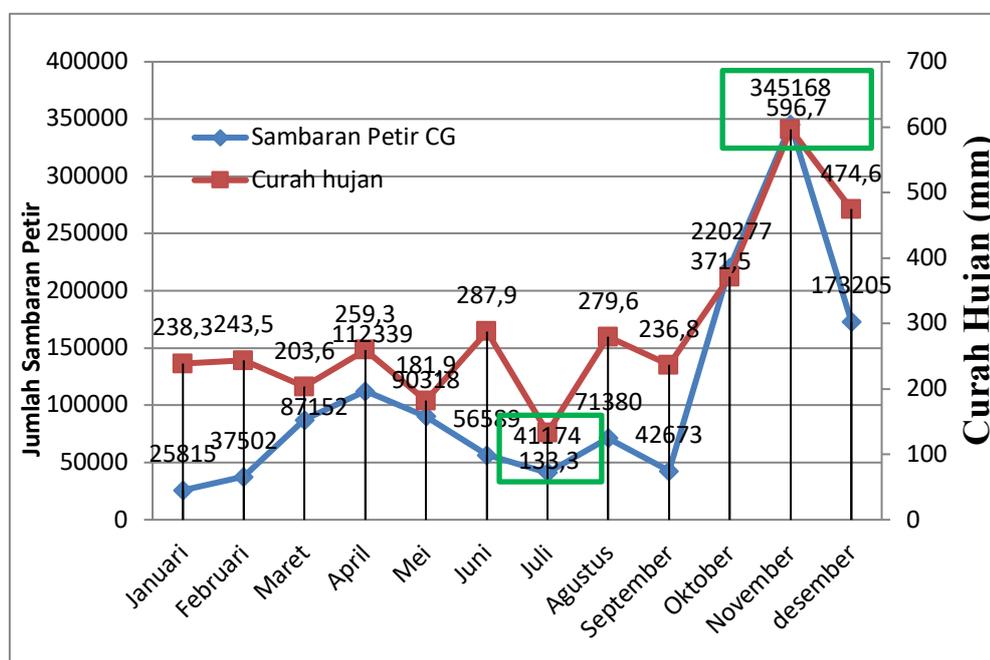
dan tidak memiliki warna dengan keterangan kerapatan petir <100 sambaran per kilometer persegi.

a. Analisa Hubungan Petir CG terhadap Curah Hujan

Hasil dari penelitian ini adalah perbandingan dari curah hujan dengan jumlah sambaran petir dalam periode bulanan pada tahun 2022 sebagai berikut:

Tabel 1. Data Perbandingan petir (CG-) (CG+) dan CH bulanan tahun 2022.

DATA TAHUN 2022		
BULAN	Sambaran Petir CG	Curah hujan
Januari	25815	238,3
Februari	37502	243,5
Maret	87152	203,6
April	112339	259,3
Mei	90318	181,9
Juni	56589	287,9
Juli	41174	133,3
Agustus	71380	279,6
September	42673	236,8
Oktober	220277	371,5
November	345168	596,7
Desember	173205	474,6



Gambar 5. Grafik Hubungan Sambaran Petir Terhadap Curah Hujan Tahun 2022

Berdasarkan gambar 5 dapat dianalisis bahwa bulan November merupakan bulan yang memiliki jumlah sambaran petir tertinggi sebesar 345168 sambaran, dan pada bulan

Januari merupakan bulan yang memiliki jumlah sambaran terendah sebesar 25815 sambaran dan bulan November juga merupakan bulan yang memiliki curah hujan tertinggi sebesar 596,7 mm dan pada bulan Juli merupakan bulan yang memiliki curah hujan terendah sebesar 133,3 mm, sehingga dapat ditentukan hubungan antara sambaran petir dengan curah hujan berdasarkan hasil tersebut, dal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Firdaus et al., 2021) dimana peneliti menyimpulkan bahwa terdapat hubungan yang linier darijumlah frekuensi petir terhadap intensitas curah hujan dan hal ini juga sesuai dengan yang dilansir pada laman <https://bmkg.sampali.net/buletin-prakiraan-musim> BMKG memperkirakan zona musim di wilayah pulau Sumatera, bulan Agustus 2022 merupakan awal musim hujan, pada bulan November 2022 merupakan puncak dari musim hujan dimana menunjukkan bannyaknya awan konvertif terbentuk yang mengakibatkan sambaran petir banyak terjadi pada bulan November, dan diperkirakan pada bulan Januari hingga Juli merupakan bulan dengan musim kemarau di wilayah pulau Sumatera Utara.

b. Analisa Hubungan Petir CG terhadap Curah Hujan

Hasil dari pengolahan pada Arc-GIS 10.8 dengan memasukan data sambaran petir yang di seleksi berdasarkan lokasi dan menggabungkan data dengan peta maka didapatkan hasil jumlah sambaran petir di setiap Kabupaten/kota sebagai berikut:



Gambar 6. diagram jumlah sambaran petir CG setiap Kabupaten/Kota

Berdasarkan gambar 6 dapat dianalisis bahwa wilayah Sumatera Utara memiliki jumlah sebaran-sambaran petir yang berbeda-beda disetiap daerah dengan daerah lainnya yang dimana Kabupaten Deli Serdang merupakan wilayah yang memiliki jumlah sambaran petir (CG) tertinggi dengan jumlah sambaran sebesar 376038 sambaran dan Kabupaten/Kota lainnya yang memiliki jumlah sambaran lebih dari 10000 sambaran diantaranya adalah Serdang Bedagai sebesar 196171 sambaran, Langkat 155630 sambaran, Simalungun 152639 sambaran, Asahan 72902 sambaran, Karo 57221 sambaran, Batu Bara 40095 sambaran, Medan 38415 sebesar, Labuhan Batu Utara 29939 sambaran, Toba Samosir 23976 sambaran, Labuhan Batu 20020 sambaran, Tapanuli Utara 19118 sambaran, Padang Lawas Utara 17609 sambaran, Padang Lawas 15158 sambaran, Tapanuli Selatan 14115 sambaran, Mendailing Natal 12946 sambaran, Dairi 11754 sambaran dan wilayah yang memiliki jumlah sambaran terendah adalah Kabupaten Sibolga dengan total sambaran dalam setahun sebesar 34 sambaran petir (CG) dan Kabupaten/Kota lainnya yang memiliki jumlah sambaran kurang dari 10000 sambaran yaitu Gunung Sitoli sebesar 291 sambaran, Padang Sidempuan 303 sambaran, Nias Barat 678 sambaran, Nias 1108 sambaran, Tanjung Balai 1244 sambaran, Pematang Siantar 1416 sambaran, Nias Utara 1421 sambaran, Nias Selatan 1914 sambaran, Tebing Tinggi 3206 sambaran, Pakpak Bharat 4764 sambaran, Tapanuli Tengah 5324 sambaran, Binjai 6015 sambaran, Samosir 7025 samaran, Humbang Hasundutan 7361 sambaran dan Labuhan Batu Selatan 7745 sambaran.

SIMPULAN DAN SARAN

a. Simpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian jumlah dan kerapatan petir (CG) Di wilayah Sumatera Utara pada tahun 2022 dengan menggunakan metode *kriging* maka didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka didapat berupa analisis jumlah sambaran petir (CG) diwilayah Sumatera Utara pada tahun 2022, jumlah sambaran tertinggi terjadi pada bulan November merupakan bulan yang memiliki jumlah sambaran petir tertinggi sebesar 345168 sambaran pada bulan Januari merupakan bulan yang memiliki jumlah sambaran terendah sebesar 25815 sambaran dan bulan November juga merupakan bulan yang memiliki curah hujan tertinggi

sebesar 596,7 mm, dan bulan Juli merupakan bulan memiliki curah hujan terendah sebesar 133,3 mm

2. Hasil dari penelitian dilakukan didapat berupa jumlah sambaran petir tertinggi terjadi pada wilayah Kabupaten Deli Serdang dengan jumlah sambaran sebesar 376038 sambaran dengan kerapatan petir >300 sambaran per kilometer persegi dan wilayah yang memiliki jumlah sambaran terendah adalah kabupaten Sibolga dengan total sambaran dalam setahun sebesar 34 sambaran petir (CG) dengan kerapatan sambaran petir <100 sambaran per kilometer persegi.

b. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan data korban dan kerusakan dari sambaran petir jenis (CG) sehingga dapat mengetahui berapa banyak sambaran yang mengakibatkan kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

- BMKG. (2023, April). Buletin Perkiraan Cuaca. Tersedia dalam: <https://bmkg.sampali.net/buletin-prakiraan-musim>
- Firdaus, M. L., Nasiah, N., & Uca, U. (2021). Studi Spasiotemporal Sambaran Petir Cloud To Ground Di Kabupaten Gowa Tahun 2017-2019. *Jurnal Environmental Science*, 3(2). <https://doi.org/10.35580/jes.v3i2.20050>
- Gcaba, S. T., & Hunt, H. G. P. (2024). Underestimating lightning risk due to multiple Ground Strike Point flashes. *Electric Power Systems Research*, 233(May), 110498. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2024.110498>
- Gunawan, T., & Pandiangan, L. N. L. (2014). Analisis Tingkat Kerawanan Bahaya Sambaran Petir Dengan Metode Simple Additive Weighting Di Provinsi Bali. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 15(3), 193–201. <https://doi.org/10.31172/jmg.v15i3.221>
- Hidayat, F. D., Muliadi, M., & Adriat, R. (2018). Karakteristik dan Hubungan Aktivitas Petir Cloud To Ground dengan Curah Hujan (Studi Kasus Kota Pontianak dan Sekitarnya). *Prisma Fisika*, 6(3), 176–183. <https://doi.org/10.26418/pf.v6i3.28906>
- Karta, A. (2020). Analisis Kebutuhan Sistem Proteksi Sambaran Petir Pada Gedung Bertingkat. *Jurnal Teknik Elektro*, 09(03), 773–780.
- Khairani, L. M. D. (2024). Sains di Balik Fenomena Petir dan Solusi Penangkal Petir. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(2), 25658–25666.
- Khasanah, R., & Madiasim. (2015). Analisis Pemetaan Daerah Rawan Petir Dengan Menggunakan Metode Kriging Di Wilayah Kota/Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, 04(3), 157–162.
- Lubis, L. H., Ayundita, A. A., Sari, N., & Wardono, W. (2022). Aktivitas Seismisitas Di Wilayah Sumatera Bagian Utara Menggunakan Arc-Gis Periode 2020-2021. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(2), 91–98. <https://doi.org/10.33369/jkf.5.2.91-98>
- Lubis, Z., Aryza, S., & Annisa, S. (2019). Metode Terbaru Perancangan Proteksi Petir
- Published at <https://ojs.stkipgri-lubuklinggau.ac.id/index.php/SJPIF>

- Eksternal Pada Pembangkit Listrik. *Journal of Electrical Technology*, 1099, 26–34.
- Mailoor, M. J., Pasau, G., & Bobanto, M. D. (2018). Pemetaan Distribusi Petir Untuk Wilayah Manado Tahun 2013 Dan 2014. *Jurnal MIPA*, 7(1), 16. <https://doi.org/10.35799/jm.7.1.2018.18912>
- Paski, J. A. I., Permana, Y. H., & Pertiwi, yah A. S. (2017). *Analisis Sebaran Petir Cloud To Ground (Cg) Di Wilayah Jabodetabek Pada Tahun 2016*. VI, SNF2017-EPA-65-SNF2017-EPA-72. <https://doi.org/10.21009/03.snf2017.02.epa.10>
- Pratama, D. A., Kurniawan, R. B., Dica, O. R., & Artikel, I. (2017). Korelasi Frekuensi Sambaran Petir Terhadap Intensitas Curah Hujan di Kota Manado Tahun 2016. *Unnes Physics Journal*, 6(1), 12–18.
- Puspitasari, I., & Supardiyono. (2014). Analisa Pemetaan Kontur Dan Kerapatan Petir Dengan Lightning 2000 Dan Metode Kriging Di Surabaya Tahun 2000. *Jurnal Fisika*, 03, 39–45.
- Putri, A. P. (2019). *Analisis Spasial Kerapatan Sambaran Petir di Wilayah Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2012-2016*.
- Putri Yulia, E. (2023). Analisis Kerapatan Sambaran Petir Jenis Cloud to Ground berbasis Sistem Informasi Geografis di Wilayah Tanjung Jabung Timur. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 7(1), 9–19. <https://doi.org/10.24198/jiif.v7i1.40387>
- Septiadi, D., & Hadi, S. (2011). Karakteristik Petir Terkait Curah Hujan Lebat Di Wilayah Bandung, Jawa Barat. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 12(2), 163–170. <https://doi.org/10.31172/jmg.v12i2.97>
- Septiadi, D., Hadi, S., & Bayong, T. (2011). Karakteristik Petir Dari Awan Ke Bumi Dan Hubungannya Dengan Curah Hujan. *Jurnal Sains Dirgantara*, 8(2), 129–138.
- Tongkukut, S. H. J., & Utara, B. M. (2008). *Identification of the Potential for Lightning Occurrence in North Sulawesi*.
- Zulfikri, Z., & Sholikhah, S. K. (2023). Dampak Kilat Terhadap Penglihatan Manusia Perspektif Al-Qur'an Dan Sains. *Tanzil: Jurnal Studi Al-Quran*, 5(2), 171–182. <https://doi.org/10.20871/tjsq.v5i2.253>