

ANALISIS KERAPATAN SAMBARAN PETIR JENIS CLOUD TO GROUND BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI WILAYAH TANJUNG JABUNG TIMUR

ELSARTIKA PUTRI YULIA ^{1*}, NURHIDAYAH ¹, RUSTAN ¹, ANNISA FAUZIAH ²

¹Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi
Jl. Jambi-Ma.Bulian 361361, Muaro Jambi, Jambi

²Stasiun Meteorologi Kelas I sultan Thaha Jambi
Jl. Sersan Udara Syawal, Kota Jambi

*email : elsartikap@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerapatan sambaran petir jenis *cloud to ground* di wilayah Tanjung Jabung Timur dan kaitannya dengan aspek di permukaan bumi (ketinggian, penggunaan lahan dan formasi geologi) menggunakan bantuan Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil yang diperoleh yaitu kerapatan petir tertinggi terjadi pada bulan Oktober dan Desember, sedangkan yang terendah terjadi pada bulan Februari. Kerapatan petir rata-rata tahunan terjadi sebanyak 8 sambaran/km² dengan kerapatan tertinggi hingga 189 sambaran/km² yang terjadi di kecamatan Sadu sebagai daerah yang dekat dengan laut terbuka. Berdasarkan aspek di permukaan bumi, diperoleh Kerapatan sambaran petir *cloud to ground* yang terjadi di wilayah Tanjung Jabung Timur tidak mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya ketinggian. Kerapatan petir tertinggi terjadi pada jenis penggunaan lahan berupa lahan basah, sedangkan yang terendah terjadi pada lahan terbangun. Adapun formasi geologi dengan kerapatan petir paling tinggi yaitu formasi Endapan Rawa (Qs) tersusun atas batuan pasir, lanau, lempung, lumpur dan gambut yang tergolong sebagai bahan konduktor.

Kata kunci: Petir CG, awan cumulonimbus, kerapatan, SIG

Abstract. Lightning is an electrical phenomenon from cumulonimbus clouds which its occurrence cannot be predicted. This study aims to analyze the density of cloud to ground lightning strikes in the Eastern Tanjung Jabung area and its relation to the aspects on the earth's surface (altitude, land use and geological formation) using the help of a Geographic Information System (GIS) during 2020. The results obtained from this study namely the highest lightning density occurred in October and Desember, while the lowest occurred in February. The average annual lightning density in the Eastern Tanjung Jabung area is 8 strikes/km² with the highest density of up to 189 strikes/km², occurring in Sadu sub-district. Based on the aspect on the earth's surface, the density of cloud to ground lightning strikes that occurred in the Eastern Tanjung Jabung area did not increase with increasing altitude. The highest lightning density occurs in the type of land use in the form of wetlands. While the lowest occurs in built-up land. The geological formation at the highest lightning density is the Swamp Sediment (Qs) formation which is composed of sand, silt, clay, mud and peat material which is classified as a conductor.

Keywords: CG lightning. Cumulonimbus clouds, density, GIS

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan beriklim tropis yang berpotensi tinggi mengalami kejadian sambaran petir. Hal ini dikarenakan wilayahnya memiliki

tingkat pemanasan yang relatif tinggi sepanjang tahun serta wilayah perairan yang sangat luas, sehingga mengakibatkan terjadinya penguapan yang cukup besar dan berpotensi tumbuhnya awan penghasil petir, yaitu awan *cumulonimbus* [1]. Tanjung Jabung Timur merupakan salah satu kabupaten yang memiliki wilayah pesisir terluas di Provinsi Jambi. Hal ini menyebabkan Tanjung Jabung Timur berpotensi tinggi mengalami kejadian sambaran petir dibandingkan daerah lainnya karena wilayahnya berbatasan langsung dengan perairan di Indonesia yaitu Laut Cina Selatan, dengan laut merupakan sumber penguapan terbesar dalam proses pembentukan awan *cumulonimbus* [2].

Petir merupakan fenomena kelistrikan alami berupa pelepasan muatan dari awan *cumulonimbus* yang kejadiannya tidak dapat dicegah. *Cloud to ground* merupakan salah satu jenis petir yang banyak menyebabkan kerugian berupa kerusakan material hingga kematian, karena sambarannya yang sampai ke permukaan bumi [3-4]. Petir terjadi disebabkan oleh dinamika atmosfer yang dipengaruhi oleh faktor global, regional maupun lokal di suatu wilayah yang menyebabkan kondisi atmosfer menjadi labil, sehingga memicu pembentukan awan *cumulonimbus* [5]. Selain faktor tersebut, terdapat faktor di permukaan bumi yang mempengaruhi sambaran petir yang terjadi di suatu wilayah seperti ketinggian dan penggunaan lahan sebagai pemicu aktivitas sambaran petir [6].

Berdasarkan hal tersebut, analisis kejadian sambaran petir diperlukan sebagai upaya mengurangi hingga mencegah kerugian yang akan terjadi, dengan melakukan analisis kerapatan sambaran jenis *cloud to ground* menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) [7]. Penelitian mengenai kerapatan sambaran petir telah banyak dilakukan sebelumnya seperti mengidentifikasi kerapatan sambaran petir di wilayah pesisir Banten Utara Selatan, Wonosobo yang dikaitkan dengan formasi geologi wilayah tersebut, serta analisa kerapatan sambaran petir pada ketinggian dan penggunaan lahan di wilayah Spayol [2, 8-9]. Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai kerapatan sambaran petir di wilayah Tanjung Jabung Timur yang dianalisa terhadap ketinggian, penggunaan lahan serta formasi geologi di wilayah tersebut.

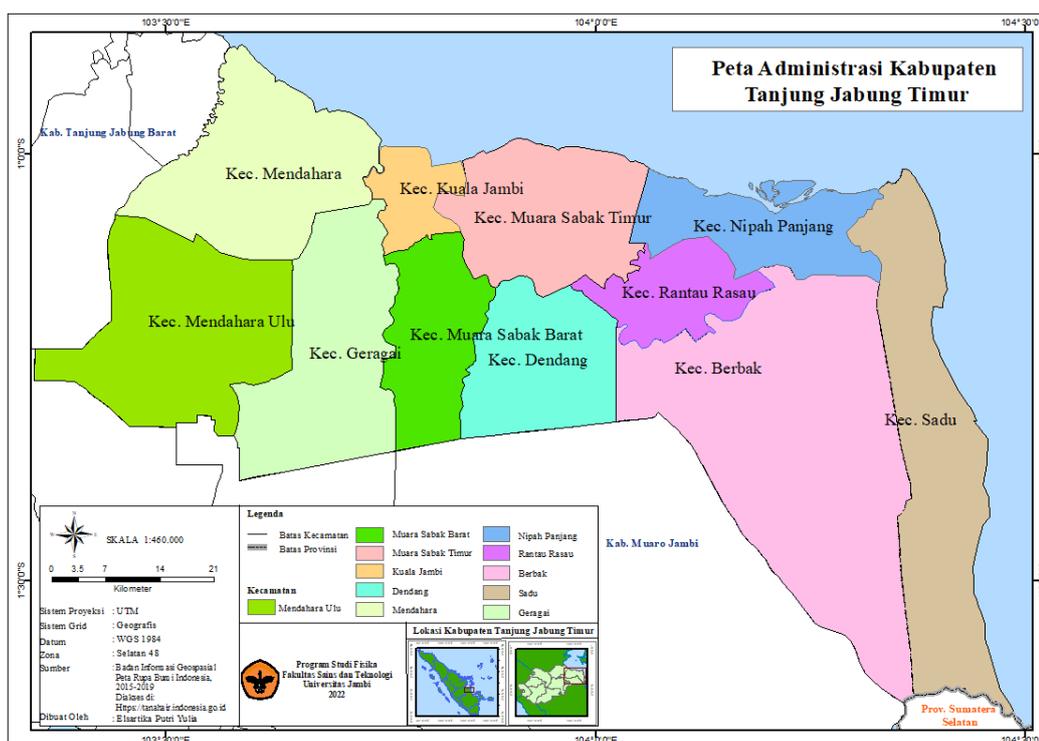
2. Metode Penelitian

Objek dari penelitian ini yaitu kabupaten Tanjung Jabung Timur yang terletak pada koordinat $0^{\circ}53'-1^{\circ}41'$ LS dan $103^{\circ}23'-104^{\circ}03'$ BT. Adapun peta lokasi penelitian terdapat pada Gambar 1.

Penelitian ini menggunakan *raw data* sambaran petir tahun 2020 dari *lightning detector* di Stasiun Meteorologi Kelas I Sultan Thaha Jambi. Stasiun pengamatan ini berada pada koordinat $103^{\circ}38'$ BT dan $1^{\circ}01'$ LS. Data kemudian diolah menggunakan perangkat lunak *Lightning/2000*, *kmltocsvconverter* dan *Lightning Data Processing*. Kemudian dipetakan pada perangkat lunak ArcGIS 10.6.1 menggunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weighted (IDW)* dan diklasifikasikan menjadi 5 kelas yaitu sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah menggunakan klasifikasi *natural breaks (jenks)*.

Analisis kerapatan sambaran petir dilakukan berdasarkan ketinggian/ *Digital Elevation Model*, penggunaan lahan serta formasi geologi wilayah Tanjung Jabung Timur dengan masing-masing data diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (<https://tanahair.Indonesia.go.id>), Esri Sentinel-2 resolusi 10 m (<https://www.arcgis.com>) dan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

(<https://geoportal.esdm.go.id>). Kerapatan sambaran petir dengan ketinggian dilakukan dengan menyandingkan peta tingkat kerapatan sambaran petir dengan peta ketinggian wilayah Tanjung Jabung Timur serta menganalisis kerapatan untuk setiap klasifikasi ketinggian. Kerapatan sambaran petir pada setiap jenis menggunakan lahan juga dianalisis dan disajikan dalam sebuah diagram menggunakan *microsoft excel*. Selanjutnya nilai kerapatan sambaran petir disandingkan dengan peta formasi geologi wilayah Tanjung Jabung Timur.



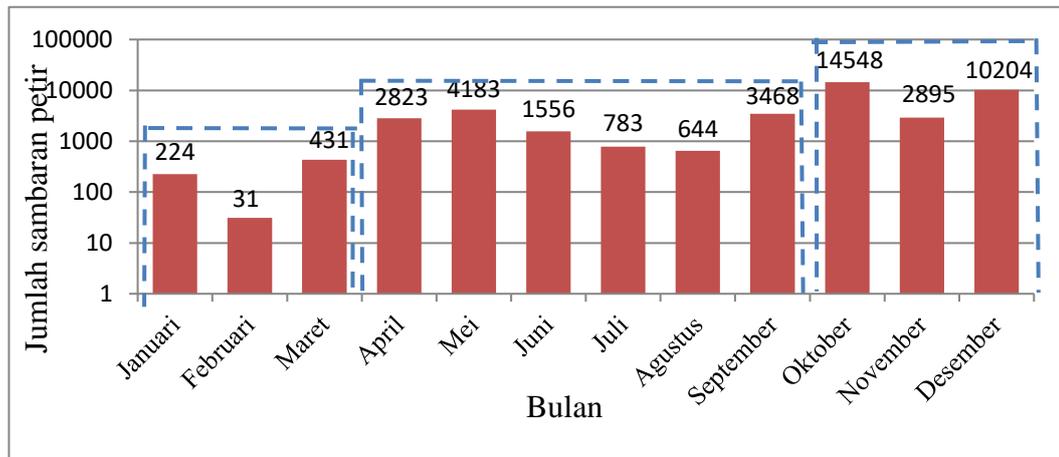
Gambar 1. Peta lokasi penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Jumlah Sambaran Petir di wilayah Tanjung Jabung Timur

Kejadian petir di wilayah Tanjung Jabung Timur terjadi sebanyak 41790 sambaran dengan rata-rata 2483 sambaran per bulan. Adapun jumlah sambaran petir setiap bulan disajikan pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan sambaran petir yang terjadi di wilayah Tanjung Jabung Timur bervariasi setiap bulannya. Sambaran petir tertinggi terjadi pada bulan Oktober dan Desember yaitu sebanyak 14548 dan 10204 sambaran, sedangkan yang terendah terjadi pada bulan Februari yaitu sebanyak 31 sambaran. Secara umum, sambaran petir yang terjadi sepanjang tahun 2020 memiliki kecenderungan yang terjadi menjadi tiga kategori yaitu rendah (Januari-Maret) memiliki jumlah sambaran yang berkisar dibawah rata-rata, sedang (April-September) jumlah sambaran yang terjadi berkisar pada nilai rata-rata dan tinggi (Oktober-Desember) sambaran petir yang terjadi berkisar diatas diatas nilai rata-rata.



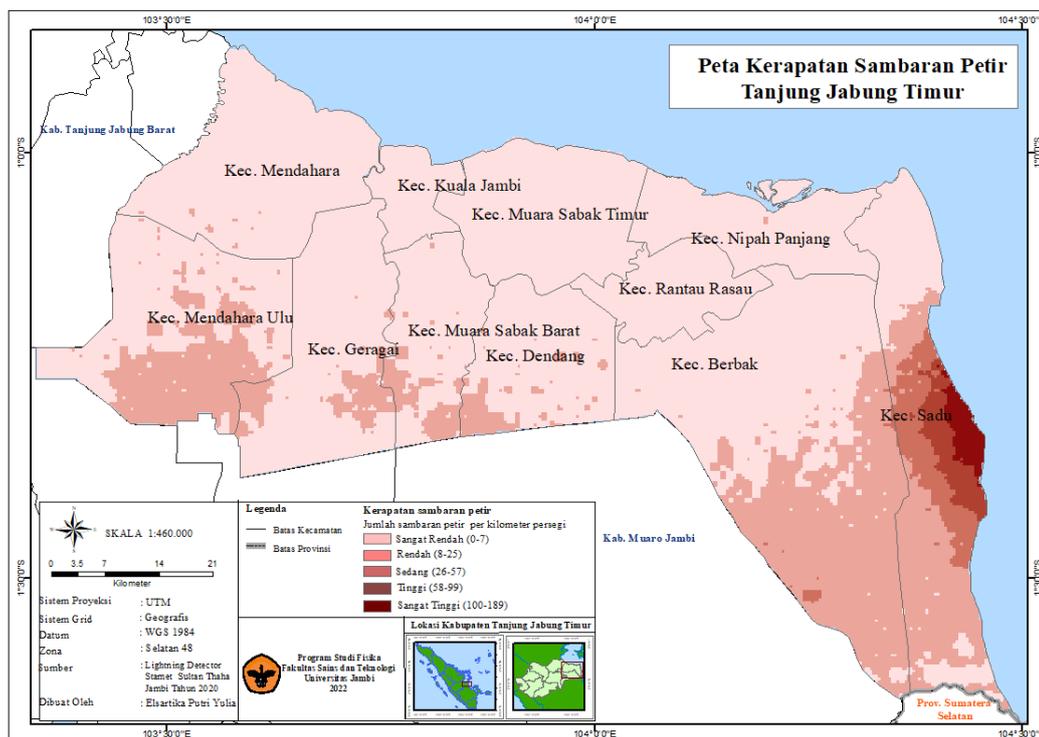
Gambar 2. Jumlah sambaran petir cloud to ground setiap bulan tahun 2020

Kejadian petir tertinggi terjadi pada bulan Oktober dan Desember. Bulan Oktober menjadi bulan peralihan dari musim kemarau ke penghujan sehingga banyak ditemukan pola angin yang memicu pertumbuhan awan *cumulonimbus* karena terjadinya perubahan arah angin dari muson timur ke muson barat. Sedangkan pada bulan Desember pengaruh angin muson barat mulai meningkat bersamaan dengan terjadinya fenomena *La Nina* moderat. Kejadian sambaran petir terendah terjadi pada bulan Februari karena pada bulan tersebut ditemukannya pertemuan angin serta belokkan angin di Indonesia bagian tengah dan timur, sehingga massa udara bergerak dan menumpuk di Indonesia bagian tengah dan timur, sedangkan di Tanjung Jabung Timur pembentukan awan *cumulonimbus* lebih sedikit.

3.2. Kerapatan sambaran petir di wilayah Tanjung Jabung Timur

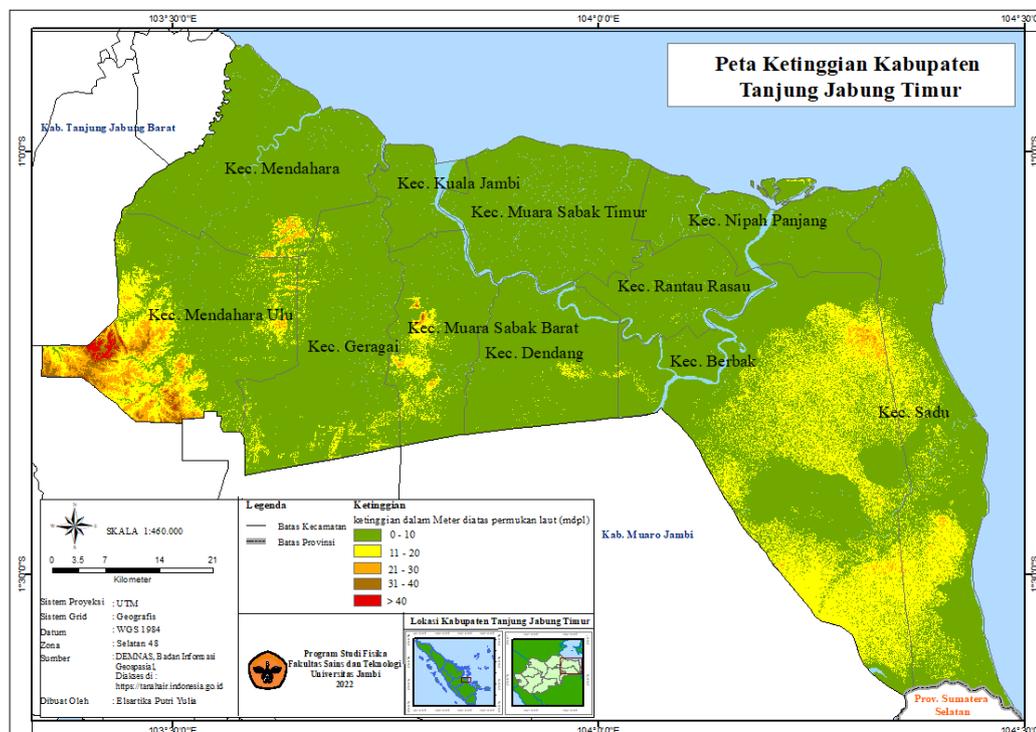
Berdasarkan analisa data diperoleh kerapatan sambaran petir tahunan menjadi 8 sambaran/km² per tahun. Hal ini berarti wilayah Tanjung Jabung Timur rata-rata mengalami sebanyak 8 sambaran petir setiap luasan per kilometer persegi sepanjang tahun 2020. Adapun peta kerapatan sambaran petir di wilayah Tanjung Jabung Timur terdapat pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan peta kerapatan sambaran petir di wilayah Tanjung Jabung Timur berdasarkan data pengamatan tahun 2020. Peta tersebut menunjukkan kerapatan petir yang diperoleh didominasi dengan kerapatan sangat rendah hingga meningkat ke bagian timur wilayah Tanjung Jabung Timur. Kerapatan paling tinggi terjadi pada kecamatan Sadu dengan kerapatan yang dimilikinya hingga 189 sambaran/km². Kecamatan tersebut berbatasan langsung dengan Laut Cina Selatan. Daerah dekat dengan laut cenderung memiliki kerapatan sambaran petir yang paling tinggi yang disebabkan adanya hasil penguapan dari laut yang dibawa ke daratan. Hal ini dikarenakan daratan lebih cepat menyerap panas, sehingga terjadi proses konveksi yang dapat meningkatkan proses pertumbuhan awan *cumulonimbus*.



Gambar 3. Peta kerapatan sambaran petir Tanjung Jabung Timur

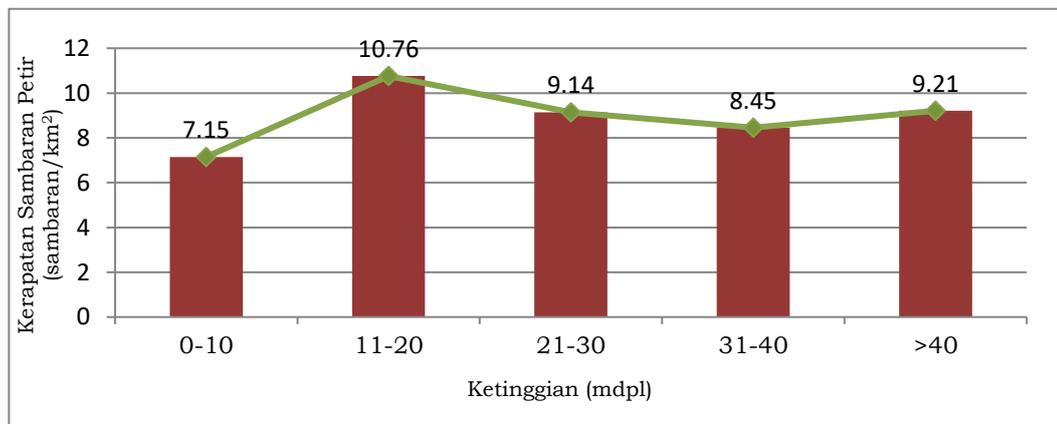
3.3. Analisis kerapatan sambaran petir berdasarkan ketinggian



Gambar 4. Peta ketinggian wilayah Tanjung Jabung Timur

Ketinggian atau elevasi merupakan posisi vertikal dari suatu objek yang dihitung dari permukaan laut dengan memiliki satuan meter diatas permukaan laut yang disingkat (mdpl). Wilayah Tanjung Jabung Timur memiliki ketinggian dimulai dari 0 hingga 52 mdpl. Adapun peta ketinggian wilayah Tanjung Jabung Timur terdapat pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan ketinggian wilayah Tanjung Jabung Timur yang didominasi dengan ketinggian 0-10 mdpl. Semakin ke arah barat, wilayah Tanjung Jabung Timur memiliki ketinggian yang semakin tinggi dengan ketinggian >40 mdpl hanya berada di kecamatan Mendahara Ulu. Analisis kerapatan sambaran petir *cloud to ground* berdasarkan ketinggian disajikan dalam sebuah diagram yang terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kerapatan sambaran petir berdasarkan ketinggian

Gambar 5 menunjukkan kerapatan sambaran petir berdasarkan ketinggian di wilayah Tanjung Jabung Timur, mengalami peningkatan pada ketinggian 11-20 mdpl, lalu menurun pada ketinggian berikutnya. Hal ini menunjukkan peningkatan kerapatan sambaran petir di wilayah Tanjung Jabung Timur tidak linear dengan ketinggian, yaitu kerapatan sambaran petir tidak selalu meningkat seiring dengan meningkatnya ketinggian. Ketinggian memberikan pengaruh pada pengangkatan massa sehingga terbentuk awan *cumulonimbus*. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah Tanjung Jabung Timur yang hanya memiliki ketinggian yang berkisar hingga 52 mdpl, pengangkatan massa udara yang disebabkan oleh ketinggian tersebut, belum cukup jenuh hingga mengalami kondensasi. Adapun hubungan kerapatan sambaran petir dengan ketinggian secara spasial terdapat pada Gambar 6.

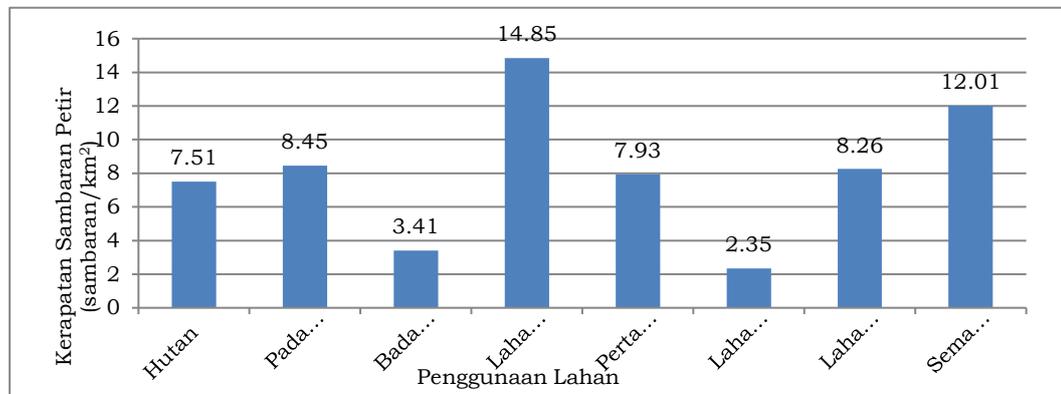
Gambar 6 menunjukkan pada ketinggian 0-10 mdpl, kerapatan sambaran petir yang terjadi dimulai pada tingkatan sangat rendah hingga sangat tinggi. Sedangkan pada ketinggian >40 mdpl hanya mengalami kerapatan sambaran petir dengan tingkatan yang sangat rendah. Hal ini menunjukkan kerapatan sambaran petir yang diperoleh tidak terdistribusi lebih banyak pada daerah yang memiliki ketinggian paling tinggi di wilayah tersebut, yaitu pada ketinggian >40 mdpl, melainkan pada daerah yang berbatasan dengan laut dengan ketinggian 0-10 mdpl. Hal ini menunjukkan bahwa proses konveksi udara oleh Laut lebih berpengaruh jika dibandingkan dengan

Penggunaan lahan di wilayah Tanjung Jabung Timur terbagi atas delapan kelas yaitu badan air, hutan, lahan basah, pertanian, semak belukar, lahan terbangun, padang rumput serta lahan kosong. Adapun peta penggunaan lahan tersebut terdapat pada Gambar 7.

Tabel 1. Klasifikasi penggunaan lahan beserta luas dan persentasenya

No.	Penggunaan Lahan	Luas (km ²)	Persentase (%)
1.	Badan air	89.53	1.81
2.	Hutan	3613.03	73.10
3.	Lahan basah	15.96	0.32
4.	Pertanian	894.86	18.10
5.	Semak belukar	157.64	3.19
6.	Lahan terbangun	55.72	1.13
7.	Padang rumput	111.09	2.25
8.	Lahan kosong	1.20	0.02

Tabel 1 menunjukkan penggunaan lahan di wilayah Tanjung Jabung Timur dengan area hutan terdiri atas 73.29% dari luas wilayah keseluruhan. Terdapat lahan pertanian menyusul setelah area hutan yang mendominasi wilayah Tanjung Jabung Timur. Hasil analisis kerapatan sambaran petir setiap jenis penggunaan lahan disajikan dalam sebuah diagram yang terdapat pada Gambar 8.



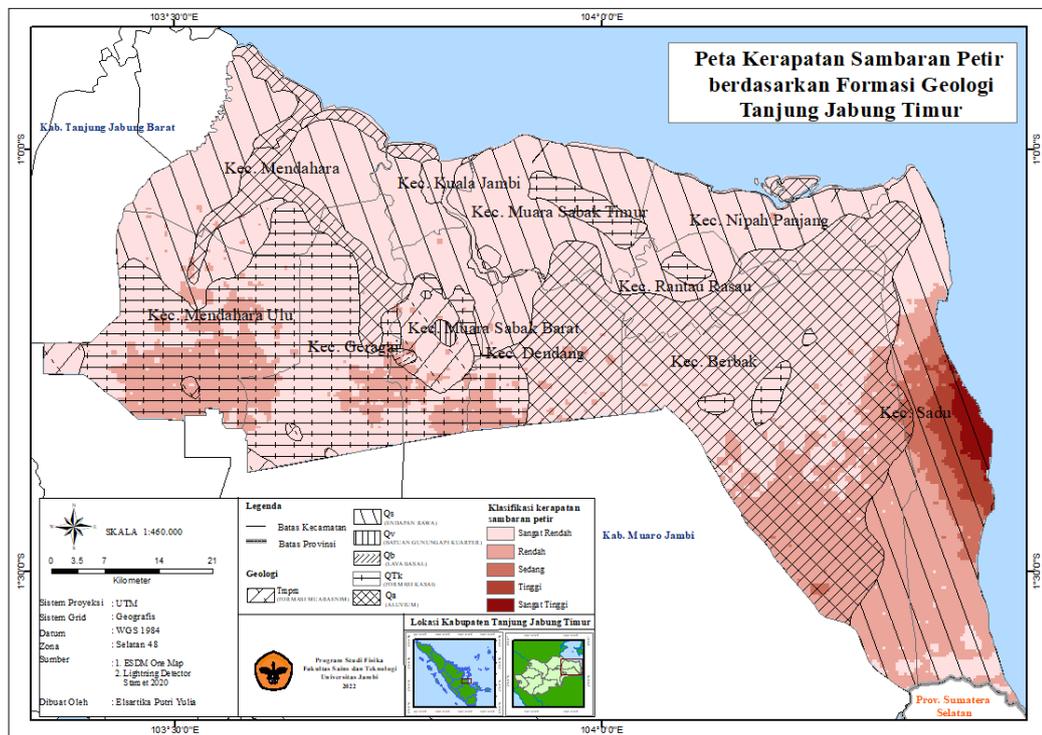
Gambar 8. Kerapatan sambaran petir berdasarkan penggunaan lahan

Gambar 8 menunjukkan kerapatan petir yang terjadi dari tinggi ke rendah berturut-turut yaitu lahan basah, semak belukar, padang rumput, lahan kosong, pertanian, hutan, badan air dan lahan terbangun. Kerapatan petir tertinggi terjadi pada penggunaan lahan berupa lahan basah sedangkan yang terendah yaitu berupa lahan terbangun. Lahan basah ini selalu memiliki kadar air yang tinggi pada permukaan tanahnya yang diperoleh dari air sungai maupun air hujan. Hal ini meningkatkan kelembaban di wilayah tersebut akibat dari proses pemanasan yang terjadi pada siang hari, sehingga mempermudah pembentukan awan *cumulonimbus*. Selain itu, pada lahan basah banyak digunakan untuk area persawahan sehingga memiliki area

yang luas dengan muatan positif berkumpul lebih rapat pada tanah tersebut, sehingga beda potensial menjadi meningkat sebagai pemicu terjadinya sambaran petir. Kerapatan sambaran petir terendah diperoleh pada area lahan terbangun karena pada karena keberadaan objek-objek yang tinggi sebagai pemicu terjadinya sambaran petir tidak sebanyak di daerah perkotaan.

3.5. Kerapatan Sambaran Petir berdasarkan Formasi Geologi

Formasi geologi yang terdapat di wilayah Tanjung Jabung Timur terdiri dari 6 formasi yaitu satuan endapan alluvium (Qa), endapan rawa (Qs), batuan gunung api kuarter (Qv), lava basal (Qb), formasi kasai (QTK) serta formasi muaraenim (Tm_{pm}). Adapun Hubungan kerapatan sambaran petir berdasarkan formasi geologi wilayah Tanjung Jabung Timur terdapat pada Gambar 9.



Gambar 9. Kerapatan sambaran petir berdasarkan formasi geologi

Gambar 9 menunjukkan kerapatan petir sangat tinggi terjadi pada satuan endapan Rawa (Qs) yang tersusun atas batuan pasir, lanau, lempung, lumpur dan gambut. Hubungan kerapatan sambaran petir sangat tinggi dengan batuan penyusun wilayah Tanjung Jabung Timur dapat diidentifikasi dari nilai resistivitas yang dimilikinya dalam menentukan sifat kelistrikan dari batuan tersebut. Sifat kelistrikan dari suatu batuan diklasifikasikan berdasarkan nilai resistivitasnya sebagai berikut [10].

- Konduktor : $\rho < 1000 \Omega m$
- Semikonduktor : $1000 \leq \rho \leq 5000 \Omega m$
- Isolator : $\rho > 5000 \Omega m$

Tabel 2. Batuan pada satuan endapan rawa (Qs) dan nilai resistivitasnya [11-12]

Batuan	Resistivitas (Ω m)
Pasir	1-1.000
Lanau	10-200
Lempung	1-100
Gambut	40-709,6

Tabel 2 menunjukkan bahwa keempat batuan yang menyusun daerah dengan kerapatan sambaran petir sangat tinggi merupakan bahan konduktor ($\rho < 1.000 \Omega$ m), sehingga memiliki kemampuan menghantarkan listrik cukup tinggi sebagai tempat menyalurkan arus yang dihasilkan oleh petir. Lumpur juga memiliki sifat konduktor seperti keempat material penyusun lainnya karena lumpur memiliki nilai resistivitas yang rendah [13].

4. Kesimpulan

Kerapatan sambaran petir cloud to ground di wilayah Tanjung Jabung Timur tertinggi terjadi pada bulan Oktober dan Desember, sedangkan yang terendah terjadi pada bulan Februari. Kerapatan sambaran petir tahunan rata-rata dikategorikan pada tingkatan rendah dengan kerapatan sambaran petir tertinggi terpusat di Kecamatan Sadu. Kerapatan sambaran petir cloud to ground wilayah Tanjung Jabung Timur yang terjadi sepanjang tahun 2020 tidak dipengaruhi oleh ketinggian namun dipengaruhi oleh penggunaan lahan serta formasi geologi wilayah Tanjung Jabung Timur.

Daftar Pustaka

1. Umayana dan Supardiyono, Analisis Pemetaan Daerah Rawan Petir dengan Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW) di Wilayah Surabaya, *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, Vol. 6 No. 3 (2017), p. 25-32.
2. R. C. Susanti, E. Nurjani dan Slamet Suprayogi, Kerapatan Sambaran Petir *Cloud to Ground* pada Bentuk Lahan dan Penggunaan Lahan di Wilayah Pesisir Utara Provinsi Banten, *Prosiding Seminar Nasional Bumi dan Atmosfer* (2019), p. 113-122.
3. D. Septiadi, S. Hadi dan B. Tjasyono, Karakteristik Petir dari Awan ke Bumi dan Hubungannya dengan Curah Hujan. *Jurnal Sains Dirgantara*, Vol. 8 No. 2 (2011), p. 129-138.
4. E. Susanto, Penentuan Daerah Rawan Bencana Sambaran Petir di Wilayah Kabupaten dan Kota Bandung Jawa Barat, *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, Vol. 2 No. 2(2018), p. 138-141.
5. F. Narut., A. Wahid dan Sumawan, Karakterisasi Peristiwa Petir di Wilayah Kota Kupang serta Keterkaitannya dengan Curah Hujan, *Jurnal Fisika*, Vol. 3 No. 2 (2018), p. 110-116.
6. N. J. Sokol dan R. V. Rohli, Land Cover, Lightning Frequency, and Turbulent Fluxes Over Southern Louisiana. *Journal Applied Geograpy* 90 (2018) , p. 1 – 8.

7. M. L. Firdaus, Nasiah dan Uca, Studi Spasiotemporal Sambaran Petir Cloud to Ground di Kabupaten Gowa Tahun 2017-2019, *Jurnal Environmental Science*, Vol. 3 No. 2 (2021), p. 160-170.
8. G. N. Ridho, A. Y. Rahmanu, A. Z. Permatasari dan E. Nurjani, Analysis of Lightning Strike Density Based on Landform for Reducing the Risk of Death in Wonosono District, Indonesia, *Proceeding Book The 6th Annual Scientific Meeting on Disaster Research 2019 Internasional Conference on Disaster Management in Indonesia Defense University*. Vol. 1 No. 1 (2021), p. 14-30.
9. D. P. Sisneagara, M. M. Garcia, S. F. Menendez., L. R. Soriano dan F. D. P. Davila, Evidence for the Influence of Land Uses and Soil Types on Cloud to Groud Lightning Activity in Asturias (Spain), *Journal Atmospheric Research* 203 (2018), p. 62-67.
10. Badaruddin, Penyelidikan Lapisan Batuan dengan Metode Geolistrik di Wilayah Balingara Kecamatan Ampana Tete Kabupaten Tojo Una-Una Sulawesi Tengah, *Jurnal Gravitasi*, Vol. 15 No. 1 (2016), p. 1-4.
11. W. M. Telford, L. P. Geldart dan D. A. Keys, *Applied Geophysics*, Cambridge: Cambridge University Press (1990).
12. E. Roy, *Geotechnical Engineering Investigation Manual*, New York: Mc Graw Hill (1984).
13. K. S. Amelinda, dan B. J. Santosa, Identifikasi Pola Persebaran Sumber Lumpur Bawah Tanah pada *Mud Volcano* Gunung Anyar Rungkut Surabaya menggunakan Metode Geolistrik, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol. 5 No. 1 (2019), p. 6-10