

**ANALISA KONDISI UDARA PERMUKAAN, LABILITAS
ATMOSFER, CITRA SATELIT PADA SAAT PUTING
BELIUNG KOTA MEDAN 14 SEPTEMBER 2023**
*ANALYSIS OF SURFACE AIR CONDITIONS, ATMOSPHERIC
LABILITY, SATELITE IMAGERY OF THE TORNADO
INCIDENT IN MEDAN CITY SEPTEMBER 14, 2023*

Ilham Agung dan Yahya Darmawan

Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jl.Perhubungan I No 5
Pondok Betung ,Kota Tangerang Selatan ,Banten 15221

*Email: yahya.darmawan@bmkq.go.id

ABSTRAK

Negara Indonesia adalah salah satu negara yang mempunyai banyak potensi bencana salah satunya puting beliung. Salah satu kejadian puting beliung yang terjadi adalah kejadian puting beliung di kota Medan pada tanggal 14 September 2023 pukul 07.00 UTC yang menyebabkan 15 rumah rusak. Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan jurnal adalah metode deskriptif analitis. Data pada penelitian ini menggunakan data udara permukaan (synoptic) dan citra satelit yang meliputi data NWP (GSM) serta data pada kanal (IR). Hasil dari pengolahan data menunjukkan bahwa adanya penurunan suhu udara, penurunan tekanan udara, serta peningkatan kecepatan angin sebelum kejadian puting beliung berlangsung. Keadaan stabilitas atmosfer pada saat kejadian puting beliung bersifat labil ditunjukkan dengan nilai indeks labilitas atmosfer yang meliputi nilai Total Index (TI) yaitu 43.6, nilai Lifting Index (LI) yaitu -3.0, nilai K Index (KI) yaitu 33.4, nilai Convective Available Potential Energy (CAPE) 1290 J/kg, dan Severe Weather Threat (SWEAT) yaitu 326. Hasil citra satelit yang diolah dengan menggunakan aplikasi SATAID menunjukkan pola perawanan yang membentuk pola lingkaran hitam yang dikelilingi warna putih serta suhu puncak awan yang mencapai -67.5°C yang menunjukkan adanya tutupan awan konvektif mendukung terjadinya fenomena puting beliung.

Kata kunci: puting beliung, suhu, tekanan, kecepatan angin, indeks labilitas, citra satelit

ABSTRACT

Indonesia is a country that has many potential disasters, one of which is tornadoes. One of the tornado incidents occurred in the city of Medan on September 14 2023 at 07.00 UTC which caused 15 houses to be damaged. The research method used in journal writing is the analytical descriptive method. The data in this study uses surface air data (synoptic) and satellite imagery which includes NWP data (GSM) and channel data (IR). The data processing results show a decrease in air temperature, a decrease in air pressure, and an increase in wind speed before the tornado occurred. The state of atmospheric stability at the time of the tornado is unstable, indicated by the atmospheric lability index value which includes the Total Index (TI) value of 43.6, the Lifting Index (LI) value of -3.0, the K Index (KI) value of 33.4, the Convective Available Potential value Energy (CAPE) is 1290 J/kg, and Severe Weather Threat (SWEAT) is 326. The results of satellite imagery processed using the SATAID application show a cloud pattern that forms a black circle pattern surrounded by white and a cloud top temperature that reaches -67.5°C , which indicates the presence of convective cloud cover, and supports the occurrence of the tornado phenomenon.

Keywords: tornado, temperature, pressure, wind speed, lability index, satellite imagery

1. Pendahuluan

Negara Indonesia merupakan negara yang mempunyai banyak potensi bencana, salah satunya merupakan puting beliung. [1]. Puting beliung merupakan istilah yang dibuat oleh masyarakat kepada suatu fenomena angin yang berputar dengan kencang dan biasanya terjadi bersamaan dengan curah hujan dengan intensitas tinggi [2]. Kecepatan putaran angin puting beliung ini lebih dari 34.8 knots atau 64.4 km/jam [3]. Fenomena ini biasanya bersifat lokal dan biasanya mencakup daerah antara 5-10 kilometer. Periode hidup angin puting beliung ini sangat singkat mulai dari tahap tumbuh hingga tahap purnahnya. Periode hidupnya adalah sekitar 3-5 menit [4].

Walaupun periode hidup angin puting beliung yang singkat, tetapi angin puting beliung ini sangat berbahaya dan dapat menimbulkan berbagai kerusakan bangunan. Seperti kejadian angin puting beliung yang diberitakan di halaman detik sumut bahwa angin puting beliung yang terjadi pada 14 September 2023 di kota Medan sekitar pukul 14.00 WIB mengakibatkan 15 rumah di 2 kelurahan mengalami kerusakan [5]. Kerusakan bangunan tersebut diakibatkan oleh tingkat kerentanan bangunan yang rendah sehingga menyebabkan banyaknya bangunan yang rusak akibat peristiwa puting beliung ini [6]. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis untuk memperkirakan kejadian puting beliung agar dapat meminimalisir kerugian yang terjadi.

Untuk memperkirakan cuaca khususnya fenomena puting beliung ini perlu dilakukan analisis mendalam terhadap keadaan udara permukaan, labilitas atmosfer, serta keadaan awan yang dapat dilihat melalui citra satelit. Keadaan permukaan yang diamati meliputi tekanan, suhu, dan kecepatan angin sebelum, saat, dan

setelah kejadian puting beliung. Hal tersebut bertujuan untuk melihat perbedaan yang signifikan sebagai tanda akan terjadinya fenomena puting beliung tersebut. Menurut Johannes Derajat tahun 2008 menyatakan bahwa keadaan udara permukaan berpengaruh terhadap fenomena puting beliung adalah suhu yang meningkat dan tekanan yang menurun [7].

Selain keadaan udara permukaan keadaan labilitas atmosfer juga berpengaruh terhadap fenomena angin puting beliung. Menurut Wilson dan Scogins menyatakan bahwa seorang *forecaster* cuaca harus memperhatikan labilitas atmosfer dalam memahami suatu pola cuaca konvektif. Apabila keadaan atmosfer labil maka udara akan bersifat lembab, apabila keadaan atmosfer stabil maka udara tidak bersifat begitu lembab. Formula yang digunakan oleh Wilson ini biasa dikenal dengan SWEAT Indeks (*Sweat Weather Indeks*) [8].

Selain itu pengamatan citra satelit sangat diperlukan untuk mengidentifikasi adanya puting beliung ini. Data pengamatan citra satelit ini diperoleh dari citra satelit himawari 9 pada kanal *Infrared* (IR). Pengamatan citra satelit ini digunakan untuk melihat kondisi sebaran awan serta suhu puncak awan saat terjadinya puting beliung. Dengan melihat sebaran awan kita dapat mengetahui keberadaan awan cumulonimbus di daerah tersebut. Awan cumulonimbus merupakan awan yang dapat menimbulkan berbagai cuaca buruk salah satunya fenomena puting beliung ini.

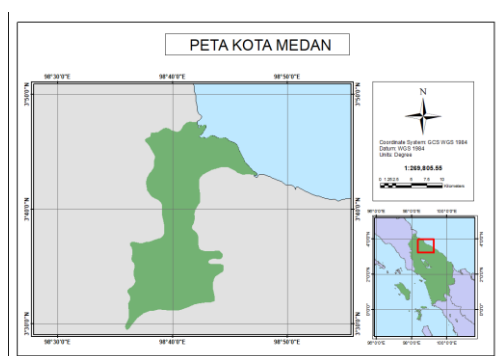
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis berbagai penyebab fenomena puting beliung yang terjadi di Kota Medan tanggal 14 September 2023 dengan melakukan analisis mendalam terhadap beberapa parameter yang telah disebutkan

sebelumnya. Parameter-parameter tersebut antara lain keadaan udara permukaan, labilitas atmosfer, serta keadaan sebaran awan saat terjadinya puting beliung. Dengan melakukan analisa yang mendalam terhadap beberapa parameter tersebut diharapkan dapat menentukan penyebab fenomena puting beliung ini.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Medan, Sumatera Utara pada tanggal 14 September 2023. Secara astronomis kota Medan terletak pada $3^{\circ}30' - 3^{\circ}43'LU$ $98^{\circ}35' - 98^{\circ}44'BT$ seperti yang terlihat pada peta pada gambar 1.



Gambar 1. Peta Kota Medan.

2.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data pengamatan udara permukaan (sinoptik) yang meliputi tekanan udara, suhu, serta kecepatan angin pada saat kejadian puting beliung di Medan tanggal 14 September 2023. Data sinoptik tersebut diperoleh dari data observasi Stasiun Meteorologi Kualanamu Medan yang bersumber dari BMKG Soft. Analisis data permukaan ini dimulai dari pukul 04.00-10.00 UTC pada sebelum, saat, dan sesudah kejadian puting beliung.

Kemudian data yang digunakan selanjutnya adalah data NWP (GSM) dengan format .Z yang diperoleh dari FileZila pada saat kejadian puting

beliung tanggal 14 September 2023. Data NWP (GS) tersebut digunakan untuk mengetahui indeks labilitas atmosfer seperti TTI, KI, LI, TTI, dan CAPE dengan menggunakan *software* SATAID. Nilai CAPE digunakan untuk melihat konvektivitas yang terjadi [9]. Nilai SWEAT dan TT Indeks digunakan untuk mengetahui kondisi cuaca buruk. Nilai SI dan LI digunakan untuk melihat kondisi stabilitas atmosfer. Nilai K digunakan untuk mengetahui terjadinya *thunderstorm* [10].

Data yang terakhir adalah data citra Satelit kanal Infrared (IR) dengan format .Z yang diperoleh dari FileZila pada saat kejadian puting beliung pada tanggal 14 September 2023. Data ini digunakan untuk melihat kondisi pola persebaran awan serta suhu puncak awan pada saat kejadian puting beliung berlangsung.

2.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode yang bersifat deskriptif analisis. Teknik deskriptif analisis merupakan suatu teknik pengumpulan informasi terkait suatu kejadian yang digunakan untuk mengetahui penyebab terjadinya fenomena tersebut.

Data udara permukaan yang sudah diperoleh tadi kemudian diolah menggunakan *software* Microsoft Excel kemudian dibuat grafik. Dari grafik tersebut kemudian dianalisis dan diinterpretasikan masing-masing grafiknya mulai dari grafik tekanan udara, suhu, dan kecepatan angin pada sebelum, saat, dan sesudah kejadian fenomena tersebut.

Data NWP (GSM) yang sudah didapat diolah menggunakan aplikasi GMSLDP SATAID memanfaatkan fitur *measure*, kemudian pilih *brit*, kemudian klik kanan dan klik *stab* untuk mengetahui nilai indeks stabilitas atmosfer pada saat kejadian

puting beliung. Kemudian dari indeks stabilitas tadi diklasifikasikan untuk menentukan kriteria dari nilai indeks stabilitasnya. Adapun kriteria nilai tersebut sebagai yang dijabarkan dalam tabel 1.

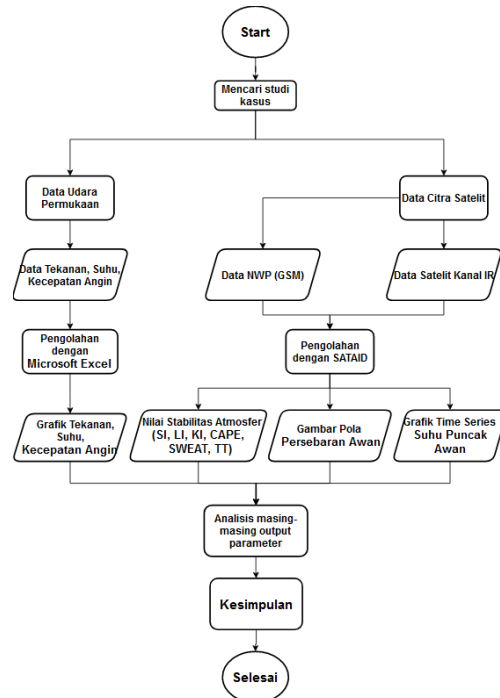
Tabel 1. Kriteria Nilai Indeks Stabilitas Atmosfer.

Indeks	Lemah	Moderate	Kuat
TT Indeks	>42	42-46	>46
K Indeks	>29	29-37	>37
SWEAT	>135	135-239	>239
CAPE	<1000	1000-2500	>2500
LI Indeks	>-2	-2 s/d -6	<-6
Showalter Indeks	>4	4 s/d -4	<-4

(Sumber: Wirjohamidjojo dan Swarimoto(2014))

Kemudian data citra satelit pada kanal *Infrared* (IR) yang sudah diperoleh, kemudian diolah menggunakan aplikasi GMSLDP SATAID. Kemudian dianalisa pola tutupan awannya untuk mengetahui pola perawanan pada sebelum, saat, dan sesudah fenomena puting beliung dengan memanfaatkan fitur analisa *tropical cyclone*. Cara kerja pada analisa fitur *tropical cyclone* aplikasi GMSLDP SATAID adalah dengan memilih menu "Image EIR-M", kemudian pilih "TC", kemudian pilih skala warna "DG" atau "MG". Kemudian juga memanfaatkan fitur *time series* untuk melihat suhu puncak awan pada sebelum, saat, dan sesudah kejadian puting beliung.

2.4 Diagram Alir Penelitian

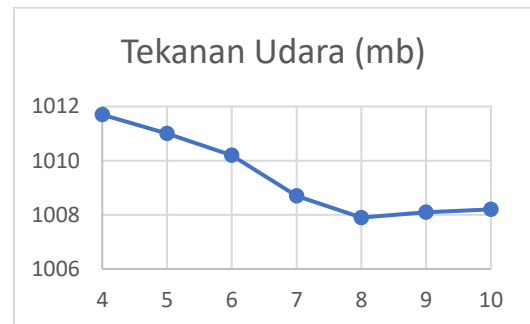


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Udara Permukaan

3.1.1 Tekanan Udara

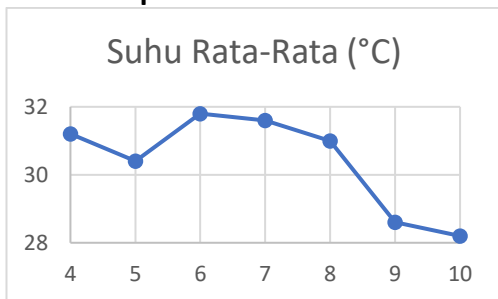


Gambar 3. Tekanan Udara Kota Medan 14 September 2023 pukul 04.00-10.00 UTC.

Gambar 3 di atas merupakan grafik tekanan udara kota Medan yang diambil dari data BMKG Soft pada saat kejadian puting beliung 14 September 2023 mulai pukul 04.00 UTC-10.00 UTC. Kejadian puting beliung terjadi sekitar pukul 14.00 WIB (7 UTC). Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa tekanan udara mengalami penurunan secara signifikan dari

04.00-08.00 UTC. Tekanan udara yang rendah ini dapat membuat massa berkumpul.

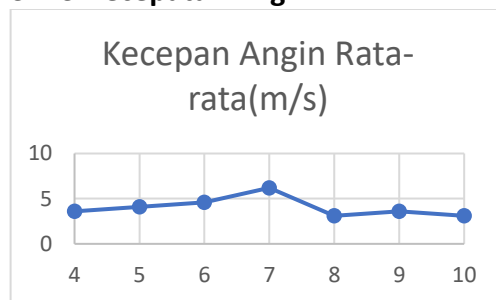
3.1.2 Temperatur Udara



Gambar 4. Suhu Rata-rata Kota Medan 14 September 2023 pukul 04.00-10.00 UTC.

Gambar 4 di atas merupakan grafik suhu udara rata-rata kota Medan yang diambil dari data BMKG Soft pada saat kejadian puting beliung 14 September 2023. Kejadian puting beliung di Medan terjadi sekitar pukul 14.00 WIB (7 UTC). Dapat dilihat dari gambar di atas bahwa suhu udara mulai mengalami penurunan 1 jam sebelum kejadian (pukul 6 UTC) dan terus mengalami penurunan setelah kejadian puting beliung (pukul 8-10 UTC). Adanya penurunan suhu udara ini kemungkinan disebabkan oleh adanya pembentukan awan konvektif di lokasi kejadian puting beliung yang terlihat pada citra satelit. Awan konvektif tersebut akan menghasilkan hujan dan cuaca buruk seperti puting beliung sehingga tutupan awan konvektif tersebut menyebabkan radiasi matahari yang turun ke bumi terhalang dan menyebabkan penurunan suhu udara.

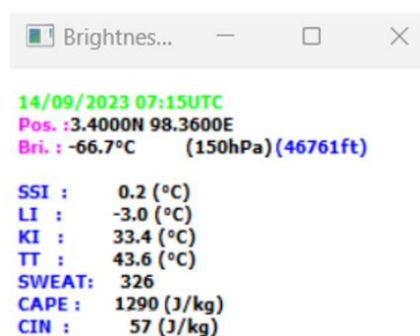
3.1.3 Kecepatan Angin



Gambar 5. Kecepatan Angin Rata-rata Kota Medan 14 September 2023 pukul 04.00-10.00 UTC.

Gambar 5 di atas merupakan grafik kecepatan angin rata-rata kota Medan yang diambil dari data BMKG Soft pada saat kejadian puting beliung 14 September 2023. Kejadian puting di kota Medan terjadi sekitar pukul 14.00 WIB (7 UTC). Dapat dilihat dari gambar di atas bahwa kecepatan angin mengalami peningkatan mulai pukul 04.00 UTC sampai mengalami puncaknya pukul 07.00 UTC, kemudian mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan kecepatan angin sebelum kejadian puting beliung serta mencapai puncaknya pada saat kejadian puting beliung, kemudian kecepatan angin akan mengalami penurunan seiring kejadian puting beliung tersebut berakhir.

3.2 Analisis Labilitas Atmosfer



Gambar 6. Kondisi Labilitas Atmosfer Saat Kejadian Puting Beliung.

Tabel 2. Nilai TT, LI, KI, SWEAT, CAPE.

Indeks	Nilai	Kriteria
TT	43.6	Moderate
LI	-3.0	Moderate
KI	33.4	Moderate
SWEAT	326	Kuat
CAPE	1290	Moderate

Gambar 6 merupakan hasil analisis indeks labilitas udara atas yang diambil pada saat kejadian puting beliung 14 September 2023 yang bersumber dari data NWP Stasiun Meteorologi Kualanamu Medan dan diolah menggunakan aplikasi SATAID. Kemudian dari data analisis pada Gambar 5 dibuat Tabel 2 untuk menentukan kriteria masing-masing index yang bersumber dari tabel yang telah dilakukan dari penelitian yang dilakukan oleh Wirjohamidjojo dan Swarinoto tahun 2014 [10].

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa TT Indeks bernilai 43.6 yang masuk dalam kriteria moderate dan SWEAT Indeks bernilai 235.2 yang masuk dalam kriteria kuat. Nilai SWEAT dan TT digunakan untuk mengindikasikan keadaan atmosfer yang memungkinkan terjadi cuaca buruk [10]. Dari kriteria nilai TT Indeks yang moderate dan kriteria nilai SWEAT yang kuat kemungkinan kota Medan mengindikasikan keadaan atmosfer yang labil yang ditandai adanya awan konvektif yang memungkinkan terjadinya cuaca buruk seperti puting beliung.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa LI Indeks bernilai -3.0 yang masuk kriteria moderate. Nilai LI ini digunakan untuk melihat kondisi stabilitas atmosfer [10]. Jika nilai nilai LI -3.3 dan masuk kriteria moderate maka dapat dikatakan bahwa kondisi atmosfer dalam keadaan labil. Dari kondisi atmosfer yang labil berarti kemungkinan besar akan terjadi

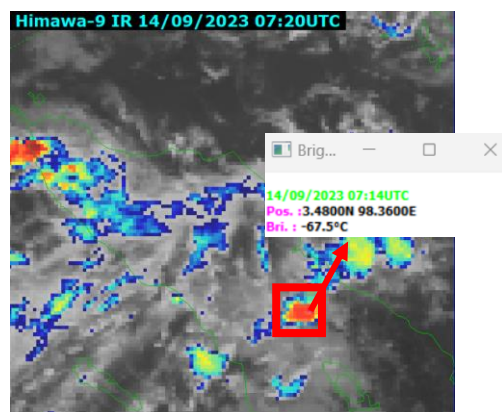
thunderstorm atau cuaca buruk lainnya seperti puting beliung.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa KI bernilai 33.4 dan masuk dalam kriteria moderate. Nilai KI digunakan untuk mengindikasikan adanya *thunderstorm* Berdasarkan nilai KI dan kriteria maka besar kemungkinan akan terjadi *thunderstorm*.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa CAPE bernilai 1290 dan masuk kriteria moderate. Nilai CAPE digunakan untuk melihat tingkat konvektivitas yang terjadi [9]. Rentang nilai CAPE antar 1000 – 2500 menunjukkan adanya potensi energi yang cukup dalam proses konveksi yang dapat menyebabkan intensitas badai sedang [11].

3.3 Analisis Citra Satelit

3.3.1 Analisis Awan Dengan Kanal IR

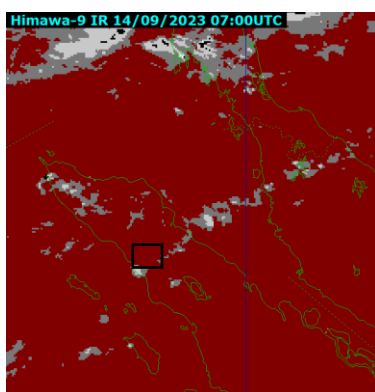


Gambar 7. Himawari 9 kanal IR Enhanced.

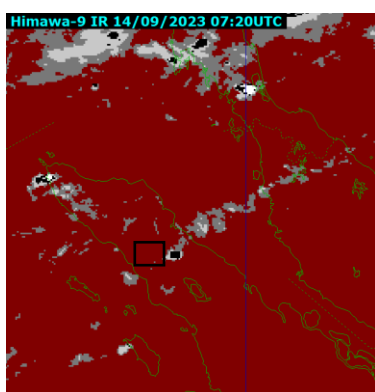
Pada gambar 7 ditunjukkan hasil output dari citra satelit pada kanal IR pada saat kejadian puting beliung pada tanggal 14 September 2023 pukul 07.20 UTC. Dapat dilihat untuk daerah yang dilingkari merah merupakan daerah kota Medan yang memiliki warna output jingga kemerahan dengan suhu puncak awan -67.5 °C. Pada kanal IR warna jingga mendekati merah mengindikasikan suhu puncak awan

yang dingin dan menunjukkan pertumbuhan awan konvektif yang signifikan dan berpotensi terbentuknya awan CB.

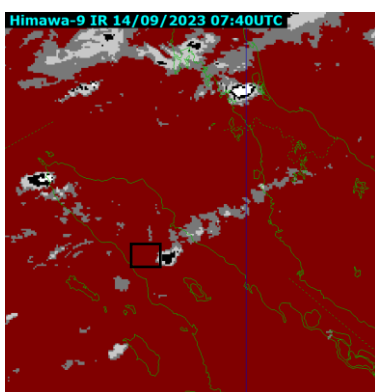
3.3.2 Analisis Puting Beliung Menggunakan Fitur Tropical Cyclone SATAID



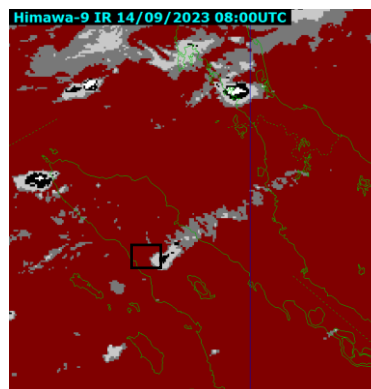
Gambar 8a. Pola Tutupan Awan 7 UTC.



Gambar 8b. Pola Tutupan Awan 7.20 UTC.



Gambar 8c. Pola Tutupan Awan 7.40 UTC.



Gambar 8d. Pola Tutupan Awan 8 UTC.

Gambar 8 di atas merupakan hasil data citra satelit pada tanggal kejadian puting beliung 14 September 2023 yang diolah menggunakan aplikasi SATAID dengan fitur analisa tropical cyclone. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Harsa tahun 2011 menyatakan bahwa kondisi pola perawanan yang membentuk pola lingkaran hitam yang dikelilingi warna putih berpotensi menimbulkan puting beliung [4]. Dari gambar 8a di atas menunjukkan bahwa pada pukul 07.00 UTC pola perawanan belum membentuk pola lingkaran hitam yang dikelilingi warna putih, mengindikasikan tidak adanya puting beliung. Dari gambar 8b pada pukul 07.20 UTC pola perawanan membentuk pola lingkaran hitam sempurna yang dikelilingi warna putih, mengindikasikan potensi adanya puting beliung. Dari gambar 8c pada pukul 07.40 UTC pola lingkaran hitam mulai berubah bentuk, mengindikasikan puting beliung mulai luruh dan mulai mereda. Dari gambar 8d pada pukul 08.00 UTC pola lingkaran hitam berubah bentuk mengindikasikan puting beliung mereda.

3.3.3 Analisis Time Series Suhu Puncak Awan



Gambar 9. Time Series Suhu Puncak Awan.

Pada gambar 9 di atas merupakan *time series* suhu puncak awan pada saat kejadian angin puting beliung kota Medan tanggal 14 September 2023. Dari data *time series* tersebut dapat dilihat bahwa suhu puncak awan terjadi pada sekitar pukul 07.20 UTC pada saat kejadian puting beliung. Suhu puncak awan mencapai sekitar -67.5°C . Suhu puncak awan yang rendah biasanya mengindikasikan pembentukan awan konvektif yang kuat dan signifikan yang dapat berpotensi menimbulkan angin puting beliung.

4. Kesimpulan

Kejadian puting beliung di kota Medan yang terjadi pada tanggal 14 September 2023 sekitar pukul 07.00 UTC disebabkan adanya penurunan tekanan udara sebelum kejadian puting antara pukul 04.00-08.00 UTC, tekanan udara yang rendah ini dapat membuat massa berkumpul, dan dapat menimbulkan angin puting beliung. Selain penurunan tekanan udara, penurunan suhu udara juga berpengaruh terhadap kejadian puting beliung. Penurunan suhu udara satu jam sebelum kejadian puting beliung mengindikasikan adanya pembentukan awan konvektif di lokasi kejadian puting beliung yang terlihat pada citra satelit. Awan konvektif tersebut akan

menghasilkan hujan dan cuaca buruk seperti puting beliung. Peningkatan kecepatan angin sebelum kejadian dan mencapai puncaknya pada pukul 07.00 UTC saat kejadian puting beliung mengindikasikan adanya puting beliung yang terjadi di daerah tersebut. Kondisi atmosfer yang labil pada saat kejadian puting beliung yang ditunjukkan dengan nilai *Total Index* (TI) yaitu 43.6, nilai *Lifting Index* (LI) yaitu -3.0 , nilai *K Index* (KI) yaitu 33.4, nilai *Convective Available Potential Energy* (CAPE) 1290 J/kg, dan *Severe Weather Threat* (SWEAT) yaitu 326 juga menyebabkan fenomena puting beliung ini terjadi. Fenomena puting beliung juga dicirikan dengan output dari citra satelit dengan pola tutupan awan yang membentuk pola lingkaran hitam yang dikelilingi warna putih juga berpotensi menimbulkan fenomena puting beliung [4]. Pola perawanan tersebut muncul pada pukul 07.20 UTC pada saat kejadian puting beliung berlangsung. Suhu puncak awan yang mencapai -67.5°C pada saat kejadian puting beliung berlangsung juga menjadi pendukung pembentukan awan konvektif yang kuat dan signifikan yang dapat berpotensi menimbulkan angin puting beliung.

5. Daftar Pustaka

- [1] Wahyu, N., Utama, W., Palguna, D., Mahubessy, R., Aditya, P., Agus, P., Sekolah, W., Klimatologi, T. M., & Geofisika, D. (n.d.). *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya) 2018 Kajian Kondisi Atmosfer Saat Kejadian Puting Beliung Di Yogyakarta (Studi Kasus 24 April 2018)*.
- [2] Puslitbang BMKG. (2009). *Kajian Cuaca Ekstrem di Wilayah Indonesia*. Laporan Penelitian, Pusat Penelitian dan Pengembangan, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Jakarta

- [3] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2010). *Prosedur Standar Operasi Pelaksanaan Peringatan Dini Pelaporan dan Diseminasi Informasi Cuaca Ekstrim*. 1–16.
- [4] Harsa, H., Linarka, U. A., Kurniawan, R., & Novianti, S. (2011). Pemanfaatan Sataid Untuk Analisa Banjir Dan Angin Puting Beliung: Studi Kasus Jakarta Dan Yogyakarta. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 12(2), 197–205.
- [5] 15 Rumah Rusak di Medan Setelah Diterjang Angin Puting Beliung. (2023). (<https://www.detik.com/sumut/berita/d-6931967/15-rumah-rusak-di-medan-setelah-diterjang-angin-puting-beliung>), diakses pada 16 Januari 2024.
- [6] Saragih, R. W. S. (2020). Analisis Kondisi Atmosfir, Indeks Labilitas, dan Citra Satelit Saat Kejadian Puting Beliung di Pontianak Kalimantan Barat (Studi Kasus 17 Juli 2020). *Jurnal Fisika*, 10(2), 62-71.
- [7] Waspadai Ancaman Puting Beliung di Riau. (2008). (<https://news.okezone.com>), diakses pada 16 Januari 2024.
- [8] Wilson, G and Scoggins, J. (1976). *Atmospheric Structure And Variability In Areas Of Convective Storms Determined From 3-H Rawinsonde Data*. Texas A & M University, United States.
- [9] Zakir, Ahmad. (2016). Profil Vertikal Suhu Udara, Indeks Labilitas, Vertikal Windshear Selama Siklon Tropis Bakung di Stamet Cengkareng, Padang, dan Pangkal Pinang. *Buletin Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*.
- [10] Wirjohamidjojo, S., dan Swarinoto, Y.S. (2014). *Indeks dan Peredaran Atmosfer Tropik*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- [11] Zakir, A., W. Sulistya, dan M.K. Khotimah, 2010, *Perspektif Operasional Cuaca Tropis*, Puslitbang BMKG, Jakarta.