



Analisis Pertumbuhan Awan Konvektif Berbasis Data Citra Satelit pada Kejadian Puting Beliung Tanjungpandan Kabupaten Belitung (Studi Kasus 17 Mei 2023)

Analysis of the Growth and Distribution of Convective Clouds Based on Satellite Image Data on the Tornado Event in Tanjungpandan, Belitung Regency (Case Study May 17, 2023).

Afriyanti¹, Yahya Darmawan^{2*}

^{1,2}Prodi Meteorologi Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Indonesia

*Corresponding Author: E-mail: yahya.darmawan@bmkgo.go.id

Artikel Penelitian

Article History:

Received: 24 Jan, 2025

Revised: 09 Mar, 2025

Accepted: 21 Mar, 2025

Kata Kunci:

Awan Konvektif, Puting Beliung, SATAID

Keywords:

Convective Clouds, Tornado, SATAID

DOI: [10.56338/jks.v8i4.6951](https://doi.org/10.56338/jks.v8i4.6951)

ABSTRAK

Puting beliung merupakan salah satu cuaca ekstrem ditandai dengan sebuah fenomena angin berputar dengan kecepatan lebih dari 60-90 km/jam yang berlangsung sekitar 5-10 menit sebagai akibat adanya perbedaan tekanan yang besar pada area dengan skala kecil di sekitar awan cumulonimbus. Studi ini bertujuan untuk menganalisis kejadian cuaca ekstrem yang terjadi di Tanjungpandan dengan menggunakan citra satelit melalui aplikasi SATAID untuk mengetahui pola pertumbuhan awan konvektif yang menyebabkan terjadinya puting beliung. Penelitian ini menggunakan metode analisis suhu puncak awan sebelum, selama dan setelah kejadian puting beliung, mengamati karakteristik awan, mengkaji arah dan kecepatan pergerakan angin menggunakan data NWP dari satelit Himawari -9, data diolah dengan perangkat SATAID. Berdasarkan analisis hasil didapatkan suhu permukaan mengalami peningkatan sehingga memicu pemanasan yang mengakibatkan terjadinya penguapan masif. Hasil identifikasi citra satelit Himawari-9 menunjukkan adanya awan konvektif ditandai dari suhu puncak awan pada fase matang mencapai -57,40C dan kecepatan pergerakan awan sebesar 57 knot. Beberapa faktor tersebut mengindikasikan tanda-tanda terjadinya fenomena puting beliung.

ABSTRACT

Puting beliung is one of the extreme weather characterized by a rotating wind phenomenon with speeds of more than 60-90 km/h that lasts about 5-10 minutes as a result of large pressure differences in small-scale areas around cumulonimbus clouds. This study aims to analyze extreme weather events that occur in Tanjungpandan using satellite imagery through the SATAID application to determine the growth pattern of convective clouds that cause tornadoes. This study uses the method of analyzing the peak temperature of the cloud before, during and after the tornado event, observing cloud characteristics, examining the direction and speed of wind movement using NWP data from the Himawari -9 satellite, the data is processed with the SATAID tool. Based on the analysis of the results, it is found that the surface temperature has increased, triggering warming which results in massive evaporation. The identification results of Himawari-9 satellite imagery show the presence of convective clouds characterized by the peak temperature of the cloud in the mature phase reaching -57.40C and the speed of cloud movement of 57 knots. Some of these factors indicate signs of a tornado phenomenon.

PENDAHULUAN

Cuaca ekstrem merupakan kejadian fenomena alam yang ditandai oleh kondisi curah hujan, arah dan kecepatan angin, suhu udara, kelembapan udara, dan jarak pandang yang dapat mengakibatkan kerugian terutama keselamatan jiwa dan harta (Irawan 2013). Salah satu cuaca ekstrem adalah puting beliung. Puting beliung merupakan sebuah fenomena angin yang berputar dengan kecepatan lebih dari 60–90 km/jam yang berlangsung sekitar 5- 10 menit yang diakibatkan adanya perbedaan tekanan yang besar dalam area dengan skala kecil yang terjadi di sekitar awan Cumulonimbus (Sudibyakto 2018). Berdasarkan data statistik jumlah peristiwa bencana puting beliung yang telah terjadi di Indonesia selama kurun waktu 2014-2023 mencapai 8.567 kejadian, angka kejadian tertinggi pada tahun 2020. Puting Beliung selama 2023 paling banyak terjadi di Sumatera Utara mencapai 84 kejadian, di Jawa Tengah 57 kejadian, Jawa Timur 55 kejadian, Bangka Belitung 36 kejadian (Rohmah 2024).

Di Kabupaten Belitung, kejadian fenomena angin puting beliung terjadi pada tahun 2023, tepatnya pada Rabu, 17 Mei 2023, sekitar pukul 14.00 WIB. Angin puting beliung melanda dua desa di Kecamatan Tanjungpandan, yaitu Desa Air Raya dan Desa Air Ketekok. Bencana alam ini terjadi dengan cepat, menyebabkan kepanikan di antara warga yang berada di daerah terdampak. Meskipun tidak mengakibatkan korban jiwa, tetapi peristiwa tersebut merugikan materiil. Angin puting beliung tersebut menimbulkan kerusakan yang cukup signifikan di kedua desa. Beberapa rumah warga mengalami kerusakan pada bagian atap, dan pohon-pohon besar tumbang di berbagai lokasi, menghambat akses jalan dan menyebabkan gangguan listrik di beberapa wilayah. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Belitung, mencatat sebanyak 16 rumah yang berada di Desa Air Raya dan Desa Air Ketekok mengalami kerusakan akibat terjangan angin puting beliung tersebut (Antaraneews, 2023)

Angin puting beliung merupakan angin kencang yang berputar yang keluar dari awan *cumulonimbus* dengan kecepatan di atas 34,8 (tiga puluh empat koma delapan) knots atau 64,4 (enam puluh empat koma empat) km/jam, sedangkan angin kencang adalah angin dengan kecepatan di atas 25 knots (dua puluh lima) knots atau 45 (empat puluh lima) km/jam (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2010). Fenomena angin puting beliung terjadinya bersifat lokal, mencakup area antara 5-10 km, muncul secara tiba-tiba, yang mempunyai pusat, bergerak melingkar seperti spiral hingga menyentuh permukaan bumi dengan periode hidup sekitar 3-5 menit, mulai dari tumbuh hingga punahnya (Puslitbang, 2009). Secara umum, kejadian angin puting beliung terjadi sebagai akibat adanya perubahan suhu dan kelembapan yang sangat cepat, pertumbuhan awan *cumulus* hingga terbentuk awan *cumulonimbus*, dan perubahan kecepatan angin sangat drastic yang menyebabkan cuaca menjadi sangat dinamis dan tidak stabil. Menurut tinjauan aspek meteorologi, penyebab dari puting beliung ini dapat dikaji dalam menggunakan citra satelit dengan aplikasi Sataid.

Pemanfaatan citra satelit dalam studi meteorologi telah berkembang pesat seiring dengan kemajuan teknologi penginderaan jauh. Citra satelit dapat memberikan gambaran yang komprehensif tentang kondisi atmosfer dan cuaca secara real-time dan dalam cakupan yang luas (Setiawan 2018). Teknologi ini memungkinkan pemantauan kondisi cuaca di berbagai wilayah, termasuk daerah yang sulit dijangkau, untuk mengidentifikasi pola-pola cuaca yang berpotensi menimbulkan bencana alam seperti puting beliung (Kurniawan, Pranata, and Wibowo 2020). Salah satu aplikasi yang digunakan untuk analisis cuaca ekstrem adalah Sataid, yang merupakan aplikasi berbasis citra satelit yang dapat membantu dalam pemantauan dan prediksi cuaca ekstrem, termasuk puting beliung. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk memperoleh data cuaca yang akurat, seperti suhu permukaan laut, kelembapan udara, dan pola pergerakan awan, yang merupakan faktor penting dalam pembentukan puting beliung (Suryani and Anwar, 2021).

Analisis cuaca ekstrem, khususnya kejadian angin puting beliung, telah menjadi fokus penelitian di Indonesia, dengan pemanfaatan citra satelit Himawari-8 dan aplikasi Sataid. Anam and Amri (2021) menganalisis kejadian puting beliung di Bogor, menunjukkan bahwa suhu dan tekanan udara

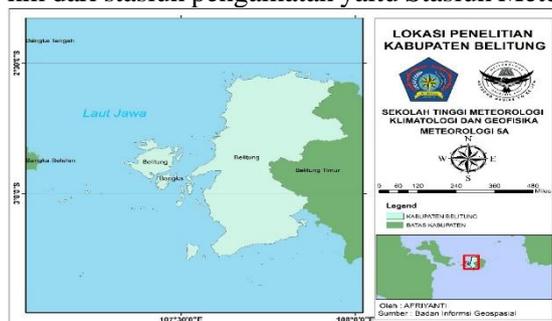
permukaan berperan penting dalam fenomena ini, meskipun SST dan kelembaban relatif memiliki pengaruh lemah). Febrian and Syaiful Amri (2023) menyoroti dinamika atmosfer yang memicu puting beliung di Bogor, dengan suhu puncak awan mencapai -69°C . Pratama and Aditya (2022) mengidentifikasi pertumbuhan awan konvektif yang terkait dengan hujan es dan puting beliung di Merangin dan Bangka Selatan, menunjukkan penurunan suhu puncak awan yang signifikan. Harsa et al (2011) menjelaskan pemanfaatan analisis SATAID untuk banjir dan puting beliung di Jakarta dan Yogyakarta, memberikan prosedur yang dapat diterapkan untuk analisis serupa di lokasi lain.

Studi ini bertujuan untuk menganalisis pertumbuhan awan konvektif kejadian cuaca ekstrem puting beliung yang terjadi di Tanjungpandan, Kabupaten Belitung, pada 17 Mei 2023, dengan menggunakan citra satelit melalui aplikasi Sataid. Dengan menganalisis data yang diperoleh dari aplikasi tersebut, diharapkan dapat ditemukan pola pertumbuhan konvektif yang menyebabkan terjadinya puting beliung dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi dalam pengembangan sistem peringatan dini dan strategi mitigasi bencana cuaca ekstrem di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Kabupaten Belitung terletak di pulau Belitung termasuk dalam wilayah provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Pulau Belitung terdiri dari dua kabupaten yaitu kabupaten Belitung dengan ibu kota Tanjungpandan dan kabupaten Belitung Timur dengan ibu kota Manggar. Secara geografis pulau Belitung terletak pada $2^{\circ}31,5' - 3^{\circ}6,5'$ Lintang Selatan dan $107^{\circ}31,5' - 108^{\circ}18'$ Bujur Timur dengan luas daratan mencapai 4.800 km^2 . Kejadian puting beliung pada hari Rabu tanggal 17 Mei 2023 pukul 14.00 WIB berada di kecamatan Tanjungpandan tepatnya di desa Air Ketekok dan desa Air Raya dengan jarak sekitar 15 km dari stasiun pengamatan yaitu Stasiun Meteorologi H.AS Hanandjoeddin Tanjungpandan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Kabupaten Belitung)

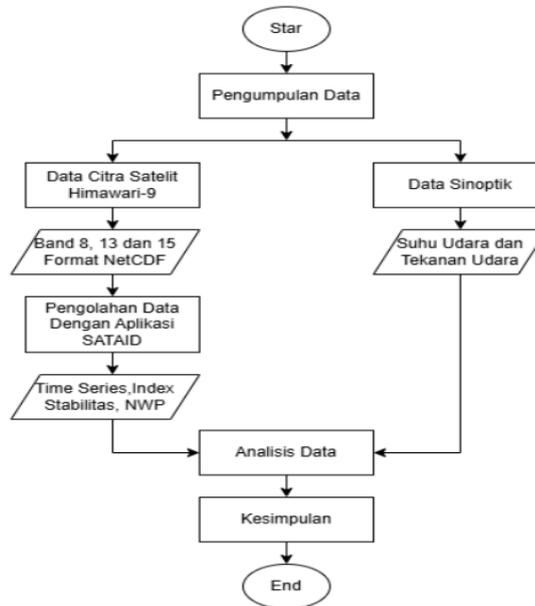
Data dan Metode

Pada penelitian ini, langkah awal dalam memproses data adalah mengumpulkan informasi dari berbagai sumber, seperti media massa, media sosial, data satelit Himawari-9 serta data suhu udara permukaan dan data tekanan udara permukaan yang diperoleh dari stasiun pengamatan di daerah lokasi penelitian saat kejadian puting beliung hari Rabu tanggal 17 Mei 2023 pukul 14.00 WIB. Data satelit Himawari-9 diperoleh melalui aplikasi FileZilla dengan melakukan log in dan mengunduh data yang dibutuhkan.

Penelitian ini menggunakan metode analisis suhu puncak awan sebelum, saat, dan setelah kejadian puting beliung, serta mengamati karakteristik awan secara objektif pada saat kejadian melalui kanal IR Band 13 dari citra satelit Himawari-9. Selain itu, kanal VS Band 03, WV Band 08, dan I2 Band 15 juga digunakan untuk membandingkan jenis awan secara subjektif berdasarkan perbedaan panjang gelombang masing-masing kanal. Selain menganalisis jenis awan, penelitian ini juga mengkaji arah dan kecepatan pergerakan angin serta pola streamline di lapisan permukaan, 925 mb, 850 mb, dan 700 mb menggunakan data NWP dari satelit Himawari-9. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan perangkat

lunak SATAID.

Aplikasi SATAID digunakan untuk memproses data sehingga menghasilkan citra satelit dari berbagai kanal, seperti Visible Band 03, Water Vapor Band 08, Infra-Red Band 13, Infra-Red 2 Band 15, serta kanal turunan lainnya. Kanal S1 dihasilkan dari selisih kanal IR dan I2, sedangkan kanal S3 merupakan selisih antara kanal IR dan WV. Kanal IR Band 13 juga menyediakan data NWP, termasuk visualisasi arah dan kecepatan angin, tren, serta kontur suhu puncak awan. Berdasarkan hasil tersebut, jenis awan dapat diklasifikasikan, dan kondisi atmosfer sebelum, selama, dan setelah kejadian dapat dianalisis menggunakan parameter unsur-unsur cuaca seperti suhu udara dan tekanan udara permukaan data sinoptik dari stasiun pengamatan. Untuk metode penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir Gambar 2.



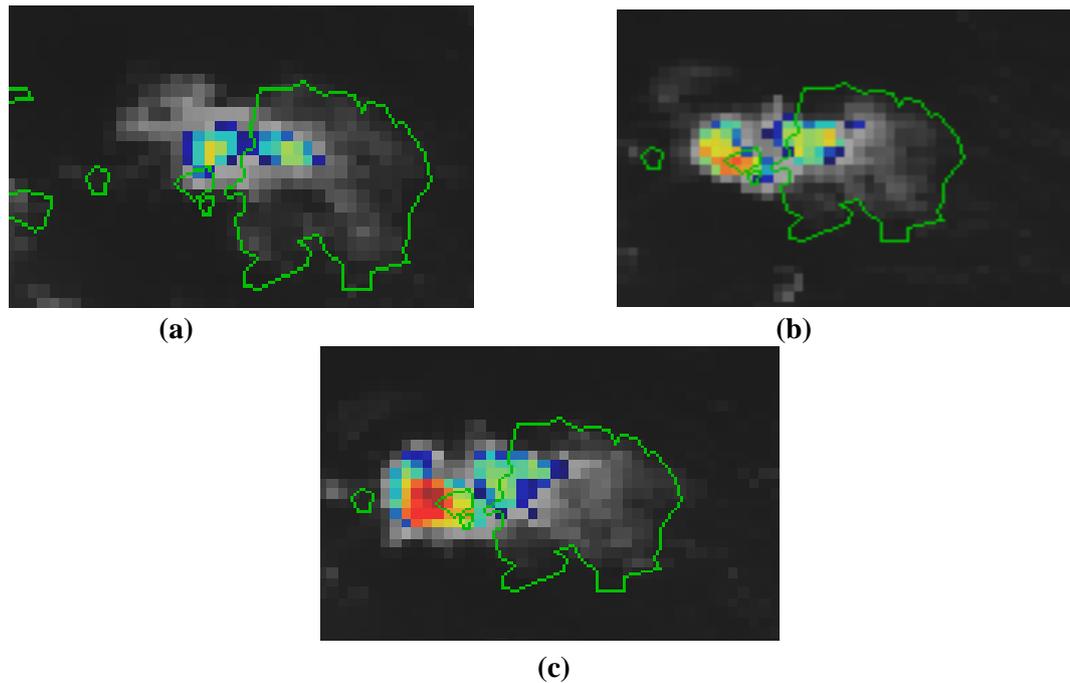
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Himawari-9 IR Menggunakan Aplikasi SATAID

Analisis Satelit Himawari-9 pada aplikasi SATAID mengacu pada penggunaan data yang ditangkap oleh satelit Himawari-9 pada kanal Infrared (IR) dan diolah serta dianalisis menggunakan aplikasi SATAID untuk mendapatkan informasi penting terkait cuaca antara lain suhu puncak awan, identifikasi awan konvektif, pergerakan system cuaca untuk memprediksi perubahan cuaca di suatu daerah, dan indeks stabilitas atmosfer.

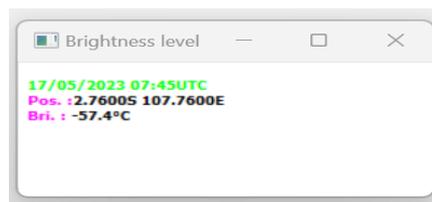
Analisis Aktivitas Pertumbuhan Awan



Gambar 3. Himawari-9 Tutupan Awan

Gambar 3 menunjukkan adanya pertumbuhan awan dan sebaran tutupan awan konvektif, ditandai dengan perubahan warna pada citra satelit tersebut. Gambar 3(a) merupakan fase pertumbuhan dari awan konvektif yang terjadi pukul 07.10 UTC. Kemudian awan tersebut mulai berkembang dan mengalami fase matang seperti Gambar 3(b), hal ini diindikasikan dengan adanya perubahan warna citra dari warna kuning menjadi merah. Perubahan menjadi warna merah berarti adanya penurunan suhu puncak awan yang menunjukkan adanya awan konvektif yaitu Cumulonimbus. Fase matang terjadi pada pukul 07.50 UTC. Gambar 3(c) menggambarkan bahwa keberadaan awan konvektif terlihat semakin jelas dan mulai mengalami fase luruh pada pukul 08.10 UTC. Hal ini ditandai dengan adanya pergerakan awan konvektif menuju wilayah perairan.

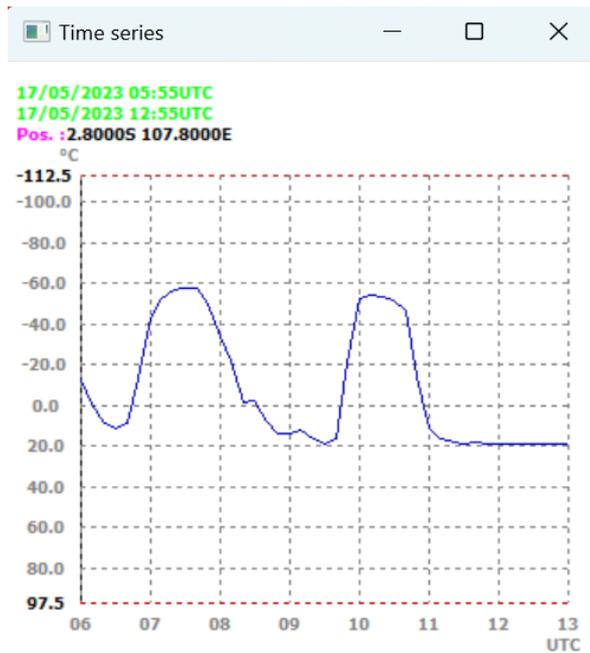
Analisis Brightness Level



Gambar 4. Suhu Puncak Awan

Identifikasi awan konvektif dapat dilakukan dengan menggunakan fitur tingkat kecerahan (brightness level). Semakin cerah visualisasi pada gambar menunjukkan bahwa suhu puncak awan semakin rendah, kelembapan tinggi, dan pertumbuhan dari awan konvektif semakin masif. Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa suhu puncak awan pada pukul 07.45 UTC sebesar -57.40°C yang termasuk dari jenis awan konvektif.

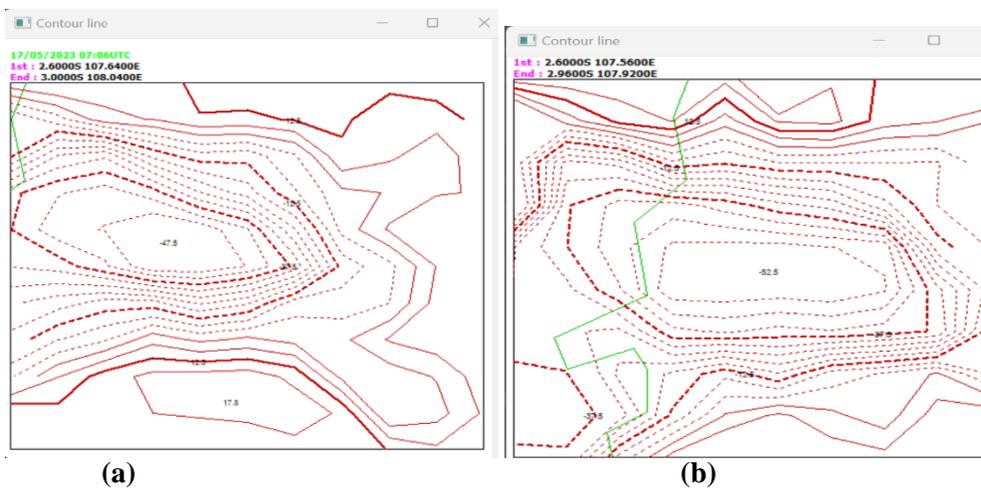
Analisis Time Series

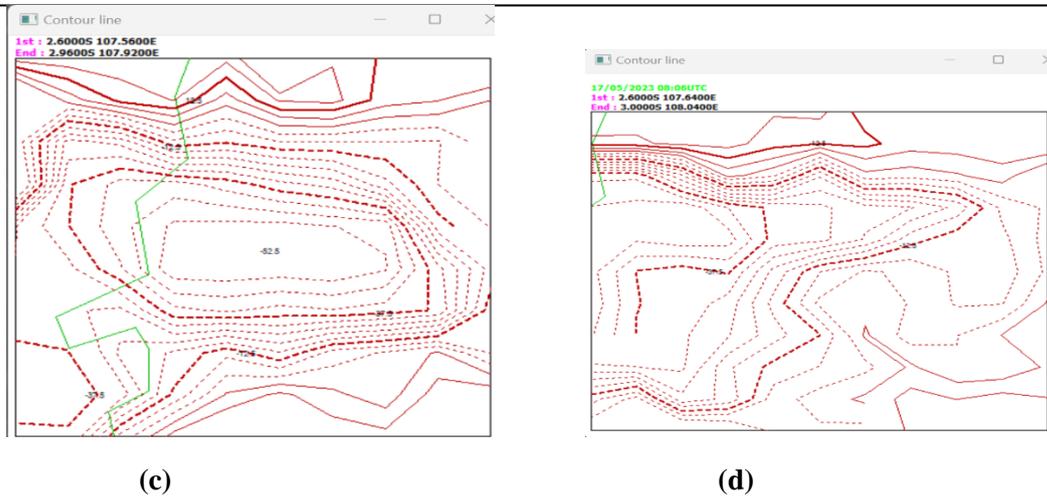


Gambar 5. Time Series pola suhu puncak awan

Gambar 5 merupakan time series pola suhu puncak awan. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa adanya penurunan suhu puncak awan pada 06.30 - 07.00 UTC dari 10.00C hingga -40.00C. Hal ini menunjukkan adanya fase pertumbuhan awan konvektif yang dapat memicu terjadinya angin puting beliung di Desa Aik Raya dan Aik Ketekok, Kecamatan Tanjungpandan. Pertumbuhan fase matang puncak awan terjadi pada pukul 07.00 - 07.50 UTC hal ini ditunjukkan adanya penurunan puncak suhu awan mencapai -59.00C. Suhu puncak awan mulai mengalami fase luruh pada pukul 07.30-09.30 UTC hingga 20.00C.

Analisis Contour

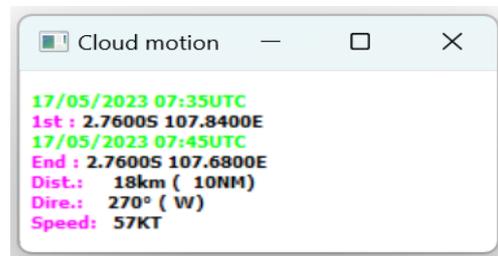




Gambar 6. Peta Contour Line suhu puncak awan

Pada analisis contour yang ditunjukkan Gambar 6(a)-(d) dapat diketahui bagaimana terjadinya pertumbuhan awan konvektif, pergerakan sel awan, dan suhu puncak awan. Pada Gambar 6(a) merupakan fase awal pertumbuhan awan konvektif dengan suhu sebesar -47.50 C terjadi pada pukul 07.10 UTC. Pada Gambar 6(b) merupakan fase matang dengan suhu $52,50$ C terjadi pada pukul 07.50 UTC. Pada Gambar 6(c) terjadi pembelahan sel menjadi dua, ditunjukkan oleh kotak berwarna biru dan hijau. Awan bergerak dari timur menuju barat, sel awan yang ditandai kotak biru bergerak menjauh dari wilayah daratan menuju perairan, sedangkan sel lainnya tetap berada di wilayah daratan dengan puncak awan yang sama yaitu sebesar $52,50$ C. Gambar 6(d) merupakan masa peluruhan awan konvektif, ditandai dengan adanya perubahan pola garis kontur.

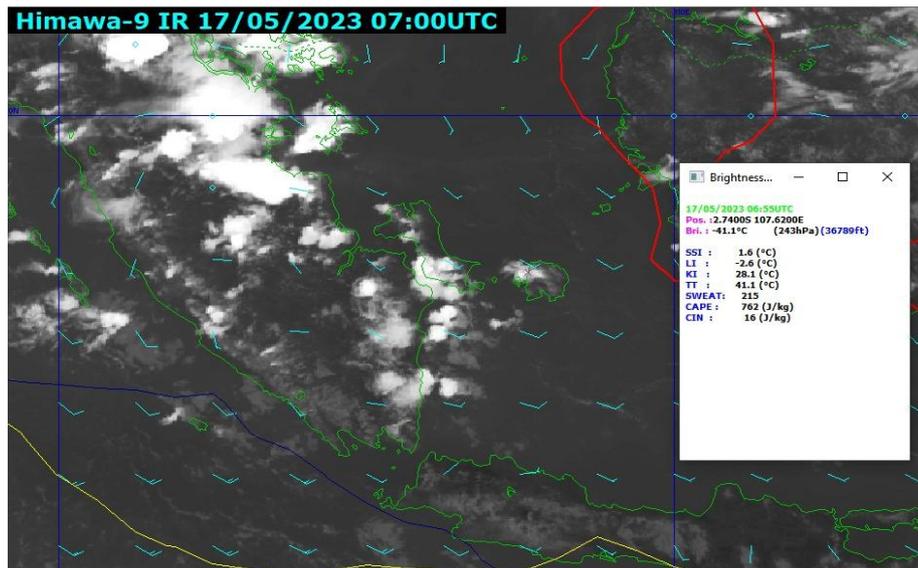
Analisis Move



Gambar 7. Pergerakan Awan

Pada aplikasi SATAID terdapat fitur move yang berfungsi untuk mengetahui arah pergerakan awan. Berdasarkan Gambar 7. awan bergerak ke arah barat (270°) dengan kecepatan 57 knot atau 29 m/s. Perpindahan awan yang cepat menunjukkan bahwa kondisi angin pada wilayah tersebut juga kencang. Hal ini dapat menjadi pemicu terjadinya angin kencang, dimana angin dengan kecepatan lebih dari $34,8$ knot yang dihasilkan oleh awan Cumulonimbus disebut sebagai puting beliung. Sehingga dari data yang dihasilkan fitur move dapat dikategorikan sebagai angin puting beliung.

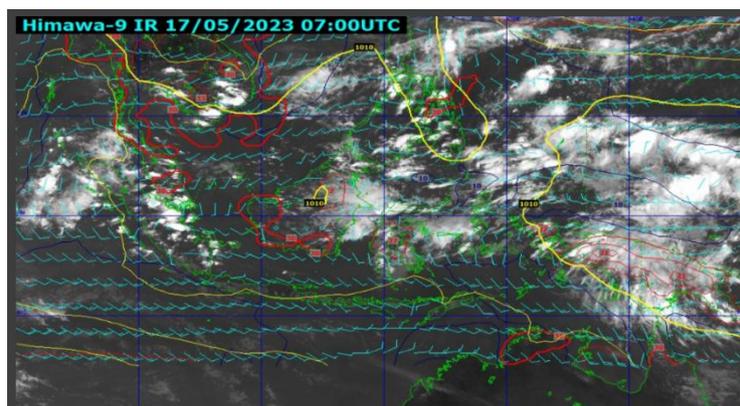
Analisis Indeks Labilitas atmosfer



Gambar 8. Indeks Labilitas Atmosfer

Berdasarkan analisis indeks labilitas atmosfer menunjukkan bahwa atmosfer pada posisi dan waktu tersebut berada dalam kondisi yang labil, meskipun dengan tingkat labilitas yang sedang. Berdasarkan data Gambar 2 pada pukul 06.55 UTC diperoleh data nilai Lifted Index (LI) -2.6 yang menandakan kemungkinan terjadinya petir, nilai K-Index (KI) 28.1 yang berarti sedang terjadi konvektif sedang, nilai Total-total Index (TT) 41.1 yang mengindikasikan konvektif kuat dan terjadi petir skala lokal, nilai Several Weather Threat Index (SWEAT) 215 yang berarti kemungkinan terjadi cuaca buruk dalam kategori sedang, nilai CAPE 762 J/Kg berarti kondisi atmosfer sedang tidak stabil dalam kategori ringan. Berdasarkan data tersebut kombinasi nilai LI, KI, TT, dan CAPE mendukung potensi pembentukan awan konvektif. Meskipun nilai CIN tidak terlalu tinggi, tetap menunjukkan adanya energi yang tersedia untuk pembentukan awan konvektif.

Analisis NWP

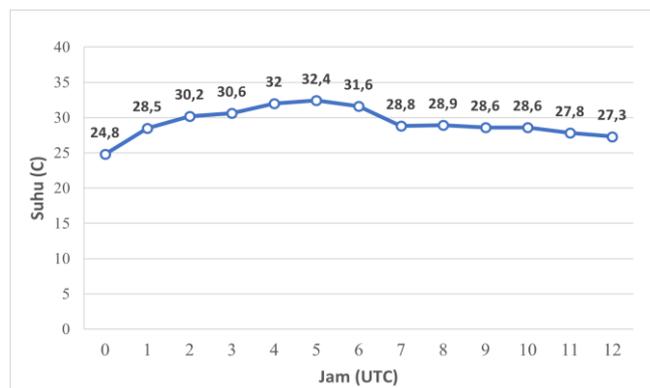


Gambar 9. NWP

Selanjutnya pada analisis NWP, terdapat beberapa area dengan awan putih cerah yang mengindikasikan adanya aktivitas konvektif. Pola isobar di sekitar Tanjungpandan terdapat pada tekanan rendah yang dapat meningkatkan potensi angin kencang dan kemungkinan terjadinya puting beliung, terutama pada kondisi labil.

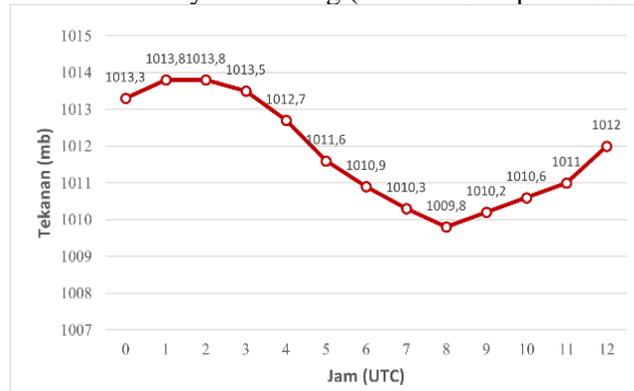
Analisis Cuaca Sinoptik

Gambar 10 merupakan grafik suhu dan tekanan di wilayah Stasiun Meteorologi HAS Hanandjoeddin, Belitung pada tanggal 17 Mei 2023. Pada data tersebut terlihat adanya pemanasan di wilayah Belitung, ditandai dengan adanya peningkatan suhu udara dimulai pada pukul 00 UTC hingga 06 UTC yaitu 24,80C – 31,60C. Peningkatan suhu tersebut memicu terjadinya penguapan yang masif dan kondisi atmosfer tidak stabil. Hal ini menjadi salah satu faktor pembentukan awan konvektif yang dapat menyebabkan puting beliung di wilayah tersebut.



Gambar 10 (a)

Grafik suhu udara permukaan di wilayah Belitung (17 Mei 2023 pukul 00.00 – 12.00 UTC



Gambar 10 (b)

Grafik tekanan udara permukaan di wilayah Belitung (17 Mei 2023 pukul 00.00 – 12.00 UTC)

KESIMPULAN

Dari hasil analisis beberapa faktor tersebut dapat diketahui bahwa pada tanggal 17 Mei 2023 terdapat pemanasan yang besar di wilayah Belitung dan dapat memicu penguapan masif, serta labilitas udara menjadi kuat. Kondisi tersebut juga mendukung terbentuknya sistem awan deep convective di wilayah Belitung ditandai dengan penurunan suhu puncak awan mencapai -57,40 C. Selain itu,

kecepatan angin pada fase matang pertumbuhan awan konvektif mencapai 57 knot yang dapat mengindikasikan terjadinya puting beliung. Hasil dari citra satelit Himawari-9 menggunakan aplikasi SATAID dengan analisis beberapa fitur seperti brightness level, contour, move, time series, RGB, dan NWP juga mengidentifikasi adanya awan konvektif jenis Cumulonimbus dan menunjukkan pergerakan serta pertumbuhan awan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, AR &, and Sayful Amri. 2021. "Analisis Kejadian Angin Puting Beliung Menggunakan Citra Satelit Himawari-8 (Studi Kasus Kota Bogor. Jawa Barat 21 September 2021)." *Jurnal Ilmiah Indonesia* 6(2): 6.
- Antaraneews.com. 2023. "Bencana Angin Puting Beliung Rusak Belasan Rumah Di Belitung." <https://m.antaraneews.com/amp/berita/3543849/bencana-angin-puting-beliung-rusak-belasan-rumah-di-belitung>.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2010. "Prosedur Standar Operasi Pelaksanaan Peringatan Dini Pelaporan Dan Diseminasi Informasi Cuaca Ekstrem." : 1–16.
- Febrian, Ade, and Syaiful Amri. 2023. "Analisis Citra Satelit Himawari-8 Terkait Kejadian Puting Beliung Di Kabupaten Bogor (Studi Kasus 02 November 2021)." *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya* 10(1): 34–39. doi:10.24252/jft.v10i1.26225.
- Harsa, Hastuadi, Utoyo Ajie Linarka, Roni Kurniawan, and Sri Novianti. 2011. "Pemanfaatan Sataid Untuk Analisa Banjir Dan Angin Puting Beliung: Studi Kasus Jakarta Dan Yogyakarta." *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 12(2): 195–205. <http://mscweb.kishou.go.jp/>.
- Irawan, Amir Mustofa. 2013. "Respon Masyarakat Mali-Kalabahi Kabupaten Alor Nusa Tenggara Timur Terhadap Peringatan Cuaca Ekstrem BMKG Sebagai Langkah Awal Untuk Mengurangi Resiko Bencana." 2(September): 1–14.
- Kurniawan, T, M Pranata, and S Wibowo. 2020. "Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh Untuk Memprediksi Kejadian Cuaca Ekstrem." *Jurnal Penginderaan Jauh* 4(36): 98–110.
- Pratama, MJ &, and Mulya Aditya. 2022. "Pemanfaatan Data Citra Satelit Himawari-8 Untuk Menganalisis Kejadian Hujan Es Dan Kejadian Angin Puting Beliung (Studi Kasus : Jangkat Kabupaten Merangin Dan Bencah, Kabupaten Bangka Selatan)." *Jurnal Teknik* 01(02): 111–20.
- Puslitbang, BMKG. 2009. "Kajian Cuaca Ekstrem Di Wilayah Indonesia. Laporan Penelitian, Pusat Penelitian Dan Pengembangan, BMKG, Jakarta."
- Rohmah, Fina Nailur. 2024. "Statistik Bencana Puting Beliung 1 Dekade , Tertinggi Tahun 2020." : 1–8. <https://tirto.id/statistik-bencana-puting-beliung-1-dekade-tertinggi-tahun-2020-gWb9>.
- Setiawan, A. 2018. "Pemanfaatan Citra Satelit Dalam Analisis Cuaca Ekstrem Di Wilayah Tropis." *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 1(42): 55–68.
- Sudibyakto. 2018. *Manajemen Bencana Di Indonesia Ke Mana? Yogyakarta: Gosyen Publishing.* https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=tbTDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA6&dq=Buku+manajemen+bencana,+sudibyakto&ots=vDV4sWM35N&sig=BpcQhdPIG-vYtmQwqAcqWSYk4j0&redir_esc=y#v=twopage&q&f=false.
- Suryani, D, and A Anwar. 2021. "Pemanfaatan Citra Satelit Untuk Analisis Cuaca Ekstrem Di Indonesia." *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 2(45): 121–35.