

Vol. 5 No. 2 (2024), Halaman 144-154



GEOGRAPHIA

Jurnal Pendidikan dan Penelitian Geografi

ISSN: 2774-6968

ANALISIS KEJADIAN HUJAN LEBAT DI WILAYAH CILACAP BERDASARKAN KONDISI ATMOSFER, CITRA SATELIT, DAN INDEKS STABILITAS (STUDI KASUS: BANJIR 28 APRIL 2023)

Akhdan Raffi Satya Maghriza¹, Yosafat Donni Haryanto^{2*}, Munawar³, Oryza Yosafat⁴, Nita Florina Silalahi⁵

¹²³⁴⁵Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Indonesia

Email: akhdanraffi19@gmail.com¹, yosafat.haryanto@stmkg.ac.id^{2*}, munawaralipapua@gmail.com³, oryzayosafat.ok@gmail.com⁴, florinayos@gmail.com⁵

Website Jurnal: <http://ejurnal.unima.ac.id/index.php/geographia>



Akses dibawah lisensi CC BY-SA 4.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

DOI: 10.53682/gjppg.v5i2.8499

(Diterima: 04-02-2024; Direvisi: 22-09-2024; Disetujui: 06-11-2024)

ABSTRACT

A heavy rain event that caused flooding hit several areas of Cilacap on April 28, 2022. This flood was triggered by high intensity rain that occurred since Thursday, April 27, 2023. The heavy rain caused the water discharge to overflow and inundate residents' homes. The phenomenon occurred around 17.00-23.30 WIB (10.00-17.30 UTC). This study aims to analyze the causes of extreme rain that occurred in Cilacap. The data used are surface air observation data, rainfall, satellite images, and Radiosonde observation results. The data that has been processed, then analyzed descriptively in terms of temporal and spatial. Surface air analysis conducted from three AWS locations shows conditions that support the occurrence of extreme rain. The highest rainfall measured was 321 mm/day at AWS Digi Cilacap, including the extreme category (>150 mm/day). Himawari-8 Satellite Image Analysis processed with Satellite Animation and Interactive Diagnosis (SATAID) software is used by looking at the temperature of the cloud tops. Based on the results of satellite image analysis, it shows the presence of Cumulonimbus convective clouds with a cloud top temperature value reaching -82.9°C. Local analysis using Radiosonde at Tunggul Meteorological Station indicates an unstable atmosphere that supports the formation of convective clouds as the cause of heavy rain events in the Cilacap region.

Keywords: Atmosphere, Convective clouds, Flooding, Heavy rain, Satellite imagery.

ABSTRAK

Kejadian hujan lebat yang menyebabkan bencana banjir melanda di beberapa wilayah Cilacap pada 28 April 2022. Banjir ini dipicu hujan dengan intensitas tinggi yang terjadi sejak Kamis, 27 April 2023. Hujan lebat tersebut menyebabkan debit air meluap dan menggenangi rumah warga. Fenomena tersebut terjadi sekitar pukul 17.00-23.30 WIB (10.00- 17.30 UTC). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab terjadinya hujan ekstrem yang terjadi di Cilacap. Data yang digunakan adalah data hasil pengamatan udara permukaan, curah hujan, citra satelit, dan hasil pengamatan Radiosonde. Data yang telah diolah, kemudian dilakukan analisis secara deskriptif dari segi temporal dan spasial.

GEOGRAPHIA: Jurnal Pendidikan dan Penelitian Geografi, Vol. 5 No. 2 (2024)

Analisis udara permukaan dilakukan dari tiga lokasi AWS menunjukkan kondisi yang mendukung terjadinya hujan ekstrim. Curah hujan tertinggi yang terukur adalah 321 mm/hari di AWS Digi Cilacap, termasuk kategori ekstrem (>150 mm/hari). Analisa Citra Satelit Himawari-8 yang diolah dengan software *Satellite Animation and Interactive Diagnosis (SATAID)* digunakan dengan melihat suhu puncak awan. Berdasarkan hasil analisis citra satelit menunjukkan adanya awan konvektif Cumulonimbus dengan nilai suhu puncak awan mencapai -82.9°C . Analisis lokal menggunakan Radiosonde di Stasiun Meteorologi Tunggul mengindikasikan atmosfer yang tidak stabil sehingga mendukung terbentuknya awan konvektif sebagai penyebab kejadian hujan lebat di wilayah Cilacap.

Kata Kunci: Atmosfer, Awan konvektif, Banjir, Citra satelit, Hujan lebat.

PENDAHULUAN

Pada tanggal 28 April 2023 telah terjadi banjir di sejumlah titik wilayah Cilacap, Jawa Tengah. Fenomena ini terjadi akibat hujan deras disertai petir yang terjadi sejak Kamis, 27 April 2023. Kondisi ini turut diperparah dengan kondisi drainase yang tidak dapat menampung volume air dalam jumlah besar, sehingga mengakibatkan genangan antara 60 cm hingga 1,5 meter ([Pemerintah Kabupaten Cilacap, 2023](#)). Akibatnya ratusan warga pada delapan kelurahan terpaksa dievakuasi ke sejumlah posko pengungsian. Menurut Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Cilacap, banjir yang terjadi dipicu oleh intensitas hujan tinggi dan berlangsung lama pada Kamis, 27 April 2023 pukul 18.00 WIB hingga 23.30 WIB ([Kompas.id, 2023](#)). Selain itu, berdasarkan pantauan parameter cuaca dan indeks labilitas cenderung labil di wilayah Jateng, sehingga meningkatkan aktifitas pertumbuhan awan konvektif yang mengakibatkan hujan lebat hingga ekstrem di sekitar lokasi ([Espos.id, 2023](#)).

Banjir yang selama ini terjadi Indonesia, mayoritas didahului oleh adanya curah hujan yang tinggi (hujan lebat) dan lama di lokasi dan wilayah sekitar kejadian ([Pertwi & Paski, 2022](#)). Hujan lebat dengan intensitas yang tinggi dan durasi yang lama dihasilkan oleh awan-awan konvektif dan dapat menyebabkan banjir serta kerusakan lingkungan ([Ayasha dkk., 2023](#)). Kerusakan lingkungan seperti perubahan fisik permukaan tanah mengakibatkan penurunan daya tampung dan daya simpan air hujan, sehingga sebagian besar air hujan dialirkan sebagai air limpasan yang sangat berpotensi terjadinya banjir ([Rumahorbo dkk., 2020](#)). Selain itu, banjir juga dipengaruhi oleh kondisi wilayah terutama di permukaan seperti ukuran daerah aliran sungai (DAS), topografi DAS, dan jenis penggunaan atau tutupan lahan ([Rohmawati dkk., 2015](#)).

Analisis kondisi atmosfer pada saat kejadian hujan lebat membantu prakirawan cuaca dan ilmuwan dalam menentukan kondisi atmosfer yang mendukung kejadian tersebut ([Nurrohman & Tjasyono, 2016](#)). Kondisi fenomena cuaca berskala regional erat kaitannya dengan kondisi vertikal atmosfer sehingga perlu dilakukan analisis pada beberapa lapisan atmosfer di beberapa lapisan yang sangat mempengaruhi kondisi cuaca di Indonesia ([Pakpahan dkk., 2021](#)). Untuk memprakirakan cuaca diperlukan parameter dalam skala lokal atau analisis data berdasarkan stasiun tunggal dengan memanfaatkan data hasil pengamatan udara atas ([Nurrohman & Tjasyono, 2016](#)). Skala lokal ini dipakai untuk mengetahui faktor konvektifitas suatu daerah yaitu untuk mengetahui daerah pertumbuhan awan vertikal ([Zakir dkk., 2010](#)). Perhitungan indeks stabilitas dengan menggunakan beberapa parameter termodinamika berguna untuk memprakirakan stabilitas atmosfer ([Pepler, 1988](#)).

Satelit Himawari-8 merupakan satelit cuaca yang dioperasikan oleh Japan Meteorological Agency (JMA) sejak bulan Juli 2015 ([Fadhilah & Mulya, 2022](#)). Satelit Himawari-8 terdiri dari 16 kanal serta memiliki resolusi temporal 10 menit dan resolusi spasial 2 km. Pemanfaatan data satelit Himawari-8 berpotensi untuk mendeteksi liputan awan penghasil hujan dengan menggunakan variabel suhu kecerahan dari kanal inframerah, serta pengamatan cuaca dan iklim, yang selanjutnya dapat digunakan untuk analisis penyebab bencana tertama banjir dan longsor ([Rumahorbo dkk., 2020](#)). Data Satelit Himawari-8/9 digunakan untuk menganalisis kejadian curah hujan ekstrem yang menyebabkan banjir dan dibandingkan dengan data pengamatan permukaan (curah hujan), serta data pembanding *upper air sounding* (kondisi ketidakstabilan atmosfer pada saat kejadian) untuk mengetahui nilai

ambang batas curah hujan ekstrem secara spasial, terutama pada wilayah rawan banjir di daerah Cilacap dan sekitarnya. Satelit Himawari-8 merupakan generasi pembaruan dari *Multi Transpose Satellite-2* (MTSAT-2) pada tahun 2015 dengan resolusi temporal 10 menit dan memiliki 16 kanal, sehingga menghasilkan data pengamatan pertumbuhan awan konvektif dengan satelit secara lebih detail ([Asmita & Widayana, 2021](#)).

Hujan lebat disebabkan oleh kondisi labilitas atmosfer. Untuk mengetahui kondisi atmosfer stabil atau labil dapat dilakukan dengan menggunakan cara analisis indeks stabilitas atmosfer ([Azizah Azani & Kusumawardani, 2022](#)). Menganalisis indeks stabilitas udara dapat membantu dalam memprediksi peluang terjadinya hujan lebat ([Rumahorbo dkk., 2020](#)). Indeks stabilitas diperoleh dari data pengamatan udara atas menggunakan alat radiosonde yang mengetahui kondisi atmosfer, yang meliputi parameter seperti SI (*Showalter Index*), LI (*Lifted Index*), KI (*K Index*), TT (*Total Totals Index*), SWEAT (*Severe Weather Threat Index*), CAPE (*Convective Available Potential Energy*), dan CIN (*Convective Inhibition*) ([Ulhaq & Haryanto, 2022](#)).

Fenomena-fenomena cuaca juga dapat diamati dengan bantuan sistem penginderaan jauh menggunakan interpretasi satelit meteorologi ([Pakpahan dkk., 2021](#)). Analisis hujan ekstrem ini digunakan untuk mengkaji parameter cuaca yang memberikan dampak besar terhadap aktivitas cuaca ketika fenomena cuaca ekstrem terjadi ([Ayasha dkk., 2023](#)). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hujan lebat yang mengakibatkan banjir di beberapa titik di Semarang dari kondisi atmosfer, citra satelit, dan indeks stabilitas. Dengan demikian, penelitian ini dapat berperan penting terhadap kejadian bencana hidrometeorologi, dapat memberikan peringatan waspada kepada masyarakat, dan dapat dijadikan analisis untuk potensi bencana kedepannya.

METODE PENELITIAN

Data dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil data pada tanggal 27 April 2023 di beberapa lokasi AWS wilayah Cilacap, yaitu AWS Stasiun Meteorologi Tunggul Wulung, AWS Maritim Cilacap, dan AWS Digi Cilacap.

Data yang digunakan adalah sebagai berikut; (1) data pengamatan udara permukaan pukul 10.00 UTC hingga 17.00 UTC tanggal 27 April 2023. Data pengamatan udara permukaan meliputi suhu udara, kelembaban udara, dan tekanan udara yang diperoleh dari data *Automatic Weather Stations* (AWS) Stasiun Meteorologi Tunggul Wulung, AWS Maritim Cilacap, dan AWS Digi Cilacap; (2) data curah hujan yang diperoleh dari data observasi udara permukaan dari pos pengamatan curah hujan AWS Stasiun Meteorologi Tunggul Wulung, AWS Maritim Cilacap, dan AWS Digi Cilacap; (3) data citra satelit Himawari-9 pada saat kejadian hujan lebat di Cilacap tanggal 27 April 2023 kemudian diolah menggunakan *Satellite Animation and Interactive Diagnosis* (SATAID); dan (4) data udara atas pengamatan radiosonde pada jam 00 dan 12 UTC tanggal 27 April 2023 di Stasiun Meteorologi Tunggul Wulung Cilacap yang diambil dari *University of Wyoming* dan kemudian diolah menggunakan aplikasi RAOBs.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat analisis deskriptif yaitu mengumpulkan informasi terkait suatu kejadian untuk mengetahui penyebab terjadinya fenomena tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menganalisis unsur cuaca permukaan, citra satelit Himawari-8, dan indeks stabilitas atmosfer. Teknik pengolahan data yang dilakukan yaitu mengolah data pengamatan udara permukaan pada tiga lokasi AWS di wilayah Cilacap. Analisis unsur cuaca suhu udara, kelembaban udara, dan tekanan udara permukaan dilakukan dengan mengkaji perubahan nilai hasil pengamatan di beberapa lokasi AWS dengan perubahan waktu. Data unsur cuaca tersebut disajikan dalam grafik nilai masing-masing unsur cuaca terhadap waktu. Teknik pengolahan data selanjutnya dilakukan adalah mengolah data curah hujan pengamatan udara permukaan pada tiga lokasi AWS di wilayah Cilacap. Data curah hujan harian yang tercatat digunakan untuk mengetahui jumlah intensitas pada saat kejadian hujan lebat.

Data citra satelit Himawari-9 digunakan untuk melihat citra satelit, kontur suhu puncak awan, dan time series agar dapat mengetahui kondisi sebaran awan konvektif pada sebelum, saat dan sesudah kejadian hujan lebat. Selanjutnya, data udara atas pengamatan radiosonde yang sudah diolah menggunakan

aplikasi RAOBs digunakan untuk mendapatkan data stabilitas atmosfer yang meliputi *Showalter Index (SI)*, *Lifted Index (LI)*, *K Index (KI)*, *Totals Totals Index (TT)*, *Severe Weather Threat (SWEAT)* dan *Convective Available*

Potential Energy (CAPE). Metode yang digunakan dalam analisis kondisi udara atas adalah membandingkan nilai indeks dengan klasifikasi indeks stabilitas udara.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

HASIL PENELITIAN

Perolehan data hasil penelitian merupakan hasil dari indikator-indikator yang diteliti

terkait dengan kondisi atmosfer, citra satelit, dan indeks stabilitas pada kejadian hujan lebat pada 28 April 2023 di Cilacap.

Tabel 1. Curah Hujan Harian di Beberapa Pos Hujan Wilayah Cilacap

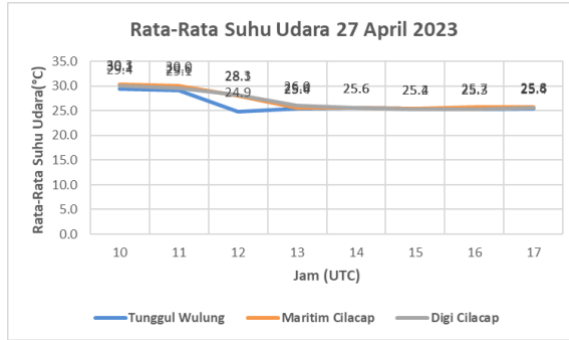
Nama Pos	Koordinat		Nilai Curah Hujan (mm)
	Lintang	Bujur	
AWS Tunggul	-7.64	109.03	96
AWS Maritim	-7.72	109.02	237.8
AWS Digi	-7.71	109.01	321

Sumber: AWS BMKG

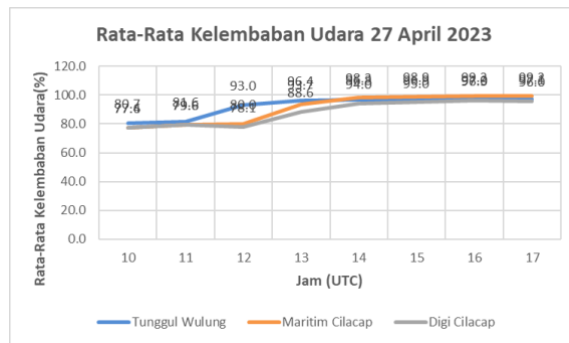
Tabel 2. Hasil Pengamatan Radiosonde di Stasiun Meteorologi Tunggul Wulung Cilacap

Indeks Stabilitas	Jam	
	00 UTC	12 UTC
Showalter Index (SI)	0.2	-2.6
Lifting Index (LI)	-3.1	-4.9
K Index (KI)	35.7	42.1
Total Totals Index (TT)	42.3	44.6
SWEAT Index	227	270.6
CAPE (J/kg)	1690	1269

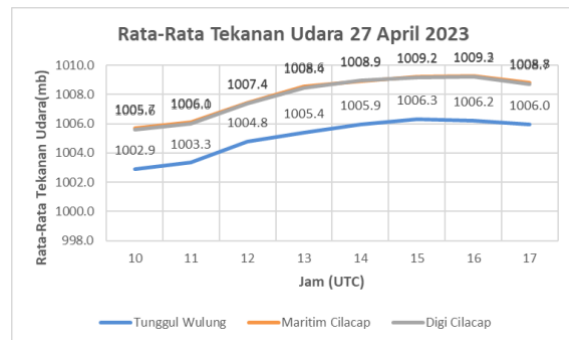
Sumber: *University of Wyoming*



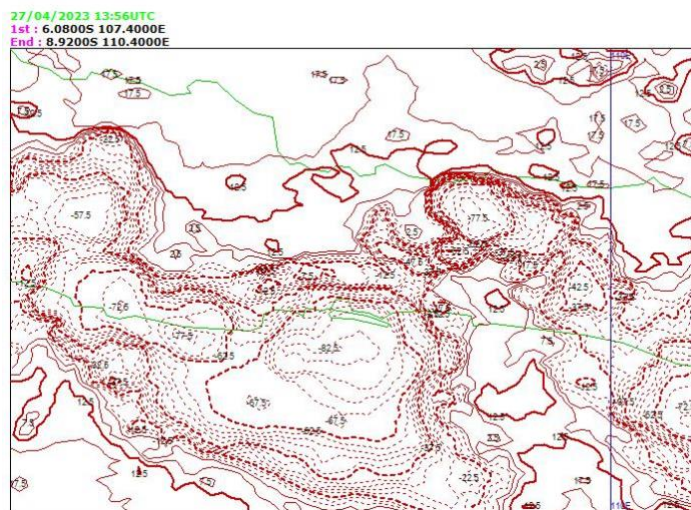
Gambar 2. Grafik Suhu Udara Permukaan



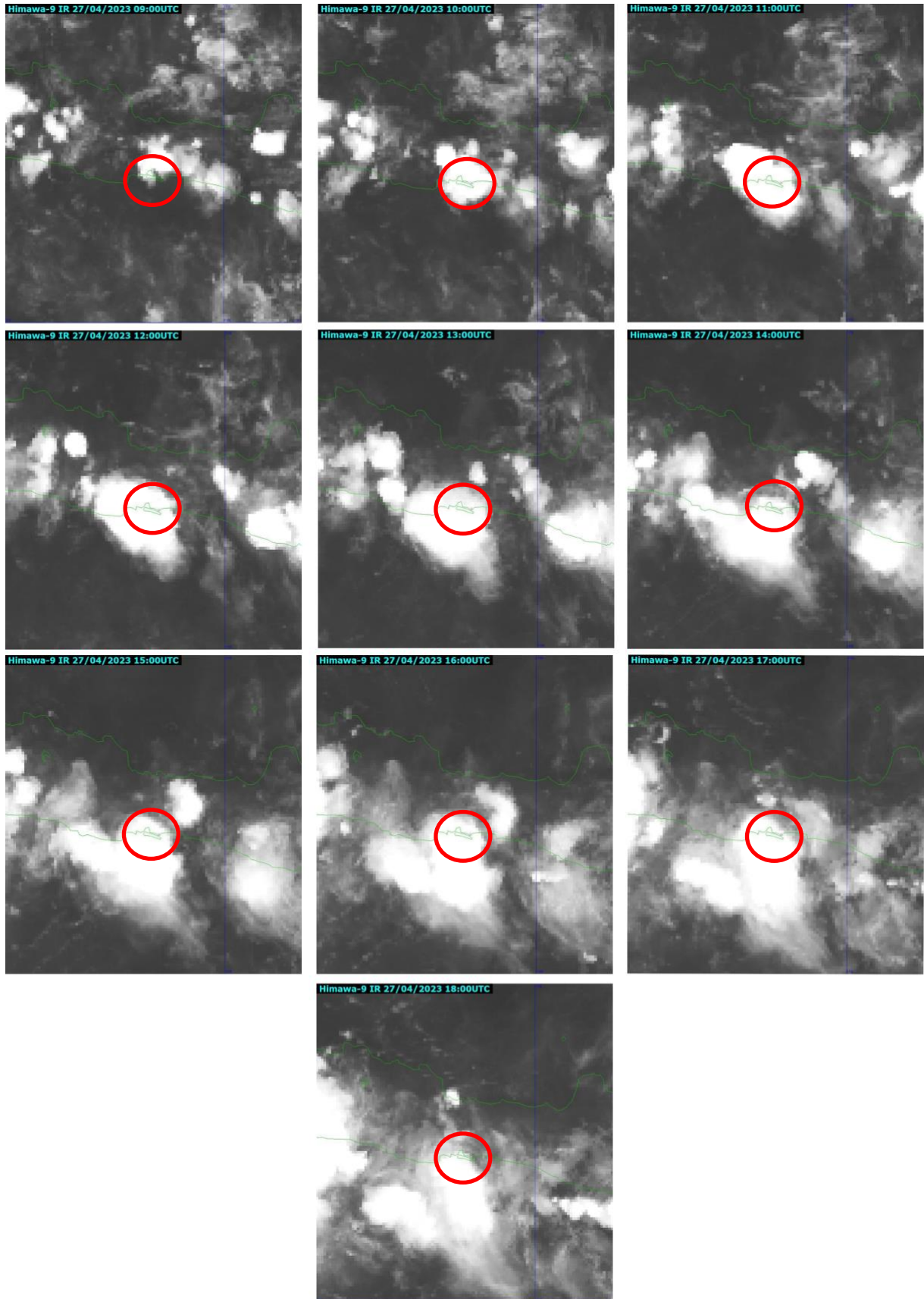
Gambar 3. Grafik Kelembaban Udara Permukaan



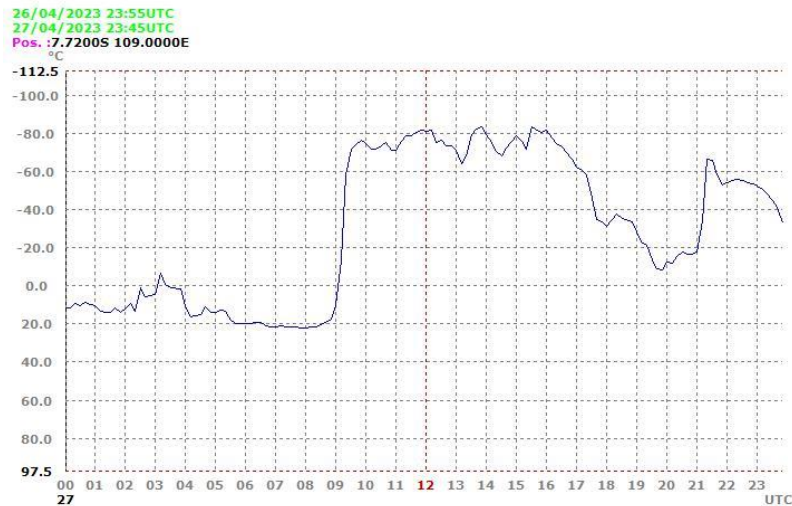
Gambar 4. Grafik Tekanan Udara Permukaan



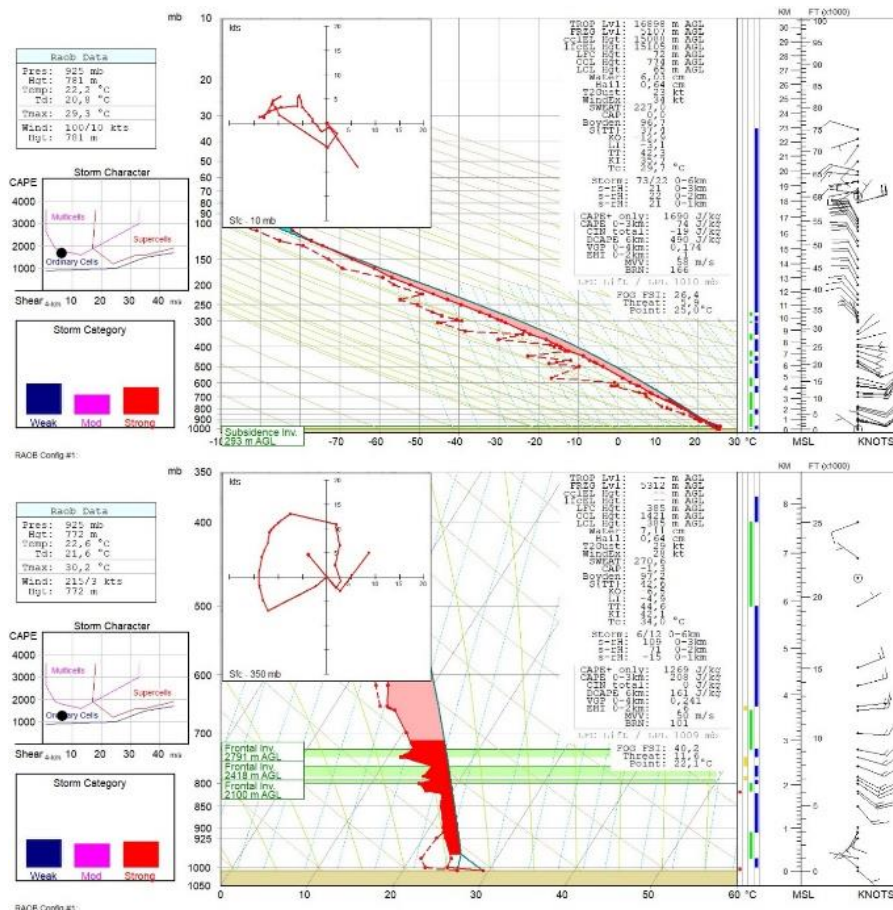
Gambar 5. Kontur Suhu Puncak Awan di Wilayah Cilacap dan Sekitarnya tanggal 27 April 2023 jam 14.00 UTC



Gambar 6. Citra Satelit Himawari-9 di Wilayah Cilacap dan Sekitarnya tanggal 27 April 2023 jam 09.00 UTC-18.00 UTC



Gambar 7. Time Series Suhu Puncak Awan di Wilayah Cilacap tanggal 27 April 2023



Gambar 8. Tampilan Data Radiosonde Tanggal 27 April 2023 jam 00.00 UTC dan 12.00 UTC Menggunakan Aplikasi RAOBS

PEMBAHASAN

Analisis Pengamatan Udara Permukaan

Grafik pada Gambar 2 menunjukkan rata-rata suhu udara permukaan di tiga lokasi AWS wilayah Cilacap saat kejadian hujan lebat yaitu jam 10.00 UTC – 17.00 UTC tanggal 27 April 2023. Suhu udara permukaan pada saat kejadian

di tiga lokasi tersebut memiliki pola yang hampir sama. Pada pukul 10.00 UTC suhu udara meningkat hingga sekitar 30°C dan pada pukul 11.00 UTC suhu udara relatif tinggi, hal ini mengindikasikan adanya pertumbuhan awan konvektif. Pada pukul 12.00 UTC, suhu udara permukaan menurun hingga sekitar 25°C dan

reatif rendah hingga pukul 17.00 UTC atau pukul 00.00 WIB tanggal 28 April 2023.

Berdasarkan data pengamatan suhu udara tersebut mengindikasikan adanya penurunan suhu udara yang lumayan signifikan. Hal ini mengindikasikan adanya pembentukan awan konvektif yang terlihat dari data citra satelit. Tutupan awan konvektif ini berpotensi menghasilkan hujan dan cuaca buruk lainnya sehingga menghalangi radiasi matahari ke permukaan bumi dan menyebabkan penurunan suhu udara.

Berdasarkan grafik [Gambar 3](#), pola kelembaban udara permukaan pada saat kejadian (tanggal 27 April 2023) berbanding terbalik dengan pola suhu udara permukaan pada saat kejadian hujan lebat di tiga lokasi AWS wilayah Cilacap. Kelembaban udara pada saat kejadian di tiga lokasi tersebut memiliki pola yang hampir sama Berdasarkan [Gambar 3](#), kelembaban udara pada saat kejadian hujan lebat meningkat signifikan dari sekitar 78% hingga sekitar 97,4%. Kelembaban udara tertinggi mencapai 99,2% pada pukul 16-17 UTC di AWS Maritim Cilacap. Kelembaban udara merupakan konsentrasi uap air yang ada di atmosfer. Jadi, apabila nilai kelembaban udara tinggi berarti uap air yang ada di atmosfer banyak dan sebaliknya.

Berdasarkan grafik pada [Gambar 4](#), tekanan udara permukaan pada saat kejadian (tanggal 27 April 2023) di tiga lokasi tersebut memiliki pola yang hampir sama. Akan tetapi, terdapat sedikit perbedaan pada yaitu nilai tekanan udara di AWS Stasiun Tunggul Wulung lebih rendah daripada AWS Maritim Cilacap dan AWS Digi Cilacap. Pada pukul 10.00 UTC, tekanan udara di tiga lokasi cenderung naik pada jam 10.00 UTC – 15.00 UTC dan sedikit mengalami penurunan pada jam 16.00 UTC – 17.00 UTC.

Data Curah Hujan

Data curah hujan di beberapa pos hujan di wilayah Cilacap diperlihatkan pada [Tabel 1](#). Data dari pos pengamatan hujan diambil sebagai pembandingan dari seluruh analisis di atas. Data hasil pengamatan ini diperoleh dari data *Automatic Weather Stations* (AWS). Pada kesempatan ini data pengamatan hujan diambil dari tiga tempat yang berbeda namun berada dekat dengan lokasi kejadian. Ketiga pos pengamatan tersebut yaitu AWS Stasiun Meteorologi Tunggul Wulung, AWS Maritim Cilacap, dan AWS Digital Cilacap.

Berdasarkan data pos pengamatan hujan didapatkan data curah hujan di lokasi kejadian selama satu hari (24jam). Berdasarkan kriteria klasifikasi intensitas hujan yang dikeluarkan BMKG, ambang batas nilai yang digunakan untuk menentukan intensitas hujan sebagai berikut; (1) 0 mm/hari: Berawan; (2) 0.5 – 20 mm/hari: Hujan ringan; (3) 20 – 50 mm/hari: Hujan sedang; (4) 50 – 100 mm/hari: Hujan lebat; (5) 100 – 150 mm/hari: Hujan sangat lebat; (6) >150 mm/hari: Hujan ekstrem

Dengan demikian, berdasarkan klasifikasi tersebut dengan mengamati nilai curah hujan di tiap pos pengamatan dapat di gambarkan bahwa pada tanggal 27 April 2023 hujan terjadi di wilayah Cilacap dengan intensitas lebat hingga ekstrim dengan puncak intensitas di wilayah AWS Digital Cilacap.

Analisis Citra Satelit

Kejadian bencana banjir tanggal 28 April 2023 di wilayah Cilacap dapat dianalisis dengan citra satelit untuk menunjukkan pertumbuhan dan sebaran awan konvektif pada saat terjadi hujan lebat. Data citra satelit yang digunakan adalah Himawari-9 kemudian diolah menggunakan aplikasi SATAID versi GMSLPD dengan menggunakan kanal IR. Hasil olah data tersebut adalah tutupan awan konvektif pada daerah penelitian yang mulai dari pukul 10.00 UTC (17.00 WIB) hingga 17.00 UTC (24.00 WIB).

Berdasarkan tampilan citra satelit [Gambar 6](#), dapat diketahui bahwa awan konvektif *Cumulonimbus* (Cb) mulai terbentuk pada pukul 09.00 UTC (18.0 WIB) ditandai dengan sel awan konvektif berwarna putih tebal dan menggumpal besar menutupi bagian selatan wilayah Cilacap. Citra satelit pada gambar menunjukkan siklus hidup awan Cb. Pada pukul 09.00 UTC menunjukkan fase pertumbuhan awan konvektif Cb kemudian pukul 10.00 UTC menunjukkan fase matang awan Cb. Sel awan konvektif ini kemudian semakin besar luasannya dan mencakup keseluruhan wilayah Cilacap dan sekitarnya. Tutupan awan konvektif yang besar ini bisa mengindikasikan di lokasi kejadian telah terjadi hujan sangat lebat dengan intensitas yang tinggi. Hujan sangat lebat disertai angin, kilat dan petir tersebut mengakibatkan banjir di sejumlah titik di wilayah Cilacap pada 28 April 2023 pagi hari. Pada pukul 18.00 UTC menunjukkan fase

punah awan Cb yang ditandai sel awan konvektif yang meluruh.

Analisis Kontur Tutupan Suhu Puncak Awan

Berdasarkan peta kontur tutupan suhu puncak awan pada [Gambar 5](#) yang diperoleh dari *software* SATAID, menunjukkan kumpulan awan solid pada pukul 14.00 UTC dengan suhu inti awan mencapai -82.5°C dan suhu awan di sekitarnya sebesar -67.5°C . Peta kontur suhu puncak awan ini mempertegas hasil dari citra satelit saat kejadian hujan lebat. Pada peta tersebut menunjukkan bahwa terdapat sel awan konvektif (*Cumulonimbus*) yang menutupi bagian selatan wilayah Cilacap dan sekitarnya. Suhu puncak awan yang mencapai lebih dari -80°C ini mengindikasikan bahwa penyebab terjadinya hujan lebat di wilayah Cilacap adalah awan *Cumulonimbus*.

Analisis Time Series suhu puncak awan

Berdasarkan grafik *time series* [Gambar 7](#) menunjukkan titik puncak nilai suhu awan yang sangat rendah mencapai -82.9°C pada pukul 13.45 UTC. Grafik *time series* yang fluktuatif menunjukkan adanya fase pertumbuhan, matang, dan punah pada awan Cb. Pada pukul 09.00 UTC menunjukkan perubahan suhu yang sangat signifikan. Penurunan suhu yang sangat drastis yang ditandai dengan grafik yang semakin meningkat, mengindikasikan fase pertumbuhan awan Cb. Pukul 10.00 UTC – 16.00 UTC suhu awan sangat rendah mengindikasikan fase matang awan Cb. Kemudian pukul 17.00 UTC suhu puncak awan mulai meningkat secara signifikan mengindikasikan fase punah dan proses peluruhan awan Cb.

Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa awan dingin mengindikasikan adanya konsentrasi awan konvektif kuat yang dapat menyebabkan hujan dengan intensitas tinggi yang berpotensi banjir. Semakin rendah suhu puncak awan mengindikasikan terjadinya pengangkatan massa udara signifikan yang menyebabkan terjadinya pengembunan yang menjadi awal pembentukan titik-titik hujan. Suhu puncak awan akan naik saat titik-titik air turun karena telah terjadi presipitasi.

Analisis Indeks Stabilitas Udara

Dalam analisis cuaca skala lokal digunakan pengamatan udara atas (*Upper Air*

Observation) dari *Wyoming of University*. Dalam kajian ini digunakan analisis data *Radiosonde* sebagai data observasi udara atas. Berdasarkan data pengamatan *Radiosonde* pada tanggal 27 April 2023 oleh Stasiun Meteorologi Tunggul Wulung Cilacap, Jawa Tengah untuk jam 00.00 UTC (07.00 WIB) dan 12.00 UTC (19.00 WIB) diperoleh hasil pengamatannya pada [Gambar 8](#).

Dari hasil pengolahan data *Radiosonde*, terlihat adanya potensi pertumbuhan awan konvektif dan awan tinggi di wilayah Cilacap berdasarkan gambar. Selain itu, dari pengamatan udara atas juga terlihat *vertical wind shear* di lapisan menengah sehingga ada potensi pertumbuhan awan-awan konvektif.

Untuk mendapatkan kondisi stabilitas atmosfer dilakukan pengolahan tambahan dengan melihat indeks-indeks stabilitas atmosfer. Indeks yang dapat dijadikan acuan untuk mengetahui kondisi stabilitas atmosfer terdiri dari [Tabel 2](#).

Dilihat dari nilai indeks stabilitas [Tabel 2](#), pada tanggal 27 April 2023, wilayah Cilacap menunjukkan kondisi atmosfer labil dengan potensi konvektivitas lemah hingga sedang dengan kandungan uap air yang cukup besar. Sehingga dapat diperkirakan ada potensi pertumbuhan awan konvektif secara massif terbentuk pada pagi hingga siang hari dan mengindikasikan adanya potensi terjadinya hujan lebat disertai dengan thunderstorm pada sore hari hingga malam hari.

Kondisi atmosfer pada 27 April 2023 pukul 00.00 UTC dalam keadaan tidak stabil. *Showalter Index* (SI) bernilai 0.2 menunjukkan kondisi atmosfer yang labil. *Lifted Index* (LI) bernilai -3.1 mengindikasikan kondisi atmosfer yang labil dan adanya potensi thunderstorm yang membutuhkan updraft kuat. K Index (KI) bernilai 35.7 mengindikasikan potensi konvektif yang sedang. *Total Totals Index* (TT) bernilai 42.3 mengindikasikan konvektif yang lemah. Nilai *Severe Weather Threat Index* (SWEAT) bernilai 227 mengindikasikan kondisi cuaca sedikit buruk. Nilai parameter konvektif *Convective Available Potential Energy* (CAPE) bernilai 1690 J/kg yang mengindikasikan bahwa terdapat potensi energi cukup besar yang dapat memicu terbentuknya awan konvektif.

Kondisi atmosfer pada 27 April 2023 pukul 12.00 UTC juga dalam keadaan tidak stabil. *Showalter Index* (SI) bernilai -2.6 menunjukkan

kondisi atmosfer yang labil dan potensi terjadinya *thunderstorm*. *Lifted Index* (LI) bernilai -4.9 mengindikasikan kondisi atmosfer dalam keadaan labil yang mendukung proses terbentuknya awan-awan konvektif dan adanya potensi *thunderstorm*. *K Index* (KI) bernilai 42.1 mengindikasikan potensi konvektif yang kuat adanya potensi terjadinya *thunderstorm*. *Total Totals Index* (TT) bernilai 44.6 mengindikasikan konvektif yang kuat dan potensi terjadinya petir. Nilai *Severe Weather Threat Index* (SWEAT) bernilai 270.6 mengindikasikan kondisi cuaca yang buruk. Nilai parameter konvektif *Convective Available Potential Energy* (CAPE) bernilai 1269 J/kg yang menunjukkan bahwa adanya ketidakstabilan atmosfer dan terdapat potensi energi yang cukup besar yang dapat memicu terbentuknya awan konvektif. Data radiosonde pada pukul 00.00 UTC dan 12.00 UTC menunjukkan keadaan atmosfer yang tidak stabil dimana kemungkinan terjadinya awan konvektif cukup besar.

KESIMPULAN

Kejadian hujan lebat pada tanggal 27 April 2023 yang mengakibatkan bencana banjir di wilayah Cilacap disebabkan oleh faktor regional dan lokal yang mempengaruhi dinamika atmosfer pada daerah kejadian. Analisis pengamatan udara permukaan menunjukkan penurunan suhu, peningkatan kelembaban, dan tekanan udara yang mendukung terjadinya penguapan yang cukup kuat sehingga menyebabkan hujan dengan intensitas lama. Data pos hujan di wilayah Cilacap pada tanggal 27 April 2023, jumlah curah hujan selama satu hari tercatat di AWS Stasiun Meteorologi Tunggul Wulung 96 mm, AWS Maritim Cilacap 237.8 mm, dan AWS Digi Cilacap 321 mm yang mengindikasikan hujan lebat hingga ekstrem.

Interpretasi citra satelit Himawari-8, menunjukkan adanya pertumbuhan awan Cumulonimbus dari pukul 09.00 UTC, memasuki fase matang pukul 10.00 UTC dan mengalami fase purnah pukul 17.00 UTC. Analisis kontur dan *time series* suhu puncak awan mencapai yang diindikasikan sebagai awan Cb mencapai 82.9°C pada pukul 13.45 UTC. Parameter indeks dari data *Radiosonde* juga menunjukkan labilitas udara yang cukup kuat, dimana nilai *Showalter Index*, *Lifted Index*, *K Index*, *TT Index*, *SWEAT Index*, *CAPE*

yang mengidentifikasi keadaan atmosfer yang tidak stabil dan mendukung pertumbuhan awan konvektif yang mengakibatkan hujan lebat. Oleh karena itu, penyebab utama banjir di beberapa titik wilayah Cilacap adalah adanya hujan lebat yang disertai fenomena meteorologi.

SARAN

Penelitian komparatif curah hujan antara Cilacap dan daerah sekitarnya dalam periode yang sama dapat dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor regional yang berkontribusi terhadap intensitas hujan. Selain itu, analisis faktor meteorologi lokal seperti penggunaan lahan, perubahan iklim mikro, dan kondisi topografi juga penting untuk dipelajari. Penelitian ini dapat melibatkan pengukuran lapangan dan pemodelan numerik untuk mendapatkan gambaran yang lebih akurat tentang dinamika atmosfer yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmita, A. S., & Widayana, A. R. 2021. Pemanfaatan Data Citra Satelit Himawari-8 untuk Deteksi Kejadian Hujan Ekstrem (Studi Kasus: Banjir di Makassar, Sulawesi Selatan). *Jurnal Meteorologi, Klimatologi Geofisika Dan Instrumentasi (MKGI)*, 1(1), 1–11.
- Ayasha, N., Meteorologi, S., Asan, H., & Timur, K. 2023. Kajian Kondisi Atmosfer Terkait Banjir dan Longsor Di Malang (Studi Kasus: 17 Oktober 2022). *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 340–347.
- Azizah Azani, A., & Kusumawardani, N. 2022. Kajian Indeks Stabilitas Atmosfer Terhadap Kejadian Hujan Lebat Di Kota Bitung (Studi Kasus Tahun 2020 - 2021). *Jurnal Widya Climago*, 4(1).
- Espos.id. 2023, April 28. Kota Cilacap diterjang banjir, BMKG ungkap penyebabnya. <https://regional.espos.id/kota-cilacap-diterjang-banjir-bmkg-ungkap-penyebabnya-1610416>.
- Fadhilah, M. J., & Mulya, A. 2022. Analisis Dinamika Atmosfer Dan Identifikasi Sebaran Awan Konvektif Menggunakan Metode Rgb Pada Citra Satelit Himawari-

- 8 Terkait Banjir Di Kab. Jayawijaya, Wamena (Studi Kasus: Periode 9 Maret 2021). *Jurnal Teknik SILITEK*, 01(02), 121–134.
- Kompas.id. 2023, April 28. *Banjir Cilacap, 224 Warga Mengungsi*. <https://www.kompas.id/baca/nusantara/2023/04/28/banjir-cilacap-224-warga-mengungsi>.
- Nurrohman, F., & Tjasyono, B. 2016. Kajian Indeks Stabilitas Atmosfer Terhadap Kejadian Hujan Lebat Di Wilayah Makassar (Studi Kasus Bulan Desember 2013-2014). *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 3(2), 18–24.
- Pakpahan, S. L. H., Kurniati, R., & Mulya, A. 2021. Analisis Kejadian Hujan Lebat Penyebab Banjir Dan Tanah Longsor (Studi Kasus: Ciganjur, Jakarta Selatan). *KoPeN: Konferensi Pendidikan Nasional*, 3(1), 95–106.
- Pemerintah Kabupaten Cilacap. 2023, April 28. *Hujan Deras, Delapan Kelurahan di Kota Cilacap Terendam Banjir*. <https://cilacapkab.go.id/v3/hujan-deras-delapan-kelurahan-di-kota-cilacap-terendam-banjir>.
- Peppler, R. A. 1988. A review of static stability indices and related thermodynamic parameters. *ISWS Miscellaneous Publication MP-104*.
- Pertiwi, D. A., & Paski, J. A. I. 2022. Analisis Dinamika Atmosfer Kejadian Hujan Ekstrim (Studi Kasus Banjir Di Tangerang Selatan 7 November 2021). *Buletin Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika*, 1–10.
- Rohmawati, F. Y., Turyanti, A., & Prasasti, I. 2015. Kondisi Atmosfer pada Kejadian Banjir Desember 2007 sampai Januari 2008 di Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 16(2).
- Rumahorbo, I., Hidayat, U., Prasetyo, S., & Mulya, A. 2020. Analisis Kondisi Atmosfer Pada Kejadian Hujan Lebat Penyebab Banjir Deli Serdang (Studi Kasus: 18 Juni 2020). *Seminar Nasional Kahuripan*, 144–148.
- Ulhaq, N. D., & Haryanto, Y. D. 2022. Pemanfaatan Data Satelit Cuaca Himawari-8 dan Radiosonde Dalam Analisis Hujan Lebat (Studi Kasus: Cilacap, 13 Januari 2021). *Jurnal Penelitian Sains*, 24(2), 69.
- Zakir, A., Sulistya, W., & Khotimah, M. K. 2010. Perspektif Operasional Cuaca Tropis. *Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*.