

ANALISIS CUACA EKSTREM PADA KEJADIAN BANJIR DI KOTA PADANG 13 JULI 2023

ABDUL AZIZ AL BADRI *, BELVA AURORA DANICA PUTRA, YOSSFAT DONNI HARYANTO

*Jurusan Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jl.Perhubungan I. No. 5
Pondok Betung, Pondok Aren, Tangerang Selatan*

Abstrak. Penelitian ini mengkaji mengenai kondisi atmosfer dalam kejadian hujan lebat yang mengakibatkan banjir di wilayah Padang, Sumatera Barat pada 13 Juli 2023. Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan data udara atas dari *Wyoming University*, data Satelit Himawari-9, data anomaly suhu permukaan laut dari NOAA, dan data *Reanalysis European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF)*. Beberapa pendekatan dilakukan untuk mengetahui berbagai faktor penyebab dalam proses hujan lebat yang mengakibatkan banjir di wilayah Padang. Analisis stabilitas atmosfer dilakukan dengan penggunaan aplikasi RAOB 5.7 dari data pengamatan udara atas. Analisis sebaran awan konvektif dilakukan dengan dua metode yaitu CCO (*Cloud Convective Overlays*) dan RGB *Night Microphysics*. Hasil pengolahan data menunjukkan kondisi atmosfer yang labil dengan nilai indeks kestabilannya yang tergolong dalam kategori moderat hingga kuat. Hasil tersebut memberikan pemahaman mengenai faktor-faktor pendorong terjadinya cuaca buruk, memberikan gambaran serta pengetahuan lebih lanjut mengenai kejadian serupa di wilayah Indonesia.

Kata kunci: hujan lebat, satelit himawari-9, cuaca buruk, banjir, udara atas

Abstract. This research examines the atmospheric dynamics during the occurrence of heavy rainfall leading to flooding in the Padang region, West Sumatra, on July 13, 2023. The research utilized upper air data from *Wyoming University*, *Himawari-9 Satellite* data, sea surface temperature anomaly data from NOAA, and data from the *European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) Reanalysis*. Various approaches were employed to identify various contributing factors in the process of heavy rainfall leading to flooding in the Padang region. Atmospheric stability analysis was conducted using the RAOB 5.7 application based on upper air observation data. Convective cloud distribution analysis was performed using two methods: *Cloud Convective Overlays (CCO)* and *RGB Night Microphysics*. The processed data revealed a condition of a potentially unstable atmosphere with stability index values classified as moderate to strong. These results provide insights into the factors driving adverse weather conditions, offering a depiction and further understanding of similar events in the Indonesian region.

Keywords: heavy rainfall, Himawari-9 satellite, adverse weather, flooding, upper air

1. Pendahuluan

Bencana alam rawan terjadi di wilayah Indonesia [1]. Salah satunya adalah bencana banjir. Banjir merupakan bencana alam yang merugikan hingga banjir menempati urutan ketiga bencana paling merugikan perekonomian. Bencana banjir juga dapat terjadi setiap saat dan seringkali mengakibatkan hilangnya nyawa serta harta benda [2]. Curah hujan yang tinggi merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya banjir, seperti bencana banjir yang terjadi di Kota Padang pada 14 Juli 2023 yang disebabkan adanya hujan lebat yang terjadi pada hari sebelumnya yaitu pada 13 Juli 2023. Hujan yang terjadi di kota Padang ini mencapai nilai curah hujan sebesar 299 mm pada saat pengamatan setelah terjadinya hujan tersebut [3]. Menurut laporan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), banjir pada 14 Juli 2023 menyebabkan beberapa rumah warga terendam banjir dengan ketinggian air $\pm 30 - 200$ cm [4]. Menurut Peraturan Kepala BMKG Nomor

* Email: azizabdulabdul378@gmail.com

KEP.009 Tahun 2010, curah hujan lebih dari 150mm/hari tergolong ke dalam kriteria hujan ekstrem [5].

Cuaca ekstrem seperti hujan lebat yang menyebabkan banjir tidak hanya berdampak pada keselamatan dan kerugian ekonomi masyarakat, tetapi juga berpengaruh signifikan terhadap sektor energi di Indonesia. Sebagai negara kepulauan yang sebagian besar sistem energinya bergantung pada pembangkit berbasis air, fosil, dan distribusi energi darat, banjir dapat menyebabkan gangguan operasional dan kerusakan infrastruktur energi, seperti gardu listrik, jaringan distribusi, dan akses transportasi bahan bakar. Selain itu, intensitas curah hujan yang tinggi dapat memengaruhi stabilitas pasokan energi, baik karena terganggunya rantai logistik maupun karena kerusakan langsung pada pembangkit energi.

Resiko bencana hidrometeorologis seperti banjir tidak dapat dipisahkan dari isu ketahanan energi nasional dan perlu menjadi perhatian dalam perencanaan serta pengelolaan sistem energi yang adaptif terhadap perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis cuaca ekstrem penyebab banjir yang terjadi di Kota Padang dengan memanfaatkan data udara atas dari Wyoming University, data Satelit Himawari-9, data anomali suhu permukaan laut dari *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), serta data *Reanalysis European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF). Kajian penyebab terjadinya bencana banjir ini merupakan salah satu usaha yang penting untuk mengatasi permasalahan yang akan ditimbulkan dari terjadinya bencana tersebut.

2. Metode Percobaan

Lokasi penelitian yang diteliti adalah wilayah Kota Padang yang terletak di $0^{\circ} 44' 00''$ dan $1^{\circ} 08' 35''$ LS serta $100^{\circ} 05' 05''$ dan $100^{\circ} 34' 09''$ BT. Pada penelitian ini data yang digunakan antara lain adalah data pengamatan udara atas di Stasiun Meteorologi Minangkabau pada 12.00 UTC yang diunduh dari laman <https://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>, serta data satelit Himawari-9 pada kanal 7, 8, 13, 15. Kemudian data pemodelan reanalisis ERA5 ECMWF, serta laman <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.noaa.oisst.v2.highres.html> untuk data anomali SST (suhu muka laut). Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis stabilitas atmosfer dengan menggunakan aplikasi RAOB 5.7 dari data pengamatan udara atas.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

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

(Sumber: Wirjohamidjojo dan Swarinoto (2014) dalam [6])

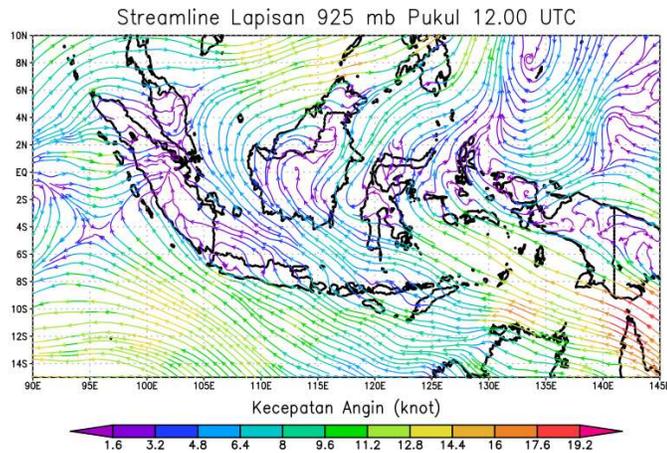
Nilai-nilai indeks yang digunakan memiliki beberapa penggunaan. *Lifted Index* (LI) yang mengindikasikan seberapa besar potensi konvektif dan pembentukan awan cumulonimbus, *K Index* (KI) sebagai indikator untuk melihat potensi thunderstorm, *Total Total Index* (TTI) sebagai pengukur potensi cuaca ekstrem, *Severe Weather Threat* (SWEAT) *index* sebagai indikator untuk memantau potensi terjadinya badai berbahaya dan *Convective Available Potential Energy* (CAPE) sebagai pengukur energi potensial konvektif dalam atmosfer [7].

Selanjutnya analisis sebaran awan konvektif menggunakan metode CCO (*Cloud Convective Overlays*) dengan aplikasi Open GrADS dan metode RGB *Night Microphysics*, yang diproses melalui aplikasi GMSLPD SATAID. Metode CCO (*Cloud Convective Overlays*) menunjukkan perbedaan antara awan tinggi dan tebal (Cumulonimbus) dengan awan awan tipis maupun ketiadaan awan [8], dimana metode ini menggunakan dua algoritma dengan memanfaatkan beberapa kanal satelit Himawari-9 yaitu kanal 13 (IR1), kanal 15 (IR2), dan kanal 8 (IR3) [9]. Menurut Eumetsat (2014), Pola warna pada teknik RGB *Night Microphysics* dihasilkan dari citra dengan *Red* (IR12.3 μm – IR10.4 μm), *Green* (IR10.4 μm - NIR3.9 μm), *Blue* (IR 10.4 μm) sebagai komponen yang mengindikasikan pola keberadaan awan dengan melihat proses mikrofisisnya [10].

3. Hasil dan Pembahasan

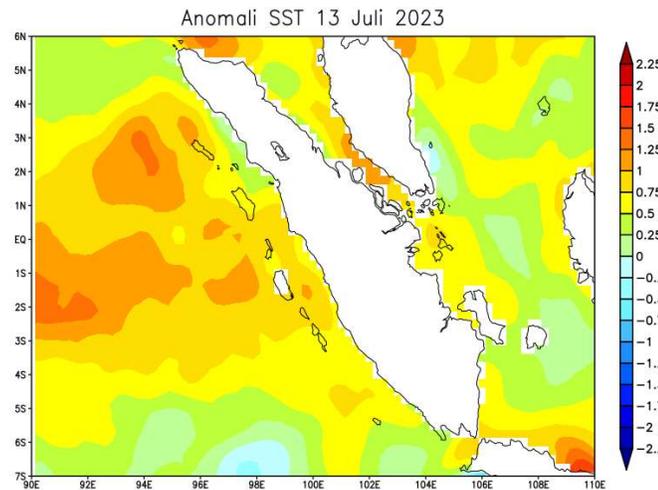
3.1 Analisis *Streamline*

Berdasarkan Gambar 2 yang merupakan peta *streamline* pada lapisan 925 mb pada pukul 12.00 UTC atau 19.00 WIB, di wilayah Kota Padang (ditunjukkan kotak merah) dan beberapa wilayah di pulau Sumatera terlihat terdapat penurunan kecepatan angin di wilayah tersebut. Dimana di wilayah tersebut terdapat pola belokan angin dan menunjukkan adanya garis yang saling mendekat dan bergabung. Menurut Putri (2016), Pola belokan angin ini mengakibatkan penumpukkan massa udara sehingga potensi pembentukan awan konvektif semakin besar [11].



Gambar 2. Peta *Streamline* Wilayah Indonesia 13 Juli Pukul 12.00 UTC

3.2 Analisis Anomali Suhu Muka Laut

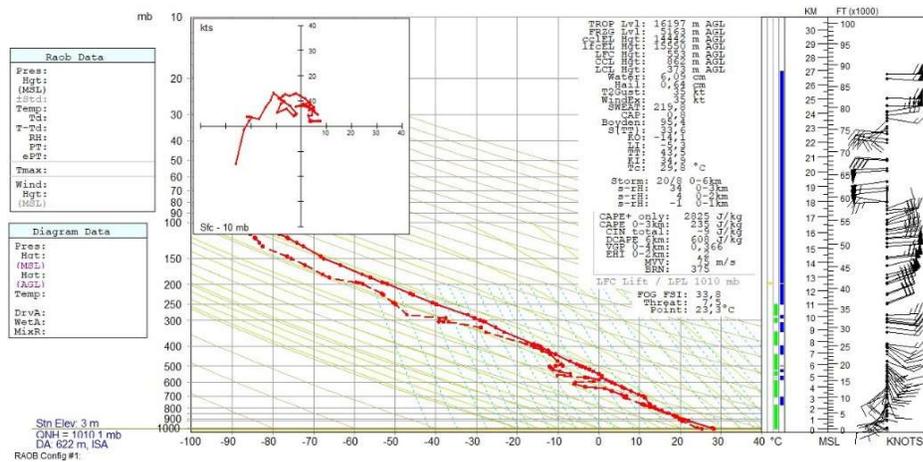


Gambar 3. Peta Anomali Suhu Permukaan Laut.

Gambar 3 menunjukkan anomali suhu muka laut di wilayah perairan dekat pulau Sumatera. Berdasarkan Gambar 3, perairan timur Sumatera terlihat adanya anomali suhu muka laut berada pada nilai 0,5-1,5. Sedangkan pada perairan barat terlihat cenderung memiliki nilai yang lebih besar, yaitu berkisar antara 0,2 hingga 1,7. Anomali suhu permukaan laut yang bernilai positif menunjukkan adanya peningkatan suhu permukaan laut dibandingkan dengan nilai rata-ratanya. Nilai suhu permukaan laut yang tinggi ini akan memberikan pasokan massa uap air yang selanjutnya akan meningkatkan peluang terbentuknya awan konvektif di wilayah-wilayah tersebut.

3.3 Analisis Kondisi Udara Atas

Berdasarkan hasil pengolahan data Radiosonde pada Gambar 4 menunjukkan nilai-nilai indeks kestabilan atmosfer pada 12.00 UTC di Kota Padang yang ditunjukkan oleh Tabel 2. Indeks LI bernilai sebesar -5,3 yang masuk pada kriteria moderate atau sedang, nilai ini menunjukkan potensi konveksi pembentukan badai berada pada potensi sedang hingga semakin besar [12]. K indeks menunjukkan nilai 34,9 yang menandakan berada pada kategori moderate, dimana semakin tinggi nilai KI menandakan semakin kuat potensi konveksi terjadi dan sebaliknya [13]. Nilai TT indeks berada pada kategori moderate dengan nilai 43,5 yang mana semakin tinggi nilai TT indeks, maka semakin kuat potensial konveksi terjadi, demikian pula sebaliknya [14]. Selanjutnya nilai SWEAT adalah 219,8 yang termasuk kategori sedang atau moderate dengan semakin besar nilai SWEAT menunjukkan terjadinya cuaca buruk [15]. Pada Indeks CAPE di dapat nilai 2.825 yang masuk dalam kategori kuat, dimana nilai ini menunjukkan semakin besar terbentuknya suatu sistem konvektif [15]. Nilai-nilai indeks tersebut menunjukkan bahwa pada 12.00 UTC, atmosfer berada pada kondisi labil, dimana hal tersebut meningkatkan potensi terjadinya pertumbuhan awan cumulonimbus dan cuaca buruk.



Gambar 4. Hasil pengolahan data Radiosonde 13 Juli 2023 pukul 12.00 UTC

Tabel 2. Kriteria Nilai Indeks Kestabilan Atmosfer Kota Padang Jam 12.00 UTC 13 Juli 2023

Indeks	Nilai Indeks	Kriteria
LI Indeks	-5,3	Moderate
K Indeks	34,9	Moderate
TT Indeks	43,5	Moderate
SWEAT	219,8	Moderate
CAPE	2.825	Kuat

3.4 Analisis Time Series Suhu Puncak Awan

Gambar 5 menunjukkan evolusi suhu puncak awan pada kejadian hujan di Kota Padang pada 13 Juli 2023 yang telah menyebabkan terjadinya banjir. Hasil pengolahan citra satelit Himawari-9

menunjukkan awan mulai memasuki fase tumbuh pada 11.00 UTC. Kemudian pada interval waktu antara 11.00 UTC sampai 12.00 UTC awan tersebut mencapai suhu puncak awan terendah yang menyentuh nilai hingga -73°C . kemudian suhu puncak awan mengalami penurunan kembali pada interval jam 12.00 UTC dan 13.00 UTC dan kemudian mengalami kenaikan suhu puncak awan. Kemudian awan tersebut memasuki fase peluruhan pada 14.00 UTC.

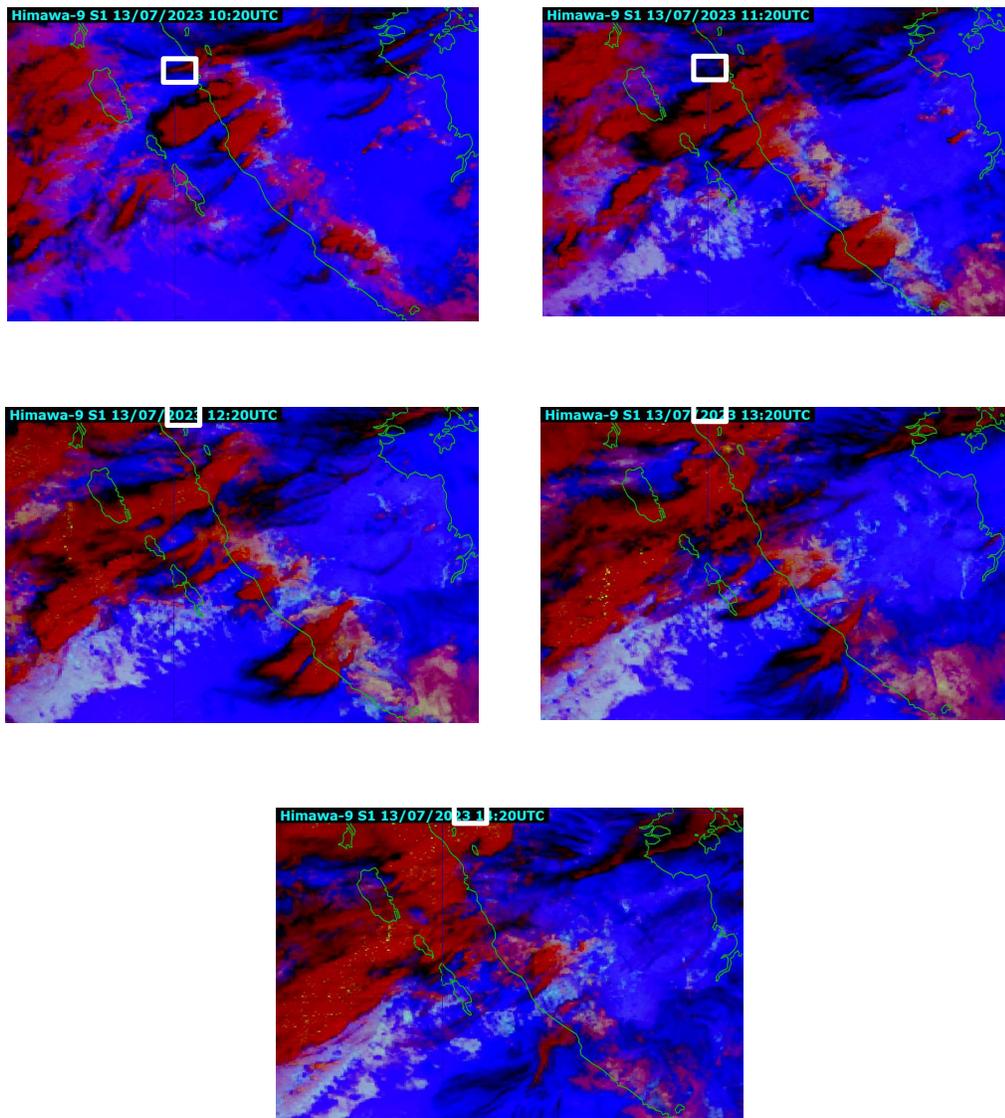


Gambar 5. Time series evolusi suhu puncak awan berdasarkan citra Himawari-9 pada kejadian hujan ekstrem di Kota Padang tanggal 13 Juli 2023

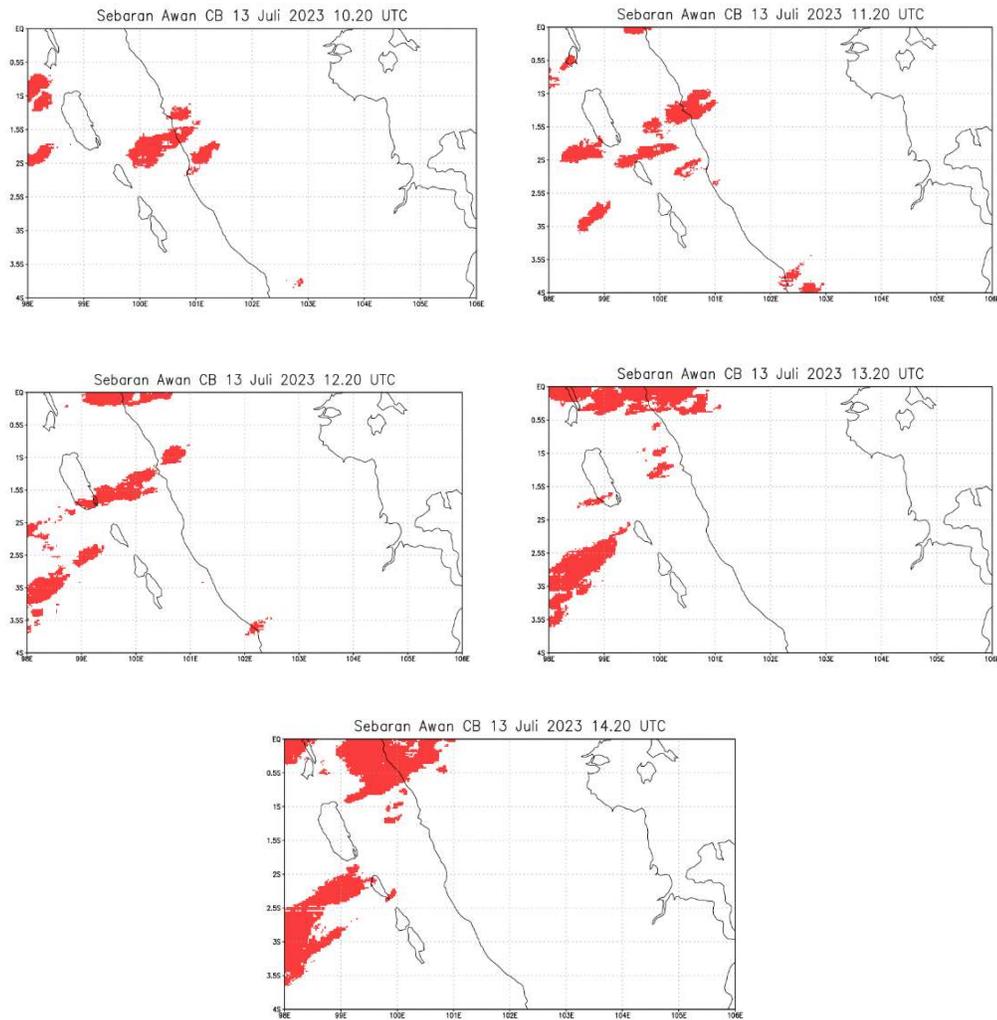
3.5 Analisis Sebaran Awan Konvektif

Gambar 6 merupakan hasil pengolahan citra satelit Himawari-9 dengan menggunakan metode RGB *Night Microphysics* menunjukkan pola warna merah menandakan adanya proses mikrofisis awan, semakin cerah warna merah menunjukkan adanya proses yang makin besar dan suhu awan semakin dingin. Pada jam 10.20 UTC di Kota Padang (ditunjukkan oleh kotak putih) terlihat awan cumulonimbus mulai tumbuh. Kemudian pada 11.20 UTC dan 12.20 UTC awan cumulonimbus terlihat telah tumbuh menutupi wilayah Kota Padang dan telah masuk pada fase matang. Selanjutnya awan cumulonimbus tersebut mulai memasuki mengalami peluruhan pada 13.20 UTC. Sedangkan pada 14.20 UTC awan cumulonimbus terlihat telah luruh sepenuhnya dan menghilang.

Gambar 7 merupakan hasil pengolahan data citra satelit Himawari-9 dengan menggunakan metode CCO (*Cloud Convective Overlays*). Warna merah menunjukkan adanya sebaran awan Cumulonimbus. Berdasarkan hasil yang didapat, wilayah Kota Padang (ditunjukkan dengan kotak hitam) terlihat bahwa pada 10.20 UTC awan Cumulonimbus mulai tumbuh. Selanjutnya pada 11.20 UTC sampai 12.20 UTC terlihat awan Cumulonimbus memasuki fase matang, yang kemudian pada 12.20 UTC awan tersebut terlihat mengalami peluruhan dan menghilang sepenuhnya pada 14.20 UTC. Hasil ini menunjukkan bahwa metode ini memiliki kesesuaian dengan metode RGB *Night Microphysics* dimana fase-fase perkembangan awan dapat terlihat dengan baik.



Gambar 6. Hasil pengolahan citra Himawari-9 metode *RGB Night Microphysics*



Gambar 7. Hasil pengolahan citra satelit Himawari-9 dengan metode CCO (*Cloud Convective Overlays*)

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis pada penelitian ini, adanya peristiwa hujan lebat yang mengakibatkan banjir di Padang tanggal 13 Juli 2023 disebabkan oleh kombinasi beberapa faktor meteorologis. Kondisi atmosfer di daerah tersebut labil dengan nilai indeks kestabilan dalam kategori yang moderat hingga kuat yang menunjukkan potensi konvektif yang tinggi. Selain itu, anomali suhu muka laut yang bernilai positif di wilayah pesisir barat Sumatera meningkatkan penguapan dan menyediakan suplai uap air di atmosfer. Penggunaan metode analisis sebaran awan menggunakan RGB *Night Microphysics* maupun *Cloud Convective Overlays* (CCO) juga menunjukkan hasil yang konsisten yaitu adanya pertumbuhan awan cumulonimbus mulai dari jam 10.20 UTC, mencapai fase matangnya pada 12.00 UTC, dan mengalami peluruhan pada 13.20 UTC.

Kombinasi antara ketidakstabilan atmosfer yang labil dan adanya suplai kelembapan yang tinggi berkontribusi pada pembentukan awan konvektif yang pada akhirnya mengakibatkan terjadinya banjir di wilayah Padang. Melainkan demikian, faktor-faktor non-meteorologis seperti drainase, topografi wilayah, dan sistem penanganan banjir juga sangat menentukan sejauh mana dampak hujan ekstrem tersebut berkembang menjadi banjir. Kajian ini difokuskan untuk memperdalam mengenai kondisi dinamika atmosfer yang terjadi pada kejadian banjir. Pemahaman ini penting sebagai dasar pengembangan sistem peringatan dini dan perencanaan sebagai langkah awal mitigasi bencana. Dengan informasi yang akurat mengenai potensi hujan ekstrem, pihak berwenang dapat meningkatkan kesiapsiagaan serta memperkuat infrastruktur penanganan banjir di wilayah rawan seperti Kota Padang.

5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah Pengamatan Udara Atas II, Bapak Yossafat Donni Haryanto yang telah memberikan ilmu kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul Analisis Cuaca Ekstrem Pada Kejadian Banjir Di Kota Padang 13 Juli 2023.

Daftar Pustaka

- [1] A. Taryana, M. R. E. Mahmudi and H. Bekti, "Analisis Kesiapsiagaan Bencana Banjir Di Jakarta," *JANE (Jurnal Administrasi Negara)*, Februari 2022, vol. 13, pp. 302 - 311, 2022.
- [2] A. Findayani, "Kesiap Siagaan Masyarakat Dalam Penanggulangan Banjir," *Jurnal Geografi Media Informasi Pengembangan Ilmu dan Profesi Kegeografian*, pp. 103-114, 2015.
- [3] N. Chairunnisa, "Analisa Peneliti Klimatologi Soal Banjir Padang: Curah Hujan Rata-rata Sebulan Turun dalam Sehari," 15 July 2023. [Online]. Available: <https://teknو.tempo.co/read/1748379/analisa-peneliti-klimatologi-soal-banjir-padang-curah-hujan-rata-rata-sebulan-turun-dalam-sehari>.
- [4] BNPB, "LAPORAN HARIAN PUSDALOPS BNPB (Jumat, 14 Juli 2023)," 14 July 2023. [Online]. Available: <https://pusdalops.bnpb.go.id/2023/07/15/laporan-harian-pusdalops-bnpb-jumat-14-juli-2023/>.
- [5] BMKG, "Peraturan KBMKG Nomor : Kep.009 Tahun 2010 tentang Prosedur Standar Operasional Pelaksanaan Peringatan Dini, Pelaporan, dan Diseminasi Informasi Cuaca Ekstrem," Jakarta, 2010.
- [6] A. A. Azani dan N. Kusumawardani, "Kajian Indeks Stabilitas Atmosfer Terhadap Kejadian Hujan Lebat Di Kota Bitung (Studi Kasus Tahun 2020 - 2021)," *Jurnal Widya Climago Vol.4 No.1*, pp. 29-36, 2022.
- [7] M. S. Tuna, Y. Yudhatama, J. M. Wambukuo and Y. D. Haryanto, "Analisis Cuaca Ekstrem Penyebab Banjir Di Kabupaten Bireun, Aceh (Studi Kasus: 12 Januari 2022)," *Jurnal Material dan Energi Indonesia Vol. 13*, pp. 31-38, 2023.
- [8] M. D. Syaifullah and S. Nuryanto, "Pemanfaatan Data Satelit Gms Multi Kanal Untuk Kegiatan Teknologi Modifikasi Cuaca," *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, Vol.17No.2*, pp. 47-55, 2016.

- [9] M. F. Dwitrisna and Y. D. Haryanto, "Analisis Sebaran Awan Konvektif Penyebab Banjir Di Kabupaten Nganjuk Menggunakan Metode Red Green Blue dan Cloud Convective Overlays," *KELUWIH: Jurnal Sains dan Teknologi Vol.3(1)*, , pp. 42-50, 2022.
- [10] J. A. I. Paski, A. Sepriando and D. A. S. Pertiwi, "Pemanfaatan Teknik Rgb Pada Citra Satelit Himawari-8 Untuk Analisis Dinamika Atmosfer Kejadian Banjir Lampung 20 - 21 Februari 2017," *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Vol. 4 No. 3*, pp. 8-15, 2017.
- [11] E. Diniyati, D. Q. Syofyan and A. Mulya, "Analisis Hujan Es di Kabupaten Ngawi Berdasarkan Citra Satelit Himawari-8 dan Data Reanalisis Copernicus ECMWF," *Jurnal Geografi 18(2)* , pp. 69-75, 2021 .
- [12] A. Zakir, *Profil Vertical Suhu, Indeks Labilitas, Vertikal Wind Shear Selama Siklon Tropis Bakung di Stamet Cengkareng, Padang Dan Pangkal Pinang, Jakarta: BMKG*, 2015.
- [13] A. S. Amita, J. D. Malago and Subaer, "Perbandingan Divergensi dan Vortisitas Model ECMWF dan Luaran SATAID saat Kejadian Hujan di Mamuju," *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, pp. 658-665, 2023.
- [14] I. A. Ramadhan and A. Mulya, "Pemanfaatan SATAID Untuk Analisis Kondisi Atmosfer Menggunakan Metode Numerical Weather Prediction Utilization of SATAID for Analysis of Atmospheric Conditions Using the Numerical Weather Prediction Method," *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Bidang Ilmu Komputer* , pp. 19-30, 2022.
- [15] S. Prasetyo, I. Rumahorbo, U. Hidayat and N. Sagita, "ANALISIS KONDISI ATMOSFER PADA KEJADIAN HUJAN ES (STUDI KASUS: BOGOR, 23 SEPTEMBER 2020)," *Prosiding Seminar Nasional Kahuripan I*, pp. 295-300, 2020.