

ANALISIS DINAMIKA ATMOSFER DAN DISTRIBUSI AWAN KONVEKTIF MENGGUNAKAN TEKNIK RED GREEN BLUE (RGB) PADA CITRA SATELIT HIMAWARI-8 (STUDI KASUS: BANJIR JAKARTA 31 DESEMBER 2019 – 1 JANUARI 2020)

ATMOSPHERE DYNAMICS ANALYSIS AND CONVECTIVE CLOUD DISTRIBUTION USING RED GREEN BLUE (RGB) TECHNIQUES IN HIMAWARI-8 SATELLITE IMAGE: CASE STUDY OF THE JAKARTA FLOOD 31 DECEMBER 2019 – 1 JANUARY 2020

Fryska Mazayyah J. Abay^{1*}, Yosafat Donni Haryanto²

¹Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jl. Perhubungan I No.5, Komplek BMKG Pondok Betung Bintaro, Pondok Aren, Tangerang Selatan, Banten, 15221

*E-mail: fryska.mazayyah.j.abay@stmkg.ac.id

Naskah masuk: 25 Januari 2021 Naskah diperbaiki: 28 Maret 2021 Naskah diterima: 29 Maret 2021

ABSTRAK

Hujan ekstrem yang mengguyur Jakarta sejak 31 Desember 2019 hingga 1 Januari 2020 menyebabkan sejumlah wilayah di Jakarta terendam banjir. Berdasarkan pengukuran curah hujan kumulatif pada 1 Januari 2020, curah hujan tertinggi terukur sebesar 377 mm/hari di Pangkalan TNI AU Halim Perdana Kusuma. Analisis dinamika atmosfer diperlukan untuk mengetahui kondisi penyebab pertumbuhan awan hujan. Selain itu pemanfaatan citra satelit juga berfungsi dalam mengetahui pola distribusi awan. Penelitian kali ini menggunakan Teknik RGB (*Red Green Blue*) pada citra satelit Himawari-8. Terdapat beberapa skema RGB yang mendukung penelitian ini yaitu, skema *24-Hours Microphysics, Air Mass dan Day Convective Storms*. Dari hasil analisis dinamika atmosfer diketahui bahwa pemicu pertumbuhan awan hujan adalah aktifnya monsoon Asia, adanya *shearline* di atas Pulau Jawa dan sirkulasi siklonik di Samudra Hindia selatan Jawa. Hasil analisis time series suhu puncak awan menunjukkan pertumbuhan awan penyebab hujan ekstrem dimulai pada pukul 08.00 JLT dan hujan mulai melanda wilayah Jakarta sekitar pukul 09.15 JLT. Dari skema RGB diketahui terdapat massa udara hangat di wilayah Jakarta yang merupakan pemicu pertumbuhan awan Cumulonimbus.

Kata kunci: Banjir, *Himawari-8*, Hujan Ekstrem, RGB

ABSTRACT

The extreme rains hit Jakarta from December 31, 2019, to January 1, 2020, causing several areas in Jakarta to be flooded. Based on daily rainfall measurements on January 1, 2020, the highest rainfall was measured at 377 mm/day at Halim Perdana Kusuma Air Force Base. Atmospheric dynamics analysis is needed to determine the conditions that cause the growth of rain clouds. Besides, the use of satellite imagery also functions to determine cloud distribution patterns. This research, using RGB (Red Green Blue) technique on Himawari-8 satellite imagery. Several RGB schemes support this research, namely the 24-Hours Microphysics, Air Mass, and Day Convective Storms schemes. From the analysis of atmospheric dynamics, it is known that the triggers for the growth of rain clouds are the active Asian monsoons, the presence of shearlines over Java Island, and cyclonic circulation in the Indian Ocean south of Java. The results of time series analysis show cloud growth that causes extreme rain to start at 08.00 JLT and rain starts to hit the Jakarta area at around 09.15 JLT. From the RGB scheme, it is known that there is a warm air mass in the Jakarta area which triggers the growth of Cumulonimbus clouds.

Keywords: Flood, *Himawari-8*, Extreme Rain, RGB

1. Pendahuluan

Banjir didefinisikan sebagai tergenangnya suatu tempat akibat meluapnya air yang melebihi kapasitas pembuangan air di suatu wilayah dan menimbulkan kerugian fisik, sosial dan ekonomi [1]. Banjir adalah fenomena yang terjadi pada waktu dan tempat tertentu. Faktor penyebab banjir dapat terjadi berdasarkan alam maupun karena ulah manusia. Di daerah tropis khususnya Indonesia, hujan monsun mempunyai kontribusi yang besar pada banjir. Banjir dapat terjadi akibat curah hujan dengan intensitas yang tinggi, perubahan suhu, jebolnya tanggul/bendungan, pencairan salju, dan terhambatnya aliran air di tempat lain [2].

Pada tanggal 31 Desember 2019 sore hari terjadi hujan ekstrem yang mengguyur wilayah Jakarta hingga keesokan harinya tanggal 1 Januari 2020. Kejadian banjir dilaporkan mulai menggenangi di beberapa titik di Jakarta Timur dan Jakarta Barat pada 1 Januari 2020 pukul 02.45 JLT. Dan semakin bertambah hingga ke Jakarta Pusat pada pukul 05.00 JLT. Hasil pengukuran curah hujan kumulatif pada 1 Januari 2020 pukul 07.00 JLT menunjukkan curah hujan tertinggi terukur pada Pangkalan TNI Angkatan Udara Halim Perdana Kusuma sebesar 377 mm. Curah hujan tersebut menurut BMKG dikategorikan sebagai hujan ekstrem.

Menurut laporan Kompas.com, hujan ekstrem yang mengguyur wilayah Jakarta menyebabkan sejumlah wilayah di kota Jakarta terendam banjir sejak Rabu, 1 Januari 2020. Akibat dari banjir ini tercatat sebanyak 31.323 warga yang berasal dari 158 kelurahan, mengungsi karena rumahnya terendam banjir. Tidak hanya pemukiman, banjir juga merendam jalan – jalan protokol Jakarta. Sejumlah transportasi umum mulai dari transjakarta, KRL hingga penerbangan di bandara Halim Perdana Kusuma terpaksa dibatalkan akibat rendaman banjir. 724 wilayah di Jakarta yang terendam banjir mengalami pemadaman listrik oleh PLN. Selain itu, berdasarkan catatan BNPB ada 16 korban meninggal dunia hingga Kamis, 2 Januari 2020.

Kerugian akibat banjir dapat diminimalisir dengan mengetahui secara spesifik faktor penyebab banjir, salah satunya ialah curah hujan dengan intensitas tinggi. Oleh karena itu, dibutuhkan analisis dinamika atmosfer sebelum kejadian hujan ekstrem di wilayah Jakarta. Serta analisis citra satelit untuk mengetahui persebaran awan hujan. Hal ini bertujuan dalam upaya mitigasi dan manajemen risiko yang

ditimbulkan dari bencana hidrometeorologi, khususnya banjir.

2. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

- Data satelit Himawari kanal 3 (0.64 μm), kanal 5 (1.6 μm), kanal 7 (3.9 μm), kanal 8 (6.2 μm), kanal 10 (7.3 μm), kanal 11 (8.6 μm), kanal 12 (9.6 μm), kanal 13 (10.4 μm), dan kanal 15 (12.3 μm) untuk tanggal 31 Desember 2019 dan 1 Januari 2020 dalam format sataid (.z) yang diperoleh dari <ftp://202.90.199.64>;
- Data angin zonal dan meridional lapisan 850 mb tanggal 31 Desember 2019 yang diperoleh dari <https://psl.noaa.gov/>
- Data Indeks Nino 3.4 dan *Dipole Mode Index* (DMI) bulan Desember 2019 yang diperoleh dari <http://www.bom.gov.au/>

Penelitian dilakukan di wilayah Jakarta yang secara astronomis terletak pada koordinat 5° 9' 12" – 6° 23' 54" LS dan 106° 22' 42" - 106° 58' 18" BT.



Gambar 1. Lokasi penelitian.
(sumber: bit.ly/3fgZnAC)

Metode yang digunakan terdiri dari dua tahap utama, yaitu analisis dinamika atmosfer dan analisis citra satelit. Analisis dinamika atmosfer dilakukan untuk mengetahui kondisi penyebab terjadinya pertumbuhan awan penghasil hujan lebat. Dalam mengolah data citra satelit digunakan perangkat lunak SATAID (*Satellite Animation and Interactive Diagnosis*) agar bisa menghasilkan citra RGB (*Red Green Blue*). SATAID adalah perangkat lunak buatan JMA (*Japan Meteorological Agency*) yang berfungsi untuk menampilkan data biner dari citra satelit. Himawari-8 menjadi suatu citra atau gambar. RGB (*Red Green Blue*) adalah elati modifikasi citra satelit yang semulanya berwarna hitam putih menjadi berwarna. Dalam pengolahan data citra satelit, elati RGB dilakukan dengan menggabungkan beberapa kanal dengan elativ gelombang berbeda agar mendapatkan

suatu produk citra dengan informasi yang lebih baik dari citra yang hanya terdiri dari satu kanal [3]. Teknik RGB terdiri dari beberapa skema. Namun pada penelitian ini hanya akan digunakan skema yang mendukung penelitian, yaitu skema *24-Hours Microphysics*, *Air Mass* dan *Day Convective Storms*. Skema tersebut digunakan untuk menganalisis jenis awan dan persebarannya

3. Hasil dan Pembahasan

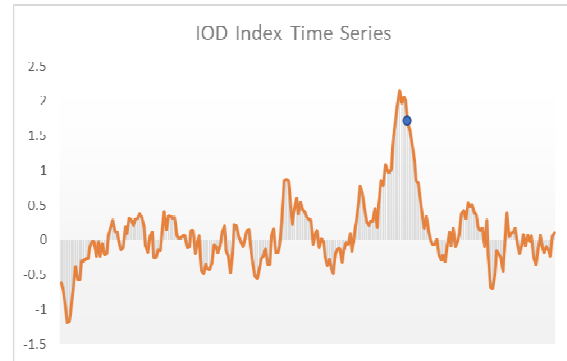
Analisis Dinamika Atmosfer



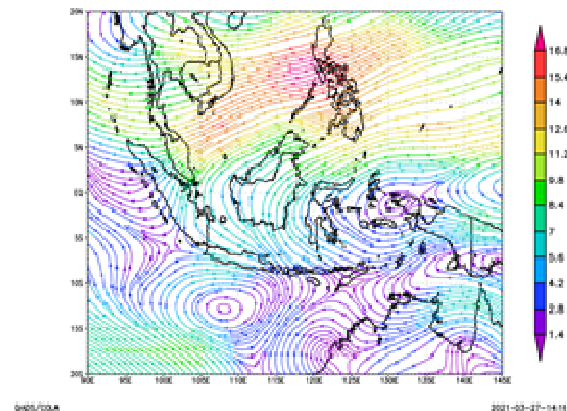
Gambar 2. Index ENSO (Nino 3.4)
(sumber: data diolah)

El Niño Southern Oscillation (ENSO) adalah sebuah fenomena interaksi laut atmosfer yang berpusat di wilayah ekuatorial Samudra Pasifik [4]. ENSO sendiri terdiri dari dua fenomena yaitu El Niño dan La Niña. El Niño/La Niña adalah fenomena elativ panas/dingin di Samudera Pasifik Ekuatorial Tengah dan Timur [5]. Indeks ENSO pada bulan Desember 2019 sebesar +0.6 menunjukkan kondisi El Nino dengan intensitas lemah. Kondisi tersebut cenderung tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap menurunnya curah hujan di wilayah Indonesia pada umumnya [5].

Indian Ocean Dipole (IOD) adalah gejala penyimpangan iklim yang dihasilkan oleh interaksi laut dan atmosfer di Samudera Hindia di sekitar khatulistiwa [6]. Jika dilihat dari *Dipole Mode Index* pada bulan Desember 2019, IOD sedang dalam fase positif. Hal ini menunjukkan adanya pengurangan aktivitas konvektif di Indonesia. Namun pada penelitian kali ini, IOD tidak terlalu berpengaruh terhadap penurunan curah hujan di wilayah penelitian.



Gambar 3. Dipole Mode Index (DMI)
(sumber: data diolah)



Gambar 4. Peta Streamline 850 mb tanggal 31 Desember 2019 (sumber: data diolah)

Pada periode Desember s.d. Februari siklus Monsun Asia sedang berlangsung. Kecepatan angin di Indonesia berkisar dari 1.4-9.8 knot. Sedangkan di wilayah Jakarta berkisar dari 5.6-7 knot. Pada peta streamline 850 mb, terlihat bahwa pergerakan massa udara berasal dari Samudra Pasifik Utara. Dalam perjalanannya menuju ke BBS, terdapat daerah belokan angin (*shearline*) di sekitar wilayah Pulau Jawa. *Shearline* berkaitan dengan daerah berkumpulnya massa udara [7], massa udara dari Samudra Pasifik yang relatif hangat dan lembab akan memicu pertumbuhan awan penyebab hujan. Selain itu, pemicu terjadinya peningkatan curah hujan di wilayah Jakarta karena adanya sirkulasi siklonik di Samudra Hindia selatan Jawa.

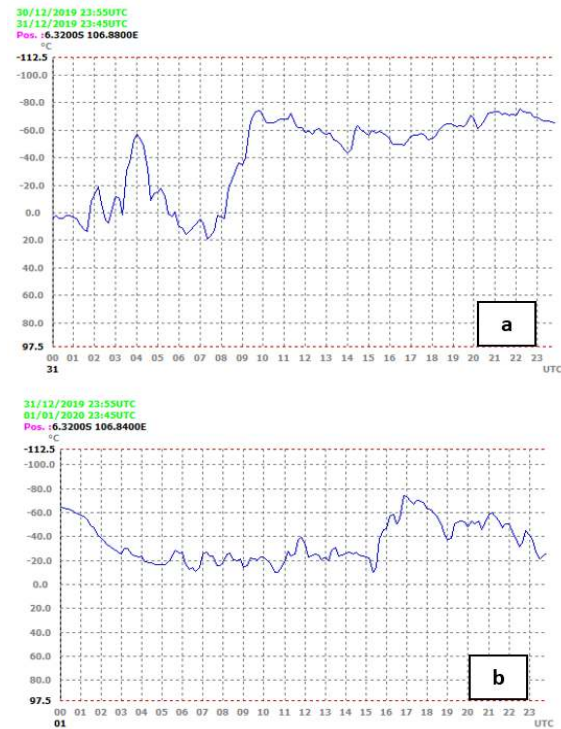
Analisis Citra Satelit

Awan Cumulonimbus (Cb) adalah jenis awan konvektif yang menjulang tinggi dengan bentuk bergumpal seperti bunga kol. Keberadaan awan ini mengindikasikan adanya aktivitas konvektif yang dapat menyebabkan terjadinya hujan dan badai petir. Tahap perkembangan awan Cumulonimbus dapat diidentifikasi

berdasarkan nilai suhu puncak awan pada kanal *infrared* (IR) citra satelit Himawari-8 [8].

Tahap tumbuh (*Cumulus Stage*) ditandai dengan nilai suhu puncak awan berkisar dari -30°C s.d -50°C, tahap matang/dewasa (*Mature Stage*) ditandai dengan nilai suhu puncak awan antara -60°C s.d -80°C, dan tahap purnah (*Dissipating Stage*) ditandai dengan nilai suhu puncak awan sekitar -50°C s.d -55°C [8].

Time Series Suhu Puncak Awan 31 Desember 2019 - 1 Januari 2020



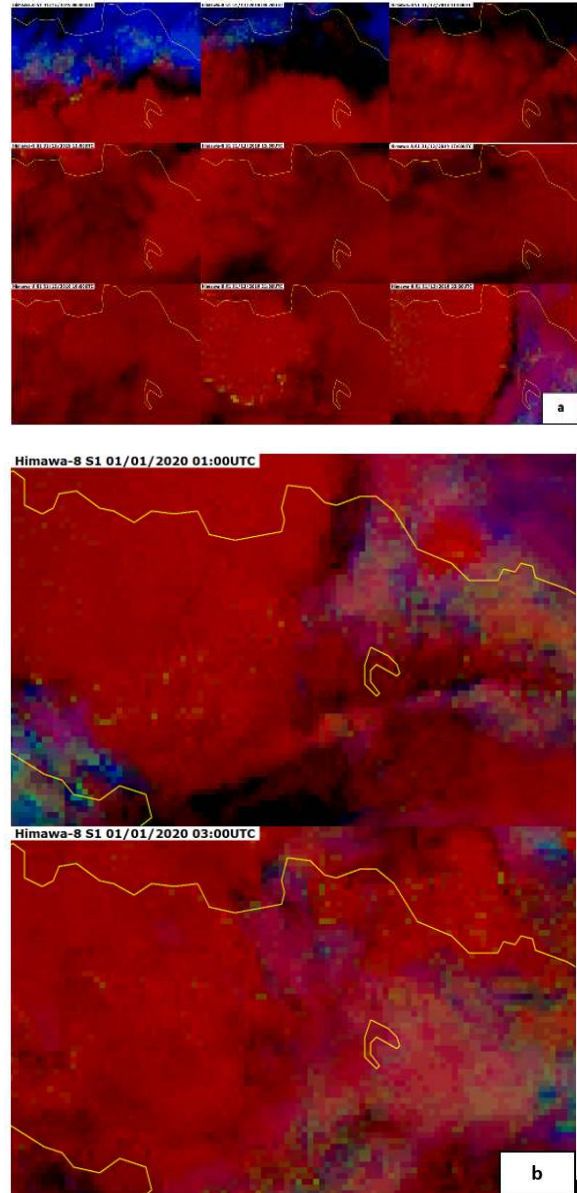
Gambar 5. Grafik *time series* suhu puncak awan tanggal (a) 31 Desember 2019 dan (b) 1 Januari 2020 (sumber: data diolah)

Berdasarkan grafik *time series* suhu puncak awan pada tanggal 31 Desember 2019, terlihat bahwa tahap tumbuh awan Cumulonimbus (Cb) dimulai pada pukul 08 UTC, kemudian memasuki tahap matang sekitar pukul 09.15 UTC atau pukul 16.15 JLT dengan suhu puncak awan sebesar -60°C. Pada saat itu hujan lebat mulai melanda Jakarta dan berlangsung hingga keesokan hari, Rabu 1 Januari 2020. Sedangkan pada grafik *time series* tanggal 1 Januari 2020, memperlihatkan bahwa awan – awan Cb mulai meluruh (memasuki tahap purnah) pada pukul 01 UTC (08 JLT).

24-Hours Microphysics

24-Hours Microphysics adalah salah satu skema RGB yang dapat menganalisis awan baik pada siang maupun malam hari. Skema ini

digunakan untuk mendeteksi fog, awan rendah, awan Cirrus, dan juga debu. Pola warna dari skema ini dihasilkan dari citra dengan pengaturan kanal *Red* (B13 – B15), *Green* (B11- B13) dan *Blue* (B13).



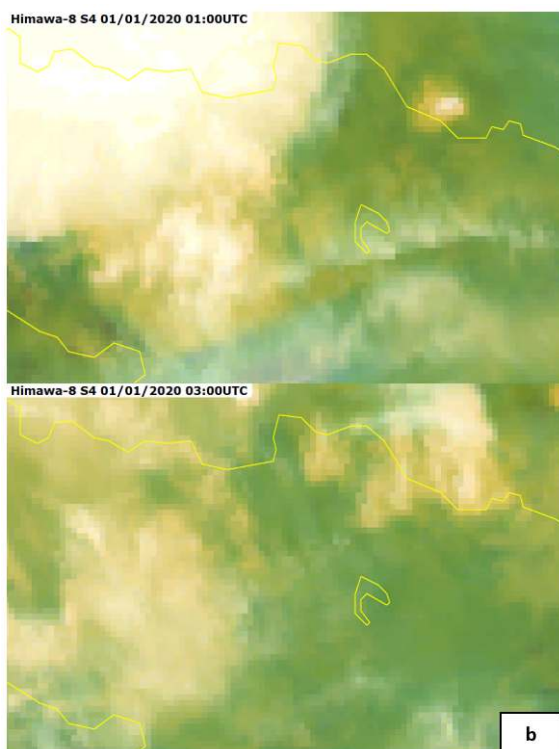
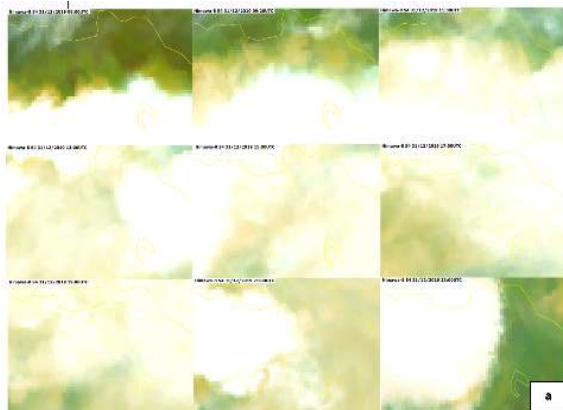
Gambar 6. Skema *24-Hours Microphysics* tanggal (a) 31 Desember 2019 pukul 08.00, 09.20, 11.00, 13.00, 15.00, 17.00, 19.00, 21.00 dan 23.00 UTC; (b) 1 Januari 2020 pukul 01.00 dan 03.00 UTC (sumber: data diolah)

Berdasarkan skema *24-Hours Microphysics* tanggal 31 Desember 2019, terlihat bahwa wilayah Jakarta didominasi oleh warna merah. Dimana warna merah merepresentasikan awan tebal dengan puncak yang tinggi (Cumulonimbus). Pada pukul 08 UTC, keberadaan awan masih berada di selatan Jakarta, kemudian saat pukul 09.20 UTC hampir menutupi seluruh Jakarta. Selanjutnya awan Cb telah menutupi seluruh wilayah

Jakarta pada pukul 11 UTC. Warna hitam pada citra menunjukkan awan Cirrus tipis. Walaupun warna merah masih mendominasi citra pada tanggal 1 Januari 2020, tetapi tidak sepekat seperti pada citra 31 Desember 2019, hal ini karena awan penyebab hujan lebat di wilayah Jakarta mulai meluruh (tahap pунah).

Air Mass

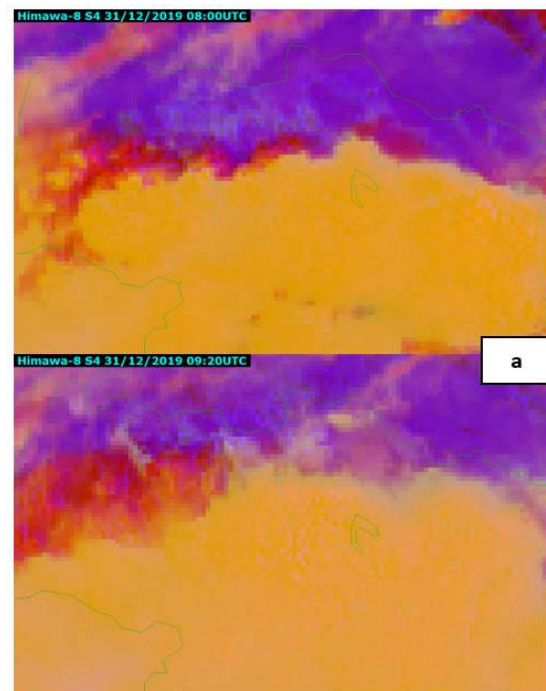
Skema *Air Mass* dihasilkan dari citra dengan pengaturan *Red* (B10 – B08), *Green* (B13 – B12), dan *Blue* (B08). Skema ini digunakan untuk mengidentifikasi massa udara dan menganalisis proses dinamika atmosfer.



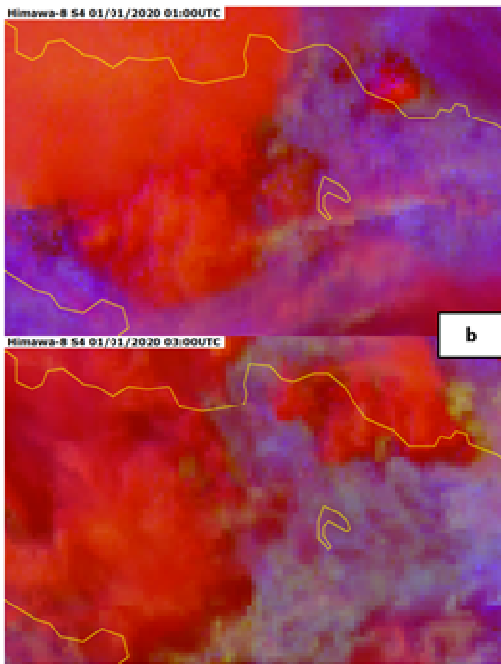
Warna cerah seperti putih dan cream pada citra merepresentasikan awan tinggi dan awan menengah. Pada pukul 08 UTC tanggal 31 Desember 2019, terlihat bahwa, awan masih berada di selatan Jakarta dan dikelilingi dengan massa udara hangat dengan kandungan uap air rendah (hijau lumut). Sedangkan di bagian utara wilayah Jakarta, dipenuhi oleh massa udara hangat dengan kandungan uap air tinggi (hijau tua). Massa udara hangat dengan kandungan uap air tinggi adalah pemicu utama dari pertumbuhan awan di wilayah Jakarta. Akibatnya awan yang tadi berada di bagian selatan Jakarta terus bertumbuh menuju ke bagian utara Jakarta hingga menutupi seluruh wilayah Jakarta pada pukul 11 UTC. Pada citra 1 Januari 2020 terlihat bahwa awan di wilayah Jakarta mulai menghilang (tahap pунah) namun masih dipenuhi oleh massa udara hangat.

Day Convective Storms

Untuk memperkuat analisis dari skema RGB sebelumnya, maka digunakan skema *Day Convective Storms*. Skema ini digunakan untuk mengidentifikasi proses konveksi dengan *updraft* yang kuat yang mengindikasikan badai guntur dan hanya bisa menganalisis awan pada siang hari. Pola warna dari skema *Day Convective Storms* didapat dari pengaturan kanal B8 – B10 untuk *Red*, kanal B7 – B13 untuk *Green* dan kanal B5 – B3 untuk *Blue*.



Gambar 7. Skema *Air Mass* tanggal (a) 31 Desember 2019 pukul 08.00, 09.20, 11.00, 13.00, 15.00, 17.00, 19.00, 21.00 dan 23.00 UTC; (b) 1 Januari 2020 pukul 01.00 dan 03.00 UTC (sumber: data diolah)



Gambar 8. Skema *Day Convective Storms* tanggal (a) 31 Desember 2019 pukul 08.00 dan 09.20 UTC; (b) 1 Januari 2020 pukul 01.00 dan 03.00 UTC. (sumber: data diolah)

Pada skema sebelumnya, untuk citra tanggal 31 Desember 2020 pada pukul 08 UTC diketahui bahwa bagian selatan Jakarta telah tertutupi oleh awan Cumulonimbus. Berdasarkan skema *Day Convective Storms*, awan Cumulonimbus tersebut mengalami proses konveksi dengan *updraft* yang kuat, yang ditandai dengan warna kuning cerah. Warna merah pada citra tanggal 1 Januari 2020 mengindikasikan aktivitas konvektif lemah. Hal ini berarti di dalam awan Cumulonimbus tidak ada proses *updraft* yang kuat melainkan hanya terdapat aktivitas *downdraft*. Keadaan ini biasa dikenal dengan tahap purnah (*dissipating stage*).

4. Kesimpulan

Banjir yang melanda Jakarta pada 1 Januari dini hari, diketahui disebabkan oleh guyuran hujan ekstrem sejak tanggal 31 Desember 2019. Curah hujan tertinggi terukur di Pangkalan TNI Angkatan Udara Halim Perdana Kusuma (Jakarta Timur) sebesar 377 mm, merupakan curah hujan paling tinggi jika dibandingkan dengan banjir Jakarta sebelumnya. Berdasarkan analisis dinamika atmosfer diketahui bahwa fenomena skala global seperti ENSO dan IOD tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pembentukan awan hujan di wilayah Jakarta. Namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait fenomena tersebut. Pertumbuhan awan hujan di Jakarta disebabkan oleh aktifnya

monsoon Asia. Massa udara yang relatif hangat dan lembab dari Samudra Pasifik akan menuju ke pusat tekanan rendah di Australia. Dalam perjalanannya, massa udara tersebut akan memasuki wilayah penelitian yang mana pada saat itu juga terdapat *shearline*. *Shearline* berkaitan dengan perkumpulan massa udara. Akibatnya memicu pertumbuhan awan penyebab cuaca buruk. Sirkulasi siklonik di Samudra Hindia selatan Jawa juga menjadi salah satu pemicu terjadinya peningkatan curah hujan di Jakarta.

Pada analisis *time series* suhu puncak awan, pertumbuhan awan penyebab hujan dimulai pada tanggal 31 Desember 2019 pukul 08.00 JLT. Hujan mulai melanda wilayah Jakarta sekitar pukul 09.15 JLT dan meluruh pada pukul 01.00 JLT tanggal 01 Januari 2020. Beberapa skema pada Teknik RGB seperti *24-Hours Microphysics*, dan *Day Convective Storms* menunjukkan jenis awan yang menutupi wilayah Jakarta adalah awan konvektif yaitu awan Cumulonimbus dengan *updraft* yang kuat dan menyebabkan cuaca buruk, sedangkan pada skema *Air Mass* diketahui bahwa pemicu pertumbuhan awan Cumulonimbus adalah massa udara hangat yang berada di wilayah Jakarta.

Daftar Pustaka

- [1] Rahayu, H. P. (2009). Banjir dan Upaya Penanggulangannya. In *PROMISE Indonesia (Program for Hydro-Meteorological Risk Mitigation Secondary Cities in Asia)*.
- [2] Sebastian, L. (2008). Pendekatan Pencegahan dan Penanggulangan Banjir. *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*, 8(2), 162–169.
- [3] Paski, J. A. I., Sepriando, A., & Pertiwi, D. A. S. (2019). Pemanfaatan Teknik RGB pada Citra Satelit Himawari-8 Untuk Analisis Dinamika Atmosfer Kejadian Banjir Lampung 20 - 21 Februari 2017. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 4(3), 8–15. <https://doi.org/10.36754/jmkg.v4i3.48>
- [4] Aldrian, E. (2008). *Meteorologi Laut Indonesia* (Issue June 2008).
- [5] Hamid, A., Habib, A., Firdaus, P., & Bandang, B. (2020). Analisis Kondisi Fisis Atmosfer Ketika Banjir Bandang dan Prediksi Banjir Menggunakan Model Rainfall Runoff Inundation di Wilayah Jabodetabek. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Geografi Uhamka Tahun 2020, May*, 72–82.
- [6] Fadholi, A. (2013). Studi Dampak El Nino dan Indian Ocean Dipole (IOD) terhadap Curah Hujan di Pangkalpinang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(2), 43. <https://doi.org/10.147110/jil.11.1.43-50>
- [7] Fitriyawita, M., Jumarang, M. I., Apriansyah, A., Sulisty, W., & Saepudin, M. (2020). Hubungan Pola Garis Arus Angin (Streamline) dengan Distribusi Hujan di Kalimantan Barat. *Prisma Fisika*, 8(2), 135. <https://doi.org/10.26418/pf.v8i2.42573>
- [8] Utera, S., Model, M., Citra, W., Saragih, I. J. A., Kristianto, A., Silitonga, A. K., & Paski, J. A. I. (2017). Kajian Dinamika Atmosfer saat Kejadian Hujan Lebat di Wilayah Pesisir Timur Sumatera Utara Menggunakan Model WRF-ARW dan Citra Satelit Himawari-8. *Unnes Physics Journal*, 6(1), 25–30.