

ANALISIS KONDISI DINAMIKA ATMOSFER SAAT KEJADIAN HUJAN SANGAT LEBAT DI WILAYAH SORONG (STUDI KASUS: 22-23 AGUSTUS 2022)

SHELIN MELINDA^{1*}, NURYANTO¹, SITI NAJMA NINDYA UTAMI¹

¹D BMKG Stasiun Pemantau Atmosfer Global (GAW) Sorong
Jl. Sungai Remu KM.8 Malanu, Malaingkeci, Sorong Utara, Kota Sorong, Papua-Barat 98412

*email: shelinnurmelinda@gmail.com

Diserahkan: 02/12/2022

Diterima: 02/01/2023

Dipublikasikan: 11/08/2023

Abstrak. Bencana banjir melanda wilayah sorong dan sekitarnya pada tanggal 23 Agustus 2022. Kota Sorong yang mengalami dampak signifikan pada kejadian tersebut, dimana Curah hujan pada saat kejadian berkisar pada >100 mm/hari (sangat Lebat). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penyebab curah hujan yang ekstrim dengan menganalisa kondisi ENSO, MJO, Suhu Permukaan Laut (SST), arah angin dan Citra Satelit Himawari-8. Berdasarkan hasil penelitian penyebab terjadinya curah hujan ekstrim di pengaruhi oleh anomali positif Suhu permukaan laut, ini menandakan kondisi suhu permukaan permukaan laut lebih hangat dari normalnya di sekitar wilayah perairan sorong bagian utara yang menyebabkan peningkatan uap air. Selanjutnya arah angin memiliki pengaruh pada pergerakan arah angin dari arah utara menuju sorong, sehingga adanya pergeseran uap air dari perairan di wilayah utara menuju sorong dan sekitarnya. Karena pergeseran uap air mengakibatkan adanya pertumbuhan awan konvektif, dapat dilihat dari satelit Himawari-8 dimana suhu puncak awan -80°C yang menyebabkan hujan lebat. Sedangkan untuk kondisi ENSO pada kondisi La Nina Lemah dan MJO pada fase 2, sehingga kedua variabel tersebut memiliki pengaruh yang tidak signifikan pada kondisi curah hujan sangat lebat di Sorong.

Keywords: Hujan, Himawari-8, ENSO, MJO, SST

Abstract. The flood disaster hit the Sorong area and its surroundings on August 23 2022. The city of Sorong experienced a significant impact on this incident, where rainfall at the time of the incident was around >100 mm/day (very heavy). This research was conducted to determine the causes of extreme rainfall by analyzing conditions of ENSO, MJO, Sea Surface Temperature (SST), wind direction and Himawari-8 Satellite Imagery. Based on the results of the study, the cause of extreme rainfall is influenced by a positive anomaly in sea surface temperature, this indicates that the sea surface temperature is warmer than usual around the waters of northern Sorong which causes an increase in water vapor. Furthermore, the wind direction affects the movement of the wind direction from the north to Sorong, resulting in a shift of water vapor from the waters in the northern region towards Sorong and its surroundings. Because changes in water vapor cause convective clouds to grow, as seen from the Himawari-8 satellite the cloud top temperature is -80°C which causes heavy rain. Whereas for ENSO conditions in Weak La Nina conditions and MJO in phase 2, so that the two variables do not significantly affect the very heavy rainfall conditions in Sorong.

Keywords: Rain, Himawari-8, ENSO, MJO, SST

1. Pendahuluan

Bencana hidrometeorologi merupakan bencana yang disebabkan oleh kondisi meteorologi dan hidrologi seperti banjir, hujan ekstrim, badai dan masih banyak lagi,



This work is licensed under a CC Attribution 4.0 International License.

DOI: <https://doi.org/10.24198/jiif.v7i2>

e-ISSN: 2549-7014

kejadian ini terjadi hanya dalam waktu yang singkat [1]. Bencana hidrometeorologi seperti banjir merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia tidak terkecuali Kota/Kabupaten Sorong. Banjir merupakan peristiwa terjadinya luapan air yang berlebihan pada suatu wilayah yang tidak dapat diserap oleh permukaan tanah [2]. berdasarkan faktor meteorologi, banjir pada umumnya disebabkan oleh curah hujan dengan intensitas sangat lebat dengan durasi waktu yang lama [3], hal ini disebabkan adanya awan-awan konvektif yang dapat memicu terjadinya hujan lebat dan apabila hujan tersebut memiliki intensitas yang tinggi dan durasi yang lama maka dapat memicu terjadinya bencana alam seperti banjir [4].

Penyebab terjadinya pembentukan awan dan hujan dikarenakan adanya gerakan vertikal massa udara di atmosfer yang berkaitan dengan stabilitas udara [5]. Selain faktor meteorologi, menurut penelitian [6] faktor global dan regional juga dapat memicu terjadinya pembentukan awan-awan konvektif yang intensif, dimana dalam penelitiannya dijelaskan bahwa nilai anomali suhu permukaan laut yang positif dan tinggi menunjukkan bahwa kondisi di perairan Indonesia memiliki suhu yang lebih hangat sehingga terjadi penguapan tinggi yang akan memicu terbentuknya awan-awan konvektif. Fenomena La Nina lemah dan suhu permukaan laut yang cenderung lemah dari normalnya menyebabkan massa uap air terkonsentrasi di wilayah Samudera Pasifik bagian Barat, sehingga dapat memicu tumbuhnya awan-awan konvektif yang menyebabkan hujan semakin tinggi [7].

Pada Tanggal 23 Agustus 2022 banjir telah melanda Kota/Kabupaten Sorong, peristiwa ini disebut-sebut akibat adanya hujan sangat lebat yang mengguyur wilayah tersebut pada pukul 20.10 WIT. Menurut hasil catatan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Kota Sorong, hujan lebat yang terjadi saat itu menyebabkan 952 kepala keluarga atau kurang lebih 2.500 jiwa terdampak banjir dengan ketinggian air muka yang bervariasi sekitar 30 cm – 120 cm. Sebanyak 1.025 unit rumah terendam air dan 3 diantaranya mengalami rusak berat dan 3 lainnya rusak sedang. Tingginya intensitas curah hujan dan dalam durasi waktu yang lama memicu terjadinya bencana hidrometeorologi di wilayah tersebut.

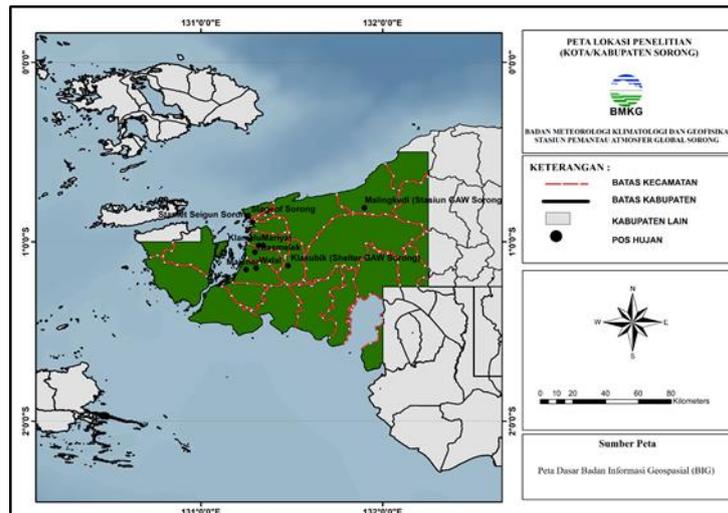
Menurut hasil pantauan BMKG Stasiun Meteorologi DEO Sorong, peristiwa banjir pada tanggal 23 Agustus 2022 terjadi karena adanya hujan dengan intensitas sangat lebat disertai angin kencang yang terjadi pada malam hari hingga pagi hari dengan curah hujan selama 24 jam sebesar 140.8 mm. Namun data curah hujan tersebut belum mampu mempresentasikan apa yang menyebabkan terjadinya banjir pada saat kejadian tersebut. Perlu dilakukan kajian lebih mendalam terkait kejadian tersebut, pemanfaatan data penginderaan jarak jauh berupa citra satelit dapat digunakan untuk menganalisis kejadian hujan lebat [8]. Citra satelit sangat efektif dalam mengidentifikasi fenomena hujan lebat di suatu wilayah [6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penyebab terjadinya hujan sangat lebat pada saat sebelum dan sesudah kejadian dengan menggunakan data penginderaan jarak jauh berupa citra satelit, serta melihat bagaimana pengaruh faktor global dan regional terhadap pertumbuhan awan-awan konvektif di wilayah Sorong.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di wilayah Sorong, Papua Barat dengan titik koordinat 131°0'0"E - 132°0'0"E dan 1°0'0"S - 2°0'0"S, adapun titik pos hujan tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

2.2 Data dan Metode

Dalam penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif yaitu metode dengan mengumpulkan data dan penyajian data sehingga mudah dipahami. Statistik deskriptif hanya berhubungan dengan menguraikan keterangan-keterangan atau gambaran mengenai suatu data dan keadaan [9]. Analisis dilakukan pada saat kejadian hujan sangat lebat di Kota/Kabupaten Sorong pada Tanggal 22 – 23 Agustus 2022 pukul 20:00 WIT - 04:00 WIT, dan data yang digunakan sebagai berikut (Tabel 1):

Tabel 1. Data analisis dan sumbernya

No	Data	Sumber
1	Curah Hujan	BMKG
2	Indeks ENSO	NOAA
3	<i>Streamline</i>	JMA
4	Satelit Himawari-8	BMKG
5	Suhu Permukaan Laut	JMA
6	MJO	BOM

Masing-masing parameter (Tabel 1) akan dianalisis sehingga dapat diketahui kondisi atmosfer yang menjadi penyebab terjadinya hujan lebat pada hari tersebut. Data satelit yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data satelit Himawari-8 dengan sensor infrared kanal 13 yang kemudian akan diolah menggunakan aplikasi SATAID GMSLPD untuk melihat kondisi suhu puncak awan, time series suhu puncak awan dan kontur awan di wilayah Sorong pada saat hujan lebat yang mengakibatkan bencana hidrometeorologi berupa banjir.

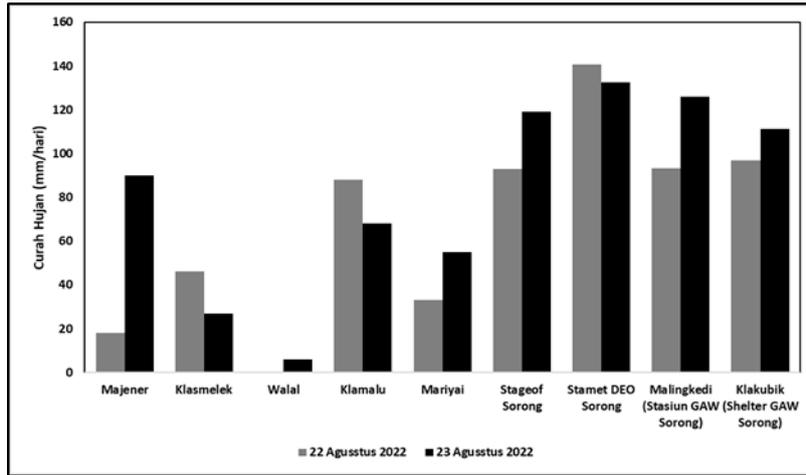
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan umumnya digunakan untuk mengetahui seberapa besar curah hujan terjadi pada saat kejadian bencana hidrometeorologi pada Tanggal 22 – 23 Agustus 2022. Berikut merupakan kriteria intensitas curah hujan harian menurut BMKG (Tabel 2), berdasarkan klasifikasinya kriteria intensitas curah hujan terdiri dari ringan, sedang, lebat, sangat lebat dan ekstrim.

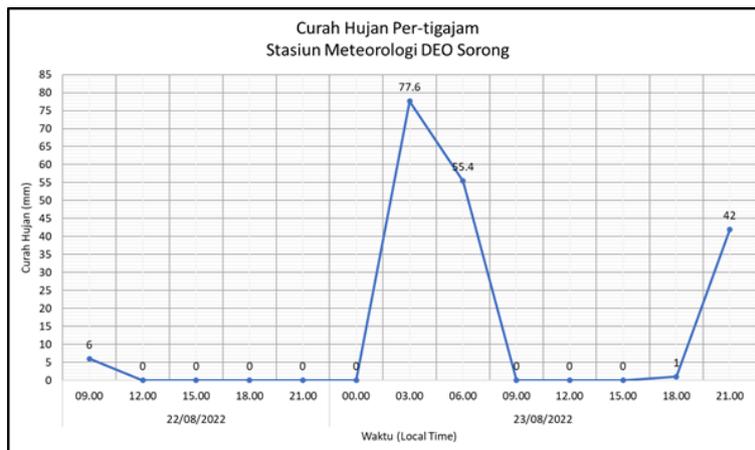
Tabel 2. Kriteria Intensitas Curah Hujan BMKG

Kriteria	Curah Hujan Harian
Ringan	0.1 – 20 mm
Sedang	20 – 50 mm
Lebat	50 – 100 mm
Sangat Lebat	100 – 150 mm
Ekstrem	>150 mm



Gambar 2. Intensitas curah hujan Kota/Kabupaten Sorong pada saat dan setelah kejadian

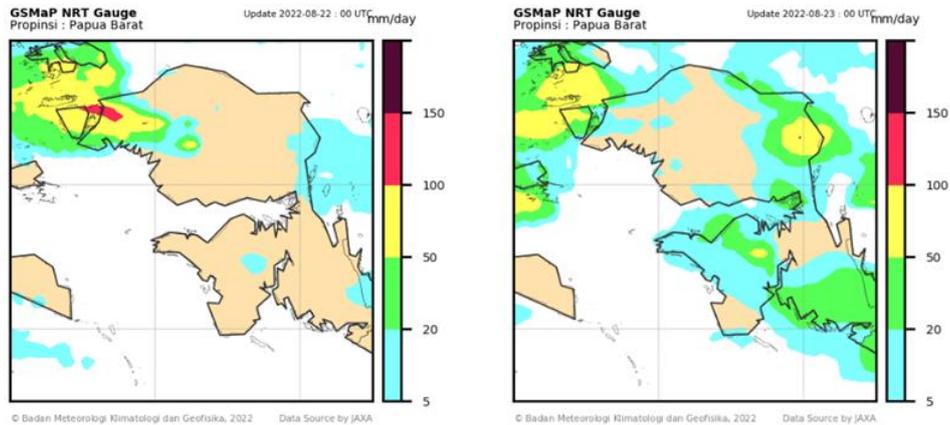
Berdasarkan Gambar 2 pada tanggal 22 – 23 Agustus 2022 terjadi curah hujan di seluruh pos hujan yang ada di Kota/Kabupaten Sorong dan berdasarkan hasil pantauan curah hujan observasi pada Gambar 1, sebagian besar menunjukkan terjadinya peningkatan intensitas curah hujan pada Tanggal 23 Agustus 2022 dengan kriteria sedang hingga sangat lebat. Dan berdasarkan grafik di atas (Gambar 1), intensitas curah hujan dengan kriteria sangat lebat terjadi di Kota Sorong dalam hal ini diwakili oleh pos hujan Stasiun Meteorologi DEO Sorong, Stasiun GAW Sorong dan shelter Stasiun GWS Sorong dengan nilai curah hujan masing-masing yaitu 132 mm, 129 mm dan 120 mm.



Gambar 3. Intensitas curah hujan pos hujan pertiga jam Stasiun DEO Sorong

Pada Gambar 3 menyajikan hasil pengamatan intensitas curah hujan dalam skala waktu per 3 jam dalam hal ini diwakili oleh Stasiun Meteorologi DEO Sorong, terjadi peningkatan curah hujan sangat signifikan pada pukul 03:00 WIT dengan intensitas curah

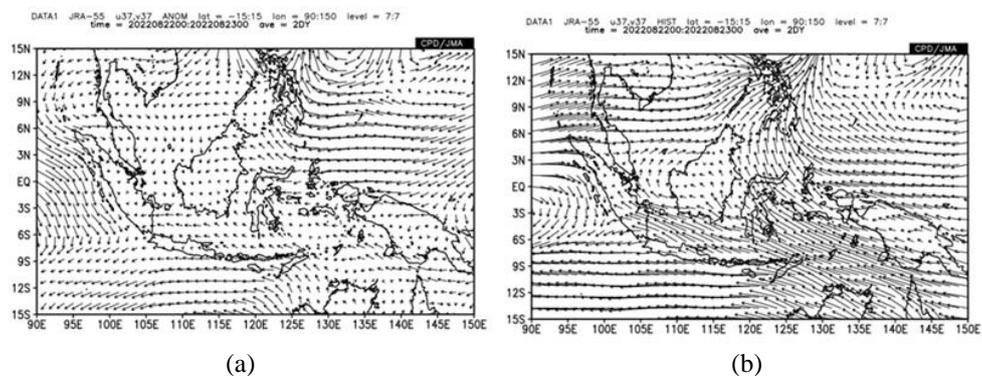
hujan cukup tinggi yaitu 77.6 mm, kemudian intensitas curah hujan mulai mengalami penurunan pada pukul 06:00 WIT dengan nilai curah hujan yaitu 55.4 mm. Jika dilihat dari hasil Gambar 3 dapat kita ketahui bahwa hujan sangat lebat yang terjadi di Kota/Kabupaten Sorong yaitu pada malam hari dengan durasi 3 Jam.



Gambar 4. Peta Analisis Spasial Curah Hujan di Kota/Kabupaten Sorong
(Sumber : Satelit Himawari 8 - precipitation)

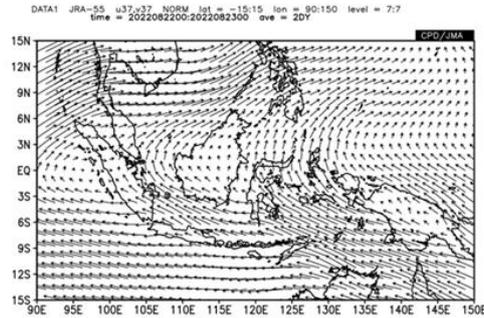
Berdasarkan hasil pantauan citra satelit Himawari-8 pada curah hujan Tanggal 22 dan 23 Agustus 2022 dari (Gambar 4), terlihat sangat jelas bahwa hampir seluruh Kota/Kabupaten Sorong mengalami hujan dengan intensitas Ringan hingga Sangat Lebat yang ditandai dengan warna Biru hingga Merah. Pada tanggal 22 Agustus 2022 terjadi hujan dengan jumlah curah hujan 5 – 150 mm/hari, pada Kota Sorong mengalami curah hujan >100 mm/hari yang ditandai dengan warna merah. Kemudian sebagian besar Sorong bagian Timur, kecamatan Klakublik terlihat warna biru – kuning dengan curah hujan 5 – 50 mm/hari. Sementara itu pada tanggal 23 Agustus 2022, wilayah sorong masih diguyur hujan dengan intensitas 5 – 100 mm/hari. Hasil pantauan citra satelit tersebut sejalan dengan hasil curah hujan observasi di Kota/Kabupaten Sorong. Tingginya intensitas curah hujan ini membuat sebagian besar rumah terendam oleh banjir, dan menurut dari hasil pantauan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Kota Sorong, banjir yang terjadi memiliki ketinggian muka air yang bervariasi yaitu 30 cm – 120 cm.

3.2 Analisis Angin



(a)

(b)

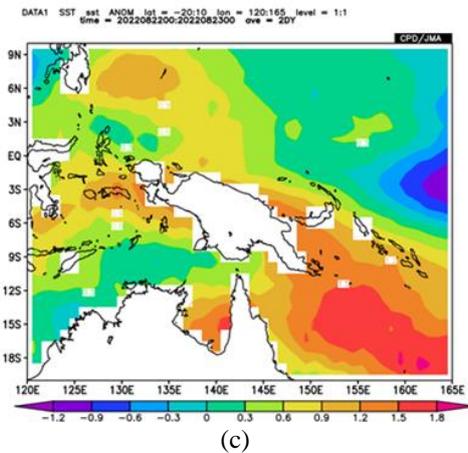
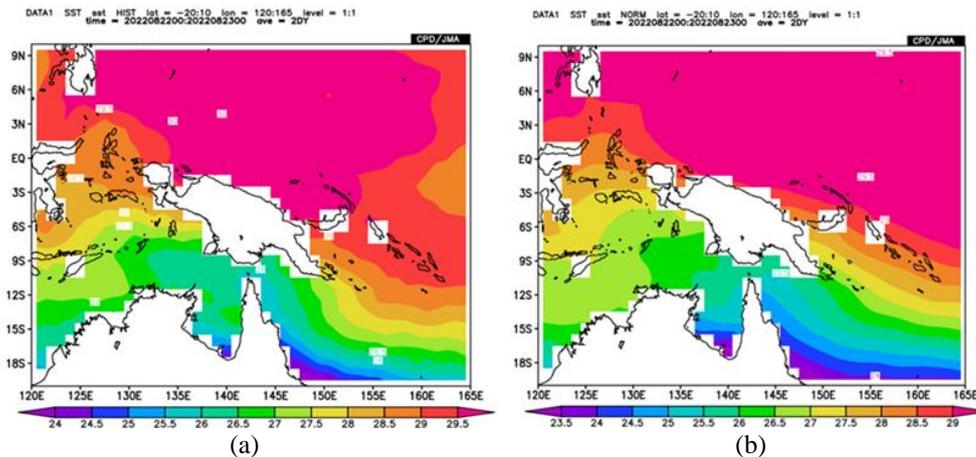


(c)

Gambar 5. Streamline Angin 850 mb Tanggal 22 - 23 Agustus 2022 anomali (a), rata-rata (b), normal (c)

Gambar 5 menunjukkan pada keadaan normalnya angin timuran akan bertiup meninggalkan wilayah Papua. Namun pada tanggal 22 - 23 Agustus 2022 terjadi anomali arah angin yang bertiup menuju ke wilayah Papua, khususnya Sorong. Selain itu, terjadi pertemuan dan belokan angin yang cukup signifikan di wilayah Sorong bagian selatan sehingga menyebabkan pertumbuhan awan konvektif yang memicu terjadinya hujan lebat. hal ini sesuai dengan penelitian[5] yang menyatakan bahwa adanya belokan angin akan menyebabkan melambatnya kecepatan angin sehingga menimbulkan penumpukan massa udara dan terjadinya pembentukan awan konvektif.

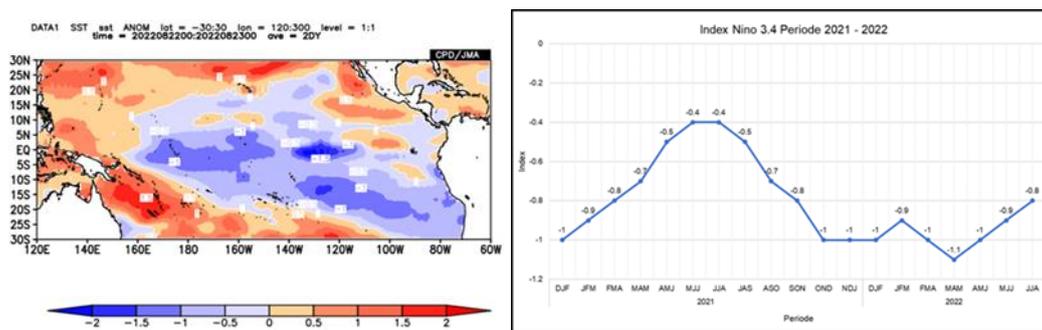
3.3 Analisis Suhu Permukaan Laut (SST)



Gambar 6. Suhu Permukaan Laut 22-23 Agustus 2022 anomali (a), normal (b),rata-rata (c)

Gambar 6 menunjukkan SST pada tanggal 22 - 23 Agustus 2022 di wilayah Sorong dan sekitarnya sebesar 28 - 29,5 yang jika dibandingkan dengan periode normalnya mengalami peningkatan. SST normal pada wilayah dan periode ini adalah sebesar 27,5 - 28,5. Hal ini tentunya membuktikan terjadi anomali positif di wilayah perairan Sorong sebesar 0,6 - 1,5 °C. peningkatan SST akan memicu terjadinya penguapan dan semakin banyak uap air yang terdistribusi ke atmosfer. uap air ini kemudian terus berkembang menjadi awan-awan konvektif yang menyebabkan turunnya hujan di wilayah Sorong. hal ini sesuai dengan penelitian [7] bahwa salah satu faktor meningkatnya kejadian hujan lebat di suatu wilayah yaitu menghangatnya SST sehingga terjadi penguapan dan menyumbang uap air ke atmosfer yang berpotensi membentuk awan konvektif.

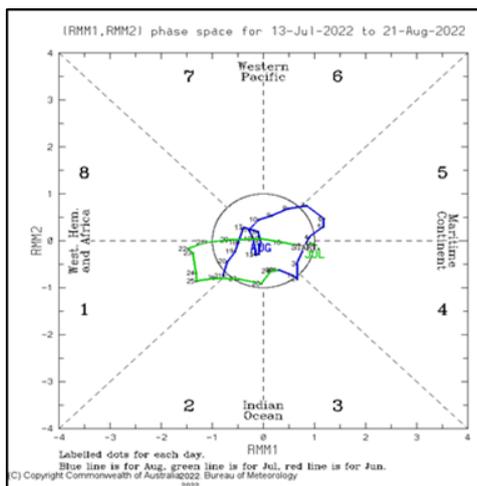
3.4 Analisis Pengaruh ENSO



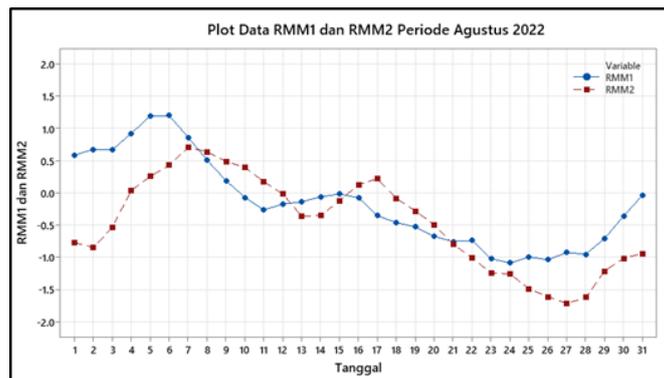
Gambar 7. Index Nino 3.4

Pada Gambar 7 menyajikan nilai indeks Nino 3.4 pada periode 2021 - 2022. Jika dilihat dari grafik di atas selama periode JJA (Juni Juli Agustus) 2022 nilai ENSO berada pada kisaran -0,8 mengindikasikan terjadinya fenomena La Nina Lemah yang menyebabkan suhu permukaan laut di pasifik timur dingin sedangkan suhu permukaan laut di wilayah Indonesia hangat, ini mengindikasikan terjadinya pergerakan uap air dari pasifik menuju wilayah Indonesia bagian timur [10]. Namun kondisi ini memiliki pengaruh yang tidak signifikan pada kejadian Hujan sangat lebat di sorong pada tanggal 22- 23 Agustus 2022.

3.5 Analisis Pengaruh MJO (Madden-Julian Oscillation)



(a)



(b)

Gambar 8. (a). Diagram Fase MJO dan (b.) Plot data RMM1 dan RMM2 Periode Agustus 2022

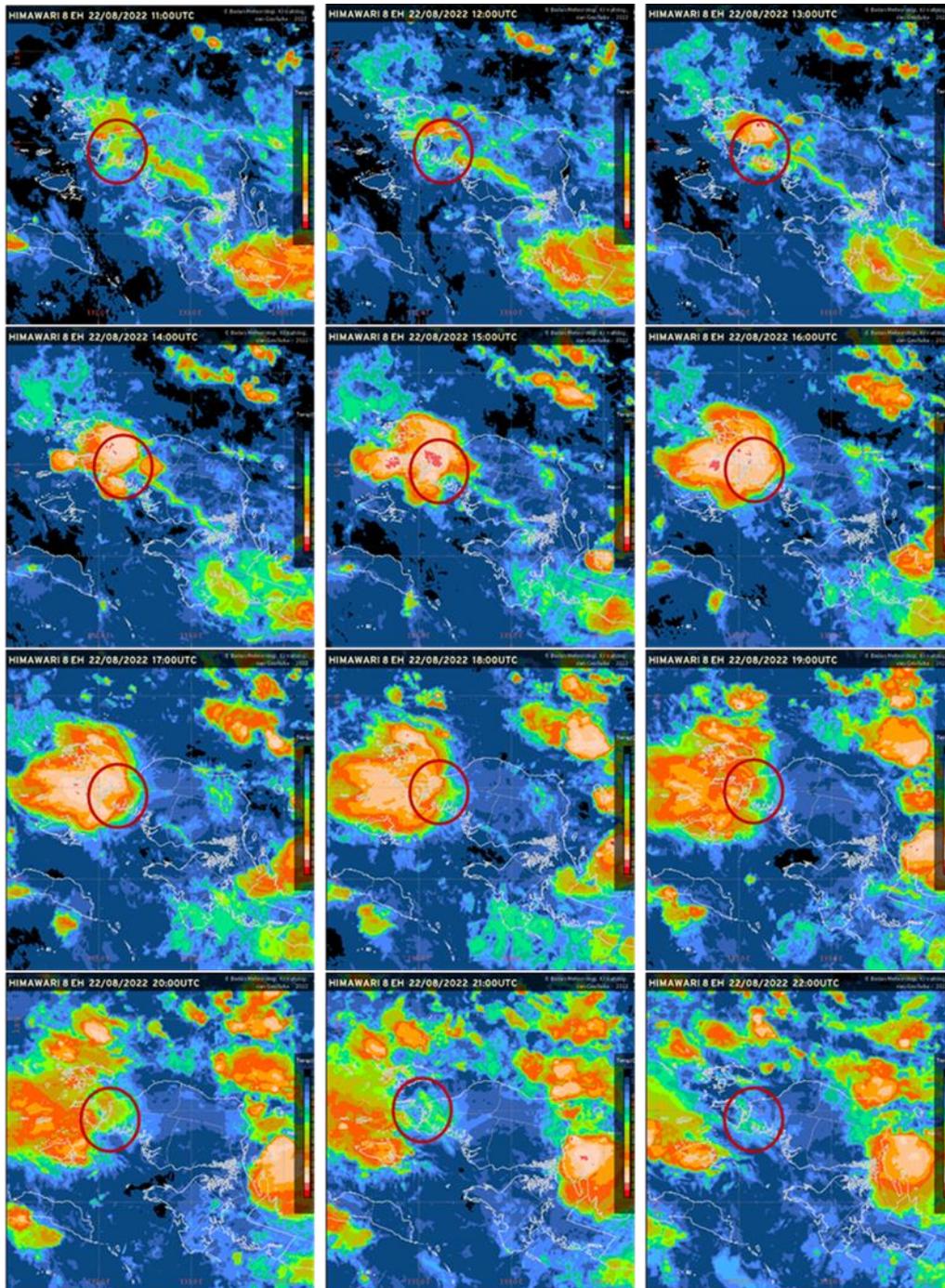
Pada Gambar 8 (a) menyajikan diagram pergerakan MJO sebelum kejadian hujan lebat yaitu pada tanggal 21 Agustus 2022, garis biru merupakan lintasan MJO selama 2 minggu terakhir, sedangkan garis hijau merupakan prediksi MJO selama 14 hari kedepan. Sedangkan pada Gambar 8 (b) merupakan hasil data real-time multivariate (RMM) MJO series 1 dan 2 selama periode Agustus 2022. Pada gambar di atas memperlihatkan bagaimana pergerakan fase MJO aktif maupun lemah selama periode tersebut. Menurut [11], MJO dikatakan dalam fase aktif apabila akar dari RMM1 pangkat 2 ditambah RMM2 pangkat 2 lebih besar daripada 1, dan berdasarkan dari hasil pengolahan data RMM1 dan RMM2 di atas, terjadi fase MJO aktif pada tanggal 22 – 30 Agustus di wilayah Samudera Hindia atau Fase 2. Dari diagram MJO maupun plot data RMM tidak menunjukkan adanya lintasan MJO yang melewati wilayah benua maritim Indonesia atau fase 3 dan 4. Artinya pada saat kejadian hujan sangat lebat di Sorong, MJO tidak berpengaruh terhadap penambahan curah hujan di wilayah tersebut.

3.6 Analisis Citra Satelit Himawari-8

3.6.1 Suhu Puncak Awan

Hujan sangat lebat dengan intensitas yang tinggi dan dalam durasi yang cukup lama dihasilkan dari kumpulan awan-awan konvektif yang dapat memicu terjadinya bencana hidrometeorologi seperti bencana banjir. Aktivitas pertumbuhan awan konvektif dapat diamati menggunakan interpretasi citra satelit Himawari-8. Pada Gambar 9 menyajikan suhu puncak awan dengan lokasi yang diberi lingkaran merah merupakan Kota Sorong. Dari hasil data citra satelit Himawari-8 EH, menunjukkan bahwa suhu puncak awan terindikasi mulai terjadi pada pukul 11:00 UTC (20:00 WIT) terlihat awan tampak dominan hijau hingga kuning dengan suhu awan -21.0°C hingga -41°C . Terjadi peningkatan suhu awan pada pukul 12:00 - 13:00 UTC (21:00 - 22:00 WIT) dan terlihat warna awan mendominasi orange hingga merah ini menandakan suhu puncak awan mulai sangat dingin dengan suhu -62°C hingga -75°C . Suhu puncak awan makin menurun dan meluas hingga pukul 15:00 - 19:00 UTC (00:00 - 04:00 WIT), dengan suhu puncak awan mencapai -80°C , yang ditandai dengan awan berwarna merah. Warna merah menunjukkan suhu puncak awan sangat dingin dan kandungan uap air juga es yang banyak dikarenakan berada pada lapisan atas [3]. Sebagian besar wilayah Sorong ditutupi dengan awan - awan konvektif pada saat itu, sehingga memungkinkan terjadinya hujan dengan intensitas tinggi yang dapat memicu terjadinya banjir. Awan dengan suhu puncak yang sangat dingin biasanya merupakan awan konvektif Cumulonimbus atau Cb yang dapat menghasilkan curah hujan dengan intensitas ringan hingga lebat dalam waktu yang singkat [5]. Pada pukul 21:00 - 22:00 UTC (05:00 - 06:00 WIT), sebagian besar wilayah

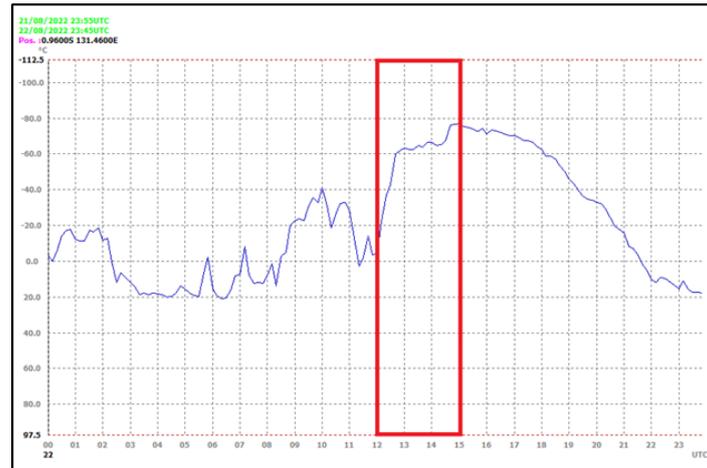
Sorong sudah tidak terlihat kumpulan awan-awan konvektif, hal ini dapat dilihat dari suhu puncak awan naik menjadi 8 - 21°C, sehingga pada pukul tersebut telah terjadi fase peluruhan. Pada umumnya awan Cb memiliki fase hidup pertumbuhan, matang, hingga fase purnah, hal ini biasanya disertai dengan hujan pada wilayah awan Cb tersebut [12].



Gambar 9. Citra Satelit Himawari-8 Kanal EH wilayah Kota Sorong dan Sekitarnya pada Tanggal 22 Agustus 2022 pada pukul 11.00 UTC - 22.00 UTC

3.6.2 Time Series Suhu Puncak Awan

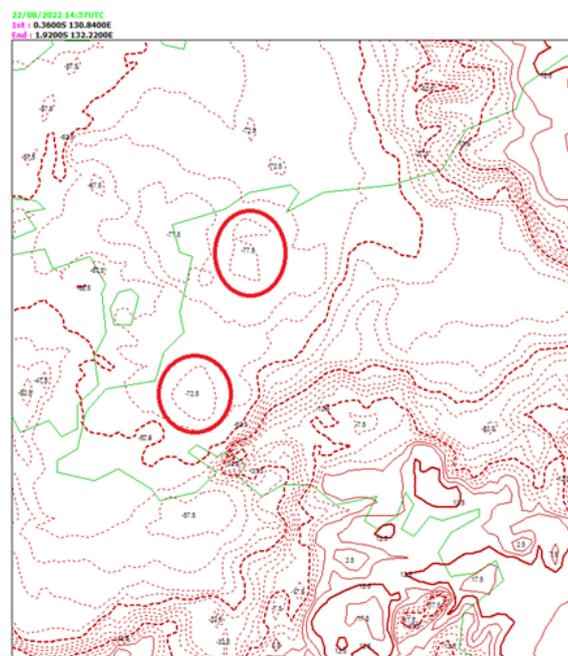
Pada Gambar 10 menyajikan kondisi time series suhu puncak awan pada saat sebelum, saat dan setelah hujan.



Gambar 10. Time Series Suhu Puncak Awan berdasarkan Satelit Himawari-8

Hujan dengan intensitas lebat dan disertai angin kencang terjadi pada pukul 8 malam hingga pukul 4 pagi WIT, dan berdasarkan waktu suhu puncak awan terlihat bahwa pada saat kejadian tersebut suhu puncak awan berada pada -80°C . Sebelum terjadi hujan lebat, suhu awan cenderung fluktuatif atau naik turun dengan rata-rata suhu -20°C , kemudian terjadi penurunan suhu puncak awan yang signifikan dari 0°C hingga mencapai -80°C pada pukul 12:00 - 15:00 UTC atau 21:00 - 00:00 WIT. Suhu puncak awan paling dingin tercatat pada pukul 15:00 UTC, yaitu sekitar -80°C yang mengindikasikan adanya awan konvektif. Menurut [7], ketika terjadi perubahan suhu puncak awan yang signifikan dapat diindikasikan bahwa awan dengan suhu puncak yang sangat dingin tersebut merupakan awan Cumulonimbus atau Cb. Setelah pukul 15 UTC (00:00 WIT) suhu puncak awan berangsur naik atau bernilai positif sampai pukul 23 UTC (08:00 WIT) dan dapat disimpulkan telah terjadi fase peluruhan.

3.6.3 Kontur Awan



Gambar 11. Kontur Suhu Puncak Awan di Sorong dan Sekitarnya pukul 15:00 UTC

Kontur suhu puncak awan pada Gambar 11 menunjukkan adanya penyebaran suhu awan pada wilayah Sorong dan sekitarnya. Suhu puncak awan terendah terjadi pada pukul 15.00 UTC atau 00:00 WIT yaitu mencapai -80°C . Pada kontur awan menunjukkan adanya inti sel awan di wilayah Sorong bagian Utara dengan suhu -77.5°C dan di Sorong bagian Selatan dengan suhu -72.5°C . Inti awan tersebut diindikasikan sebagai awan Cumulonimbus atau Cb dan berpotensi menyebabkan terjadinya hujan lebat. Suhu puncak awan yang rendah dapat mengidentifikasi adanya awan konvektif yang dapat berpotensi hujan lebat pada saat itu. Semakin rendah nilai suhu puncak awan maka semakin dingin puncak awan dan juga semakin tinggi posisi awannya, oleh karena itu awan dengan suhu puncak yang rendah dapat menyebabkan terjadinya hujan terutama dengan suhu puncak awan yang sangat dingin [13].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa kejadian curah hujan Sangat Lebat (119 - 140 mm/hari) di sorong pada tanggal 22 - 23 Agustus 2022 disebabkan oleh adanya anomali positif suhu permukaan laut di sekitar perairan sorong terutama pada wilayah perairan bagian Utara, kondisi ini dapat meningkatkan uap air di sekitar Wilayah Sorong. Faktor lain yang memiliki pengaruh yaitu arah angin, dimana angin membawa uap air dari utara menuju Sorong dan adanya pertemuan serta belokan angin di wilayah sorong sehingga menyebabkan pertumbuhan awan konvektif yang memicu terjadinya hujan lebat. Hal ini sesuai dengan pemantauan awan menggunakan satelit Himawari-8, terjadi penurunan suhu awan hingga mencapai nilai -80°C diindikasikan sebagai awan Cumulonimbus atau Cb yang berpotensi menyebabkan terjadinya hujan lebat. Sedangkan untuk kondisi MJO dan ENSO memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap hujan sangat lebat di sorong.

Daftar Pustaka

1. WD, H. S., Qotrunnada, D. T., Siagian, S. B., & Huda, M. N. (2022). Perbandingan Kondisi Dinamika Atmosfer serta Curah Hujan dan Hari Hujan dengan Data Historis saat Kejadian Banjir di Buton Utara Tanggal 18 dan 22 Juni 2021. *Buletin GAW Bariri*, 3(1), 25-34.
2. Paski, J. A. I., Seprianto, A., & Pertiwi, D. A. S. (2017). 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.
3. Hadiansyah, R., Indranata, A. L., Silitonga, A. K., & Winarso, P. A. (2019). Kajian Kondisi Atmosfer Saat Kejadian Hujan Ekstrem di Padang Sumatera Barat (Studi Kasus Tanggal 14 Februari 2018). In *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)* (Vol. 3, pp. 246-257).
4. Rumahorbo, I., Hidayat, U., Prasetyo, S., & Mulya, A. (2020, December). Analisis Kondisi Atmosfer Pada Kejadian Hujan Lebat Penyebab Banjir Deli Serdang (Studi Kasus: 18 Juni 2020). In *Seminar Nasional Kahuripan* (pp. 144-148).
5. Putri, R. J. A. (2016). Pemanfaatan Data Satelit Himawari-8 Untuk Analisis Kejadian Hujan Sangat Lebat di Kabupaten Nabire, Papua Tengah (Tanggal 12, 21, dan 22 Maret 2016). *Prosiding SNSA*, 195-204.
6. Muzaki, N. H., Diniyati, E., Pratama, R. R., & Mulya, A. (2021). Analisis Kondisi Atmosfer Saat Kejadian Hujan Lebat dan Angin Kencang di Probolinggo

- Berdasarkan Citra Satelit dan Citra Radar. *JlIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, 5(2), 142-156.
7. Sabrina, V., Azka, M. A., & Sugianto, P. A. (2021). KAJIAN METEOROLOGIS SAAT KEJADIAN BENCANA HIDROMETEOROLOGIS DI MALUKU UTARA:(STUDI KASUS: 15-16 JANUARI 2021). *Jurnal Widya Climago*, 3(2).
 8. Kristianto, A., Saragih, I. J., Ryan, M., Wandarana, W., Pratiwi, H. N., Gaol, A. L., ... & Siadari, E. L. (2018). Pemanfaatan Data Pengamatan Cuaca Berbasis Data Penginderaan Jauh Dan Model Cuaca Numerik Untuk Prakiraan Cuaca Dalam Mengurangi Risiko Bencana Hidrometeorologi. *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan (JGEL)*, 2(2), 87-96.
 9. Nuryanto, Gultom, H. M., & Melinda, S. (2022). Pengaruh Angin Permukaan dan Kelembaban Udara Terhadap Suspended Particulate Matter (SPM) di Sorong Periode Januari – Juli 2019. *Buletin GAW Bariri*, 2(2), 71-78. <https://doi.org/10.31172/bgb.v2i2.51>
 10. Lestasi, S., Jun-Ichi H., Fadli S., Sunaryo, Jun M., dan Manabu D. Y. (2016). ENSO Influences Rainfall Extremes around Sulawesi and Maluku Islands in the Eastern Indonesia Maritime Continent. *SOLA*, Vol. 12, 37–41, <https://doi:10.2151/sola.2016-008>
 11. Evana, L., Effendy, S., & Hermawan, E. (2008). Pengembangan Model Prediksi Madden Julian Oscillation (Mjo) Berbasis Pada Hasil Analisis Data Real TIME Multivariate Mjo (Rmm1 Dan Rmm2)(Prediction Model Development Madden Julian Oscillation (Mjo) Based on the Results of Data Analysis... *Agromet*, 22(2), 144-159.
 12. Rumahorbo, I., Hidayat, U., Prasetyo, S., & Mulya, A. (2020, December). Analisis Kondisi Atmosfer Pada Kejadian Hujan Lebat Penyebab Banjir Deli Serdang (Studi Kasus: 18 Juni 2020). In *Seminar Nasional Kahuripan* (pp. 144-148).
 13. Siburian, R., Saragih, I. J. A., Situmorang, M., Tarigan, K., Sembiring, K., Sinambela, M., & Humaidi, S. (2021, October). Simulation of atmospheric dynamics during heavy rain events on Nias Island using WRF model and Himawari-8 satellite data. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2019, No. 1, p. 012099). IOP Publishing.
 14. <https://www.bnpb.go.id/berita/tiga-orang-meninggal-dunia-pasca-banjir-dan-tanah-longsor-di-kota-sorong> diakses pada tanggal 20 November 2022.