



## Analisis Hujan Lebat Penyebab Peristiwa Banjir Di Batam Kepulauan Riau (Studi Kasus: 30 November 2023)

Arief Fansius<sup>1\*</sup>, Alifficialdo Agpri Putra<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Meteorologi, STMKG Tangerang Selatan, 15221  
arieffansius@gmail.com

### Article History:

Received Jun 19<sup>th</sup>, 2024

Revised Jun 30<sup>th</sup>, 2024

Accepted Jul 27<sup>th</sup>, 2024

### Abstrak

Hujan lebat di Kota Batam pada tanggal 30 November 2023 menyebabkan sebagian besar wilayah terendam banjir. Intensitas hujan pada hari tersebut mencapai level hujan lebat dengan Curah hujan sebesar 81 mm yang mengakibatkan kerugian signifikan, termasuk terendamnya puluhan rumah warga. Dalam mengkaji peristiwa ini, penelitian ini akan memahami faktor penyebab kejadian dengan mengamati data suhu permukaan laut, streamline, Southern Oscillation Index(SOI), Indian Ocean Dipole (IOD), dan data observasi permukaan diperlukan untuk mengetahui faktor lokal dan global yang mempengaruhi kejadian tersebut. Analisis menunjukkan bahwa fenomena SOI yang bernilai negatif dan IOD yang bernilai positif memiliki dampak yang cukup signifikan terhadap hujan lebat di wilayah tersebut. Madden Julian Oscillation yang berada di Samudera Hindia bagian Timur juga berpotensi meningkatkan pembentukan awan konvektif yang berdampak pada peningkatan curah hujan di wilayah Indonesia bagian Barat hingga dapat menyebabkan banjir di wilayah Batam.

**Kata Kunci :** banjir, hujan lebat, konvektif, bencana

### Abstract

*Heavy rain in Batam City on November 30 2023 caused most of the area to be flooded. The intensity of the rain that day reached heavy rain levels with rainfall of 81 mm which resulted in significant losses, including the submergence of dozens of residents' houses. In studying this event, this research will understand the factors that caused the event by observing data on sea surface temperature, streamlines, Southern Oscillation Index (SOI), Indian Ocean Dipole (IOD), and surface observation data needed to determine the local and global factors that influenced this event. . The analysis shows that the phenomenon of SOI having a negative value and IOD having a positive value has a quite significant impact on heavy rain in the region. The Madden Julian Oscillation in the Eastern Indian Ocean also has the potential to increase the formation of convective clouds which have an impact on increasing rainfall in western Indonesia and can cause flooding in the Batam area.*

**Keyword :** floods, heavy rain, convective, disasters,

## PENDAHULUAN

Banjir adalah masalah yang sering dijumpai di Indonesia. Mengingat Indonesia berada di wilayah ekuator membuat curah hujannya cukup tinggi. Tingginya curah hujan tersebut itulah yang membuat banjir berpotensi terjadi di Indonesia.

Batam.News melaporkan bahwa pada tanggal 30 November 2023 terjadi peristiwa banjir di kota Batam, Kepulauan Riau yang menyebabkan puluhan rumah terendam hingga 2 orang warga hanyut. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) mencatat curah hujan yang terjadi pada kasus tersebut mencapai 81,4 mm dan termasuk dalam kategori hujan lebat berdasarkan kategori intensitas curah hujan BMKG yang diperoleh dari Peraturan Kepala BMKG Nomor KEP.009 Tahun 2010 [8]. Hujan lebat di suatu wilayah mengindikasikan terjadinya pertumbuhan awan konvektif yang kuat di wilayah tersebut. Awan konvektif merupakan jenis awan yang terbentuk dari proses konvektif dengan pertumbuhan vertikal dan menjulang ke atas. Cara mengidentifikasi awan konvektif adalah dengan melihat time series suhu puncak awan di wilayah tersebut.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti bertujuan untuk mengetahui dinamika atmosfer yang terjadi pada hari kejadian berdasarkan analisis udara permukaan serta udara atas dengan memanfaatkan data dari BMKG dan Berau Of Meteorology (BOM).



## METODE

### Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pada tanggal 30 November 2023. Data tersebut antara lain:

- Data suhu muka laut (sea surface temperature / SST), data streamline, Indian Ocean Dipole (IOD), dan data indeks osilasi selatan (SOI) yang diperoleh dari website BOM.
- Data citra radar dan pengamatan udara permukaan dari BMKG

### Metodologi

Metodologi penelitian yang digunakan dalam hal ini, yaitu:

- Menganalisis kondisi suhu muka laut, southern oscillation indeks, dan indian ocean dipole di wilayah Indonesia secara umum, dan wilayah Batam secara khususnya untuk mengetahui faktor global yang berpengaruh terhadap peristiwa cuaca di Batam.
- Menganalisis pola angin dengan menggunakan peta streamline.

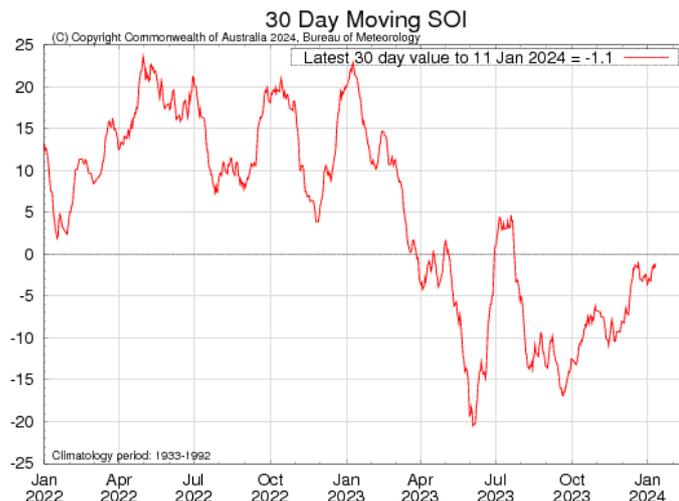
### Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengkaji wilayah Kota Batam, yang terletak di Provinsi Kepulauan Riau. Secara geografis Kota Batam terletak di antara 1°11'54"- 0°39'80" Lintang Utara dan 103°70'00" - 104°50'86" Bujur Timur.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Nilai Southern Oscillation Index (SOI)

*Southern Oscillation Index* (SOI) merupakan indeks yang digunakan untuk mengukur perbedaan tekanan udara wilayah tropis di Samudera Pasifik bagian barat dan timur. Dengan kata lain, SOI dihitung berdasarkan selisih dari tekanan atmosfer antara Tahiti dan Darwin. SOI positif menunjukkan bahwa tekanan udara di wilayah barat lebih tinggi daripada wilayah timur, sedangkan SOI negatif menunjukkan bahwa tekanan udara di wilayah barat lebih rendah daripada wilayah timur.



Gambar 1. Grafik *Southern Oscillation Index* (SOI) selama 12 bulan terakhir

Melalui gambar 1, terlihat bahwa dari grafik *Southern Oscillation Index* (SOI), nilai SOI pada bulan November 2023 berada pada rentang negatif yaitu sebesar -10,5. SOI negatif menunjukkan bahwa tekanan udara di wilayah barat lebih rendah daripada wilayah timur, sedangkan SOI positif menunjukkan bahwa tekanan udara di wilayah barat lebih tinggi daripada wilayah timur.

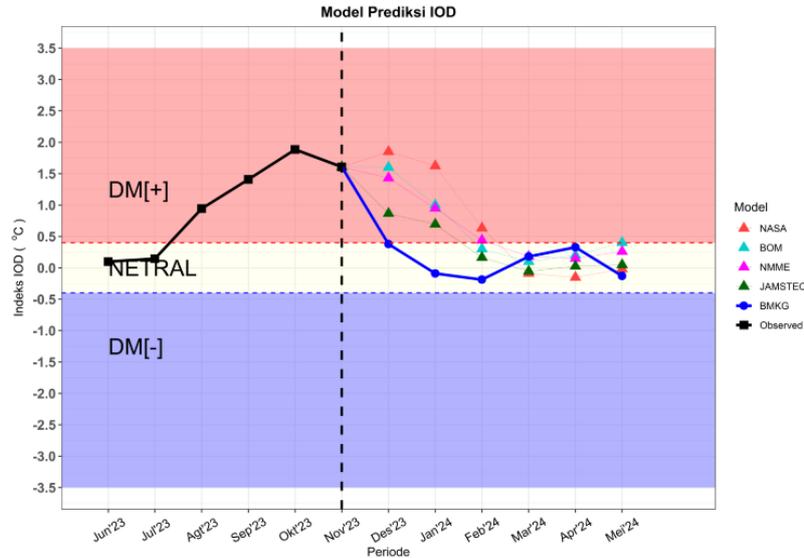
El Niño adalah fenomena iklim yang ditandai dengan peningkatan suhu permukaan laut di Samudera Pasifik bagian tengah dan timur. Hal ini menyebabkan penurunan tekanan udara di wilayah barat Samudera Pasifik dan peningkatan tekanan udara di wilayah timur, mengubah pola angin dan memicu pengangkutan massa udara basah dari wilayah timur ke wilayah barat, termasuk Indonesia. Dampaknya adalah peningkatan curah hujan di beberapa wilayah. SOI negatif, menunjukkan penurunan tekanan udara di wilayah timur dan peningkatan di wilayah barat, dapat menjadi indikator awal terjadinya El Niño.

### B. Nilai Indian Ocean Dipole (IOD)

*Indian Ocean Dipole* (IOD) merupakan fenomena iklim yang dicirikan dengan perbedaan antara suhu muka laut di Samudera Hindia bagian barat dan timur. Fenomena IOD ini melibatkan interaksi antara lautan dan atmosfer, yang dapat membawa dampak terhadap penurunan maupun peningkatan curah hujan. IOD positif menunjukkan bahwa suhu



permukaan laut di Samudera Hindia bagian barat lebih tinggi daripada bagian timur, sedangkan IOD negatif menunjukkan bahwa suhu permukaan laut di Samudera Hindia bagian barat lebih rendah daripada bagian timur.



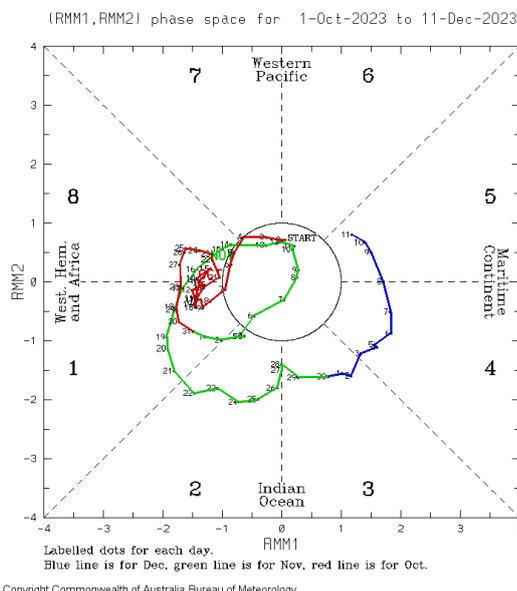
Gambar 2. Grafik *Indian Ocean Dipole (IOD)*

Berdasarkan Gambar 2, nilai indeks IOD pada bulan November 2023 mencapai +1,61, menandakan terjadinya fenomena IOD Positif di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh rata-rata suhu permukaan laut di Samudera Hindia bagian Timur yang lebih dingin dibandingkan dengan rata-rata suhu permukaan laut di Samudera Hindia bagian Barat yang lebih hangat. Salah satu akibatnya bagi Indonesia yaitu berkurangnya pembentukan awan konvektif yang berdampak pada berkurangnya curah hujan utamanya untuk wilayah Indonesia bagian barat.

### C. Analisis Madden Julian Oscillation

Madden Julian Oscillation (MJO) merupakan aktivitas intraseasonal yang terjadi di wilayah tropis, ditandai dengan pergerakan aktivitas konveksi ke arah timur dari Samudera Hindia menuju Samudera Pasifik dalam siklus yang berulang setiap 30 – 40 hari. MJO memiliki 8 fase, dimana untuk fase 3 hingga 5 menandakan MJO berada di Samudera Hindia bagian Timur dan Benua Maritim Indonesia. Hal ini dapat memengaruhi kondisi cuaca di wilayah Indonesia.

Posisi dari tiap angka pada grafik menggambarkan tanggal, fase, dan amplitude MJO. Semakin jauh posisi angka dari lingkaran tengah, maka amplitude MJO semakin besar yang berkaitan dengan MJO yang semakin kuat. Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa MJO aktif di fase 3, yaitu berada di Samudera Hindia bagian Timur. Pada tanggal 30 November – 1 Desember 2023, nilai amplitude MJO berkisar antara 1,77 – 1,85, menandakan adanya potensi peningkatan pembentukan awan konvektif yang berdampak pada meningkatnya curah hujan utamanya di wilayah Indonesia bagian barat.



(C) Copyright Commonwealth of Australia Bureau of Meteorology

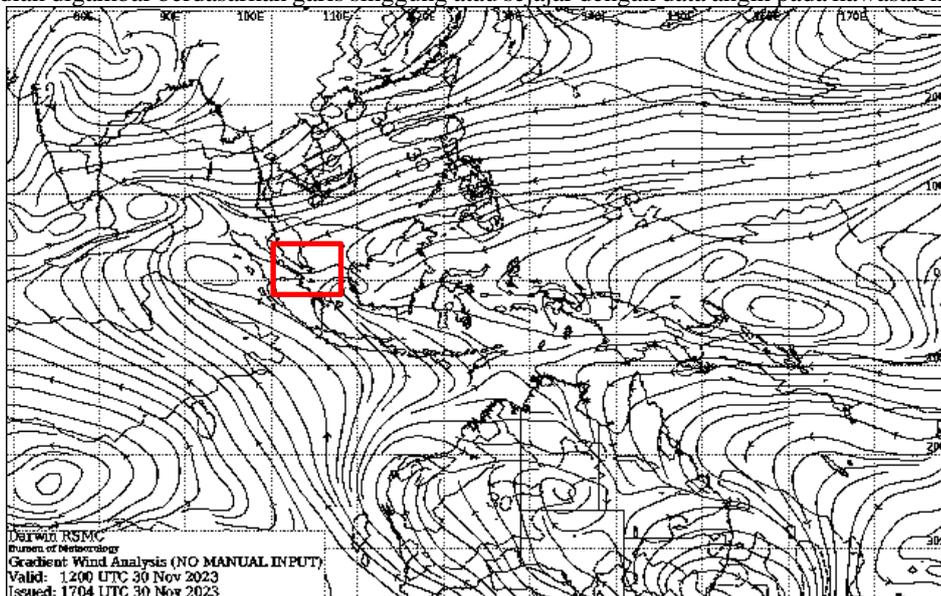
Gambar 3. Nilai hasil perhitungan RMM1 dan RMM2 untuk monitoring MJO selama 1 Oktober – 11 Desember 2023





#### D. Analisis Streamline

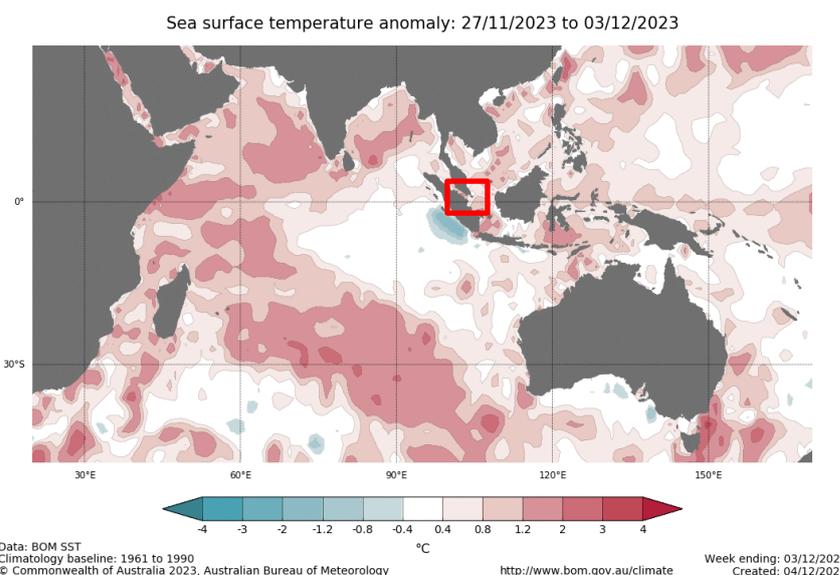
Streamline adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kecepatan dan arah yang sama. Streamline dapat digunakan untuk menggambarkan aliran udara di atmosfer. Streamline juga didefinisikan sebagai kondisi arus angin yang bertiup yang kemudian digambar berdasarkan garis singgung atau sejajar dengan data angin pada kawasan mereka berada.



Gambar 4. Streamline tanggal 30 November 2023 pukul 12.00 UTC

Berdasarkan Gambar 4, teridentifikasi bahwa terdapat sirkulasi siklonik di sekitar perairan Kalimantan Barat yang memicu pembentukan daerah belokan angin (shear) yang berasal dari Belahan Bumi Utara (BBU) dan membuat uap air berkumpul di Batam. Hal ini memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan awan-awan konvektif sehingga dapat meningkatkan potensi terjadinya hujan di wilayah Batam dan sekitarnya.

#### E. Analisis Suhu Muka Laut (Sea Surface Temperature / SST)



Gambar 5. Kondisi SST Indonesia tanggal 27 November – 3 Desember 2023

*Sea Surface Temperature Anomaly* merupakan kenaikan atau penurunan keadaan suhu muka laut jika dibandingkan dengan keadaan normalnya. Berdasarkan Gambar 5, teridentifikasi bahwa suhu di sekitar perairan Batam lebih hangat 0,4 - 0,8°C, dimana menghangatnya suhu muka laut mengakibatkan peningkatan kadar uap air dari proses penguapan di sekitar wilayah Batam sehingga mendukung pertumbuhan awan konvektif yang dapat memicu kejadian hujan di Batam. SST yang hangat di wilayah barat Indonesia ini disebabkan oleh aliran udara dari Samudera Hindia yang membawa massa udara basah ke wilayah Indonesia. Massa udara basah ini mengandung banyak uap air, yang dapat menyebabkan



peningkatan suhu muka laut. Nilai ini menginterpretasikan bahwa suhu muka laut di wilayah Batam, pada tanggal 30 November 2023, berpotensi untuk berada pada kondisi dengan proses konvektif yang cukup kuat untuk dapat meningkatkan pembentukan awan-awan konvektif penghasil hujan.

#### F. Time Series Suhu Puncak Awan

Gambar 6 merupakan grafik time series pada tanggal 27 Januari 2023 – 28 Januari 2023 yang menunjukkan bahwa terdapat suhu awan yang berada di Kota Manado tidak memiliki perubahan yang signifikan yaitu hanya sekitar 10°C hingga -50°C. Suhu terendah terjadi pada Pukul 04.00 UTC tanggal 27 Januari yaitu sekitar -52°C kemudian berangsur-angsur menghangat. Pada pukul 06.00 UTC pada tanggal 28 Januari yaitu sekitar -50°C yang selanjutnya kembali menghangat dengan beberapa penurunan suhu yang cenderung stabil.



Gambar 6. Time series tanggal 30 November 2023

### KESIMPULAN

Banjir di Kota Batam pada tanggal 30 November 2023 terjadi akibat hujan selama 9 jam yang dimulai pada 12 UTC hingga 21 UTC dengan intensitas tertinggi berada pada jam 15 UTC. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, total curah hujan yang tercatat pada tanggal kejadian mencapai 81,4 mm. Kejadian hujan ini disebabkan oleh faktor sirkulasi global dan bukan mekanisme lokal (diurnal). Faktor global yang paling dominan mempengaruhi ialah MJO dan mempengaruhi faktor pendukung lainnya seperti, *Sea Surface Temperature* (SST) di perairan Batam yang mencapai tingkat kehangatan 0,4 – 0,8°C dari suhu normal, serta *streamline* mengindikasikan adanya pusaran siklonik di sekitar perairan Kalimantan Barat yang memicu pembentukan daerah belokan angin (shear) yang berasal dari Belahan Bumi Utara dan membuat uap air berkumpul di Batam. Selain itu, kondisi atmosfer yang labil juga turut berperan signifikan dalam meningkatkan aktivitas konvektif pada hari terjadinya bencana banjir.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Yosafat Donni Haryanto sebagai dosen pengampu mata kuliah Pengamatan Udara Atas II atas dedikasinya dalam memberikan ilmu kepada penulis sehingga penulis dapat membuat penelitian yang berjudul Analisis Hujan Lebat Penyebab Peristiwa Banjir di Batam, Kepulauan Riau (Studi Kasus: 30 November 2023).

### DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Zakir, W. (2010). *Perspektif Operasional Cuaca Tropis*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Agus W., P. (2011). *Analisis Cuaca I*. Jakarta: Meteorologi dan Geofisika (AMG).
- Audia Azizah Azani, N. K. (2022). Jurnal Widya Climago Vol.4No.1 Mei 2022 29 KAJIAN INDEKS STABILITAS ATMOSFER TERHADAP KEJADIAN HUJAN LEBAT DI KOTA BITUNG (STUDI KASUS TAHUN 2020 - 2021). *Jurnal Widya Climago Vol.4No.1*.
- Eka Fibriantika, D. M. (2020). ANALISIS SPASIAL INDEKS STABILITAS UDARA DI INDONESIA. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*.



- Fannia Wahyu Ramadhanty, M. K. (2021). pengaruh Fenomena IOD(Indian Ocean Dipole) Terhadap Sebaran Temperatur dan Salinitas di Perairan Barat Sumatera. *Indonesian Journal of Oceanography*.
- Harun Arrashid, D. S. (2023). KONDISI DINAMIKA ATMOSFER SAAT HUJAN LEBAT DI KALIMANTAN SELATAN (PERIODE 12 – 17 JANUARI 2021). *BULETIN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA*.
- Inlim Rumahorbo, U. H. (2020). ANALISIS KONDISI ATMOSFER PADA KEJADIAN HUJAN LEBAT PENYEBAB BANJIRDELISERDANG (STUDI KASUS : 18 JUNI 2020). *Seminar Nasional Kahuripan I*.
- Lu'lu Muthmainati Fu'adah, A. D. (2018). KAJIAN INDEKS STABILITAS ATMOSFER TERHADAP KEJADIAN HUJAN LEBAT DI WILAYAH BOGOR. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*.
- MIRANDA SAHFIRA TUNA, Y. Y. (2023). ANALISIS CUACA EKSTREM PENYEBAB BANJIR DI KABUPATEN BIREUN, ACEH (Studi Kasus: 12 Januari 2022). *Jurnal Material dan Energi Indonesia*.
- Peraturan Kepala Badan Meteorologi, K. d. (2010). *Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Nomor KEP.9 Tahun 2010 tentang Prosedur Standar Operasional Pelaksanaan Peringatan Dini, Pelaporan, dan Diseminasi Informasi Cuaca Ekstrem*. Jakarta: PERKA BMKG.
- Prof. Dr. Bayong Tjasyono HK., D. I. (2007). *Meteorologi Indonesia 2*. Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Ni Luh Made Anik Evaria, & Rafa Zafirah Istiqomah. (2024). Analysis of Extreme Weather Causes of Flooding in Manado North Sulawesi. *Journal Of Global Research Publications*, 1(1), 12–17.  
<https://doi.org/10.59435/jgrp.v1i1.2024.3>ADIAN BANJIR BANDANG DI MASAMBA TANGGAL 12-13 JULI 2020. *Prosiding Seminar Nasional Kahuripan I Tahun 2020*.