

KAJIAN KEJADIAN BORNEO VORTEX PADA SAAT TERJADI FENOMENA ENSO

STUDY OF BORNEO VORTEX EVENTS AT THE TIME OF THE ENSO PHENOMENA

SUDIAR

Stasiun Meteorologi Paloh Sambas
Jalan Bandar Udara Liku Kode Pos 79466
Email: sudiar@bmkgo.go.id

ABSTRAK

Pada bulan November, Desember, Januari, dan Februari sepanjang tahun terdapat suatu fenomena Borneo Vortex di Barat Laut Pulau Kalimantan sampai sepanjang Laut Cina Selatan bagian selatan. Fenomena ini terbentuk terus menerus dan sering dikaitkan dengan kejadian hujan lebat dan banjir. Borneo Vortex sering terjadi bersamaan dengan fenomena ENSO dan memiliki hubungan yang kuat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui frekuensi Borneo Vortex yang terjadi pada saat fenomena ENSO berlangsung. Identifikasi kejadian Borneo Vortex dilakukan dengan melihat pola siklonik pada streamline 925 mb yang dihasilkan dari pengolahan data angin komponen U dan V dari tahun 2000/2001 sampai 2020/2021 periode November, Desember, Januari, dan Februari menggunakan software GrADS. Selain mudah digunakan, GrADS dapat memanipulasi dan mengolah data-data klimatologi dan sains atmosfer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi Borneo Vortex tertinggi terjadi pada bulan Desember. Selain itu, fenomena La Nina merupakan peristiwa ENSO yang paling dominan berkaitan dengan peningkatan frekuensi kejadian Borneo Vortex.

Kata Kunci: *Borneo Vortex, ENSO.*

ABSTRACT

In November, December, January and February throughout the year there is a Borneo Vortex phenomenon in the Northwest of Borneo Island all the way to the southern part of the South China Sea. This phenomenon is formed continuously and is often associated with heavy rains and floods. The Borneo Vortex often occurs together with the ENSO phenomenon and has a strong relationship. This study aims to determine the frequency of the Borneo Vortex that occurs during the ENSO phenomenon. Identification of the Borneo Vortex event was carried out by looking at cyclonic patterns on the 925 mb streamline resulting from processing wind data for the U and V components from 2000/2001 to 2020/2021 for the November, December, January and February periods using the GrADS software. Besides being easy to use, GrADS can manipulate and process data on climatology and atmospheric science. The results showed that the highest Borneo Vortex frequency occurred in December. In addition, the La Nina phenomenon is the most dominant ENSO event related to the increased frequency of Borneo Vortex events.

Keyword: *Borneo Vortex, ENSO.*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan tropis terbesar di muka bumi (Damuri dkk., 2019). Selain memiliki garis pantai terpanjang, Indonesia terdiri dari gugusan pulau-pulau besar maupun kecil yang dipisahkan oleh laut dan samudera (Ramage, 1971). Menurut Aldrian (2008), rasio wilayah laut sekitar 62% dibanding 38% wilayah daratnya sehingga diyakini bahwa cuaca dan iklim Indonesia sangat dipengaruhi oleh interaksi laut dan atmosfer di atasnya.

Peristiwa interaksi antara laut dan atmosfer terjadi dalam beberapa skala yang dapat dijelaskan secara ilmiah. Penelitian yang dilakukan oleh Aldrian (2008) menyebutkan bahwa dalam skala global, peristiwa interaksi laut dan atmosfer terlihat dari terjadinya interaksi iklim Indonesia dengan peristiwa *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) di Samudra Pasifik. Sementara itu, dalam skala regional terdapat monsun yang merupakan faktor utama dalam membentuk variasi cuaca di wilayah Indonesia karena sirkulasinya tetap mengikuti gerak semu matahari (Haryanto dan Prakosa, 2015).

Fenomena ENSO atau osilasi selatan merupakan pergerakan yang terjadi di atmosfer dan lautan karena interaksi dinamis antara atmosfer dan lautan di Samudra Pasifik ekuator. Interaksi antara atmosfer dan lautan ini ditunjukkan dengan peningkatan atau penurunan suhu permukaan laut yang melebihi suhu klimatologisnya (suhu rata-rata jangka panjang sekitar 30 tahun) sehingga menimbulkan anomali (Trenberth, 1997). Adanya penyimpangan suhu muka laut di kawasan ini menjadikan ENSO terdiri dari tiga fenomena yaitu

kondisi normal, El Nino dan La Nina (Aldrian, 2008).

Adapun monsun menurut Webster (1992), merupakan fenomena berinteraksinya parameter atmosfer yang berada di daratan dan lautan yang luas, seperti yang terjadi antara Benua Asia-Australia dan Samudra Hindia-Pasifik. Penyebab utama dari monsun adalah pergerakan titik kulminasi matahari terhadap bumi yang bergerak utara selatan dan terciptanya kontras tekanan dan suhu antara benua dan samudra (Hermawan, 2015). Oleh karena itu, menurut Zakir dkk. (2010), monsun didefinisikan sebagai suatu pola sirkulasi angin yang berhembus secara periodik pada suatu periode (minimal 3 bulan) dan pada periode lain polanya akan berlawanan. Dengan demikian, jika ENSO merupakan sirkulasi dengan arah timur-barat yang terjadi di kawasan ekuator Samudra Pasifik, maka monsun merupakan mekanisme yang melibatkan sirkulasi (pergerakan) atmosfer di atas dua benua yaitu di bagian utara (Asia) dan selatan (Australia) (Yulihastin, 2010).

Menurut Anip (2012), saat monsun Asia berlangsung sekitar awal November dan berakhir pada akhir Februari terdapat suatu fenomena *Vortex* di atas wilayah perairan Indonesia. Fenomena ini juga telah disebutkan oleh Chang dkk. (2005), yang menyebutkan bahwa saat monsun Asia berlangsung, terdapat gangguan berupa sirkulasi siklonik level bawah di pantai barat Laut Pulau Kalimantan hingga sepanjang Laut Cina Selatan bagian selatan. Pusaran sirkulasi siklonik tersebut terus-menerus terbentuk di pantai barat laut Pulau Kalimantan, dan sirkulasi ini sering disebut *Borneo Vortex* (Chang dkk., 2005; Anip, 2012).

Hasil penelitian Anip (2012) juga menyebutkan bahwa melalui analisis spektral daya pada tingkat kepercayaan 95%, menunjukkan frekuensi, masa hidup, dan intensitas musiman *Borneo Vortex* memiliki variabilitas dengan periode ulang 4 (empat) tahun. Peneliti menyebutkan bahwa satu-satunya peristiwa alam di daerah tropis yang memiliki siklus periode tersebut adalah ENSO sehingga disimpulkan bahwa ada pengaruh ENSO terhadap kejadian *Borneo Vortex*. Hal ini menjadi dasar penelitian selanjutnya untuk mengkaji secara spesifik *Borneo Vortex* yang terjadi bersamaan dengan fenomena ENSO baik La Nina, El Nino, dan kondisi normalnya.

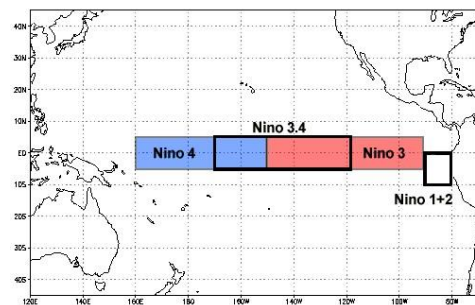
Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui frekuensi kejadian *Borneo Vortex* pada saat La Nina, El Nino, dan kondisi normal. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang *Borneo Vortex* pada saat terjadi fenomena ENSO. *Borneo Vortex* dapat diperkirakan terjadi dengan menggunakan data prakiraan angin dan ENSO sehingga bisa dijadikan sebagai bahan analisa dan prakiraan cuaca.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 *El Nino Southern Oscillation* (ENSO)

El Nino Southern Oscillation (ENSO) merupakan fenomena alam yang terjadi akibat interaksi laut dan atmosfer di Samudera Pasifik. El Nino merupakan komponen laut, sedangkan *Southern Oscillation* sebagai komponen atmosfer (Tjasyono dkk., 2006). Menurut BMKG (2022), ENSO adalah fenomena global dari sistem interaksi lautan atmosfer yang ditandai dengan adanya anomali suhu permukaan laut di wilayah

Pasifik Tengah Ekuator. Jika anomali suhu permukaan laut di daerah tersebut positif (lebih panas dari rata-ratanya) maka disebut El Nino, namun jika anomali suhu permukaan laut negatif disebut La Nina. Pembagian kriteria ini tergantung pada nilai suhu muka laut pada daerah acuan yang dikenal sebagai daerah *Nino 1*, *Nino 2*, *Nino 3*, dan *Nino 4* (Aldrian, 2008).



Gambar 1. Daerah acuan Nino (Sumber: <https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/enso/sst>)

Gambar 1 merupakan daerah pembagian *Nino 1*, *Nino 2*, *Nino 3*, dan *Nino 4*. Daerah *Nino 1* dan *Nino 2* (*Nino 1+2*) berada pada 0° – 10° LS dan 80° BB – 90° BB, *Nino 3* terletak pada area 5° LU – 5° LS dan 90° BB – 150° BB, *Nino 4* berada dalam area 5° LU – 5° LS dan 150° BB – 160° BT, dan *Nino 3.4* yang merupakan gabungan sebagian area *Nino 3* dan *Nino 4* terletak pada 5° LU – 5° LS dan 120° BB – 170° BB.

Menurut Nabilah dkk. (2017), nilai ENSO dapat ditunjukkan dengan *Oceanic Nino Index* (ONI). ONI merupakan salah satu parameter yang sering digunakan untuk menyatakan peristiwa El Nino dan La Nina. ONI menyatakan nilai rata-rata bulanan dari SST (*sea surface temperature*) pada bulan sesudah maupun bulan sebelum dari normalnya yang kemudian dibandingkan dengan normal SST pada bulan itu sendiri. Apabila kurang dari -0,5 maka mengalami La

Nina kuat, -0,5 s.d 0,5 kondisi netral dan lebih dari 0,5 El Nino kuat. Daerah acuan nilai ONI berada pada *Nino 3.4* atau dalam koordinat 5° LU – 5° LS dan 120° BB – 170° BB (BMKG, 2022).

Lindsey (2009) menyebutkan bahwa La Nina membawa air yang lebih dingin dari rata-rata ke Pasifik tropis tengah dan timur, intensitas angin pasat timur meningkat sehingga mengakibatkan peningkatan curah hujan di wilayah Indonesia, tetapi berkurang untuk wilayah Pasifik Tropis tengah dan timur. Namun, pada saat El Nino, air yang dibawa lebih hangat dari rata-rata ke Pasifik Tropis tengah dan timur, terkadang sampai ke pantai Amerika Selatan, angin pasat timur melambat, atau kadang-kadang bahkan berbalik arah. Curah hujan meningkat di atas perairan Pasifik tropis timur tengah, tetapi mengalami penurunan di Indonesia. Oleh karena itu fenomena El Nino sering disebut kebalikan dari La Nina (Aldrian, 2008).

2.2 *Borneo Vortex*

Menurut Tangang (2008) dan Anip (2012), pada saat monsun Asia berlangsung, terdapat suatu fenomena berupa pusaran (*vortex*) yang berputar berlawanan arah jarum jam. *Vortex* ini terjadi di barat laut pulau Kalimantan dan sering dikaitkan dengan aktifitas hujan deras dan bencana banjir. Interaksi angin monsun Asia dengan angin dari arah tenggara di wilayah barat laut Kalimantan menyebabkan terbentuknya pusaran (Tangang dkk., 2010). Fenomena ini disebut sebagai *Borneo Vortex* karena terjadi di dekat daerah ekuator (Prayuda dan Winarso, 2015; Chang dkk., 2005). Selain itu, menurut Haryanto dkk. (2020), topografi yang berada di pulau Kalimantan merupakan faktor utama dalam pembentukan *Borneo Vortex*.

Identifikasi *Borneo Vortex* menurut Chang dkk. (2005) diamati pada lapisan 925 mb yang teridentifikasi pada wilayah 2,5° LS - 7,5° LU dan 102,5° BT – 117,5° BT seperti pada gambar 2 dan setidaknya ada satu kecepatan angin melebihi 2 m/s dalam empat titik grid 2.5° x 2.5° di pusat sirkulasi. Juneng dan Tatang (2010) mengidentifikasi *Borneo Vortex* dalam wilayah yang berbeda dengan Chang dkk. (2005) yakni pada area 5° LS – 15° LU dan 98° BT- 120° BT. Sementara itu dalam disertasi, Anip (2012) menyatakan bahwa *Borneo Vortex* diidentifikasi pada wilayah 2,5° LS - 7,5° LU dan 102,5° BT - 117,5° BT.



Gambar 2. Wilayah identifikasi *Borneo Vortex* menurut Chang (2005) (Sumber: Chang, 2005).

Secara umum, *Borneo Vortex* meningkatkan curah hujan di Indonesia bagian barat dan tengah. Hal ini terkait adanya pempunan massa udara di area sekitar *vortex*. Posisi pusat *Borneo Vortex* menjadi sangat penting dalam proses penjalaran massa udara ke selatan ekuator (Haryanto dkk., 2020). Akan tetapi, menurut Prakosa (2013), ketika posisi *vortex* berada di barat laut pulau Kalimantan akan terjadi penurunan curah hujan di daerah Jawa dan Kalimantan dikarenakan aliran massa udara dingin monsun Asia yang menuju ke selatan ekuator akan tertahan oleh *Borneo Vortex*.

Penelitian yang dilakukan oleh Chang dkk. (2005) menyebutkan bahwa pada hari-hari tanpa adanya *Borneo Vortex*, intensitas konveksi menurun di atas Laut Cina Selatan bagian selatan dan wilayah pulau Kalimantan yang menyebabkan penurunan jumlah curah hujan di wilayah tersebut. Kondisi ini terbalik pada hari-hari terdapat *Borneo Vortex* yang mengalami kenaikan massa udara terjadi di hampir seluruh perairan Laut Cina Selatan bagian Selatan dekat ekuator dan Pulau Kalimantan di wilayah Kalimantan Barat. Hal ini memungkinkan peningkatan konvergensi di wilayah tersebut, sehingga awan terpumpun dan mengalami peningkatan jumlah curah hujan.

3. Metode Penelitian

3.1 Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi penelitian kejadian *Borneo Vortex* berada dalam koordinat 102,5^o BT – 117,5^o BT dan 2,5^o LS – 7,5^o LU yang ditunjukkan pada Gambar 2. Waktu penelitian kejadian *Borneo Vortex* ditentukan dari tahun 2000 sampai 2021 periode November, Desember, Januari, dan Februari.

3.2 Data Penelitian

1) *Data angin*

Data angin dalam penelitian ini bersumber dari data *Reanalysis ERA Interim ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecast)* yang diunduh dari website ECMWF. Data reanalisis merupakan data global yang digunakan untuk mengetahui keadaan parameter dan proses atmosfer di masa lampau. Menurut Rais dkk. (2019), data reanalisis mampu mensimulasikan angin permukaan dengan baik di wilayah Indonesia.

Data reanalisis dalam penelitian ini meliputi data komponen angin U

(timurbarat) dan V (utara-selatan) pada lapisan 925 mb dalam format *netCDF* file (*.nc) yang diunduh secara harian pada jam 00.00 UTC dari tahun 2000 hingga 2021 periode November, Desember, Januari, dan Februari. Data ini digunakan sebagai input untuk mengetahui arah dan kecepatan angin yang ditampilkan dalam bentuk peta streamline sehingga dapat mengidentifikasi kejadian *Borneo Vortex*. Resolusi data yang digunakan yaitu resolusi spasial 0,125^o x 0,125^o.

2) *Data anomali suhu muka laut daerah Nino 3.4*

Data anomali suhu muka laut yang digunakan berada di daerah Pasifik Tengah Ekuator yaitu pada daerah *Nino 3.4*. Data ini bersumber dari website NOAA yang diunduh untuk tahun 2000 sampai 2021 periode November, Desember, Januari, dan Februari. Data anomali suhu muka laut digunakan untuk menentukan fenomena El Nino, La Nina, dan normal. Pemilihan data anomali suhu muka laut sebagai penentuan kategori fenomena ENSO dikarenakan data ini berkaitan erat dengan angin pasat yang berpengaruh terhadap hujan di wilayah Indonesia (Lindsey, 2021). Adapun indikator fenomena ENSO lainnya seperti indeks SOI tidak mempengaruhi anomali sirkulasi angin pasat di wilayah Indonesia (BMKG, 2022).

3.3 Alat Penelitian

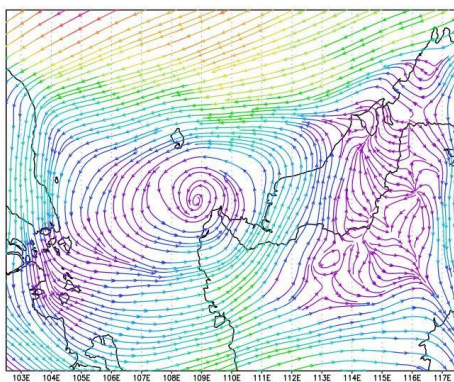
Alat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat lunak pengolah data yaitu *GrADS (Grid Analysis and Display System)* yang digunakan untuk memvisualisasikan kejadian *Borneo Vortex* dan *Microsoft Excel 2019* untuk pengolahan data jumlah hari dan curah hujan. *GrADS* dapat digunakan secara interaktif dari command-line atau dipakai sebagai bahasa pemrograman sederhana

(*scripting language*). Selain itu, GrADS memiliki beberapa fungsi yang dapat memanipulasi dan mengolah data-data klimatologi dan sains atmosfer.

3.4 Teknik pengolahan data

1) Identifikasi kejadian Borneo Vortex

Identifikasi kejadian *Borneo Vortex* dimulai dengan mengolah data numerik dalam bentuk *Network Common Data Form* (*netCDF*) yang telah diambil dari *ERA Interim ECMWF*, kemudian divisualisasikan dengan menggunakan *software* GrADS versi 2.2. Identifikasi dilakukan dengan melihat hasil pengolahan data angin *streamline*. Setiap pola siklonik pada area 2.5° LS - 7.5° LU dan 102.5° BT - 117.5° BT yang berlawanan arah jarum jam pada lapisan 925 mb dan sekurang-kurangnya terdapat satu angin melebihi 2 m/s akan tercatat sebagai kejadian *Borneo Vortex*. *Borneo Vortex* dicatat dalam satuan hari sehingga jika berlangsung berturut-turut lebih dari 1 (satu) hari, kejadian *Borneo Vortex* dicatat sebanyak jumlah hari berlangsung tersebut. Contoh kejadian *Borneo Vortex* ditunjukkan dalam gambar 3.



Gambar 3. Contoh kejadian Borneo Vortex.

2) Klasifikasi kejadian Borneo Vortex

Data kejadian *Borneo Vortex* selama periode penelitian diakumulasi

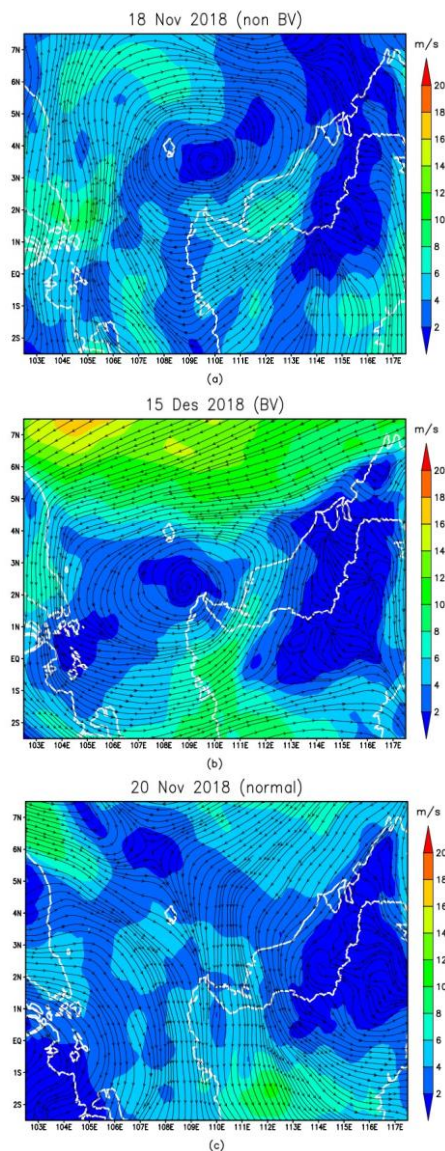
secara tahunan sehingga diperoleh 21 data. Selanjutnya, data ini ditampilkan dalam grafik deret waktu (*time series*) untuk melihat *trend* tahunan kejadian *Borneo Vortex*. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan informasi keterkaitan kejadian *Borneo Vortex* terhadap fenomena ENSO. Selain itu, data kejadian *Borneo Vortex* juga diakumulasi secara bulanan dalam periode November, Desember, Januari, dan Februari, kemudian diklasifikasi berdasarkan bulan kejadian La Nina, El Nino, dan normal. Selanjutnya, data frekuensi kejadian *Borneo Vortex* ditampilkan dalam bentuk grafik yang terdiri dari frekuensi *Borneo Vortex* saat El Nino, La Nina, dan normal dengan menggunakan MS Excel. Setelah itu, dilakukan kajian terhadap frekuensi kejadian *Borneo Vortex* tersebut.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Identifikasi Kejadian Borneo Vortex

Identifikasi kejadian *Borneo Vortex* dalam penelitian ini dilakukan dari tahun 2000 sampai 2021 periode November, Desember, Januari, dan Februari. Data angin komponen U dan V yang diperoleh dari *ERA Interim ECMWF* diolah menggunakan *software* GrADS sehingga menghasilkan peta *streamline* seperti gambar 4.

Setiap sirkulasi angin siklonik tertutup yang terbentuk pada area 102.5° BT - 117.5° BT dan 2.5° LS - 7.5° LU dan terdapat setidaknya satu angin melebihi 2 m/s seperti contoh pada gambar 4 bagian (b), diidentifikasi sebagai suatu kejadian *Borneo Vortex*. Sirkulasi angin disebut siklonik jika di belahan bumi utara berlawanan arah jarum jam, sedangkan di belahan bumi selatan searah jarum jam.



Gambar 4. Contoh kejadian bukan Borneo Vortex (a), kejadian Borneo Vortex (b), dan kejadian normal tanpa sirkulasi (c).

Selain sirkulasi siklonik, terdapat sirkulasi antisiklonik di wilayah kejadian *Borneo Vortex* selama periode penelitian. Sirkulasi ini terlihat pada contoh streamline seperti gambar 4 bagian (a) yang berputar searah jarum jam. Sirkulasi seperti ini tidak diidentifikasi sebagai suatu kejadian *Borneo Vortex*. Streamline lainnya yang juga tidak diidentifikasi sebagai suatu kejadian *Borneo Vortex* adalah contoh streamline seperti gambar 4 bagian

(c) karena tidak terdapat sirkulasi siklonik baik di belahan bumi utara atau belahan bumi selatan.

4.2 Frekuensi Bulanan Kejadian *Borneo Vortex*

Setelah mengidentifikasi 2.525 *streamline* selama periode penelitian dan sesuai dengan definisi *Borneo Vortex* terdapat 878 hari atau 34,8% diantaranya diidentifikasi sebagai kejadian *Borneo Vortex*. Frekuensi kejadian *Borneo Vortex* ini disajikan dalam tabel 1.

Bulan Desember merupakan bulan dengan frekuensi kejadian *Borneo Vortex* terbanyak mencapai 313 hari. Pada bulan November dan Januari, masing-masing sebanyak 230 hari dan 219 hari. Adapun frekuensi kejadian *Borneo Vortex* terendah terjadi dalam Februari sebanyak 116 hari.

Gambar 5 menunjukkan akumulasi frekuensi kejadian *Borneo Vortex* selama bulan November, Desember, Januari, dan Februari. Pada bulan November, jumlah kejadian *Borneo Vortex* terlihat sebanyak 219 hari atau 24,9% dari total kejadian *Borneo Vortex*, bulan Desember sebanyak 313 hari atau 35,6%; bulan Januari sebanyak 230 hari atau 26,2%; dan bulan Februari sebanyak 116 hari atau 13,2%. Rata – rata kejadian *Borneo Vortex* secara tahunan sebesar 10,5 hari, sedangkan rata – rata bulanan sebesar 10,4 hari pada bulan November; 14,9 hari pada bulan Desember; 10,9 pada bulan Januari; dan 5,5 pada bulan Februari. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah kejadian *Borneo Vortex* yang terpantau pada bulan Desember lebih tinggi dari bulan lainnya. Adapun pada bulan November dan Januari, rata-rata kejadian *Borneo Vortex* hampir sama, sedangkan bulan Februari

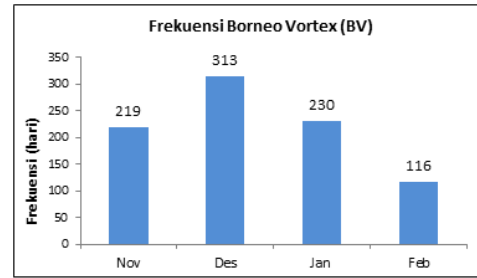
menunjukkan rata-rata kejadian *Borneo Vortex* terendah dari bulan lainnya.

Tabel 1. Jumlah kejadian *Borneo Vortex*

Tahun	Nov	Des	Jan	Feb	Total
2000/2001	9	16	17	8	50
2001/2002	9	16	5	3	33
2002/2003	10	11	10	3	34
2003/2004	7	12	9	2	30
2004/2005	7	13	8	2	30
2005/2006	12	18	10	9	49
2006/2007	9	13	16	5	43
2007/2008	3	18	10	8	39
2008/2009	15	25	12	5	57
2009/2010	12	10	7	3	32
2010/2011	10	19	10	7	46
2011/2012	16	16	14	9	55
2012/2013	13	16	8	6	43
2013/2014	9	16	9	5	39
2014/2015	14	9	11	2	36
2015/2016	8	11	7	8	34
2016/2017	16	18	7	10	51
2017/2018	17	19	24	6	66
2018/2019	8	12	9	6	35
2019/2020	4	13	9	4	30
2020/2021	11	12	18	5	46
Total	219	313	230	116	878
Rata-rata	10,4	14,6	10,9	5,5	41,4

selama periode penelitian.

Menurut Chang dkk. (2005), konveksi paling aktif pada daerah penelitian terjadi pada bulan Desember selama monsun Asia berlangsung. Anip (2012) menyebutkan bahwa semakin banyak pusaran terbentuk di daerah ini, menunjukkan semakin aktif monsun yang berlangsung. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin aktif monsun Asia, konveksi semakin kuat dan semakin banyak *Borneo Vortex* yang terjadi. Adapun pada bulan Februari, menurut Isnoor dan Rejeki (2018) gerak semu matahari menuju ekuator dari selatan menyebabkan pergerakan massa udara dingin melemah sehingga mengurangi pembentukan *Borneo Vortex*. Oleh karena itu, *Borneo Vortex* jarang terbentuk pada bulan Februari.



Gambar 5. Frekuensi bulanan kejadian *Borneo Vortex*.

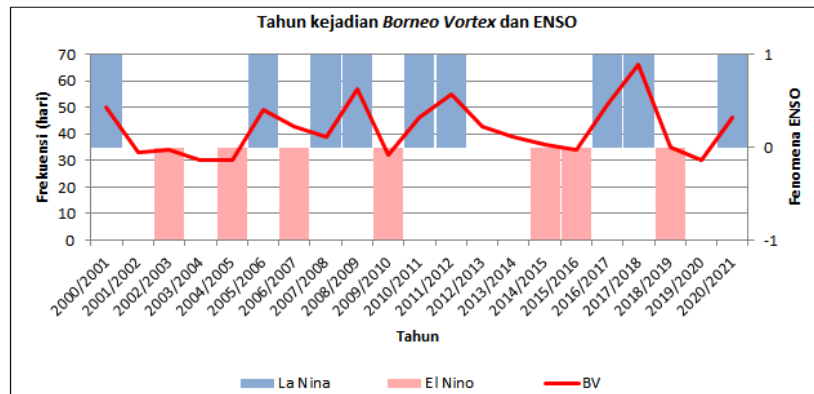
4.3 Frekuensi Kejadian *Borneo Vortex* pada Saat Terjadi ENSO

Jumlah kejadian *Borneo Vortex* setiap tahun dalam periode penelitian yang disajikan pada tabel 1 terlihat berfluktuasi. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh fenomena alam yang cukup signifikan dalam setiap tahun. Satu di antara fenomena alam tersebut adalah *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) yang dapat terjadi berulang setiap tahun. Oleh karena itu, hasil penelitian ini disajikan dalam grafik *time series* secara tahunan untuk melihat fluktuasi kejadian *Borneo Vortex* dan ENSO dari tahun 2000/2001 sampai 2020/2021 seperti pada gambar 6.

Grafik pada gambar 6 menunjukkan adanya puncak kejadian *Borneo Vortex* yang berulang minimal dalam setiap 3 tahun sekali. Hal ini terlihat pada puncak kejadian *Borneo Vortex* yang dimulai tahun 2000/2001, 2005/2006, 2008/2009, 2011/2012, 2017/2018, dan 2020/2021, sedangkan pada tahun-tahun lainnya terlihat merata. Puncak kejadian *Borneo Vortex* yang berfluktuasi ini mengindikasikan adanya pengaruh atau gangguan dari peristiwa atau fenomena alam lainnya. Peristiwa alam yang memiliki periode ulang minimal 3 tahun saat ini yang diketahui adalah fenomena ENSO. Hal ini sesuai dengan pernyataan Anip (2012)

yang menyebutkan satu-satunya peristiwa alam yang terjadi berulang dalam periode 3 sampai 4 tahun sekali adalah peristiwa ENSO. Oleh karena itu perlu dibandingkan tahun

kejadian *Borneo Vortex* yang berfluktuasi ini terhadap tahun kejadian ENSO untuk melihat kejadian *Borneo Vortex* pada saat fenomena ENSO berlangsung.



Gambar 6. Kejadian Borneo Vortex pada saat ENSO.

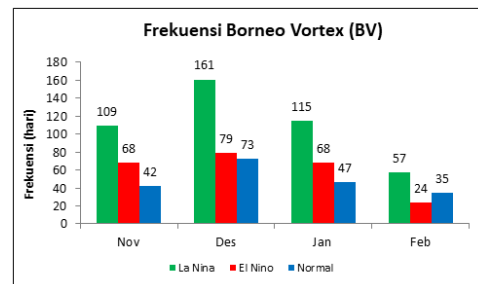
Hasil penelitian pada tabel 2 merupakan akumulasi kejadian *Borneo Vortex* pada saat terjadi fenomena ENSO yaitu El Nino, La Nina, dan normal selama periode penelitian. Pada saat fenomena El Nino berlangsung, *Borneo Vortex* terjadi sebanyak 239 hari atau 27,2% dari 878 hari kejadian *Borneo Vortex*. Pada saat fenomena La Nina, *Borneo Vortex* terjadi sebanyak 442 hari atau 50,3%.

Tabel 2. Kejadian Borneo Vortex pada saat ENSO.

Fenomena ENSO	Nov	Des	Jan	Feb	Total
El Nino	68	79	68	24	239
La Nina	109	161	115	57	442
Normal	42	73	47	35	197

Adapun pada kondisi normal, kejadian *Borneo Vortex* teridentifikasi sebanyak 197 hari atau 22,4%. Hasil penelitian ini disajikan dalam grafik batang seperti pada gambar 4.4 untuk melihat frekuensi kejadian *Borneo Vortex* pada bulan November, Desember, Januari, dan Februari selama terjadi fenomena El Nino, La Nina, dan normal.

Pada gambar 7 terlihat bahwa *Borneo Vortex* paling banyak terjadi pada saat fenomena La Nina berlangsung baik dalam bulan November, Desember, Januari, maupun Februari.



Gambar 7. Frekuensi bulanan kejadian Borneo Vortex saat Fenomena El Nino, La Nina, dan normal.

Hal ini disebabkan pada saat terjadi peristiwa La Nina, angin pasat timur dari wilayah Pasifik Barat menguat. Angin pasat ini mendorong angin monsun Asia yang sedang berlangsung pada periode November, Desember, Januari, dan Februari sehingga memicu pergerakan angin yang kuat menuju wilayah *Borneo Vortex*. Pertemuan Angin pasat dan monsun Asia menyebabkan uap air yang dibawa

lebih banyak pada saat memasuki wilayah *Borneo Vortex*. Selanjutnya, terjadi interaksi terhadap angin tenggara dari barat laut Kalimantan serta topografi pulau Kalimantan yang memicu terjadi konvergensi sehingga massa udara menjadi tidak stabil dan mengalami kenaikan. Udara yang tidak stabil memicu terjadinya sirkulasi siklonik di wilayah ini.

Pada saat terjadi fenomena El Nino dan normal, jumlah kejadian *Borneo Vortex* lebih sedikit daripada saat terjadi fenomena La Nina. Hal ini dikarenakan kondisi El Nino menyebabkan angin pasat melemah bahkan berbalik arah (Lindsey, 2009). Kontribusi uap air terhadap monsun Asia yang sedang berhembus menjadi sedikit dan mengurangi kejadian *Borneo Vortex*. Kondisi ini juga terjadi pada saat normal sehingga kejadian *Borneo Vortex* pada saat El Nino dan normal terlihat sama

5. Simpulan

Berdasarkan kajian terhadap kejadian fenomena *Borneo Vortex* dari tahun 2000/2001 sampai 2020/2021 periode November, Desember, Januari, dan Februari diperoleh kesimpulan bahwa frekuensi bulanan kejadian *Borneo Vortex* tertinggi terjadi pada bulan Desember. *Borneo Vortex* lebih sering terjadi pada saat fenomena La Nina berlangsung. Frekuensi tertinggi kejadian *Borneo Vortex* pada saat La Nina, terjadi pada bulan Desember.

Daftar Pustaka

- [1] Aldrian, Edvin. (2008). Meteorologi Laut Indonesia. Jakarta: *Badan Meteorologi dan Geofisika*.
- [2] Anip, M.H.M. (2012). The Interannual and Interdecadal Variability of the Borneo Vortex During Boreal Winter Monsoon. Disertasi, Faculty of the Graduate School, University of Missouri, Amerika Serikat.
- [3] BMKG. (2022). Prakiraan Musim Kemarau 2022 di Indonesia. Jakarta: *Pusat Informasi Perubahan Iklim*.
- [4] Chang, C.P., Harr, P.A., & Chen, H.J. (2005). Synoptic Disturbances over the Equatorial South China Sea and Western Maritime Continent during Boreal Winter. *Monthly Weather Review*, 133, 489 – 503.
- [5] Damuri, Y.R., Perkasa, V., Atje, R., & Hirawan, F. (2019). Perceptions and Readiness of Indonesia Towards the Belt and Road Initiative. Jakarta: *Centre for Strategic and International Studies (CSIS)*.
- [6] Haryanto, Y.D. & Prakosa S.H. (2015). Aktivitas Borneo Vortex sebagai Pemicu Hujan Ekstrem Penyebab Banjir Tanggal 6 Desember 2010 di Tarakan, Kalimantan Utara. *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya*, Jatinangor.
- [7] Haryanto, Y.D., Prayuda, S.S., Agdialta, R., Riama, N.F., Hartoko, A., Anggoro, S., & Zainuri, A. (2020). Identifikasi Borneo Vortex terhadap dinamika suhu permukaan laut di Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Sains*, 3, 104 – 107.
- [8] Hermawan. (2015). Indeks Monsun Asia-Australia dan Aplikasinya, Jakarta: *LIPI Press*.
- [9] Isnoor, K.F.N. & Rejeki, H.A. (2018). Analisis Kondisi Atmosfer Saat Terjadi Borneo Vortex dan Pengaruhnya

- Terhadap Curah Hujan di Wilayah Kalimantan Barat dan Kepulauan Riau (Periode 2006 – 2016). Depok: *Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-5 Tahun 2018*.
- [10] Juneng, L & Tangang, F.T. (2010). Long-Term Trends of Winter Monsoon Synoptic Circulations over the Maritime Continent: 1962–2007. *Royal Meteorological Society*, 1, 199–203.
- [11] Lindsey, R. (2009). Climate Variability: Oceanic Niño Index, (<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-variability-oceanic-ni%C3%B1o-index>), diakses 21 Juni 2022.
- [12] Nabilah, F., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. (2017). Analisis Pengaruh Fenomena El Nino dan La Nina Terhadap Curah Hujan Tahun 1998 - 2016 Menggunakan Indikator Oni (Oceanic Nino Index) (Studi Kasus : Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Geodesi Undip*, 6, 402 – 412.
- [13] Prakosa, S.H. (2013). Kajian Dampak Borneo Vortex Terhadap Curah Hujan Di Indonesia Selama Musim Dingin Belahan Bumi Utara, Tesis, Magister Sains, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [14] Prayuda, S.S. & Winarso, P.A. (2015). Pengaruh Cold Surge dan Borneo Vortex di Benua Maritim Bagian Barat. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 1 – 10.
- [15] Rais, A.F., Soenardi, Fanani, Z., & Surgiansyah, P. (2019). Performa Konvergensi Angin Permukaan Diurnal Model Reanalisis Era5 di Benua Maritim Indonesia. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 20, 59 – 65.
- [16] Ramage, C.S. (1971). *Monsoon Meteorology*. New York and London: *Academic Press*.
- [17] Tjasyono, B., Juaeni, I., Gernowo, R., Ruminta, & Baramantyono, B. (2006). Impact of El Nino on Rice Planting in the Indonesian Monsoonal Areas. Jakarta: *International Workshop on Agrometeorology*.
- [18] Trenberth, K.E. (1997). The Definition of El Nino. *National Center for Atmospheric Research*, 78, 2771 – 2777.
- [19] Webster, P.J. & Yang, S. (1992). Monsoon and ENSO: Selectively Interactive System. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 877 – 926.
- [20] Yulihastin. (2010). Mekanisme Interaksi Monsun Asia dan Enso. *Berita Dirgantara*, 11, 99-105.
- [21] Zakir, A., Sulistya, W., & Khotimah, M.K. (2010). *Perspektif Operasional Cuaca Tropis*, Jakarta: *Pusat Penelitian dan Pengembangan BMKG*.