

Prediksi Fenomena ENSO (*El Nino Southern Oscillation*) Tahun 2020-2021 Berdasarkan Nilai SOI (*Southern Oscillation Indeks*) Menggunakan Metode ARIMA (*Autoregresif Integrated Moving Average*)

Felia Nur Rohata, Mimin Iryanti.

Prodi Fisika FPMIPA UPI Bandung
Email : felianurrohata55@gmail.com

ABSTRAK

Fenomena *ENSO* merupakan gejala alam yang tidak bisa dimusnahkan tetapi hanya bisa dihindar, banyak sekali dampak yang di akibatkan apabila fenomena ini terjadi baik terhadap manusia maupun alam. *ENSO* terbagi menjadi 3 peristiwa yaitu *El Nino*, *Netral*, dan *La Nina*. Di Indonesia, peristiwa *El Nino* akan berpengaruh pada pendinginan suhu permukaan laut Indonesia yang akan menyebabkan musim kemarau sehingga berpotensi terjadinya kekeringan. Sementara peristiwa *La Nina* mengakibatkan curah hujan di Indonesia menjadi meningkat yang mengakibatkan terjadinya bencana alam seperti banjir. Dilihat dari dampak apabila terjadi fenomena tersebut maka di lakukan pemrediksian fenomena *ENSO* guna untuk mengurangi dampak yang terjadi sebagai upaya dalam adaptasi dan mitigasi. Prediksi fenomena *ENSO* menggunakan Metode *ARIMA* dengan menggunakan nilai tekanan Darwin dan tekanan Tahiti pada tahun 2010-2020, dari data tekanan tersebut akan didapatkan nilai tekanan prediksi selama 2 tahun kedepan, nilai tekanan hasil prediksi tersebut sebagai parameter untuk memperoleh nilai *SOI* 2 tahun kedepan. Dari hasil penelitian ini, pada tahun akhir tahun 2020 diprediksi akan terjadi *La Nina* dan pada tahun 2021 diprediksi akan terjadi *El Nino*.

Kata Kunci: *ENSO, La Nina, El Nino, Tekanan Udara, SOI, ARIM*

PENDAHULUAN

Globalisasi yang terjadi di masa sekarang, menimbulkan dampak yang memicu banyaknya masalah di muka bumi, seperti pada masalah keseimbangan alam yang dimana adanya penyimpangan iklim, penyimpangan iklim ini sangat berpengaruh terhadap aktivitas kehidupan di muka bumi. Pada beberapa waktu terakhir telah terjadi penyimpangan iklim, yaitu terjadi penyimpangan suhu yang sangat jauh dari normal, yang dapat mengakibatkan adanya fenomena alam yaitu fenomena *El Nino* dan *La Nina*. Fenomena *El Nino* dan *La Nina* merupakan gejala alam yang tidak bisa dimusnahkan tetapi hanya bisa dihindar, akibat dari fenomena *El Nino* dan *La Nina* banyak sekali dampak yang akan terjadi dalam aktivitas manusia dan alam. Fenomena ini terjadi di daerah Samudra Pasifik yang mengakibatkan terjadinya perubahan cuaca pada daerah sekitar Samudra Pasifik salah satunya Negara Indonesia. Dampak yang dirasakan akibatnya fenomena ini akan signifikan karena adanya perbedaan suhu antara di Indonesia dan di

samudra Pasifik, sesuai dengan teori dasar fisika bahwa angin akan berhembus dari daerah yang memiliki tekanan yang tinggi menuju daerah daerah yang bertekanan rendah.

Di Indonesia, fenomena *El Nino* akan berpengaruh pada penurunan atau pendinginan suhu permukaan laut di Indonesia yang dapat menyebabkan musim kemarau sehingga berpotensi terjadinya bencana alam seperti kebakaran hutan, kekeringan, asap, dan gagal panen. Selain itu, fenomena *La Nina* mengakibatkan curah hujan di Indonesia sehingga berpotensi terjadinya bencana alam seperti banjir, tanah longsor yang dapat memakan korban jiwa. Dilihat dari potensi bencana alam yang diakibatkan adanya fenomena *El Nino* dan *La Nina* ini maka di perlukan prediksi fenomena *El Nino* dan *La Nina* untuk mengurangi dampak yang terjadi sebagai upaya dalam adaptasi dan mitigasi.

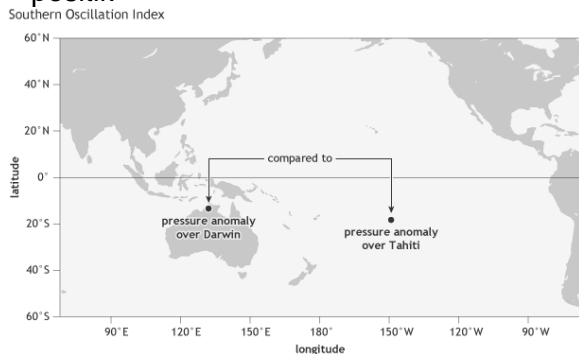
LANDASAN TEORI

1. El Nino Southern Oscillation (ENSO)

El Nino Southern Oscillation (ENSO) merupakan fenomena iklim dengan wilayah asal di Samudera Pasifik tetapi memiliki dampak yang luas untuk cuaca di seluruh dunia, terutama terkait dengan becnaca alam seperti kekeringan dan banjir (R. S. Kovats, dkk., 2003). Dalam fenomena ENSO, terdapat 3 fase yang di ketahui sebagai fase *El Nino* (suhu permukaan laut pasifik hangat), fase *La Nina* (suhu permukaan laut Pasifik dingin), dan fase netral (tidak *El Nino* atau *La Nina*) (R. M. Adams, 2001. D. E. Hanley, dkk, 2003).

2. Sea Level Pressure

Beberapa komponen Osilasi Selatan adalah Sea Level Pressure (SLP) dan Sea Surface Temperature (SST). Suhu permukaan laut yang tinggi di Pasifik ekuator timur sering terjadi bersamaan dengan tekanan di permukaan laut yang rendah, begitu pula sebaliknya (Zelle, 2005). Selama *El Niño*, tekanan permukaa laut menjadi di bawah rata-rata di Tahiti dan di atas rata-rata di Darwin, dan Indeks Osilasi Selatan negatif. Selama *La Niña*, tekanan berperilaku berlawanan, dan indeks menjadi positif.



Gambar 2.1 Lokasi dari dua stasiun yang tekanan permukaannya berkontribusi pada Indeks Osilasi Selatan (SOI): satu di atas Tahiti, di Polinesia Prancis, dan satu di atas Darwin, Australia (sumber:NOAA Climate.gov)

3. Southern Oscillation Index (SOI)

Indeks Osilasi Selatan memberikan indikasi perkembangan *El Nino* atau peristiwa *La Nina* di Samudra Pasifik. SOI ini dapat di hitung menggunakan perbedaan tekanan antara Tahiti dan Darwin. Persamaan (1) merupakan perumusan memperoleh nilai SOI menurut National

Oceanic and Atmospheric Administration dapat dilihat sebagai berikut ini.

$$SOI = \frac{(Standardized Tahiti - Standardized Darwin)}{MSD} \quad (1)$$

Dimana:

$$\frac{Standardized Tahiti}{(Actual Tahiti SLP - Mean Tahiti SLP)} = \frac{Standar Deviation Tahiti}{Standar Deviation Tahiti} \quad (2)$$

Dimana:

$$\frac{Standard Deviation Darwin}{\sqrt{\frac{\sum (Actual Darwin SLP - mean Darwin SLP)^2}{N}}} \quad (3)$$

Dimana: N = Jumlah bulan

$$\frac{Standardized Darwin}{(Actual Darwin SLP - Mean Darwin SLP)} = \frac{Standar Deviation Darwin}{Standar Deviation Darwin} \quad (4)$$

Dimana:

$$\frac{Standard Deviation Darwin}{\sqrt{\frac{\sum (Actual Darwin SLP - mean Darwin SLP)^2}{N}}} \quad (5)$$

Dimana N = Jumlah Bulan

$$MSD (monthly Standard Deviation) = \sqrt{\frac{\sum (Standardized Darwin SLP - Standardized Darwin SLP)^2}{N}} \quad (6)$$

Dimana:
N = Jumlah Bulan

Nilai SOI positif (+) mengindikasi terjadinya *La Nina*. Nilai SOI negative (-) menunjukkan indikasi terjadinya *El Nino*. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat tabel berikut ini.

SOI	Fenomena
< -10	El Nino Kuat
-10 s.d -5	El Nino Lemah-sedang
-5 s.d +5	Netral
+5 s.d +10	La Nina Lemah-Sedang
>+10	La Nina Kuat

Tabel 2. 1 Panduan Prediksi El Nino, La Nina, atau Netral terhadap nilai SOI

4. Metode Prediksi

Metode yang digunakan memprediksi nilai tekanan Darwin maupun Tahiti untuk 2 tahun kedepan yaitu menggunakan metode ARIMA. Metode ARIMA memanfaatkan sepenuhnya data masa lalu dan sekarang untuk peramalan, metode ini di pilih karena menurut penelitian terdahulu yang di lakukan oleh Hermawan (E. Hermawan, 2011) dengan penelitiannya yaitu tentang perbandingan peramalan dengan metode Holt-Winters dalam memprediksi anomali OLR (Outgoing Longwave Radiation) di kawasan barat Indonesia, dengan hasil peramalan metode ARIMA lebih baik. Riza Rahmadayanti (2015) dengan penelitian

tentang perbandingan keakuratan metode ARIMA dan Exponential Smoothing pada penjualan, berdasarkan penelitiannya hasil perhitungan nilai MSE (*mean squared error*) metode ARIMA secara signifikan selalu lebih rendah dari pada nilai MSE metode Exponential Smoothing maka metode ARIMA merupakan metode yang lebih baik untuk peramalan periode kedepan (R. Rahmayanti, dkk, 2015). Model AR dan MA dikombinasikan untuk menghasilkan model ARIMA dengan bentuk umum sebagai berikut:

$$X_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (7)$$

Dengan :

- X_t : nilai variabel pada waktu ke-t
- ϕ_i : koefisien regresi i: 1, 2, 3, ..., p
- p : Orde AR
- q : Orde MA
- θ_i : parameter model MA ke-i, $i=1, 2, \dots, q$
- ε_t : nilai error pada waktu ke-t
- $\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-q}$: error pada waktu

METODE

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data SLP (Sea Level Pressure) atau tekanan permukaan laut di Darwin dan di Tahiti pada tahun 2010-2020 yang di peroleh dari situs NOAA atau National Oceanic and Atmospheric Administration dan data SOI (Southern Oscillation Index) pada tahun 2010-2020 yang di peroleh dari situs Bureau of Meteorology. Untuk memprediksi atau peramalan tekanan Darwin dan Tahiti pada 2 tahun kedepan dalam penelitian ini menggunakan Metode Statistik ARIMA yang dimana melakukan plot data Sea Level Pressure Darwin dan Tahiti. Setelah didapat nilai prediksi itu di bandingkan dengan nilai SLP dari situs NOAA apabila terdapat kemiripan maka prediksi di anggap baik, lalu mengitung nilai SOI dengan menggunakan data SLP hasil prediksi tersebut ke persamaan (1), dan di lakukan analisis kejadian ENSO mencocokkan nilai SOI terhadap table 2.1 tentang Panduan Prediksi *El Nino*, *La Nina*, atau Netral terhadap nilai SOI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peristiwa terjadinya ENSO atau El Nino Southern Oscillation ini merupakan akibat dari adanya interaksi antara atmosfer dan lautan yang di sebut dengan interaksi kopel dengan El

Nino (EN) sebagai komponen laut dan Osilasi Selatan (SO) sebagai komponen atmosfer.

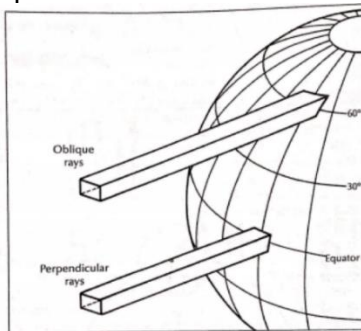
1. Komponen Laut

Keadaan temperature suhu air laut dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu intensitas sinar matahari, posisi matahari, letak geografis, musim, kondisi awan, penguapan, dan hembusan angin. Tetapi, faktor utama yang mempengaruhi temperature air laut yaitu intensitas sinar matahari. Temperature permukaan air laut cenderung berubah-ubah sementara temperature bagian dalam laut cenderung stabil. Temperature air laut di daerah tropis lebih stabil karena intensitas sinar matahari lebih banyak menyinari daerah ekuator dibandingkan di kutub. Hal itu dapat terjadi karena sinar matahari yang merambat melalui atmosfer mengalami banyakk kehilangan panas sebelum mencapai daerah kutub. Maka dengan itu, air laut paling hangat berada di daerah ekuator, sementara air laut paling dingin berada di daerah kutub. Berawal dari angin pasat, di atmosfer ada angin pasat timur laut yang bertiup di utara ekuator dan angin pasat tenggara yang bertiup di selatan ekuator. Angin pasat tersebut ada sepanjang tahun, bergerak dari daerah subtropik menuju daerah tropis. Komponen barat-timur (zonal) dari kedua angin pasat tersebut adalah angin timur, yang bergerak dari arah timur ke barat di daerah ekuator utara dan arus ekuator selatan, yang menggerakkan massa air yang berpindah adalah massa air yang berada di permukaan, yang memiliki temperature hangat. Dengan adanya arus ekuator yang selalu mengarah ke barat ini, lama kelamaan massa air hangat akan menumpuk di bagian barat samudra pasifik maka terbentuk lah kolam hangat. Kolam hangat ini mengakibatkan permukaan air laut lebih tinggi serta lapisan termoklin menjadi lebih tebal di sebelah barat samudra pasifik. Sementara di sebelah Timur, mengalami kekosongan massa air di permukaan sebab massa air terus berpindah ke sebelah barat. Maka akibatnya, terjadi upwelling atau air yang berasal dari lapisan bawah naik ke bagian atas, sehingga disebelah timur samudra pasifik suhu muka laut lebih dingin dan kedalaman termoklinnya dangkal.

2. Komponen Atmosfer

Selain komponen laut yang berpengaruh terhadap terjadinya ENSO. Adapun hubungannya lintang dengan iklim, karena

terkait dengan sudut datang sinar matahari. Sudut datang sinar matahari ini yaitu sudut yang dibentuk oleh matahari terhadap permukaan bumi. Ketika sudut datang sinar tegak lurus, maka radiasi yang diterima bumi lebih banyak. Sebaliknya, ketika sudut datang sinar matahari rendah, maka radiasi yang diterima bumi semakin sedikit. Semakin jauh suatu tempat dari ekuator, maka sudut datang sinar matahari yang diterima semakin rendah dan radiasi yang diterima pun semakin sedikit.



Gambar 4. 1 garis datang sinar Matahari terhadap Bumi (Sumber: Veanti, 2020)

Sudut datang sinar matahari yang pendek juga mempengaruhi seberapa jauh jarak yang harus ditempuh oleh radiasi matahari untuk sampai ke permukaan bumi. Apabila sudut datangnya semakin rendah maka radiasi harus menempuh jarak yang lebih jauh juga. Dengan hal itu, kekuatan sinar matahari mengalami pelemahan. Sehingga, bagian permukaan bumi yang jauh dari khatulistiwa akan menerima sinar yang kekuatan radiasi yang diterimanya lebih lemah dibandingkan dengan di bagian ekuator. Sinar matahari yang mengalami pelemahan dikarenakan sinar matahari perlu menempuh jarak yang lebih jauh untuk sampai ke permukaan bumi, saat diperjalanan tersebut akan mengalami lebih banyak hambatan seperti penyerapan, pemantulan dan pembauran. Apabila hambatan lebih banyak, cahaya yang sampai di permukaan bumi pun lebih sedikit.

Pada daerah Tropis atau di bagian equator menerima cahaya matahari terus menerus pasti suhunya panas. begitupun tekanan udara di daerah tropis cukup lebih rendah daripada daerah sub tropis dan lintang tinggi. Sebab tekanan dan suhu memiliki kaitan yang sangat erat, apabila suhu udara sangat tinggi maka volume dari molekul tersebut akan berkembang dan tekanannya lebih rendah dikarenakan

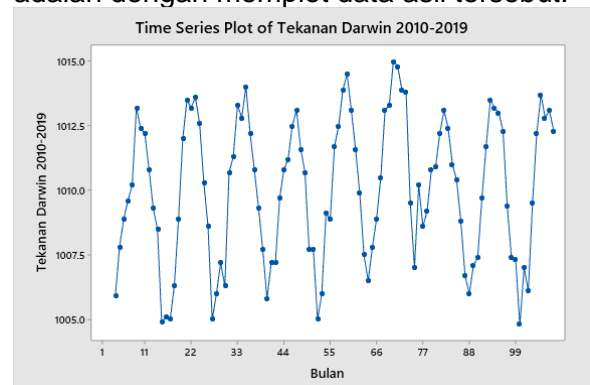
hambatannya tidak terlalu besar. Sebaliknya, ketika suhu udara rendah, maka tekanan udaranya tinggi dikarenakan densitasnya lebih rapat.

Terbentuk kolam air hangat, berpengaruh terhadap kolom udara di atasnya, suhu udara menjadi lebih tinggi serta timbul aliran, aliran itu membawa uap air ke lapisan atas atmosfer. Dilapisan atas atmosfer, suhu udara lebih dingin sehingga uap air mengalami kondensasi akan terbentuk awan. Sementara itu, udara kering yang terdapat dilapisan atas atmosfer akan bertiup kembali dari bagian barat ke bagian timur dan tengah samudra Pasifik. Pada perjalanan udara tersebut, udara akan menjadi dingin dan berat sehingga bergerak turun ke permukaan bumi. Udara tersebut pun berhembus lagi ke bagian barat di bawah yang sebagai angin pasat timur laut dan tenggara.

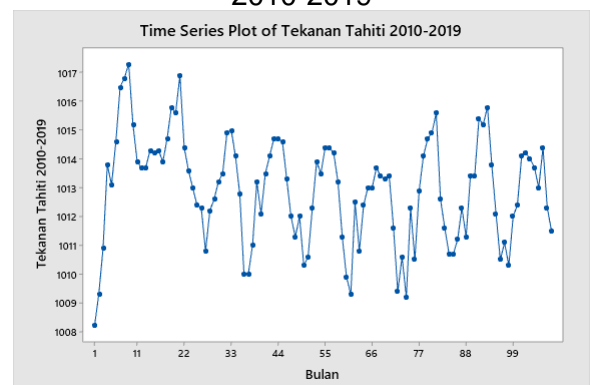
3. Prediksi

i. Plot Time Series

Langkah pertama yang baik untuk menganalisis data deret berkala (time series) adalah dengan memplot data asli tersebut.



Gambar 4. 2 Grafik Tekanan Darwin tahun 2010-2019



Gambar 4. 3 Grafik Tekanan Tahiti tahun 2010-2019

ii. **Perbandingan Data Prediksi dan Observasi**a. **Tekanan Darwin**

Tekanan Udara Hasil Prediksi Tahun 2020 (mb)	Tekanan Udara Hasil Observasi Tahun 2020 (mb)
1007.13	1007.2
1006.38	1007.4
1009.21	1009.1
1011.38	1010.5
1012.88	1012.4
1012.91	1012.9
1011.89	1012.7
1011.01	1012.5

Tabel 4. 1 Perbandingan tekanan hasil prediksi dan observasi d Darwin pada januari-agustus 2020

b. **Tekanan Tahiti**

Tekanan Udara 2020 Hasil Prediksi (mb)	Tekanan Udara 2020 Hasil Observasi (mb)
1010.22	1011.9
1010.38	1011.5
1012.03	1012.1
1012.28	1012.8
1014.08	1014.4
1012.86	1012.9
1014.73	1014.3
1015.55	1015.7

Tabel 4. 2 Perbandingan tekanan hasil prediksi dan observasi d Tahiti pada januari-agustus 2020

Dilhat dari perbandingan hasil Prediksi dan Observasi baik di Tahiti maupun di Darwin terdapat kemiripan nilai yang tidak beda jauh, maka nilai hasil prediksi ini dapat digunakan untuk memperoleh nilai SOI 2 tahun kedepan.

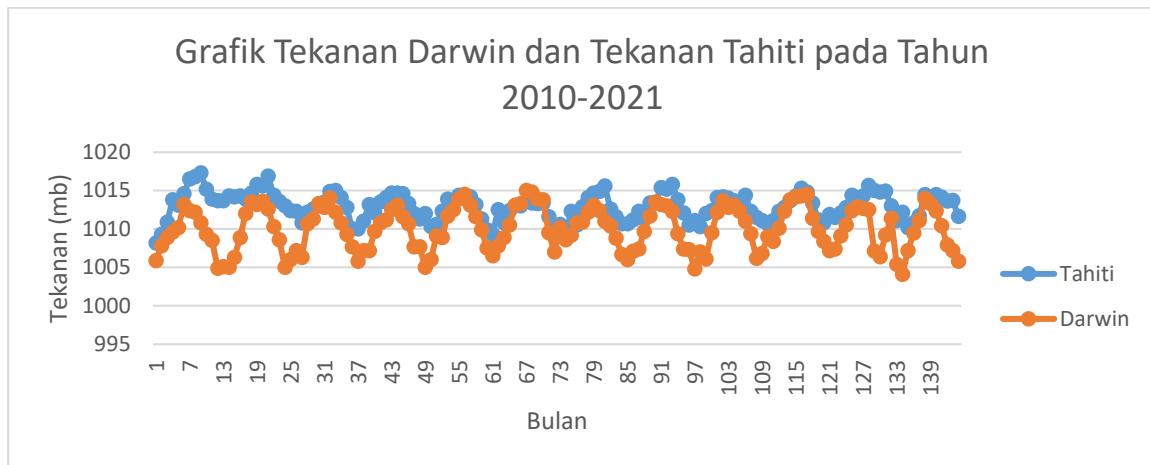
i. **Hasil Perhitungan Nilai SOI menggunakan Tekanan Udara Hasil Prediksi**

Bulan	Tahun 2020		SOI
	Darwin (mb)	Tahiti (mb)	
Januari	1007.13	1010.22	-5.56738
Februari	1006.38	1010.38	-1.88891
Maret	1009.21	1012.03	-3.97759
April	1011.38	1012.28	-10.5389
Mei	1012.88	1014.08	-7.12472
Juni	1012.91	1012.86	-13.1927
Juli	1011.89	1014.73	-0.3985
Agustus	1007.13	1015.55	6.763743
September	1006.38	1014.82	19.8028
Oktober	1009.21	1014.93	10.19042
Desember	1011.38	1013.01	-5.56738

Tabel 4. 3 Prediksi Nilai SOI 2020 menggunakan Tekanan Udara hasil Prediksi

Bulan	Tahun 2021		SOI
	Darwin (mb)	Tahiti (mb)	
Januari	1005.39	1011.09	1.713794
Februari	1004.11	1012.2	11.99654
Maret	1007.2	1010.19	-12.741
April	1009.46	1010.82	-16.1348
Mei	1011.09	1011.72	-15.4635
Juni	1013.98	1014.46	-6.264
Juli	1013.31	1013.53	-10.46
Agustus	1012.37	1014.48	-0.56505
September	1010.43	1014.14	3.753582
Oktober	1007.94	1013.63	8.781363
November	1007.17	1013.72	12.06993
Desember	1005.81	1011.66	2.347222

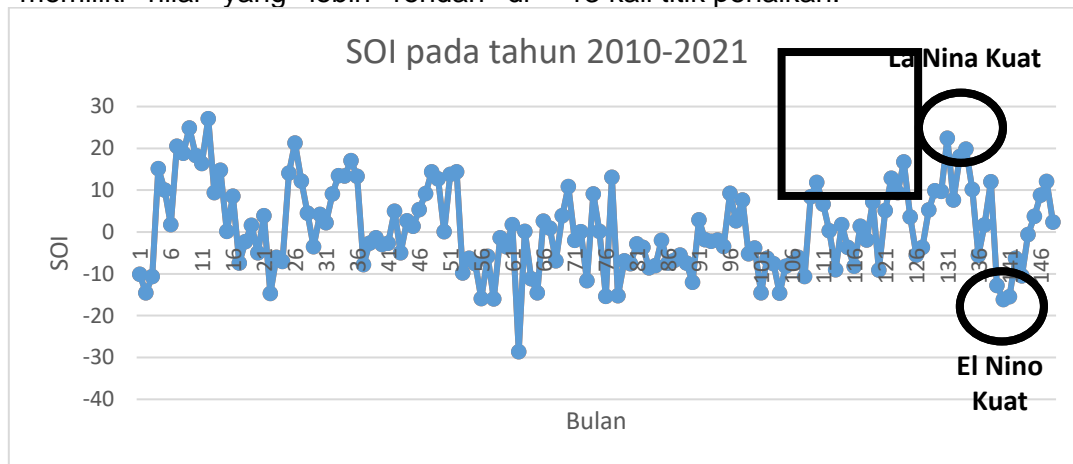
Tabel 4. 4 Prediksi Nilai SOI 2021 menggunakan Tekanan Udara hasil Prediksi



Tabel 4. 4 Grafik Tekanan Darwin dan Tahiti pada Tahun 2010-2021

Pada Gambar 4.5, Grafik Tekanan Darwin dan Tahiti pada tahun 2010-2021 mempunyai pola garis yang periodik. Namun pada Darwin memiliki nilai yang lebih rendah di

bandingan nilai tekanan di Tahiti. Dilihat pada tekanan 2020-2021 (garis hitam), tekanan di Darwin mempunyai 11 kali titik penurunan dan 13 kali titik kenaikan.



Tabel 4. 5 Grafik Tekanan Darwin dan Tahiti pada Tahun 2010-2021

Pada Gambar 4.6, Grafik tersebut menunjukkan terdapat kejadian ENSO dengan garis yang sangat menaik untuk fenomena La Nina dan garis yang sangat menurun untuk fenome El ditandai dengan garis lingkaran berwarna hitam. Dilihat pada tabel 4.3, pada tahun 2020 akan terjadi fenomerna alam La Nina kuat, Karena pada September hingga November memiliki nilai SOI

diatas 10. Sehingga dapat diprediksikan akan terjadi curah hujan tinggi pada tahun 2020. Sedangkan pada tabel 4.4, pada tahun 2021 akan terjadi El Nino Kuat karena pada bulan Maret hingga Mei memiliki nilai SOI dibawah -10, sehingga dapat diprediksi terjadinya penurunan curah hujan.

PENUTUP

Fenomena ENSO terjadi karena adanya perbedaan tekanan pada daerah tertentu, perbedaan tekanan ini dikarenakan adanya perbedaan perolehan sinar matahari pada daerah tersebut yang mengakibatkan perbedaan suhu dan tekanan. Berdasarkan hasil prediksi tekanan udara Tahiti dan Darwin maka dapat dikaji bahwa akan terjadi fenomena alam La Nina pada tahun 2020 dan terjadi fenomena El Nino pada tahun 2021. Dilihat dari grafik tekanan di Darwin dan di Tahiti dari tahun 2010 hingga 2021 mempunyai plot garis yang periodik pada setiap bulannya. Pada Grafik SOI untuk setiap kejadian ENSO terdapat grafik yang sangat menaik untuk fenomena La Nina dan sangat menurun untuk fenomena El Nino.

DAFTAR PUSTAKA

- Hanley, D. E., Bourassa, M. A., O'Brien, J. J., Smith, S. R., & Spade, E. R. "A Quantitative Evaluation of ENSO Indices," *J. Clim.*, vol. 16, no. 8, pp. 1249–1258, Apr. 2003, doi: 10.1175/1520-0442(2003)16<1249:AQEOEI>2.0.CO;2.
- Hermawan, E. "Perbandingan Metode Box-Jenkins dan Holt-Winters dalam Prediksi Anomali OLR Pentad di Kawasan Barat Indonesia," *J. Sains Dirgant.*, vol. 9, no. 1, pp. 25–35, 2011.
- Kovats, R. S., Bouma, M. J., Hajat, S., Worrall, S., & Haines, A. "El Nino and health," *Lancet (British Ed.)*, vol. 362, no. 9394, pp. 1481–1489, 2003. (Desak Putu Okta Veanti, 2017). R. M. Adams, "Economic Implications of Potential ENSO Frequency," *Clim. Change*, vol. 49, no. 1999, pp. 147–159, 2001.
- Rahmadayanti, E., Susilo, B., & Puspitaningrum, D. "Perbandingan Keakuratan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (Arima) dan Exponential Smoothing pada Peramalan Penjualan Semen di PT Sinar Abadi," *J. Rekursif*, 2015.
- Trenberth, K. E. "The Definition of El Niño," *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, vol. 78, no. 12, pp. 2771–2778, Dec. 1997, doi: 10.1175/1520-0477(1997)078<2771:TDOENO>2.0.CO;2.

Yananto, A. dan Sibarani, R.M. "INTENSITAS CURAH HUJAN DI WILAYAH JABODETABEK (Studi Kasus : Periode Puncak Musim Hujan Tahun 2015 / 2016)" *JSTMC*. vol. 17, no. 2, pp. 65–73, 2016.