

KORELASI SOUTHERN OSCILLATION INDEX (SOI) DAN DIPOLE MODE INDEX (DMI) TERHADAP VARIABILITAS CURAH HUJAN DI UTARA JAWA

Dyah Ajeng Sekar Pertiwi^{1,*} dan Jaka Anugrah Ivanda Paski²

¹⁾ Stasiun Klimatologi Tangerang Selatan, Jl. Raya Kodam Bintaro No. 82, 12070

²⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan BMKG, Jl. Angkasa 1 No.2, Jakarta, 10720

*Email: ajenk.dyahsp@gmail.com

ABSTRAK

Benua maritim Indonesia (BMI) merupakan negara di wilayah tropis yang berada diantara dua samudera. Aktivitas fenomena El Niño Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD) merupakan sirkulasi tropis non musiman di samudera Pasifik dan Hindia tetapi mempunyai peran yang sangat penting terhadap variabilitas curah hujan di wilayah BMI. ENSO merupakan fenomena cuaca yang terjadi di Samudra Pasifik, sedangkan IOD adalah fenomena cuaca yang terjadi di Samudra Hindia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak ENSO dan IOD terhadap curah hujan yang terjadi wilayah di tiga kota di utara pulau Jawa. Data yang digunakan adalah data curah hujan tahun 2004-2013 dari 3 pos pengamatan hujan pada Stasiun Meteorologi Jatiwangi, Tegal dan Semarang, serta data pembandingan yang digunakan berupa data Indeks Nino

3.4 dan Dipole Mode Indeks (DMI). Analisis indeks menunjukkan terjadi fenomena ENSO memiliki pengaruh yang signifikan di wilayah utara Jawa pada JJA dan SON di tiga lokasi pengamatan (Jatiwangi, Tegal dan Semarang), khusus untuk Jatiwangi juga terdapat hubungan yang signifikan pada musim MAM. Pada semua wilayah tidak terdapat korelasi signifikan fenomena IOD dengan curah hujan.

Kata kunci: ENSO, SOI, IOD, Jawa

ABSTRACT

The Indonesian maritime continent (BMI) is a country in tropical region located between two oceans. The El Niño Southern Oscillation (ENSO) and Indian Ocean Dipole (IOD) phenomena are non-seasonal tropical circulation in the Pacific and Indian oceans. However, they have an essential role in rainfall variability in the BMI region. ENSO is a weather phenomenon in the Pacific Ocean, while IOD is a weather phenomenon in the Indian Ocean. This study aims to determine the impact of ENSO and IOD on rainfall in three cities in the north of Java. The data used are rainfall data for 2004-2013 from 3 rain observation posts at Jatiwangi, Tegal, and Semarang Meteorological Stations, and comparative data used in Nino 3.4 Index data Dipole Mode Index (DMI). Index analysis shows that the ENSO phenomenon significantly influences the northern region of Java on JJA and SON in three observation locations (Jatiwangi, Tegal, and Semarang), specifically for Jatiwangi, there is also a significant relationship in the MAM season. In all regions, there is no significant correlation between the IOD phenomenon and rainfall.

Keywords: ENSO, SOI, IOD, Java

1. Pendahuluan

Berdasarkan letak geografis, benua maritim Indonesia (BMI) merupakan negara tropis yang terletak di antara dua benua yaitu benua Asia dan benua Australia, serta terletak di antara dua samudra yaitu Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Kondisi ini menyebabkan wilayah BMI memiliki karakteristik cuaca dan iklim tersendiri yang dipengaruhi faktor global seperti *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) [1]. Fenomena cuaca dan iklim skala global ENSO terjadi di wilayah Samudra Pasifik ekuatorial, sedangkan IOD terjadi di wilayah Samudra Hindia ekuatorial.

ENSO merupakan fenomena iklim skala global yang terjadi di wilayah Samudra Pasifik antara pantai barat Amerika Selatan hingga ke wilayah timur BMI. Secara temporal, peristiwa ENSO berulang antara dua sampai tujuh tahun [2]. ENSO memiliki dua fase yaitu El Nino dan La Nina. El Niño merupakan fase panas di samudra Pasifik ekuatorial bagian tengah dan timur yang ditandai dengan memanasnya suhu muka laut atau anomali suhu muka laut di daerah tersebut positif yang berdampak pengurangan intensitas curah hujan di BMI [3-6]. Sedangkan La Nina adalah fasa dingin samudra Pasifik ekuatorial bagian tengah dan timur yang berdampak meningkatnya intensitas curah hujan di BMI [3; 6-7]. Dalam menganalisis fenomena ENSO digunakan beberapa indeks, yaitu ONI (*Oceanic Nino Index*), Nino 3.4 dan SOI (*Southern Oscillation Index*) [3; 5-7].

Fenomena IOD merupakan faktor iklim skala global yang sistemnya serupa dengan ENSO namun terjadi di daerah Samudera Hindia [8]. Menurut Saji dkk (1999), IOD diidentifikasi dengan adanya perbedaan anomali suhu muka laut

antara Samudera Hindia tropis bagian barat dengan Samudera Hindia tropis bagian timur dan dibagi menjadi IOD (+) dan IOD (-) [9]. Pada saat IOD (+), terdapat anomali suhu muka laut dimana bagian barat lebih panas daripada di bagian timur maka intensitas curah hujan di wilayah Indonesia bagian barat umumnya relatif rendah. Sedangkan pada saat IOD (-), terdapat anomali suhu muka laut dimana bagian timur lebih panas daripada di bagian barat maka intensitas curah hujan di wilayah Indonesia bagian barat umumnya relatif tinggi [10]. Selisih anomali suhu muka laut tersebut dilambangkan dengan Dipole Mode Indeks (DMI).

Fenomena ENSO dan IOD adalah dua faktor iklim dan cuaca skala global yang mempengaruhi variabilitas interannual di Indonesia [11]. IOD bisa muncul secara terpisah dari ENSO atau bersama-sama [12]. Koneksi dari kedua fenomena ini memberi dampak yang saling menguatkan atau memperlemah pengaruh di BMI [10]. Pengaruh dari kedua fenomena ini pada wilayah tipe hujan Monsunal biasanya lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah tipe hujan Equatorial [13-14]. Salah satu wilayah dengan tipe monsun di Indonesia adalah wilayah di pulau Jawa bagian utara. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis tingkat pengaruh dari kedua aktivitas fenomena ENSO dan IOD terhadap variabilitas hujan selama 10 tahun (2004 – 2013) di tiga wilayah Jawa bagian utara yaitu Jatiwangi, Tegal dan Semarang.

2. Bab Kedua

2.1. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data curah hujan bulanan tahun 2004 – 2013 dari tiga pos pengamatan hujan yaitu Stasiun Meteorologi (Stamet)

Jatiwangi, Stasiun Meteorologi Tegal dan Stasiun Meteorologi Semarang. Sedangkan, data pembanding yang digunakan berupa data SOI yang diambil dari situs *Bureau of Meteorology* [15] dan DMI dari NOAA [16].

2.2. Metode

Pada penelitian ini digunakan metode analisis korelasi yang meliputi tabel dan grafik yang selanjutnyadigunakan untuk mengkaji hubungan antara dinamika atmosfer dan lautan terhadap besarnya curah hujan di tiga wilayah di Jawa bagian utara. Metode ini telah dilakukan di wilayah Sumatera Utara oleh Hastuti dan Paski (2019) [17], serta di Tangerang Selatan oleh Pertiwi dkk (2020) [18]. Sebagai tahap awal, data hujan diolah ke dalam bentuk anomali curah hujan. Perhitungan anomali curah hujan diamati bulanan untuk mengetahui sifat dari hujan yang terjadi pada suatu wilayah dalam rentang waktu tertentu. Dengan rumusan :

$$\text{Anomali} = X_i - X_{\text{mean}} \quad (1)$$

dimana, X_i : Curah hujan dalam suatu bulan (mm), X_{mean} : Rata-rata curah hujan bulanan dari periode waktu tertentu (mm).

Anomali tersebut dituangkan kedalam rata-rata tiga bulanan berdasarkan dari sesi monsun, yaitu September - Oktober - November (SON), Desember - Januari - Februari (DJF), Maret - April - Mei (MAM), dan Juni - Juli - Agustus (JJA). Anomali positif menunjukkan bahwa curah hujan pada waktu tersebut lebih tinggi dibandingkan normalnya. Begitu sebaliknya, anomali negatif menunjukkan curah hujan lebih rendah dibandingkan kondisi normalnya.

Selanjutnya, data SOI dan DMI disiapkan dalam rata-ratanya setiap tiga bulan sesuai monsun. Kemudian analisis korelasi dilakukan untuk menyelidiki hubungan dua variabel dalam hal ini curah hujan bulanan dan SOI atau DMI yang didapatkan menggunakan Pers. (2).

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n\sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n\sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \quad (2)$$

dimana, r: Koefisien korelasi antara X dan Y, X: SOI rata-rata bulanan atau Indeks Nino 3.4, Y: Curah hujan rata-rata bulanan.

Dari analisis korelasi ini menghasilkan koefisien korelasi yang menunjukkan tingginya derajat hubungan dua variabel tersebut. Hasil dari nilai r (koefisien korelasi) dapat diinterpretasi pada tabel 1. Namun nilai korelasi dianggap dapat dipercaya atau signifikan jika peluang untuk mencapai tingkat nyata ketika $p\text{-value} < 0.05$.

Tabel 1. Interval Koefisien Korelasi [19]

Interval Koefisien Korelasi	Tingkat Hubungan
0,00 - 0,199	Sangat Rendah
0,20 - 0,399	Rendah
0,40 - 0,599	Sedang
0,60 - 0,799	Kuat
0,80 - 1,000	Sangat Kuat

3. Hasil

Analisis SOI dan DMI yang dikorelasikan dengan curah hujan pada tiga lokasi di wilayah Jawabagian utara menunjukkan adanya hubungan yang signifikan terutama pada SOI. Hasil disajikan didalam tabel untuk setiap titik lokasi.

Tabel 2. Korelasi SOI dan DMI dengan data curah hujan Stasiun Meteorologi Jatiwangi

Bulan	SOI			DMI		
	r	p-value	Keterangan	R	p-value	Keterangan
MAM	0.634	0.049	Signifikan	0.504	0.138	Tidak Signifikan
JJA	0.675	0.032	Signifikan	-0.497	0.144	Tidak Signifikan
SON	0.814	0.004	Signifikan	-0.41	0.24	Tidak Signifikan
DJF	-0.289	0.483	Tidak Signifikan	-0.31	0.416	Tidak Signifikan

Tabel 3. Korelasi SOI dan DMI dengan data curah hujan Stasiun Meteorologi Tegal

Bulan	SOI			DMI		
	r	p-value	Keterangan	R	p-value	Keterangan
MAM	-0.083	0.82	Tidak Signifikan	-0.245	0.495	Tidak Signifikan
JJA	0.781	0.008	Signifikan	-0.582	0.078	Tidak Signifikan
SON	0.645	0.044	Signifikan	-0.603	0.065	Tidak Signifikan
DJF	0.631	0.069	Tidak Signifikan	-0.509	0.162	Tidak Signifikan

Tabel 4. Korelasi SOI dan DMI dengan data curah hujan Stasiun Meteorologi Semarang

Bulan	SOI			DMI		
	r	p-value	Keterangan	R	p-value	Keterangan
MAM	-0.316	0.373	Tidak Signifikan	0.068	0.851	Tidak Signifikan
JJA	0.66	0.038	Signifikan	-0.613	0.059	Tidak Signifikan
SON	0.813	0.004	Signifikan	-0.413	0.236	Tidak Signifikan
DJF	0.475	0.197	Tidak Signifikan	-0.117	0.764	Tidak Signifikan

Indeks Osilasi Selatan (SOI) adalah salah satu ukuran fluktuasi skala besar dalam tekanan udara yang terjadi antara Pasifik tropis barat dan

timur (yaitu, keadaan Osilasi Selatan) selama episode El Niño dan La Niña. Secara tradisional, indeks ini dihitung berdasarkan perbedaan anomali

tekanan udara antara Tahiti dan Darwin, Australia. Secara umum, runtun waktu SOI yang sangat sesuai dengan perubahan suhu laut diseluruh Pasifik tropis timur. Fase negatif SOI mewakili tekanan udara di bawah normal di Tahiti dan tekanan udara di atas normal di Darwin. Periode nilai SOI negatif yang berkepanjangan bertepatan dengan air laut hangat yang tidak normal di seluruh Pasifik tropis timur yang khas dari episode El Niño. Nilai SOI positif yang berkepanjangan bertepatan dengan perairan laut yang sangat dingin di sepanjang Pasifik tropis timur yang khas dari episode La Niña.

Berdasarkan tabel 2, analisis korelasi SOI dengan variabilitas hujan di Stasiun Meteorologi Jatiwangi menunjukkan korelasi positif dan signifikan di setiap musim kecuali musim DJF. Jika dilihat dari nilai korelasi positif, hal ini menunjukkan bahwa saat SOI bernilai positif (La Nina) maka terjadi kenaikan intensitas curah hujan. Nilai korelasi berturut-turut untuk musim MAM, JJA dan SON adalah 0.634, 0.675 dan 0.814. Menurut tabel interval keofisian korelasi pada tabel 1, menunjukkan tingkat hubungan antara SOI dan curah hujan di Stasiun Meteorologi Jatiwangi adalah kuat untuk musim MAM dan JJA, serta sangat kuat untuk musim SON. Hal ini menggambarkan bahwa curah hujan selain musim penghujan (DJF) sangat dipengaruhi oleh fenomena ENSO.

Analisis korelasi SOI dengan variabilitas hujan di Stasiun Meteorologi Tegal menunjukkan korelasi positif di setiap musim kecuali musim MAM. Namun, hanya musim JJA dan SON yang menunjukkan adanya hubungan yang signifikan. Jika dilihat dari tabel 3, nilai korelasi positif untuk hubungan yang signifikan memiliki pengertian bahwa kenaikan nilai SOI berhubungan dengan kenaikan

intensitas curah hujan di wilayah Tegal. Nilai korelasi untuk musim yang bernilai signifikan di Stasiun Meteorologi Tegal yaitu JJA dan SON adalah 0.781 dan 0.645. Jika merujuk pada interval keofisian korelasi pada tabel 1, tingkat hubungan antara SOI dan curah hujan di Stasiun Meteorologi Tegal masuk dalam kategori kuat. Hal ini menggambarkan bahwa curah hujan selama musim JJA dan SON sangat dipengaruhi oleh fenomena ENSO.

Berdasarkan tabel 4, analisis korelasi SOI dengan variabilitas hujan di Stasiun Meteorologi Semarang menunjukkan pola yang hampir serupa dengan Stasiun Meteorologi Tegal. Signifikansi hubungan antara SOI dan variabilitas curah hujan hanya ditunjukkan pada musim JJA dan SON. Dimana, pada kedua musim tersebut korelasi bernilai positif yaitu 0.66 dan 0.813. Hubungan antara SOI dan curah hujan di Stasiun Meteorologi Semarang adalah kuat untuk musim JJA, serta sangat kuat untuk musim SON. Hal ini menggambarkan bahwa curah hujan selain pada kedua musim (JJA dan SON) sangat dipengaruhi oleh fenomena ENSO dan memiliki hubungan yang berbanding lurus.

Namun, korelasi yang berbeda ditunjukkan oleh DMI untuk variabilitas curah hujan di tiga lokasi pengamatan hujan di Jawa bagian utara. Koefisien korelasi yang mayoritas negatif kecuali musim MAM di Stasiun Meteorologi Jatiwangi dan Semarang, serta nilai *p-value* yang >5 menyatakan bahwa tidak memiliki hubungan yang signifikan dari kedua parameter ini. Dalam kata lain, IOD yang terjadi di Samudra Hindia barat BMI tidak mempengaruhi variabilitas curah hujan di wilayah Jawa bagian utara. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rahayu dk (2018) yang menyatakan bahwa tidak ada pengaruh signifikan

antara IOD terhadap curah hujan di wilayah Pulau Jawa, hanya di Jawa bagian barat yang memberi sedikit pengaruh. [20]

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis korelasi terdapat hubungan antara fenomena ENSO terhadap variabilitas curah hujan di Jawa bagian utara. Ketiga titik lokasi pengamatan menunjukkan adanya korelasi positif yang signifikan untuk SOI pada musim JJA dan SON, serta musim MAM hanya untuk Stasiun Meteorologi Jatiwangi. Nilai koefisien korelasi dikategorikan kuat dan sangat kuat untuk pengaruh ENSO berdasarkan SOI terhadap curah hujan di Jawa bagian utara. Korelasi positif bermakna bahwa kenaikan nilai SOI berbanding lurus dengan kenaikan intensitas curah hujan. Namun, tidak ditemukan korelasi yang signifikan antara fenomena IOD dari data DMI dengan curah hujan di titik pengamatan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Pusat Database BMKG yang telah menyediakan data curah hujan di website <https://dataonline.bmkg.go.id/>.

Daftar Pustaka

- [1] Gustari, I. (2009). Analisis Curah Hujan Pantai Barat Sumatera Bagian Utara Periode 1994-2007. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 10(1), 29-38. doi: 10.31172/jmg.v10i1.31.
- [2] Hermawan, E., Juniarti V., Trismidianto, Krismianto, Ibnu, F., dan Ining, S. (2010). Pengembangan ekspert sistem berbasis indeks ENSO, DMI, monsun, dan MJO untuk penentuan awal musim, *Prosiding pertemuan ilmiah XXIV HFI Jateng & DIY*, Semarang, hal. 19-26.
- [3] Tjasyono, B., (2008). Sains Atmosfer. Jakarta: *Puslitbang BMKG*.
- [4] Philander, S. G. (1990). El Nino, La Nina, and The Southern Oscillation. San Diego: *Academic Press*.
- [5] Zakir, A., Sulistya, W., & Khotimah, M. K. (2009). Perspektif Operasional Cuaca Tropis. Jakarta: *Puslitbang BMKG*.
- [6] Xiao, H. & Mechoso, C. R. (2009). Seasonal Cycle-El Nino Relationship : Validation of Hypotheses. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 66, 1633-1653. DOI:10.1175/2008JAS2870.1
- [7] Aldrian, E. (2008). Meteorologi Laut Indonesia. Jakarta: *Puslitbang BMKG*.
- [8] Yamagata, T., and T. Masumoto, (1992). Interdecadal Natural Climate Variability in the Western Pacific and Its Implication in Global Warming. *J Meteor. Soc. Jpn.*, 70 (1), 167-175.
- [9] Saji, N.H., Goswamy, B.N., and Vinayachandran, P. N. (1999). Indian Ocean during 1997-1998, *Nature*, 401, 356 - 359
- [10] Harijono, S. W. B. (2008). Analisis Dinamika Atmosfer Di Bagian Utara Ekuator Sumatera Pada Saat Peristiwa El-Nino Dan Dipole Mode Positif Terjadi Bersamaan. *Jurnal Sains Dirgantara*, Vol. 5 No.2
- [11] Raffi, A. (2013). Analisis Respon Tipe Hujan di Wilayah Papua terhadap Fenomena ENSO. Bandung: *Paper ITB*

- [12] Behera, S.K., Krishnan, R., dan Yamagata, T. (1999). Unusual ocean-atmosphere conditions in the tropical Indian Ocean during 1994. *Geophys. Res. Lett.*, 26, 3001-3004.
- [13] Boer, R., Wahab. I., dan Perdinan. (2004). The use of global climate forcing for rainfall and yield prediction in Indonesia: Case study at Bandung District. *Dept. Of Geophysics and Meteorology, Bogor Agriculture Univ. Mimeograph*
- [14] Kailaku, T. E. (2009). Pengaruh Enso (El Nino-Southern Oscillation) dan Iod (Indian Ocean Dipole) terhadap Dinamika Waktu Tanam Padi di Wilayah Tipe Hujan Equatorial dan Monsunal (Studi Kasus Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat dan Kabupaten Karawang, Jawa Barat). *Skripsi. Institut Pertanian Bogor*
- [15] Southern Oscillation Index (SOI), (2019). (https://psl.noaa.gov/gcos_wgsp/Timeseries/Data/soi.long.data), diakses 8 Februari 2019.
- [16] Dipole Mode Index (DMI), (2019). (https://psl.noaa.gov/gcos_wgsp/Timeseries/DMI/), diakses 8 Februari 2019.
- [17] Hastuti, M. I., dan Paski, J. A. I., (2019). Analisis Pengaruh Fenomena ENSO Dan IOD Terhadap Variabilitas Curah Hujan di Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer (SNSA) 2019*. (In Review)
- [18] Pertiwi, D. A. S., Faski, G. I. S. L., dan Paski, J. A. I., 2020. Korelasi Southern Oscillation Index (SOI) dan Indeks Nino 3.4 Terhadap Variasi Curah Hujan di Tangerang Selatan. *Buletin Balai II BMKG*. Vol.1, No.3.
- [19] Sugiyono. (2012). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta.
- [20] Rahayu, N. D., Sasmito, B., & Bashit, N. (2018). Analisis pengaruh fenomena Indian Ocean Dipole (IOD) terhadap curah hujan di pulau Jawa. *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 57-67.