

PENGARUH EL NINO SOUTHERN OSCILLATION (ENSO) TERHADAP CURAH HUJAN MUSIMAN DAN TAHUNAN DI INDONESIA

Zulfahmi Sitompul
fahmiaphro@gmail.com

Emilya Nurjani
n_emilya@geo.ugm.ac.id

Abstract

The main seasonal variability and annual climate in Indonesia affected by ENSO. ENSO is an ocean atmosphere interaction centered in the equatorial Pacific Ocean that causes global climate anomalies, including Indonesia. Research purposes which determine the influence of ENSO on seasonal and annual rainfall. The data used in the monthly rainfall of 60 rainfall stations and the southern oscillation index in 1960-2004. Regression analysis is used to answer the purposes of this study.

The results showed the real impact ENSO on annual rainfall than the impact of El Nino or La Nina; apparent influence of ENSO and El Nino felt while PMK and AMH. Regions with annual rainfall is real influenced by the ENSO, El Nino and La Nina that is 43; 7; 5 regions. Regions with rainfall while PMK and AMH (mid-year) real affected by ENSO (31;46 regions), El Nino (11; 14 regions) and La Nina (3; 3 regions).

Keywords : ENSO, rainfall distribution pattern, influence , difference

Abstrak

Variabilitas utama iklim musiman dan tahunan di Indonesia dipengaruhi ENSO. ENSO merupakan sebuah interaksi laut atmosfer yang berpusat di wilayah ekuatorial Samudra Pasifik yang menyebabkan anomali iklim global, termasuk di Indonesia. Tujuan penelitian yakni mengetahui pengaruh ENSO terhadap curah hujan musiman dan tahunan. Data yang digunakan yakni curah hujan bulanan dari 60 stasiun hujan di Indonesia dan indeks osilasi selatan tahun 1960-2004. Analisis regresi digunakan untuk menjawab tujuan dari penelitian ini.

Hasil penelitian menunjukkan pengaruh ENSO lebih nyata terhadap curah hujan tahunan dibandingkan pengaruh dari El Nino atau La Nina; pengaruh nyata ENSO dan El Nino dirasakan saat PMK dan AMH. Daerah dengan curah hujan tahunan dipengaruhi nyata oleh ENSO, El Nino dan La Nina yakni 43; 7; 5 daerah. Daerah di Indonesia dengan curah hujan saat PMK dan AMH (tengah tahun) yang dipengaruhi nyata oleh ENSO (31;46 daerah); El Nino (11;14 daerah) dan La Nina (3;3 daerah).

Kata kunci : ENSO, sebaran curah hujan, pengaruh, perbedaan

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di bumi yang terletak di antara dua benua (Asia dan Australia) serta antara dua samudera (Hindia dan Pasifik) (Tjasyono, 2005). Karakteristik utama wilayah Indonesia terdiri dari komponen darat dan laut yang kemudian disebut sebagai Benua Maritim. Variabilitas iklim musiman dan tahunan di Indonesia dipengaruhi oleh monsun dan ENSO. Monsun mempengaruhi iklim Indonesia melalui pergerakan titik kulminasi matahari yang mengakibatkan Indonesia mengalami musim hujan dan musim kemarau. (Kirono dkk., 2004; Gunawan, 2006; Aldrian, 2008).

Faktor utama yang juga mempengaruhi variabilitas iklim di Indonesia adalah ENSO. ENSO merupakan sebuah interaksi laut atmosfer yang berpusat di wilayah ekuator Samudra Pasifik (Aldrian, 2008) yang menyebabkan anomali iklim global (Trenberth dkk., 2000). Hal tersebut menyebabkan dua fenomena yaitu El Nino dan La Nina. Gejala ENSO memberikan pengaruh terhadap kondisi laut di Indonesia yaitu menjadi lebih dingin pada tahun El Nino dan lebih hangat pada tahun La Nina (Aldrian, 2008).

ENSO terdiri dari tiga fenomena yaitu kejadian normal, El Nino dan La Nina. Pembagian kriteria pada masing – masing tergantung pada *Southern Oscillation Index* (SOI) dari bulan April (0) hingga Maret (+1).

Tujuan dari penelitian ini yakni mengetahui pengaruh ENSO terhadap curah hujan musiman dan tahunan di Indonesia tahun 1960-2004.

ENSO merupakan fenomena gabungan interaksi lautan atmosfer yang menyebabkan variasi iklim tahunan di dunia (Ropelewski dan Halpert, 1987; Trenberth dan Caron, 2000; Trenberth dan Stephaniak, 2001; Mc Bride *et al.*, 2003; Aldrian, 2008). Komponen lautan dari ENSO adalah El Nino dan La Nina, sedangkan komponen atmosfernya adalah *Southern Oscillation* (Trenberth, 1997). Pusat aktivitas ENSO berada di Samudra Pasifik yang berdekatan dengan garis ekuator (Trenberth, 1997; Trenberth dan Caron, 2000).

Istilah El Nino awalnya digunakan untuk menggambarkan keadaan tahunan arus hangat lemah yang menyusuri pantai selatan Peru dan Ekuador yang menyebabkan turunnya tangkapan ikan (Trenberth, 1997; BOM, 2011). Turunnya tangkapan ikan tersebut disebabkan oleh nutrisi yang biasanya dimunculkan ke permukaan oleh umbalan (*upwelling*) melemah (BOM, 2011).

Perkembangan selanjutnya El Nino merupakan keadaan peningkatan suhu permukaan lautan (*sea surface temperature*) dari suhu normalnya di Pasifik Ekuator timur. La Nina adalah kejadian berkebalikan dengan El Nino yakni penurunan suhu permukaan lautan di kawasan ekuator Samudera Pasifik dari suhu normalnya (Trenberth, 1997; Kirono dalam Prabowo, 2002). Ketika terjadi El Nino maupun La Nina, keduanya berasosiasi dengan *Southern Oscillation*, sehingga fenomena ini lebih dikenal sebagai ENSO (Trenberth, 1997; Aldrian, 2008; Prabowo, 2002).

Southern Oscillation merupakan sistem imbalan tekanan udara yang ditunjukkan oleh tinggi (rendah) tekanan udara di Indonesia (Pasifik Ekuator barat) dan Pasifik Ekuator timur serta kuat/ lemahnya Sirkulasi Walker (Hacker dan Hastenrath, 1985; Prabowo, 2002). Sirkulasi Walker merupakan sirkulasi udara barat timuran regional global, yang disebabkan perbedaan suhu antara daratan dan lautan di daerah ekuator (Prabowo, 2002; Aldrian, 2008). Sirkulasi Walker yang melewati Indonesia lebih disebabkan karena perbedaan suhu muka laut antara Pasifik ekuator barat dan timur (Prabowo, 2002).

Kuat atau lemahnya SO diukur dari selisih tekanan udara permukaan antara. SOI memberikan ukuran sederhana dari fase SO dan Sirkulasi Walker. Nilai SOI dihitung dari perbedaan tekanan udara permukaan bulanan antara Tahiti dan Darwin. Nilai SOI berkisar antara (-35) dan 35. (BOM, 2011) Nilai SOI positif hingga positif kuat menunjukkan kejadian dari La Nina, sedangkan nilai SOI negatif hingga negatif kuat menunjukkan kejadian El Nino (Kirono dalam Prabowo, 2002).

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Pemilihan sampel stasiun hujan

Pemilihan 60 stasiun hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan ketersediaan data. Sebelumnya, tersedia 62 stasiun hujan yang diperoleh dari Dewi Galuh Condro Kirono (Personal komunikasi, 2011). Rentang data dari 62 stasiun



Gambar 1. Lokasi penelitian dan stasiun hujan yang digunakan

Metode analisis

Pendekatan yang digunakan untuk mendefinisikan tahun Normal, El Nino dan La Nina yaitu pendekatan dari Chiew (1998). Tahun El Nino adalah jika nilai rata-rata SOI dari April tahun yang dimaksud - April (0), hingga Maret tahun berikutnya - Maret (+1) nilainya kurang dari -5. Kemudian tahun La Nina jika rata-ratanya lebih dari (+5) dan tahun Normal nilai rata-ratanya diantara (-5) dan (+5).

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui pengaruh ENSO terhadap curah hujan. Untuk melakukan analisis regresi diperlukan dua variabel yakni variabel dependen (variabel yang dipengaruhi - VD) dan variabel independen (variabel yang mempengaruhi - VI). Variabel yang digunakan sebagai variabel independen adalah SOI, sedangkan variabel dependen adalah curah hujan. Nilai curah hujan dan SOI yang digunakan dalam analisis adalah nilai bulanan. Analisis regresi dilakukan menggunakan software SPSS 19.

Berikut disajikan pada tabel variabel – variabel independen dan dependen serta hipotesisnya.

Tabel 1. Variabel – variabel independen dan dependen serta hipotesis analisis regresi

No.	Variabel	Hipotesis
1.	- VD = Σ SOI (JFM-AMJ-JAS-OND) - VI = Σ CH (JFM-AMJ-JAS-OND)	H ₀ = Tidak terdapat pengaruh ENSO terhadap curah hujan tahunan di Indonesia H _A = Terdapat pengaruh ENSO terhadap curah hujan tahunan di Indonesia
2.	- VD = Σ SOI (MAM) - IV = Σ CH (MAM)	H ₀ = Tidak terdapat pengaruh ENSO terhadap curah hujan musiman di Indonesia
3.	- VD = Σ SOI (JJA) - IV = Σ CH (JJA)	H _A = Terdapat pengaruh ENSO terhadap curah hujan musiman di Indonesia
4.	- VD = Σ SOI (SON) - IV = Σ CH (SON)	
5.	- VD = Σ SOI (DJF) - IV = Σ CH (DJF)	

Pengujian uji signifikan analisis regresi dilakukan pada derajat kepercayaan 5%. Pengambilan keputusan analisis regresi adalah sebagai berikut :

Jika probabilitas > 0,05 = H₀ diterima

Jika probabilitas < 0,05 = H₀ ditolak

Hasil dari analisis regresi adalah pengaruh SOI terhadap curah hujan di masing – masing stasiun yang digunakan. Untuk memudahkan penyajian data maka hasil analisis regresi ini kemudian akan dikelompokkan ke dalam 3 kelas yaitu kelas pengaruh tinggi, rendah dan sedang. Penentuan batas nilai dari masing – masing kelas akan digunakan cara standar devisasi. Berikut disajikan batas kelas dari masing – masing kelas pengaruh ENSO terhadap curah hujan musiman atau curah hujan tahunan.

Tabel 2 Kelas pengaruh ENSO dan batas kelas

Kelas Pengaruh	Batas Kelas
Pengaruh rendah	< (mean - 1 Standar Deviasi) □
Pengaruh sedang	(mean - 1 Standar Deviasi) s.d. (mean + Standar Deviasi) □
Pengaruh tinggi	> (mean + 1 Standar Deviasi) □

(Sumber : Sudijono, 2011)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh ENSO terhadap curah hujan tahunan di Indonesia

Persentase pengaruh ENSO terhadap curah hujan tahunan di Indonesia yakni 16,363 %. Pengaruh tertinggi pada daerah Gorontalo (62,8), sedangkan pengaruh terendah pada daerah Sarmi dan Sentani (0 %).

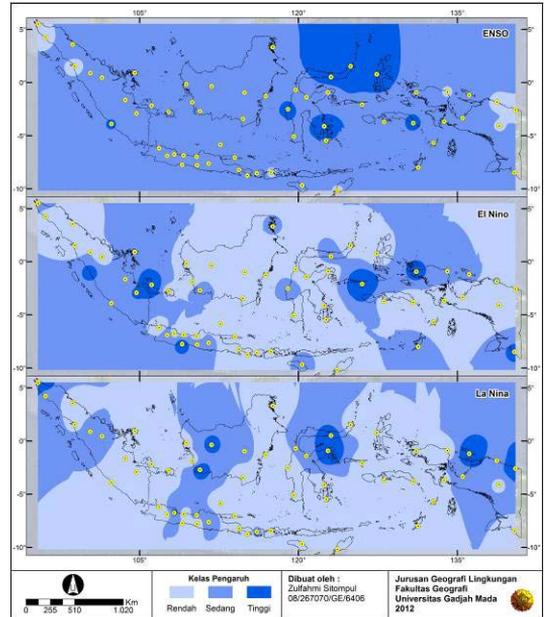
Daerah yang memiliki pengaruh sedang ENSO yakni 36 daerah, 14 daerah (El Nino) dan 10 daerah (La Nina). Hal ini sesuai dengan **Gambar 2** (bagian atas) warna peta didominasi biru sedang, menunjukkan dominasi kelas pengaruh sedang ENSO terhadap curah hujan tahunan. Sebaliknya terdapat 36 daerah (El Nino) dan 42 daerah (La Nina) yang dipengaruhi rendah terhadap curah hujan tahunan. Hal ini sesuai dengan **Gambar 2** (bagian tengah dan bawah) yang didominasi warna biru, menunjukkan dominasi kelas pengaruh rendah El Nino atau La Nina terhadap curah hujan tahunan

Sebagian besar wilayah Indonesia curah hujan tahunan mengalami pengaruh sedang dari ENSO. Pengaruh sedang tersebut hampir meliputi seluruh wilayah Indonesia di bagian barat, tengah dan timur. Pengaruh rendah dapat ditemui di beberapa daerah di bagian barat dan timur Indonesia. Pengaruh tinggi tersebut dapat ditemui di bagian timur Indonesia.

Pengaruh tertinggi ENSO terhadap curah hujan tahunan yakni pada daerah Gorontalo (62,8 %), pengaruh tertinggi El Nino pada daerah Sanana (52,2 %) dan pengaruh tertinggi La Nina pada daerah Luwuk (69,5 %). Pengaruh tertinggi ENSO, El Nino dan La Nina tersebut melebihi dari 50 %. Hal tersebut menunjukkan bahwa ENSO mempengaruhi curah hujan tahunannya di Indonesia, disamping pengaruh dari angin monsun.

Daerah dengan curah hujan tahunan tidak dipengaruhi ENSO yakni Luwuk, Sarmi dan Sentani. Hal tersebut dikarenakan pengaruh ENSO pada ketiga daerah tersebut adalah 0 %. Selanjutnya daerah yang tidak terpengaruh kejadian El Nino yakni Ampenan dan Banyuwangi dan tidak terpengaruh kejadian La Nina yakni Tual dan Balikpapan. Pengaruh 0 % menunjukkan pada daerah tersebut curah hujan tahunannya tidak terpengaruh ENSO, El Nino dan La Nina. Namun begitu bisa saja daerah tersebut curah hujannya mendapatkan pengaruh tinggi tinggi dari ENSO, El Nino dan La Nina.

Kejadian El Nino memberikan pengaruh rendah terhadap curah hujan tahunan di sebagian wilayah Indonesia. Pengaruh rendah tersebut meliputi sebagian besar wilayah Indonesia yakni di Kalimantan, sebagian Jawa bagian utara, Kepulauan Nusa Tenggara dan sebagian Papua. Pengaruh El Nino ini berbeda dengan pengaruh ENSO terhadap curah hujan tahunan di Indonesia. Peta yang menunjukkan pengaruh El Nino terhadap curah hujan tahunan di Indonesia ditunjukkan pada **Gambar 2**.



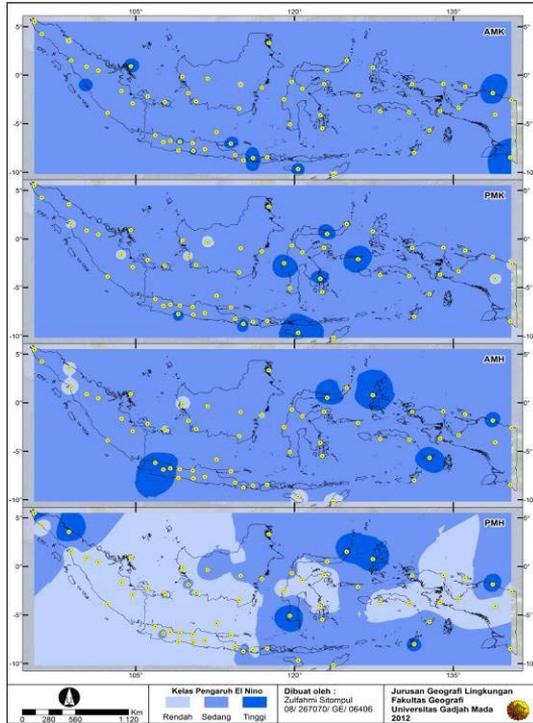
Gambar 2. Peta pengaruh ENSO, El Nino dan La Nina terhadap curah hujan tahunan

Kejadian La Nina, hampir sama dengan kejadian El Nino, yakni memberikan pengaruh rendah terhadap curah hujan tahunan di sebagian wilayah Indonesia. Pengaruh La Nina meliputi hampir seluruh wilayah Indonesia. Pengaruh tersebut meliputi sebagian Sumatera, Kalimantan, Jawa, Sulawesi, Papua, Kepulauan Ternate dan seluruh daerah Nusa Tenggara.

Pengaruh ENSO terhadap curah hujan musiman di Indonesia

Sebagian besar wilayah Indonesia, curah hujan musimannya saat AMK, PMK dan AMH dipengaruhi sedang oleh ENSO (lihat **Gambar 3**), sedangkan saat PMH sebagian besar dipengaruhi rendah. Daerah yang termasuk dalam pengaruh sedang ada 39 daerah (PMK) dengan 19 daerah diantaranya dipengaruhi nyata, sedangkan terdapat 36 daerah (AMH)

dengan 35 diantaranya dipengaruhi nyata. Hal ini menunjukkan pengaruh ENSO terhadap curah hujan musiman lebih kuat pada pertengahan tahun (PMK dan AMH).



Gambar 3. Peta pengaruh ENSO terhadap curah hujan musiman

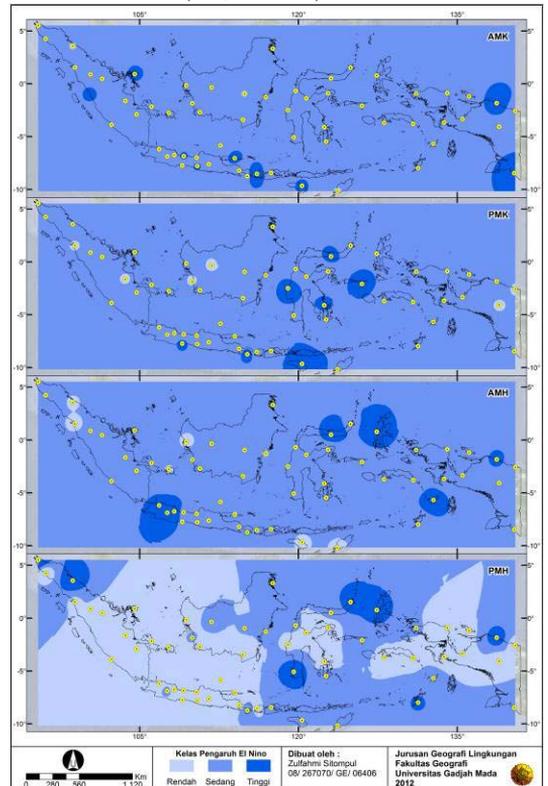
Pengaruh El Nino terhadap curah hujan musiman di Indonesia

Sebagian besar wilayah Indonesia saat AMK, PMK dan AMH curah hujan musiman dipengaruhi sedang oleh El Nino, sedangkan saat PMH sebagian besar wilayah Indonesia dipengaruhi rendah oleh El Nino (lihat **Gambar 4**). Pengaruh tinggi El Nino setiap musim tidak menunjukkan pengaruh dalam wilayah relatif luas. Pengaruh tinggi tersebut meliputi daerah yang relatif jauh dari masing – masing daerah yang mendapatkan pengaruh tinggi El Nino.

Daerah yang termasuk kelas pengaruh tinggi oleh El Nino pada setiap musim berjumlah sama yakni 9 daerah. Ketika AMK, PMK dan PMH tidak semuanya dipengaruhi nyata tetapi ketika AMH, semua daerah yang dipengaruhi nyata oleh El Nino.

Daerah yang mendapatkan pengaruh nyata El Nino yakni AMK (2 daerah), PMK (3 daerah), AMH (14 daerah) dan PMH (5 daerah). El Nino memberikan pengaruh nyata yang luas ketika AMH. Hal ini mengindikasikan bahwa fenomena El Nino akan memberikan pengaruh lebih luas pada AMH dibanding pada musim lainnya.

Pengaruh tertinggi El Nino terjadi ketika AMH yakni pada daerah Gorontalo (64 %) dan rata – rata pengaruh El Nino tertinggi juga terjadi ketika AMH (20,045 %).



Gambar 4. Peta pengaruh El Nino terhadap curah hujan musiman

Pengaruh La Nina terhadap curah hujan musiman di Indonesia

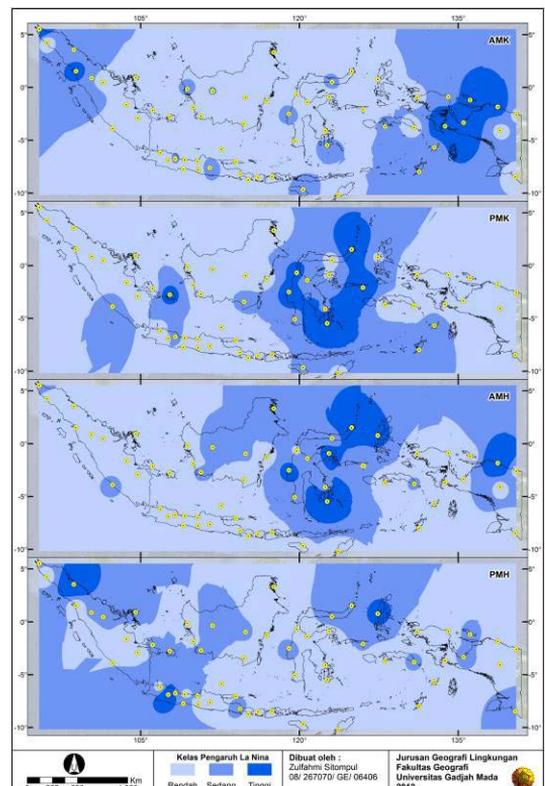
Curah hujan musiman di sebagian besar wilayah Indonesia dipengaruhi rendah oleh La Nina (lihat **Gambar 5**). Pengaruh rendah La Nina melingkupi sebagian Sumatera, Kalimantan dan Jawa saat AMK, PMK dan AMH. Pengaruh rendah ini menunjukkan bahwa kejadian La Nina tidak memberikan pengaruh lebih tinggi dibandingkan saat kejadian El Nino berlangsung. Daerah dengan curah hujan musiman yang dipengaruhi tinggi oleh La Nina ketika AMK, PMK dan AMH membentuk pola yang mengelompok. Pengaruh tinggi ketika AMK dirasakan di bagian timur Indonesia, sedangkan ketika PMK dan AMH dirasakan di sebagian Sulawesi.

Jumlah daerah yang termasuk kelas pengaruh tinggi rata – rata ada 7 daerah di setiap musimnya dan daerah yang dipengaruhi nyata oleh La Nina ada rata – rata 3 daerah setiap musimnya. Jumlah daerah yang dipengaruhi nyata oleh La Nina lebih rendah dibandingkan pengaruh ENSO dan La Nina terhadap curah hujan musiman. Hal ini menunjukkan bahwa La Nina tidak memberikan pengaruh nyata secara signifikan terhadap curah hujan musiman di wilayah Indonesia.

Pengaruh rendah La Nina terhadap curah hujan di Indonesia juga ditunjukkan dengan jumlah daerah yang termasuk kelas pengaruh rendah pada setiap musimnya. Jumlah daerah yang termasuk kelas pengaruh rendah di setiap musimnya tidak kurang dari 35 daerah . Selanjutnya, ada 16 daerah yang konsisten tidak terpengaruh nyata oleh La Nina. Juga ada 51

daerah yang konsisten termasuk kelas pengaruh rendah La Nina.

Pengaruh tertinggi La Nina terjadi saat AMH yakni pada daerah Sarmi (68,8 %). Nilai rata – rata pengaruh La Nina terjadi saat AMK (9,373 %). Angka rata – rata tertinggi tersebut menunjukkan bahwa pengaruh La Nina akan lebih terasa saat AMK yang akan menyebabkan peningkatan curah hujan musiman. Jumlah daerah yang tidak mendapatkan pengaruh dari La Nina (pengaruh 0 %) terjadi saat AMH yakni ada 6 stasiun hujan. Banyaknya daerah hujan yang tidak mendapatkan pengaruh La Nina saat AMH menunjukkan pengaruh La Nina tidak akan begitu terasa pada musim tersebut.



Gambar 5. Peta pengaruh La Nina terhadap curah hujan musiman

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Pengaruh ENSO (16,363 %) terhadap curah hujan terhadap curah hujan tahun lebih tinggi dibandingkan pengaruh El Nino (11,283 %) atau La Nina (12,805 %);
- b. Pengaruh nyata ENSO dan El Nino terhadap curah hujan musiman di Indonesia berlangsung saat pertengahan tahun yakni PMK dan AMH;
- c. Secara umum La Nina tidak memberikan pengaruh nyata terhadap curah hujan AMK, PMK, AMH dan PMH di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Aldrian, E. 2008. *Meteorologi Laut Indonesia*. Jakarta : Badan Meteorologi dan Geofisika.

BOM (Bureau of Meteorology). 2011. *El Nino, La Nina dan Australia's Climate*. (Diakses dari www.bom.gov.au pada tanggal 9 September 2011).

Gunawan, D. 2006. *Atmospheric Variability in Sulawesi, Indonesia - Regional Atmospheric Model Results and Observations*. *Disertasi*. Universitas Gottingen.

Hacker, E.C. dan S. Hastenrath. 1985. Mechanisms of Java Rainfall Anomalies. *Monthly Weather Review*. 114. 745 – 757.

Kirono, D.G.C., Hadi, M.P., Nurjani, E.. 2004. Laporan Komprehensif Hasil Penelitian Hibah Bersaing XI Tahun Anggaran 2003-2004 Pengembangan Sistem Prakiraan Penyimpangan

Musim Untuk Peringatan Dini Bencana Kekeringan dan Banjir di Indonesia. *Laporan Penelitian*. Yogyakarta : Lembaga Penelitian Universitas Gadjah Mada.

Mc Bride, J. Haylock, M.R. dan Nicholls, N.. 2003. Relationships between the Maritime Continent Heat Source and the El Nino-Southern Oscillation Phenomenon. *Journal of Climate*. 16. 2905 – 2914.

Prabowo, M. dan Nicholls, N. (2002) *Kapan Hujan Turun ? Dampak Osilasi Selatan di Indonesia*. Brisbane : Publishing Services.

Ropelewski, C.F. dan Halpert, M.S.. 1987. Global and Regional Scale Precipitation Patterns Associated with the El Nino/ Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*. 115. 1606 – 1626.

Tjasyono HK, Bayong. 2005. Peran Benua Maritim Indonesia Terhadap Cuaca dan Iklim Global. Bandung : Departemen Geofisika dan Meteorologi Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral Institut Teknologi Bandung.

Trenberth, K.E. 1997. The Definition El Nino. *Bulletin of the American Meteorological Society*. Volume 78. No 12. 2771-2777.

Trenberth, K. E dan J. M. Caron. 2000. The Southern Oscillation Revisited: Sea Level Pressures, Surface Temperatures and Precipitation. *Journal of Climate*. 13. 4358 – 4365.

Trenberth, K.E dan David P. Stephaniak. 2001. Indices of El Niño Evolution. *Journal of Climate*. 14. 1967 – 1701.