Pengaruh Fenomena *El Niño Southern Oscillation* dan *Dipole Mode* Terhadap Curah Hujan di Kabupaten Ketapang

Muhammad Elifant Yuggotomo^{1,2)}, Andi Ihwan²⁾

¹⁾ Stasiun Klimatologi Siantan Pontianak

²⁾ Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Tanjungpura Pontianak

*Email : elifant.yuggotomo@yahoo.com

Abstrak

El Niño Southern Oscillation (*ENSO*) merupakan fenomena cuaca yang terjadi di Samudra Pasifik, sedangkan *Dipole Mode* (*DM*) adalah fenomena cuaca yang terjadi di Samudra Hindia. Kedua fenomena tersebut berpengaruh terhadap curah hujan pada beberapa wilayah di Indonesia. Pada penelitian ini telah dianalisis pengaruh fenomena *ENSO* dan *DM* terhadap curah hujan di Kabupaten Ketapang Provinsi Kalimantan Barat periode tahun 1984 sampai dengan tahun 2012 menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (*FFT*) dan *wavelet*. Hasil analisis menunjukkan bahwa pengaruh pola *ENSO* dan *DM* rendah terhadap curah hujan di Kabupaten Ketapang ditunjukkan dengan nilai korelasi sebesar -0,18 dan -0,12. Pada saat terjadi *El Niño* curah hujan di Kabupaten Ketapang cenderung rendah. Namun saat terjadi *DM* positif curah hujan di Kabupaten Ketapang cenderung tidak rendah. Sedangkan saat terjadi *La Nina* dan atau *DM* negatif curah hujan di Kabupaten Ketapang cenderung tinggi.

Kata Kunci : *ENSO*, *Dipole Mode*, curah hujan

1. Latar Belakang

Curah hujan merupakan salah satu unsur cuaca yang sangat berpengaruh dalam setiap kegiatan manusia. Ada beberapa fenomena cuaca yang mempengaruhi kondisi curah hujan di Indonesia, antara lain fenomena *ENSO* dan *DM*. *ENSO* merupakan fenomena cuaca yang terjadi di wilayah Samudra Pasifik. Secara umum peristiwa *ENSO* berulang antara dua sampai tujuh tahun (Hermawan, dkk, 2010). *ENSO* memiliki dua fase yaitu fase *El Niño* dan *La Nina*. Menurut Tjasyono (2009), *El Niño* merupakan fasa panas samudra Pasifik ekuatorial bagian tengah dan timur yang ditandai dengan memanasnya suhu muka laut di Pasifik Equator bagian timur atau anomali suhu muka laut di daerah tersebut positif. Sedangkan *La Nina* merupakan fasa dingin samudra Pasifik ekuatorial bagian tengah dan timur yang merupakan kebalikan dari *El Niño*, ditandai dengan anomali suhu muka laut di daerah di Pasifik Equator negatif (Tjasyono, 2009).

DM merupakan fenomena pasangan antara atmosfer dan laut yang ditandai dengan perbedaan anomali dua kutub suhu muka laut di perairan Indonesia di sekitar Sumatera dan Jawa dengan perairan pantai timur Benua Afrika (Hermawan, 2007). *DM* memiliki dua periode yaitu *DM* positif dan *DM* negatif. *DM* positif merupakan periode dimana suhu muka laut di pantai timur Afrika lebih panas dibandingkan suhu muka laut di pantai barat Sumatera. Sedangkan *DM* negatif merupakan periode dimana suhu muka laut di pantai timur Afrika lebih dingin dibandingkan suhu muka laut di pantai barat Sumatera.

Telah dilakukan penelitian oleh Gustari (2009) yang menjelaskan curah hujan di pantai barat Sumatera bagian utara dipengaruhi secara kuat oleh fenomena *DM*. Sedangkan fenomena *ENSO* memiliki pengaruh yang lemah pada curah hujan di wilayah tersebut. Menurut Tongkukut (2011), curah hujan di kota Manado secara umum dipengaruhi oleh fenomena *ENSO*. Hermawan (2007) menjelaskan bahwa fenomena *DM* mempengaruhi curah hujan di Sumatera Selatan dan Sumatera Barat. *DM* positif memberikan pengaruh yang relatif lebih besar terhadap curah hujan pada kedua daerah tersebut dibandingkan dengan *DM* negatif.

Dari beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya maka penulis tertarik untuk menganalisis bagaimana pengaruh fenomena *ENSO* dan *DM* terhadap curah hujan di Kabupaten Ketapang Provinsi Kalimantan Barat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pembuat kebijakan dalam mengantisipasi dampak dari fenomena *ENSO* dan *DM* terhadap curah hujan di Kabupaten Ketapang.

2. Metodologi

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data indeks Nino 3.4 bulanan, indeks *DM* bulanan dan curah hujan bulanan Kabupaten Ketapang di Stasiun Meteorologi Rahadi Usman periode tahun 1984 s.d 2012. Data indeks Nino 3.4 digunakan untuk menganalisis kejadian *ENSO*, sedangkan data indeks *DM* digunakan untuk menganalisis kejadian *DM*. Data indeks Nino 3.4 dan indeks *DM* diperoleh dari situs www.cews.bmkg.go.id, sedangkan data curah hujan Kabupaten Ketapang didapatkan dari

Stasiun Klimatologi Siantan Pontianak. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode korelasi, *FFT*, *wavelet* dan varian.

Analisis korelasi digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan antara *ENSO* dan *DM* dengan curah hujan. Koefisien korelasi menunjukkan seberapa besar hubungan yang terjadi antara dua variabel. Persamaan korelasi didefinisikan sebagai berikut (Istiarini dan Sukanti, 2012) :

$$R = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad (1)$$

dimana X adalah variabel bebas, dan Y adalah variabel tak bebas atau variabel respon. Nilai korelasi (r) berkisar antara satu sampai minus satu. Semakin mendekati satu atau minus satu berarti hubungan antara dua variabel semakin kuat, sebaliknya jika nilai mendekati nol berarti hubungan antara dua variabel semakin lemah. Nilai positif menunjukkan hubungan berbanding lurus, sedangkan nilai negatif menunjukkan hubungan berbanding terbalik.

Metode *FFT* digunakan untuk melihat keberadaan pola osilasi dari unsur-unsur periodik yang terkandung di dalam suatu deret waktu (Supriyadi, 2013). Persamaan *FFT* yaitu :

$$f(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt \quad (2)$$

dimana $f(\omega)$ adalah fungsi dalam domain frekuensi, sedangkan ω adalah frekuensi radial. Data curah hujan merupakan data yang terdiri dari beberapa periodesitas yang bergabung sehingga membentuk periodesitas yang baru. *FFT* dapat memisahkan periodesitas tersebut menjadi beberapa komponen frekuensi. Hal ini dilakukan agar data tersebut dapat dikelompokkan berdasarkan periodesitasnya.

Transformasi *wavelet* dapat digunakan untuk menganalisis mode variabilitas dominan dan bagaimana variasinya dari waktu ke waktu, dengan mendekomposisi deret waktu ke dalam domain waktu-frekuensi (Torrence and Compo, dalam Gustari, 2009). Transformasi *wavelet* yang dapat mengekstrak pola data dengan baik disebut juga *Continuous Wavelet Transform (CWT)*. *CWT* dari deret waktu $x(t)$ dengan wavelet $\Psi(t)$ didefinisikan oleh Torrence dan Compo sebagai :

$$W_{a,\psi}(s, t) = (x(t) * \Psi_s(t)) \quad (3)$$

dimana t adalah waktu dan $\Psi(t)$ adalah *wavelet* pada skala s . Daya wavelet didefinisikan sebagai $|W_{a,\psi}|^2$. Metode *CWT* ini juga umum digunakan untuk menganalisis osilasi sesaat dan bersifat

lokal dalam deret waktu (Grinsted et al., dalam Gustari, 2009). Hal ini sesuai untuk data cuaca yang tidak terdistribusi secara normal.

Varian adalah salah satu ukuran dispersi atau ukuran variasi. Varian dapat menggambarkan bagaimana berpencarnya suatu data kuantitatif dari nilai rata-ratanya. Varian dinyatakan dengan persamaan berikut (Reza, 2008) :

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n-1} \quad (4)$$

dimana s^2 adalah nilai varian, x_i adalah data ke- i sedangkan μ adalah nilai rata-rata dan n adalah banyak data. Varian dapat digunakan untuk mencari nilai data yang menyimpang jauh dari rata-ratanya.

Gambar 1. Diagram alir penelitian

Alir penelitian ini (Gambar 1) diawali dengan studi literatur dari berbagai sumber mengenai tema penelitian ini serta menyiapkan data curah hujan bulanan Kabupaten Ketapang, data indeks Nino 3.4 dan data indeks *DM* tahun 1984 s.d 2012. Kemudian mencari periode dominan dari kejadian *ENSO*, *DM*, curah hujan Kabupaten Ketapang menggunakan metode *FFT* dengan bantuan program Matlab. Setelah itu data curah hujan bulanan, data indeks Nino 3.4 dan data indeks *DM* diolah dengan metode *wavelet* untuk mengetahui waktu terjadinya periode dominan tersebut dengan bantuan program Matlab. Untuk mengetahui kedekatan

bentuk pola antara curah hujan dengan kejadian *ENSO* dan *DM*, maka data curah hujan dikorelasikan dengan data indeks Nino 3.4 dan indeks *DM* dengan bantuan program Microsoft Excel.

Tahapan berikutnya adalah menentukan sifat hujan dengan cara membandingkan data curah hujan dengan normal hujan tiap bulannya. Untuk mengetahui dampak *ENSO* terhadap curah hujan, yang dihitung dalam membuat distribusi frekuensi sifat hujan hanya data curah hujan pada saat *DM* berada pada fase netral saja. Sedangkan untuk mengetahui dampak *DM* terhadap curah hujan, yang dihitung dalam membuat distribusi frekuensi sifat hujan hanya data curah hujan pada saat *ENSO* berada pada fase netral saja. Proses tersebut akan menghasilkan data distribusi frekuensi sifat hujan dampak dari *ENSO* dan *DM* di Kabupaten Ketapang. Proses selanjutnya adalah mencari nilai varian dari data curah hujan untuk melihat variasi curah hujan ekstrim di Kabupaten Ketapang dimana curah hujan ekstrim tersebut akan dikaitkan dengan kejadian *ENSO* dan *DM*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis *ENSO*

Hasil pengolahan data indeks Nino 3.4 menggunakan metode *FFT* (Gambar 2) menunjukkan bahwa periode ulang dominan dari fenomena *ENSO* adalah 45 bulanan. Sedangkan rentang waktu periode terjadinya fenomena *ENSO* antara satu setengah sampai enam tahun.

Gambar 2. Periodogram data indeks Nino 3.4

Sedangkan hasil pengolahan data indeks Nino 3.4 menggunakan metode *wavelet* (Gambar 3) terlihat periode ulang dominan 45 bulanan terjadi pada rentang waktu tahun 1984 s.d 2003. Sedangkan periode ulang tiga tahunan *ENSO* terjadi dalam kurun waktu dari tahun 2007 s.d 2011.

Gambar 3. Kekuatan spektral *wavelet* data indeks Nino 3.4

3.2. Analisis *DM*

Hasil pengolahan data indeks *DM* menggunakan metode *FFT* (Gambar 4) menunjukkan bahwa periode ulang dominan dari fenomena *DM* adalah 36 bulanan. Sedangkan rentang waktu periode terjadinya fenomena *DM* antara satu sampai empat setengah tahun.

Gambar 4. Periodogram data indeks *DM*

Hasil pengolahan data indeks *DM* menggunakan metode *wavelet* (Gambar 5) menunjukkan periode ulang dominan 36 bulanan terjadi pada rentang waktu tahun 1992 s.d 2000.

Gambar 5. Kekuatan spektral *wavelet* data indeks *DM*

3.3. Analisis Curah Hujan

Nilai korelasi data curah hujan dengan indeks Nino 3.4 sebesar -0,18, sedangkan nilai korelasi data curah hujan dengan indeks *DM* adalah sebesar -0,12. Hal ini menunjukkan hubungan pola antara curah hujan Kabupaten Ketapang dengan *ENSO* serta *DM* rendah.

Hasil pengolahan data curah hujan menggunakan metode *FFT* (Gambar 6)

menunjukkan bahwa periode ulang dominan data curah hujan Kabupaten Ketapang adalah 12 bulanan atau disebut Osilasi Tahunan. Osilasi tahunan terjadi akibat angin monsun yang berubah arah sekali dalam setahun. Pada Gambar 6 juga terlihat bahwa curah hujan Kabupaten Ketapang juga memiliki siklus tiga tahunan. Hal ini menunjukkan bahwa siklus perulangan curah hujan tiga tahunan di Kabupaten Ketapang ada yang bersesuaian dengan siklus perulangan *ENSO* dan *DM*.

Gambar 6. Periodogram data curah hujan di Kabupaten Ketapang

Hasil pengolahan data curah hujan menggunakan metode *wavelet* (Gambar 7) menunjukkan bahwa periode dominan tiga tahunan terjadi pada rentang waktu tahun 1992 s.d 2000.

Gambar 7. Kekuatan spektral *wavelet* data curah hujan di Kabupaten Ketapang

Varian curah hujan Kabupaten Ketapang dalam kurun waktu tahun 1984 s.d 2012 (Gambar 8) menunjukkan bahwa ada lima nilai varian yang melebihi batas nilai varian signifikan, yaitu terjadi pada tahun 1991, 1994, 1997, 2002 dan 2009.

Gambar 8. Variansi data curah hujan di Kabupaten Ketapang

Pada tahun 1991, 1994, 1997, 2002 dan 2009 nilai varian curah hujan Kabupaten Ketapang berada diatas nilai varian signifikan karena kondisi curah hujan lebih rendah dari curah hujan rata-rata periode tahun 1984 s.d 2012. Rendahnya curah hujan pada tahun 1991 dan 2009 bersamaan dengan terjadinya fenomena *El Niño*. Sedangkan rendahnya curah hujan pada tahun 1994 dan 1997 bersamaan dengan terjadinya fenomena *El Niño* dan *DM* positif. Hal ini menunjukkan bahwa rendahnya curah hujan Kabupaten Ketapang dipengaruhi oleh fenomena *El Niño* dan *DM* positif. Namun pada tahun 2002, rendahnya curah hujan di Kabupaten Ketapang tidak terjadi akibat fenomena *ENSO* maupun *DM* sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai hal tersebut.

Tabel 1 menunjukkan pengaruh fenomena *ENSO* dan *DM* terhadap curah hujan di Kabupaten Ketapang. Untuk melihat pengaruh *ENSO* terhadap curah hujan, maka data curah hujan dipilih hanya pada saat kondisi *DM* netral. Begitu pula sebaliknya untuk melihat pengaruh *DM* terhadap curah hujan, maka data curah hujan dipilih hanya pada saat kondisi *ENSO* netral. Saat terjadi fase *El Niño*, curah hujan dibawah normal sebesar 54 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase *El Niño* curah hujan Kabupaten Ketapang cenderung rendah. Saat terjadi fase *La Nina*, curah hujan diatas normal sebesar 45 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase *La Nina* curah hujan Kabupaten Ketapang cenderung tinggi.

Tabel 1. Distribusi frekuensi sifat hujan di Kabupaten Ketapang

Kabupaten Ketapang	Bawah Normal	Normal	Atas Normal
<i>El Niño</i>	54 %	17 %	29 %
<i>La Nina</i>	36 %	19 %	45 %
<i>DM (+)</i>	33 %	22 %	45 %
<i>DM (-)</i>	23 %	24 %	53 %
<i>El Niño & DM (+)</i>	69 %	0 %	31 %
<i>La Nina & DM (-)</i>	12 %	38 %	50 %

Saat terjadi fase *DM* positif, curah hujan dibawah normal hanya sebesar 33 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase *DM* positif curah hujan di Kabupaten Ketapang cenderung tidak rendah. Saat terjadi fase *DM* negatif, curah hujan diatas normal sebesar 53 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase *DM* negatif curah hujan di Kabupaten Ketapang cenderung tinggi. Ketika fase *El Niño* dan *DM* positif terjadi secara bersamaan, curah hujan dibawah normal

sebesar 69 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase *El Niño* dan *DM* positif terjadi secara bersamaan curah hujan di Kabupaten Ketapang cenderung rendah. Ketika fase *La Nina* dan *DM* negatif terjadi secara bersamaan, curah hujan diatas normal sebesar 50 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase *La Nina* dan *DM* negatif terjadi secara bersamaan curah hujan di Kabupaten Ketapang cenderung tinggi.

4. Kesimpulan

Pengaruh pola *ENSO* dan *DM* terhadap curah hujan di Kabupaten Ketapang lebih kecil dibandingkan dengan pengaruh siklus angin monsun. Curah hujan di Kabupaten Ketapang saat fase *El Niño* cenderung rendah. Namun saat fase *DM* Positif curah hujan di Kabupaten Ketapang cenderung tidak rendah. Sedangkan saat fase *La Nina* dan atau *DM* negatif curah hujan di Kabupaten Ketapang cenderung tinggi. Varian curah hujan yang tinggi di Kabupaten Ketapang bersesuaian dengan kejadian *ENSO* dan *DM*.

Daftar Pustaka

- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), 2013, *Data El Niño / La Nina*, http://cews.bmkg.go.id/Repository/Repo_El-Nino_dan-La-Nina.bmkg (23 November 2013)
- Gustari, I., 2009, Analisis curah hujan pantai barat Sumatra bagian utara periode 1994 – 2007, *Jur. Met. Geof.*, 10: 1.
- Hermawan, E., 2007, Penggunaan fast fourier transform dalam analisis kenormalan curah hujan di Sumatra Barat dan Selatan khususnya saat kejadian dipole mode, *Jur. Met. Geof.*, 8: 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.
- Istiarini, R. dan Sukanti, 2012, Pengaruh Sertifikasi Guru dan Motivasi Kerja Guru Terhadap Kinerja Guru SMA Negeri 1 Sentolo Kabupaten Kulon Progo Tahun 2012. *Jur.Pend.Akun.Indo.*, 1: 98-113.
- Reza, M.F., 2008, Perbandingan Eigenface dan Klustering, Universitas Indonesia, Fakultas Ilmu Komputer, Depok, (Skripsi).
- Supriyadi, S., 2013, Pengaruh fenomena india ocean dipole mode terhadap perilaku curah hujan di Tanjung Pandan. *Bull.BBMKG. Wil. II.*, 3: 9.

Tjasyono, B.H.K., 2009, *Meteorologi Indonesia 1 : Karakteristik & Sirkulasi Atmosfer*, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.

Tongkukul, S.H.J., 2011, El-Nino dan pengaruhnya terhadap curah hujan di Manado Sulawesi Utara. *Jur. Ilm. Sai.*, 11:1.