PRISMA FISIKA, Vol. 7, No. 2 (2019), Hal. 74 - 79 ISSN : 2337-8204

RESPONS CURAH HUJAN TERHADAP KEJADIAN *DIPOLE MODE* (DM) DI KOTA PONTIANAK

Reza Saputra[a], Muliadi[a], Arie A. Kushadiwijayanto[b*]

[a]Prodi Geofisika, [b] Prodi Ilmu Kelautan FMIPA Universitas Tanjungpura, Jalan Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia
*Email: arie.antasari.k@fmipa.untan.ac.id

Abstrak

Aktifitas kejadian *Dipole Mode* (DM) dapat mempengaruhi curah hujan. DM merupakan salah satu kejadian interaksi laut dan atmosfer yang terjadi di Samudra Hindia akibat perbedaan anomali Suhu Permukaan Laut (SPL) antara Samudra Hindia bagian Barat dan Samudra Hindia bagian Timur. Kejadian tersebut sangat berpengaruh terhadap curah hujan di beberapa wilayah sekitarnya. Penelitian ini bertujuan mengkaji respon curah hujan terhadap kejadian DM di Kota Pontianak. Data yang digunakan adalah curah hujan bulanan dan indeks DM dari tahun 1985 – 2017 yang telah di *filter* menggunakan *high pass filter* dengan *cut off* 10. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah transformasi *wavelet* dengan melihat besarnya kekuatan curah hujan yang telah dipecah menjadi beberapa periode dan metode *cross wavelet* untuk melihat hubungan antara curah hujan dan DM. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa curah hujan ekstrim di Kota Pontianak dipengaruhi oleh kejadian DM selama 5 tahun. Sinyal curah hujan terjadi lebih dahulu dibandingkan sinyal DM.

Kata Kunci : Curah hujan, *Dipole Mode,* Kota Pontianak, Transformasi *Wavelet* dan *Cross Wavelet*

1. Pendahuluan

Dipole Mode (DM) merupakan kejadian interaksi laut dan atmosfer yang terjadi akibat perbedaan anomali Suhu Permukaan Laut (SPL) antara Samudra Hindia bagian Barat (pantai Timur Afrika) dan Samudra Hindia bagian Timur (Indonesia bagian Barat) [1]. Kenaikan SPL akan menyebabkan terjadinya curah hujan, karena peningkatan energi di laut yang memberikan efek penguapan di atmosfer [2].

DM terbagi menjadi 2 fase yaitu fase DM (+) dan fase DM (-). Fase DM (+) terjadi akibat menghangatnya SPL di Samudra Hindia bagian Barat dibandingkan dengan Samudra bagian Hindia Timur, sehingga menyebabkan penurunan curah hujan di Indonesia. Fase DM (-) merupakan kebalikan dari fase DM (+), dimana SPL Samudra Hindia bagian Timur meningkat dan mendorong peningkatan curah hujan di Indonesia [3].

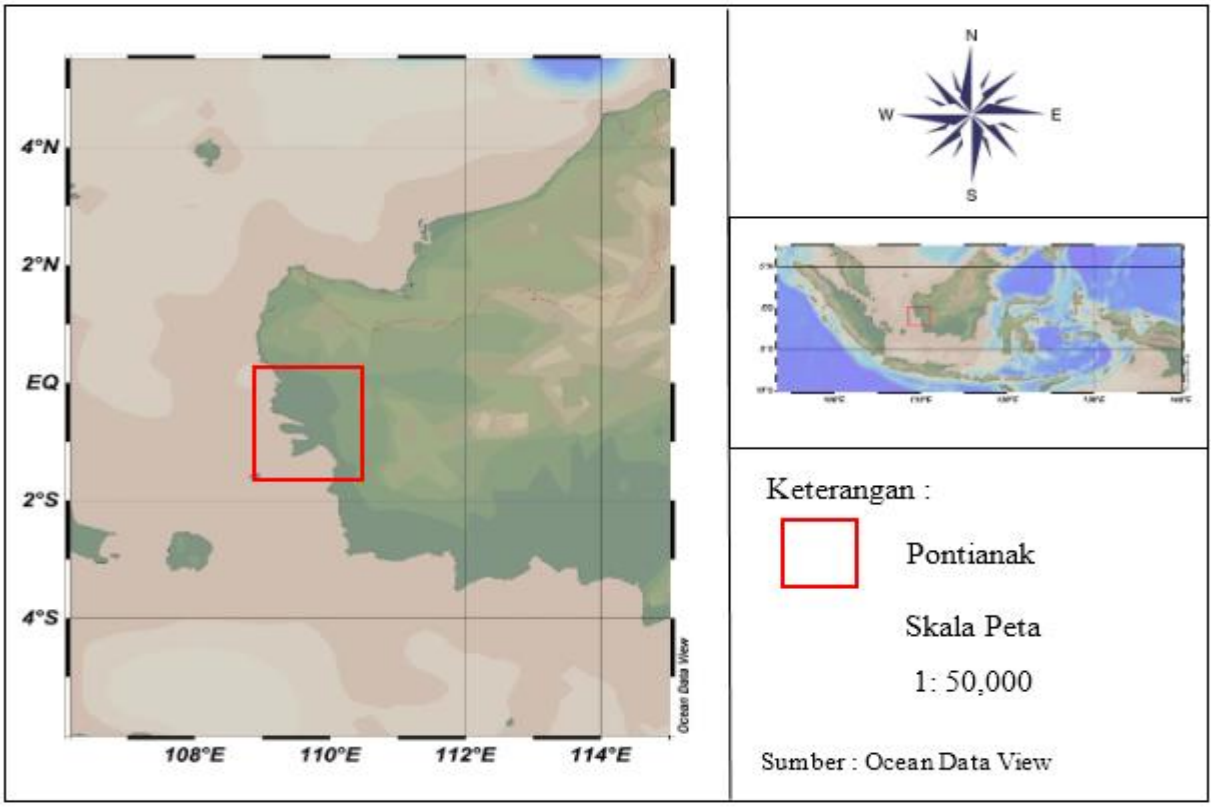
Kota Pontianak merupakan daerah yang terletak di Pulau Kalimantan sebelah Barat yang berada di ekuatorial Samudra Hindia bagian Timur. Daerah ini berdekatan dengan perairan Barat Indonesia yang dapat berinteraksi langsung dengan Samudra Hindia, sehingga daerah ini diketahui memiliki fenomena antar-tahunan seperti DM [4].

Indikasi pengaruh kejadian DM di Kota Pontianak sudah diketahui namun informasi tentang DM masih kurang jelas. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Warsini (2008) menunjukan bahwa curah hujan di Pontianak di pengaruhi oleh fenomena DM pada fase DM (+) maupun DM (-). Penelitian ini hanya membandingkan secara langsung intensitas curah terhadap indeks DM (+) dan DM (-) dari tahun kejadian 1982 – 2000 [5]. Pada penelitian Novi *et al* (2018) diketahui bahwa curah hujan di Pontianak tidak terlalu dipengaruhi oleh kejadian fenomena DM. Penelitian ini menggunakan korelasi dari tahun 1995 – 2014 [6].

Dari beberapa penelitian tersebut, data dan metode penelitian tidaklah representatif dalam menjelaskan kejadian DM, dikarenakan hanya sebatas perbandingan tanpa melihat korelasinya. Maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon curah hujan terhadap kejadian DM di Kota Pontianak menggunakan metode transformasi *wavelet* dan metode *cross wavelet*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengantisipasi dampak dari curah hujan yang diakibatkan oleh kejadian DM di Kota Pontianak dan sebagai sumber informasi dan referensi dalam penelitian selanjutnya.

2. Metodologi Penelitian

Daerah kajian ini yaitu Kota Pontianak yang teletak di Provinsi Kalimantan Barat dengan titik koordinat 0.263° LS dan 109.3425° BT. Kota Pontianak merupakan salah satu kota yang di lalui garis ekuator yang berbatasan langsung dengan laut Natuna sebelah Barat yang berdekatan dengan Samudra Hindia. Daerah kajian tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta penelitian. Pada kolom petak merah menunjukan daerah kajian Kota Pontianak (Sumber: Ocean Data View)

Data yang digunakan adalah curah hujan daerah Kota Pontianak yang diunduh dari situs web *ECMWF* (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)* (*www.ecmwf.inf*). Data indeks DM (DMI) diunduh dari situs web *NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration's) ESRL (The Earth System Research Laboratory) (www.esrl.noaa.gov).* Kedua data tersebut berupa data bulanan selama 32 tahun dari bulan Januari 1985 – Desember 2017.

Pada Gambar 2 memperlihatkan alir penelitian. Data curah hujan yang telah diunduh melalui *website ECMWF* merupakan data harian selama 32 tahun, kemudian ditentukan titik koordinat daerah penelitian Kota Pontianak menggunakan *Ocean Data View* (ODV), setelah itu dibaca dengan menggunakan *software,* lalu data harian tersebut dijumlahkan menjadi data bulanan yang berjumlah 396 data. Data DMI yang didapat dari situs web *NOAA* merupakan data bulanan selama 32 tahun dengan jumlah data 396 data.

Data curah hujan dan indeks DM disimpan dalam bentuk (.txt) dan diinput kedalam metode *high pass filter* menggunakan *script lanchoz filter*. Data DMI dan curah hujan bulanan di tapis menggunakan *lanchoz filter* untuk menghilangkan sinyal frekuensi tinggi yang masih memiliki kemungkinan menganggu sinyal dari siklus antar tahunan selain DMI. Penapisan ini digunakan untuk menghilangkan sinyal data deret waktu, untuk frekuensi tinggi di atas 12 bulanan dengan *frequency cut* (pemotongan frekuensi) sebesar 10 dari data bulanan DMI dan curah hujan sehingga dapat mempertegas sinyal data yang berasal dari pengaruh curah hujan terhadap DM. Metode penapisan yang digunakan *lanchoz filter* yang di buat oleh Emery dan Thomson [7].

Data curah hujan dan indeks DM yang sudah ditapis dilakukan perhitungan normalisasi, setelah itu data curah hujan di input kedalam metode transformasi *wavelet*. Transformasi *wavelet* adalah sebuah metode menginterpretasikan data *time-series* sebagai sumber sinyal dalam mengubah data *time-series* (satu dimensi) menjadi dua dimensi agar lebih mudah di analisis *power spectrum wavelet* dalam transformasi *wavelet* [8]. Metode ini digunakan untuk melihat besarnya kekuatan curah hujan selama 32 tahun. Pada penelitian ini, menggunakan transformasi *wavelet* dengan persamaan Torrence dan Compo (1998) berdasarkan langkah-langkah sebagai berikut [9] :

a. Nilai transformasi *wavelet* ditentukan menggunakan persamaan:

$$W_n(s) = \sum_{K=0}^{N=1} x_k \psi\,(s\omega_k) e^{i\omega_k n\delta t} \quad (1)$$

Dengan $\omega_k = \pm(\frac{2\pi k}{N\delta t})$ merupakan frekuensi angular, δt merupakan interval waktu dan k merupakan Indeks frekuensi, dengan $\delta t = 1/12$ selama 32 tahun. Jenis induk *Wavelet Morlet* (ω_0=6). Pada transformasi *wavelet* dikenal juga istilah faktor turunan empiris yang disebut COI

(cone of influence), spektrum yang berada di luar batasnya adalah error yang terjadi dalam analisis *time-series* terbatas pada awal dan akhir *wavelet-power spectrum*. Untuk Morlet, nilai COI nya adalah C_δ = 0,776, γ= 2,32, δ_{j0} = 0,60 dan $\psi_{0(0)}$ = π-1/4.Dimana faktor rekontruksi (C_δ), faktor korelasi rata-rata waktu (γ) dan faktor rata-rata skala (δ_{j0}).

b. Langkah selanjutnya dari transformasi *wavelet* yang digunakan adalah spektrum *wavelet* yang dinyatakan oleh persamaan:

$$SD = |W_n(S)|^2 \quad (2)$$

c. Selanjutnya adalah *wavelet power spectrum* yang dirata-ratakan untuk skala tertentu yang menggambarkan deret waktu varians (σ) dalam skala waktu tertentu, diberikan oleh persamaan:

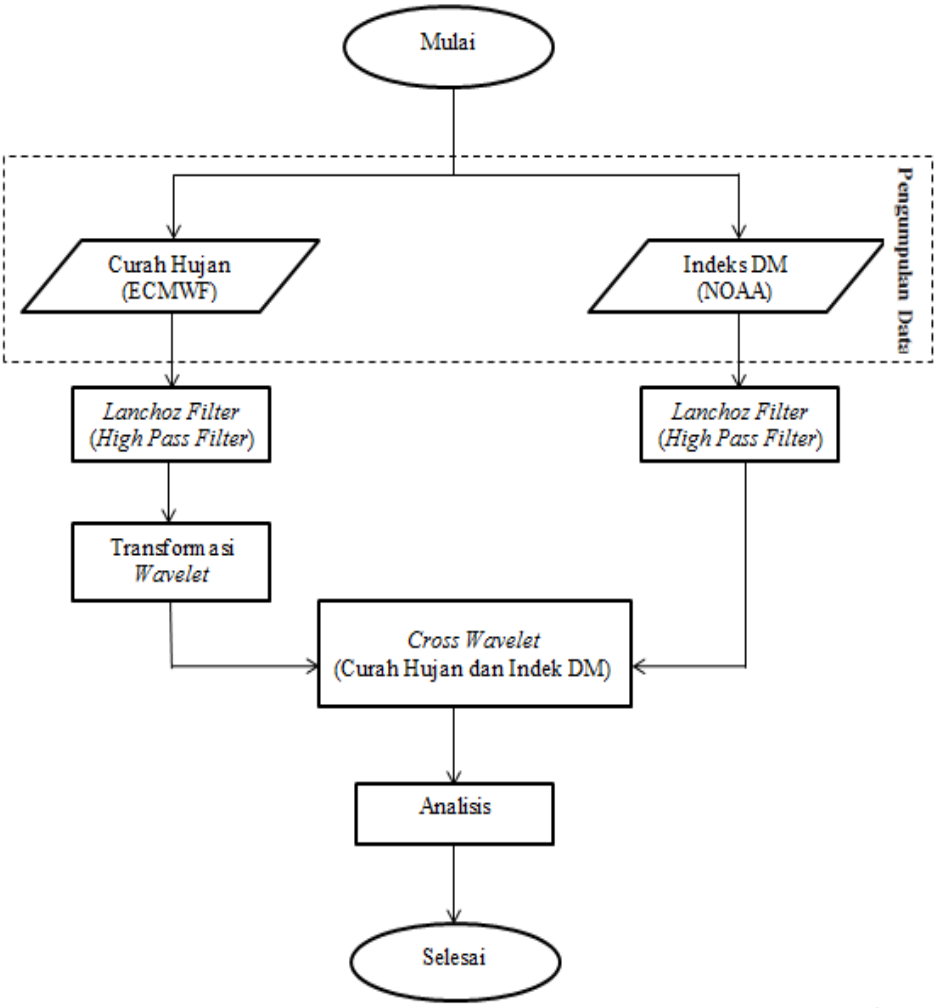
$$\sigma^2 = \frac{\delta j \delta t}{C_\delta N} \sum_{j-0}^{j} \frac{|W_n(s_j)|^2}{s_j} \quad (3)$$

Data indeks DM di korelasikan dengan data curah hujan menggunakan metode *cross wavelet.* Metode *cross wavelet* merupakan metode yang digunakan untuk melihat korelasi antara DM terhadap curah hujan selama 32 tahun. Dalam metode ini akan terlihat sinyal dari DM dan curah hujan. Dari 2 parameter tersebut dapat dilihat sinyal curah hujan dan DMI, apakah sinyal tersebut terjadinya bersamaan, mendahului, atau berlawanan. Data yang digunakan dalam metode ini yaitu DMI dan curah hujan yang telah ditapis. Pada penelitian ini, menggunakan *cross wavelet* dengan persamaan Torrence dan Compo [9].

$$D = \frac{|W_n^X(s) W_n^Y(s)|}{\sigma X \sigma Y} < p \frac{Z_v(p)}{v} \sqrt{P_k^X P_k^X} \quad (4)$$

$W_n^X(s)$	= Transformasi *wavelet* variable x
$W_n^Y(s)$	= Transformasi *wavelet* variable y
σX	= Simpangan baku variable x
σY	= Simpangan baku variable y
P	= Nilai probabilitas
Z_v	= Selang kepercayaan
v	= Derajat bebas
P_k^X	= *Power spektral* variable x
P_k^Y	= *Power spektral* variable y

Berdasarkan hasil gambar dari kedua metode tersebut yaitu transformasi *wavelet* dan *cross wavelet* dilakukan analisis. Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

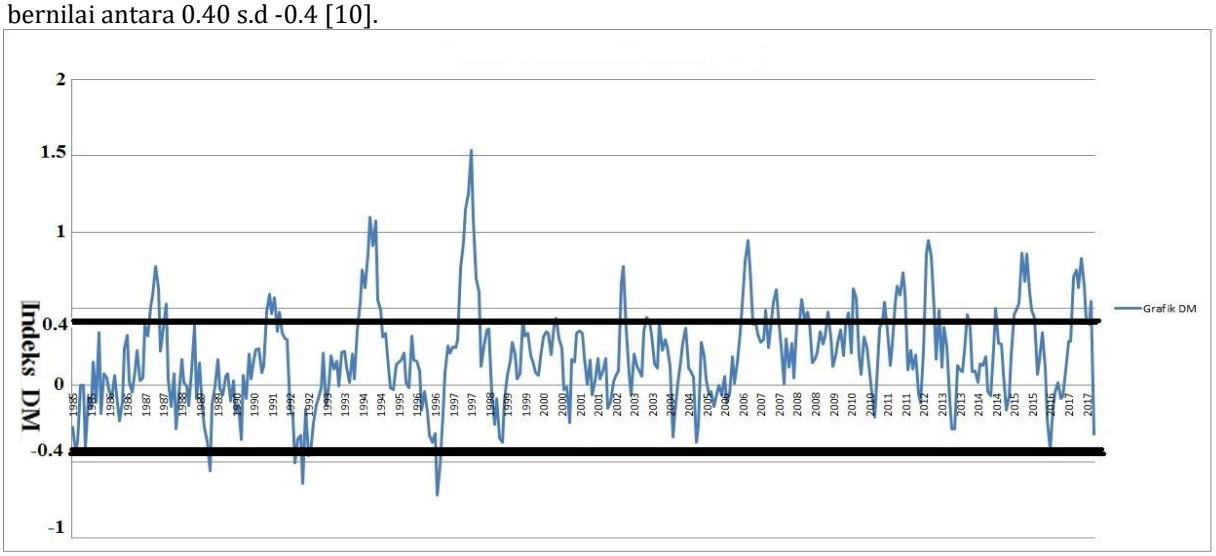


Gambar 2. Diagaram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan nilai indeks DM penyimpangan iklim SPL di Samudra Hindia bagian Barat dapat di kategorikan sebagai fase DM (+) dengan nilai 0.40, dan jika terjadi di Samudra Hindia bagian Timur di kategorikan sebagai fase DM (-) dengan nilai -0.40. Apabila SPL di Samudra Hindia dikatakan normal bernilai antara 0.40 s.d -0.4 [10].

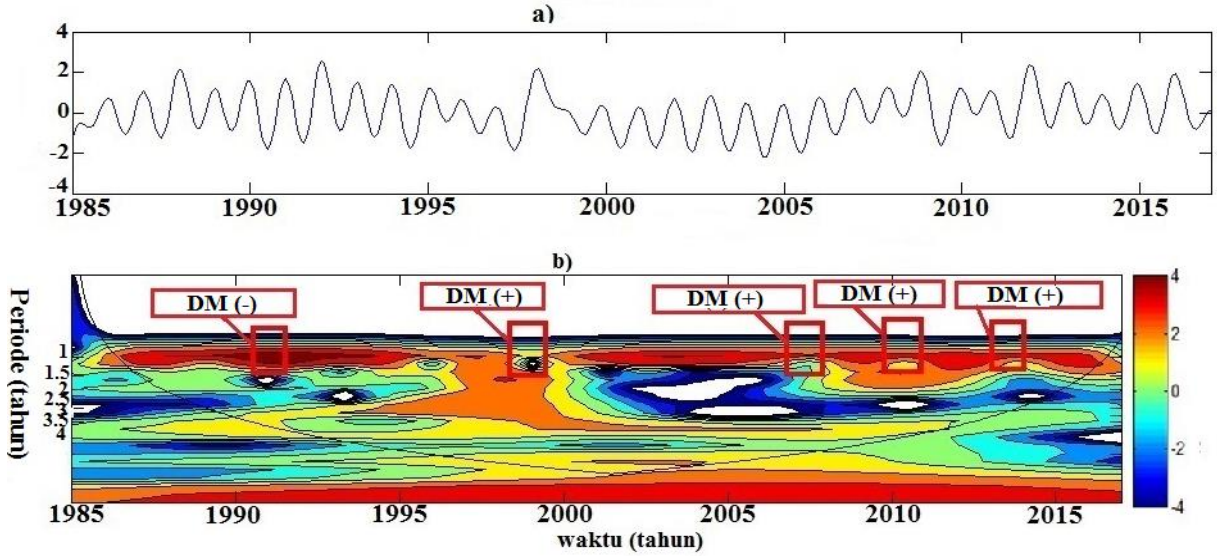
Gambar 3 grafik nilai indeks DM dari tahun 1985-2017. Pada puncak fase indeks DM (+) terjadi pada tahun 1987, 1991, 1994, 1997, 2002, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015 dan 2017 sedangkan puncak fase indeks DM (-) yang ekstrem terjadi pada tahun 1989, 1992 dan 1996.



Gambar 3. Grafik indeks DM tahun 1985-2017. Pada garis hitam menunjukan batas minimum indeks DM (+) lebih besar dari 0,4 dan garis hitam menunjukan minimum indeks DM (-) lebih kecil dari -0,4.

3.1. Respon Curah hujan terhadap Kejadian DM di Kota Pontianak

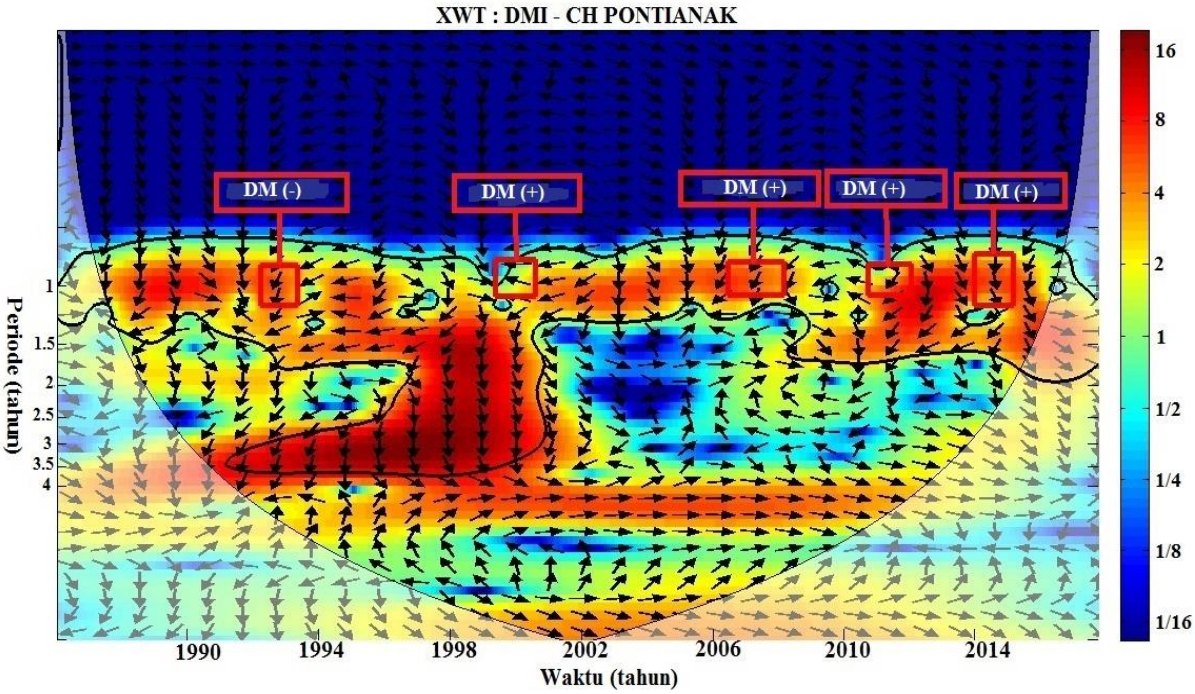
Pada Gambar 4 transformasi *wavelet* berfungsi untuk melihat kekuatan dari curah hujan selama 32 tahun. Gambar (a) menunjukkan grafik curah hujan pada deret waktu yang telah dinormalisasi selama 32 tahun. Gambar (b) *power spectrum wavelet* menunjukan besarnya kekuatan curah hujan yang telah dipecah menjadi beberapa periode. Sumbu x menunjukan waktu (tahun) dan sumbu y menunjukan periode (tahun).



Gambar 4. Transformasi *wavelet* curah hujan di Kota Pontianak menunjukan a). Grafik curah hujan yang telah dinormalisasi b). Kekuatan curah hujan yang telah dipecah menjadi beberapa periode, sedangkan gambar b kolom petak warna merah menunjukan intensitas curah hujan ekstrem yang bertepatan dengan kejadian DM.

Gambar 5 *cross wavelet* untuk melihat korelasi antara DM dan curah hujan selama 32 tahun. Arah panah menggambarkan fase dari fenomena DM terhadap curah hujan. Arah panah ke atas menunjukan sinyal dari DM mendahului sinyal dari curah hujan, arah panah ke bawah menunjukan sinyal dari curah hujan mendahului sinyal dari DM dan arah panah ke kiri menunjukan sinyal DM dan curah hujan terjadi secara bersamaan.

Penelitian ini difokuskan melihat kekuatan curah hujan berada pada titik ekstrim. Respon curah hujan terhadap kejadian DM yang dikaji adalah saat kekuatan curah hujan berada pada titik ekstrim yang diberi tanda segi empat merah pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 5. *cross wavelet* menunjukan hubungan kejadian DM terhadap curah hujan. Gambar Kontur menunjukan signifikansi selang kepercayaan 95% yang ditampilkan sebagai kontur hitam tebal, sedangkan petak merah menunjukan hubungan respon kejadian DM terhadap curah hujan pada arah panah.

Pada Gambar 4 (b) terlihat bahwa kekuatan curah hujan di Kota Pontianak didominasi oleh periode 1 tahunan, curah hujan tinggi sepanjang tahun. Dimana curah hujan sangat tinggi terjadi di tahun 1992. Kekuatan curah hujan terlihat berkurang di tahun 1999, 2007, 2010, dan 2014, sedangkan pada tahun 1997, 2004, 2009, 2012, 2013, 2016 dan 2017 bukan berkaitan dengan kejadian DM.

Pada Gambar 4 (b) di tahun 1992 kekuatan curah hujan tinggi bertepatan dengan fase DM (-) yang terjadi di bulan Agustus dan September. Hasil arah panah *cross wavelet* Gambar 5 menunjukkan bahwa sinyal curah hujan terjadi terlebih dahulu dibandingkan dengan naiknya Indeks DM, dimana sinyal curah hujan mendahului 7 bulan dari sinyal DM.

Pada tahun 1999 curah hujan berkurang bertepatan dengan fase DM (+) yang terjadi pada bulan Juli. Arah panah keatas kiri *cross wavelet* Gambar 5 menunjukan bahwa indeks DM naik terlebih dahulu dibandingkan dengan berkurangnya curah hujan, dimana sinyal DM mendahului sinyal curah hujan.

Pada tahun 2007 di periode satu tahunan kekuatan curah hujan berkurang bertepatan dengan fase DM (+), respon fase DM (+) terjadi pada bulan Mei – Oktober. Hasil panah *cross wavelet* pada Gambar 5 menunjukan bahwa curah hujan terjadi terlebih dahulu dibandingkan dengan Indeks DM, dimana sinyal curah hujan mendahului 4 bulan dari sinyal DM.

Pada tahun 2010 kekuatan curah hujan berkurang bertepatan dengan fase DM (+). respon fase DM (+) kuat terjadi pada bulan Januari – April. Pada Gambar 5 *cross wavelet* pada periode 1 tahunan tahun 2010 bulan Januari menunjukan bahwa sinyal curah hujan terjadi terlebih dahulu dibandingkan dengan Indeks DM, dimana sinyal curah hujan mendahului sinyal DM.

Kekuatan curah hujan berkurang bertepatan dengan fase DM (+) kuat yang terjadi di bulan

Oktober 2014. Pada Gambar 5 arah panah *cross wavelet* menunjukan bahwa curah hujan hujan rendah terjadi terlebih dahulu dibandingkan dengan naiknya Indeks DM, dimana sinyal curah hujan mendahului 9 bulan dari sinyal DM.

Pada periode 1,5 tahunan sampai periode 4 tahunan curah hujan di Kota Pontianak bukan dipengaruhi oleh kejadian DM, melainkan dengan adanya kejadian lainnya. Curah hujan di Kota Pontianak bertepatan dengan kejadian DM yang di dominasi pada periode satu tahunan.

DM di Kota Pontianak mempengaruhi curah hujan selama 5 tahun kejadian pada tahun 1992, 1999, 2007, 2010 dan 2014. Sinyal dari curah hujan mendominasi terjadi terlebih dahulu dibandingkan sinyal DM.

Berdasarkan analisis ini diketahui bahwa sinyal dari curah hujan umumnya terjadi lebih dahulu dibandingkan sinyal dari DM. Dengan demikian, di Kota Pontianak curah hujan yang terjadi lebih dahulu merupakan gejala akan terjadinya DM.

Curah hujan di Kota Pontianak besar dipengaruhi oleh kejadian DM dikarenakan Kota Pontianak berada di ekuatorial Indonesia bagian Barat yang berdekatan dengan Samudra Hindia bagian Timur, sehingga dapat mempengaruhi curah hujan di daerah tersebut. Letak geografis yang sangat strategis dekat dengan Samudra Hindia menyebabkan adanya gejala penyimpangan iklim terhadap fenomena DM. Hal ini juga sesuai dengan penelitian [5] bahwa curah hujan di Kota Pontianak dipengaruhi oleh fenomena DM dengan kejadian DM (+) lebih mendominasi.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, respon curah hujan terhadap kejadian DM di Kota Pontianak. Curah hujan ekstrem di Kota Pontianak dipengaruhi oleh kejadian DM selama 5 tahun. Sinyal curah hujan di Kota Pontianak lebih dahulu terjadi dari pada sinyal DM, dengan demikian curah hujan yang terjadi lebih dahulu merupakan gejala akan terjadinya fenomena DM.

4.2. Saran

Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai respon curah hujan terhadap kejadian DM di Kota Pontianak yang meliputi parameter angin sehingga diperoleh informasi mengenai angin di lokasi tersebut, agar menjadi data yang lebih lengkap dalam melakukan penelitian respon curah hujan terhadap kejadian DM.

Daftar Pustaka

[1] Hermawan, E., 2007, Penggunaan Fast Fourier Transform Dalam Analisis Kenormalan Curah Hujan Di Sumatra Barat Dan Selatan Khususnya Saat Kejadian *Dipole Mode*. Jurnal Meteorologi dan Geofisika, Vol. 8, No. 2 : 79-86

[2] Aldrian, E. 2008, Meteorologi Laut Indonesia. Jakarta : Badan Meteorologi dan Geofisika.

[3] Yuggotomo, M.E., dan Ihwan, A., 2014, Pengaruh Fenomena *El Nino Southren Oscillation* dan *Dipole Mode* Terhadap Curah Hujan di Kabupaten Ketapang, Jurnal Positron, Vol. IV, No. 2: 35-39.

[4] Juniarti, L., Jumarang, M.I., dan Apriansyah., 2017, Analisi Kondisi Suhu Dan Salinitas Perairan Barat Sumatra Menggunakan Data Argo Float, Jurnal Physics Communication 1 (1): 74-84.

[5] Warsini., 2008, Pengaruh Fenomena *Dipole Mode* Terhadap Curah Hujan Di Wilayah Indonesia Bagian Barat, Universitas Tanjungpura, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Kota Pontianak, (SKRIPSI).

[6] Novi, M.B., Muliadi., Adriat, R., 2018, Pengaruh *El Nino Southren Oscillation* dan *Dipole Mode* Terhadap Curah Hujan Di Kota Pontianak, Jurnal Prisma Fisika, Vol. 6, No. 3: 210 – 213.

[7] Emery, W.J. *and* R.E Thomson, 2004, *Data Analysis Methods in Physical Ocenography*, 2d ed., *Pages* 533-539.

[8] Kusumastuti, C, 2010, Jurnal Ilmiah Analsis Pola Hujan di Jakarta Dengan Metode Statistik dan Wevelet, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.

[9] Torrace, C dan Compo G.P., 1998, *A Practical Guide to Wavelet Analysis, Buletin of the American Meteorological Society*, Vol. 79, No.1: 61-78.

[10] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), 2016, Prakiraan Musim Hujan 2016 di Indonesia. Jakarta: BMKG.