

Pengklastran Anomali Curah Hujan di Indonesia dan kaitannya dengan Aktivitas Matahari

Tiar Dani dan Wilson Sinambela
Peneliti Matahari dan Antariksa
Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
t_dani@bdg.lapan.go.id

Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan pengklastran dan analisis wavelet untuk anomali curah hujan di Indonesia selama periode 1900 - 2005, baik menggunakan data seluruh bulan, data bulan DJF (Desember Januari Februari), maupun data bulan JJA (Juni Juli Agustus). Pengklastran dilakukan untuk melihat pola kemiripan anomali curah hujan untuk masing-masing titik atau grid wilayah di Indonesia. Hasil pengklastran menunjukkan bahwa anomali curah hujan di Indonesia, baik untuk seluruh bulan, bulan DJF, maupun bulan JJA, terbagi atas 2 klaster besar yang dibatasi oleh garis bujur 120° . Dua klaster besar ini selanjutnya disebut sebagai klaster Indonesia Barat dan klaster Indonesia Timur. Untuk klaster Indonesia Barat, memiliki pusat klaster disekitar Pontianak. Sedangkan klaster Indonesia Timur berpusat di sekitar Merauke (data seluruh bulan), di sekitar Teluk Carpentaria (data bulan DJF), dan di sekitar Jayapura (data bulan JJA). Dengan menggunakan analisis wavelet diperoleh bahwa matahari memberikan pengaruh terhadap anomali curah hujan di Indonesia yang bersifat jangka panjang (11, 22, 33, 50 tahun). Matahari juga memberikan pengaruh lebih besar untuk anomali curah hujan pada klaster Indonesia Timur dibandingkan dengan klaster Indonesia Barat.

Kata kunci : Klastering, anomali curah hujan, aktivitas matahari

Abstract

Precipitation anomaly clustering and wavelet analysis over Indonesia regions during 1900 – 2005 periods had done, for all month data, DJF month data (December January February), and JJA month data (June July August). With clustering, we try to determine the similarity of precipitation anomaly for each point or grid within Indonesian region. The clustering result shows that precipitation anomaly over Indonesia divided into two large cluster with boundaries by longitude line of 120° . Two clusters furthermore call as West Indonesia cluster and East Indonesia cluster. For West Indonesia cluster had the cluster center around Pontianak and for East Indonesia cluster had the cluster center around Merauke (all month data), around Carpentaria Bay (DJF month data) and around Jayapura (JJA month data). With wavelet analysis for each clusters, we see that the solar activity give influence to precipitation anomaly over Indonesia for long-term effects (11, 22, 33, and 50 year). Solar activity also gives more influence for precipitation anomaly in East Indonesia cluster more than in West Indonesia cluster.

Keywords: Clustering, precipitation anomaly, solar activity

1. PENDAHULUAN

Matahari sebagai sumber energi memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap Bumi. Perubahan-perubahan yang terjadi di matahari memberikan kontribusi terhadap perubahan pola iklim, badai geomagnet, aurora dan sebagainya. Perubahan-perubahan di matahari disebut sebagai aktivitas matahari. Matahari memiliki variasi periode aktivitas 11 tahun (siklus Schwabe) yang terkait dengan siklus bilangan sunspot, dan 22 tahun (siklus Hale) yang terkait

dengan perubahan medan magnet matahari. Selain kedua perioda tersebut terdapat perioda-perioda lain seperti yang dirangkum oleh Perry (1994) yaitu perioda 0,64 tahun, 1,14 tahun, 2,74 tahun, 11,0 tahun, 22,0 tahun, 47,0 tahun, 88,0 tahun, dan 179 tahun.

Penelitian tentang kaitan antara aktivitas matahari dengan parameter iklim telah banyak dilakukan, walaupun hubungannya tidak secara langsung. Hiremath (2004) menyatakan bahwa ada indikasi siklus matahari dan fenomena terkait memiliki korelasi yang baik terhadap iklim global dan temperatur Bumi.

Makalah ini menyajikan hubungan aktivitas matahari dengan iklim di Indonesia, yaitu dengan curah hujan, walaupun masih terdapat juga efek lokal yang mempengaruhi seperti QBO dan ENSO.

2. METODOLOGI

2.1. Data

Parameter iklim yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah anomali curah hujan di wilayah 95° BT- 145° BT dan 10° LU- 15° LS (sekitar Indonesia), yang diambil dari data global anomali curah hujan bulanan NOAA dengan grid ($5^{\circ} \times 5^{\circ}$) dalam rentang tahun 1900 – 2005 (http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/ghcn/ghcngrid_prpcp.html).

Wilayah Indonesia yang luas memiliki anomali curah hujan yang berbeda-beda untuk masing-masing grid selama rentang tahun 1900 - 2005. Dengan menggunakan teknik *data mining* (pengklasteran) akan lebih mudah memisahkan data anomali curah hujan berdasarkan tingkat kemiripan nilai anomali curah hujan antar grid dalam rentang 105 tahun sehingga pengolahan dan analisis data lebih mudah dilakukan. Teknik pengklasteran yang dilakukan adalah *Fuzzy Clustering* menggunakan software NCSS 2007. Data hasil klastering ini kemudian diolah menggunakan analisis teknik spektral wavelet untuk melihat sinyal-sinyal yang dominan dari aktivitas matahari dengan bantuan piranti lunak (*software*) WWZ (*The Weighted Wavelet Z-Transform, Foster 1996*)

2.2. Metoda

Tahap awal yang dilakukan adalah mengekstraksi data anomali curah hujan bulanan per grid dari data global NOAA untuk kurun waktu 1900 – 2005 dengan menggunakan perangkat lunak khusus yang dibuat dalam bahasa FORTRAN. Data yang diambil adalah data untuk seluruh grid ($5^{\circ} \times 5^{\circ}$) dari wilayah yang digunakan. Data ini kemudian dihitung rata-rata tahunannya. Selain itu, juga dilakukan ekstraksi data anomali curah hujan bulanan untuk bulan DJF dan bulan JJA untuk tiap-tiap grid. Data ini juga diubah menjadi rata-rata tahunan. Kemudian dilakukan pengklasteran data tersebut dengan menggunakan teknik *Fuzzy Clustering* yang terdapat pada perangkat lunak NCSS 2007, baik untuk keseluruhan bulan, bulan DJF maupun bulan JJA. Dari hasil pengklasteran akan didapat klaster-klaster yang kemudian akan di analisis menggunakan teknik wavelet.

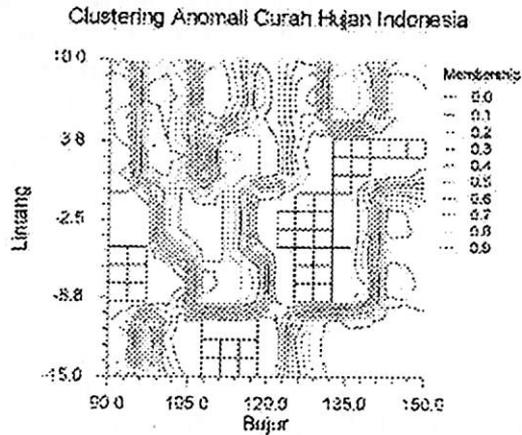
3. HASIL DAN ANALISA

3.1. Anomali Curah Hujan Indonesia

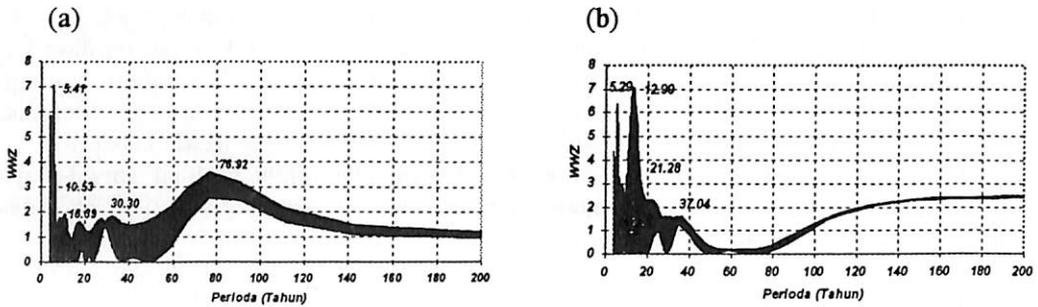
Pengklasteran dilakukan terhadap data anomali curah hujan tahunan masing-masing grid wilayah Indonesia perioda 1900 – 2005.

Gambar 3-1 menunjukkan bahwa pengklasteran untuk anomali curah hujan di Indonesia menghasilkan 2 klaster besar yaitu klaster Indonesia Barat dan klaster Indonesia Timur yang masing-masing berpusat di Pontianak ($107,5^{\circ}$ BT; $2,5^{\circ}$ LS) dan Merauke ($142,5^{\circ}$ BT; $7,5^{\circ}$ LS). Selain itu, dapat juga terlihat batas antar klaster sama dengan batas daerah hujan antara Indonesia Barat dengan Indonesia Timur yaitu pada garis bujur 120° BT. Dengan memasukkan nilai anomali curah hujan dari anggota tiap-tiap klaster, kemudian dilakukan analisis wavelet

untuk melihat sinyal-sinyal aktivitas matahari. Hasil analisis wavelet untuk masing-masing kluster ditunjukkan pada Gambar 3-2.



Gambar 3-1: Hasil *fuzzy clustering* anomali curah hujan Indonesia



Gambar 3-2: Plot hasil *wavelet transform* untuk kluster Indonesia Barat (a) dan kluster Indonesia Timur (b)

Gambar 3-2(a) adalah anomali curah hujan untuk kluster Indonesia Barat yang menunjukkan adanya sinyal-sinyal aktivitas matahari meskipun lemah. Sinyal QBO dan ENSO tampak sangat kuat (4-6 tahun) dibandingkan sinyal dari matahari (10,53 tahun) yang merupakan siklus Schwabe atau siklus bilangan sunspot, siklus pasang surut (16,39 tahun), siklus matahari *Big Fingers* (30,3 tahun), dan periode 76,92 tahun (siklus matahari *Gleissberg*) (76,92 tahun).

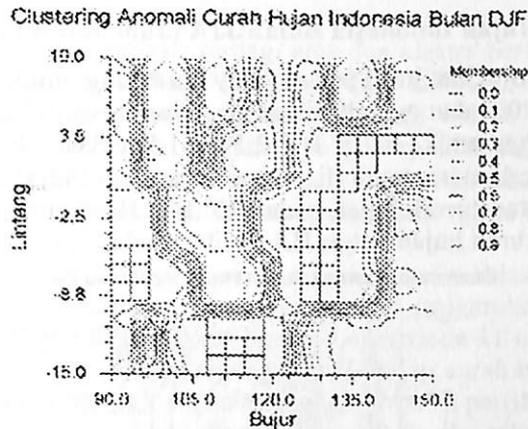
Gambar 3-2(b) menunjukkan beberapa perioda yang muncul dari data anomali curah hujan kluster Indonesia Timur. Sinyal dari ENSO tampak sangat kuat (5,29 tahun) tetapi sinyal matahari siklus 11 tahunan lebih menonjol (12,99 tahun). Dan terdapat juga sinyal jangka panjang yang lain dari matahari (21,28 dan 37,04 tahun) tetapi lemah. Periode 21,28 tahun merupakan siklus magnetik Hale dan periode 37,04 tahun yang merupakan siklus matahari *Big Fingers*.

Dari kedua gambar tersebut dapat dilihat bahwa matahari memberikan pengaruhnya terhadap anomali curah hujan di Indonesia, baik untuk kluster Indonesia Barat maupun kluster Indonesia Timur. QBO dan ENSO juga memberikan pengaruhnya yang signifikan. Selanjutnya bisa dilihat bahwa matahari lebih dominan kontribusinya terhadap curah hujan untuk kluster Indonesia Timur dibanding kluster Indonesia Barat. Hal ini diduga disebabkan oleh perbedaan penyerapan energi matahari di kedua kluster tersebut. Kluster Indonesia Timur lebih banyak terdapat lautan yang menyerap lebih banyak energi matahari dibanding kluster Indonesia Barat

yang terdapat banyak daratan. Hal tersebut berkaitan pula dengan gerak revolusi bumi yang menyebabkan posisi relatif matahari terhadap khatulistiwa yakni di utara dan di selatan khatulistiwa masing-masing selama enam bulan. Hal demikian juga disebabkan oleh fakta bahwa lautan lebih banyak terdapat di belahan Bumi selatan dibanding belahan Bumi Utara.

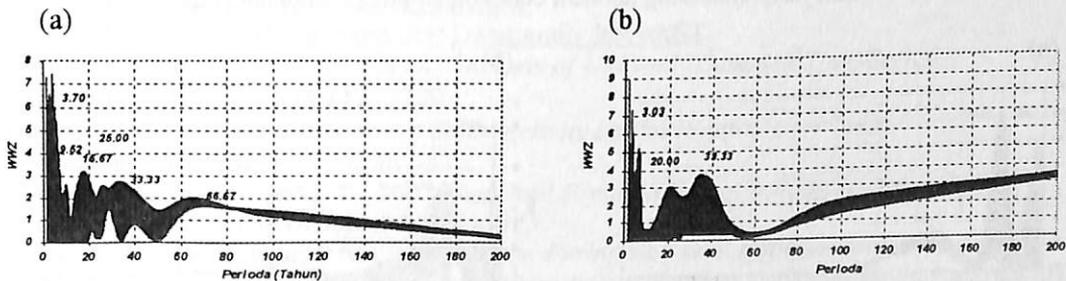
3.2. Anomali Curah Hujan Indonesia Bulan Desember - Februari (DJF)

Hasil pengklasteran terhadap data anomali curah hujan bulan DJF tiap – tiap grid sepanjang tahun 1900 – 2005 terlihat pada Gambar 3-3.



Gambar 3-3: Hasil *fuzzy clustering* anomali curah hujan Indonesia bulan DJF

Gambar 3-3 menunjukkan hasil proses *fuzzy clustering* untuk data anomali curah hujan bulan DJF sepanjang tahun 1900 – 2005 dan tetap sama menghasilkan dua kluster, yaitu kluster Indonesia Barat yang masih tetap berpusat di Pontianak (107,5° BT; 2,5° LS) dan kluster Indonesia Timur yang pusat klasternya bergeser ke arah selatan, yaitu di Teluk Carpentaria, Australia (137,5° BT; 12,5° LS). Masih terlihat pula garis batas daerah hujan pada 120° BT. Hasil analisis wavelet untuk masing-masing kluster anomali curah hujan bulan DJF terlihat pada Gambar 3-4.



Gambar 3-4: Plot hasil *wwz* anomali curah hujan bulan DJF kluster Indonesia Barat (a) dan kluster Indonesia Timur (b)

Gambar 3-4(a) menunjukkan perioda-perioda yang muncul dari anomali curah hujan bulan DJF untuk kluster Indonesia Barat. Dari gambar tersebut terlihat bahwa perioda QBO dan ENSO (1,5 – 3,9 tahun) sangat kuat dibanding sinyal-sinyal dari matahari (perioda 9,52 tahun, 11 tahun, 16,67 tahun, 25 tahun, 33,33 tahun, dan 66,67 tahun).

Gambar 3-4(b) merupakan hasil *wwz* pada anomali curah hujan bulan DJF kluster Indonesia Timur. Dari gambar ini terlihat bahwa sinyal QBO dan ENSO (1,3 – 6,45 tahun)

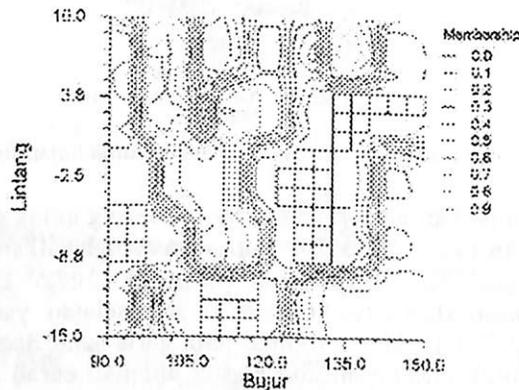
terlihat sangat kuat dibanding sinyal dari siklus magnetik Hale (20 tahun) dan siklus *Big Fingers* (33,33 tahun).

Dari kedua gambar tersebut terlihat bahwa efek lokal QBO dan ENSO masih memberikan sumbangan pengaruh sangat besar untuk jangka pendeknya pada masing-masing klaster. Pada bulan DJF posisi matahari berada di selatan khatulistiwa. Hal ini menjelaskan mengapa sinyal matahari muncul lebih kuat pada klaster 2 (Indonesia Timur) walaupun terlihat lemah dibandingkan dengan sinyal matahari yang muncul pada klaster 1. Hal ini diduga juga menyumbangkan pengaruh terhadap terjadinya musim kering di klaster 2 dan musim basah di klaster 1 meskipun mekanisme fisisnya belum diketahui.

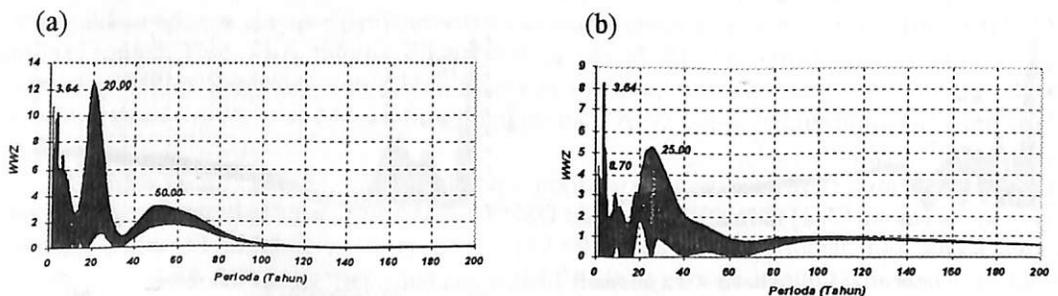
3.3. Anomali Curah Hujan Indonesia Bulan JJA (Juni Juli Agustus)

Gambar 3-5 menunjukkan hasil proses *fuzzy clustering* untuk data anomali curah hujan bulan JJA tahun 1900 – 2005 dan menghasilkan dua klaster, yaitu klaster Indonesia Barat yang masih tetap berpusat di Pontianak (107,5° BT; 2,5° LS) dan klaster Indonesia Timur yang pusat klasternya bergeser ke arah utara, yaitu di sekitar Jayapura (142,5° BT; 2,5° LS). Dua klaster ini dibatasi oleh garis batas daerah hujan pada 120° BT. Hasil analisis wavelet untuk masing-masing klaster anomali curah hujan bulan JJA terlihat pada Gambar 3-6.

Clustering Anomali Curah Hujan Indonesia Bulan JJA



Gambar 3-5: Hasil *fuzzy clustering* anomali curah hujan Indonesia bulan JJA



Gambar 3-6: Plot hasil *wwz* anomali curah hujan bulan JJA klaster Indonesia Barat (a) dan klaster Indonesia Timur (b).

Gambar 3-6(a) menunjukkan perioda-perioda yang muncul dari anomali curah hujan bulan JJA untuk klaster Indonesia Barat. Terlihat bahwa sinyal aktivitas matahari berupa siklus magnetik Hale (20 tahun) muncul lebih kuat dibandingkan dengan sinyal dari QBO dan ENSO (1,3 – 6 tahun). Selain itu juga muncul sinyal aktivitas matahari berupa siklus matahari *decadal* (50 tahun).

Gambar 3-4(b) merupakan hasil wwz pada anomali curah hujan bulan JJA klaster Indonesia Timur. Terlihat bahwa sinyal QBO dan ENSO (1,3 – 3,64 tahun) terlihat sangat kuat dibanding sinyal-sinyal dari matahari (8,7 tahun dan 25 tahun).

Pada bulan JJA posisi matahari berada di sebelah utara khatulistiwa sehingga wilayah Indonesia terjadi musim kering untuk klaster Indonesia Barat dan musim basah untuk klaster Indonesia Timur. Sinyal-sinyal aktivitas matahari jangka panjang pun muncul sangat kuat di klaster 1 (siklus aktifitas matahari 22 tahunan) dan berskala sedang pada klaster 2. Selain itu tetap muncul efek lokal yaitu QBO.

4. KESIMPULAN

Anomali curah hujan di Indonesia terbagi atas dua klaster besar yaitu klaster Indonesia Barat dan klaster Indonesia Timur, baik itu untuk data tahunan, data bulan DJF maupun, maupun bulan JJA. Adanya dua klaster ini menunjukkan bahwa anomali curah hujan di Indonesia juga dipengaruhi oleh posisi matahari yang berpindah dari 23.5° LU ke 23.5° LS sepanjang tahun yang mengakibatkan perubahan pola angin dan tekanan yang mempengaruhi curah hujan di Indonesia. Dua klaster ini dibatasi oleh garis batas daerah hujan, yaitu pada garis 120° BT.

Adanya sinyal-sinyal dari aktivitas matahari pada semua klaster, lemah ataupun kuat, memperlihatkan bahwa energi matahari turut memberikan pengaruhnya terhadap curah hujan di Indonesia. Sinyal-sinyal aktivitas matahari mulai dari periode 11 tahun, 22 tahun, 35 tahun, 50 tahun, hingga periode 80-110 tahun berpengaruh terhadap curah hujan di Indonesia. Untuk jangka pendek, curah hujan di Indonesia masih dipengaruhi oleh peristiwa ENSO dan QBO.

Diperoleh pula bahwa untuk klaster Indonesia Timur selalu muncul sinyal-sinyal aktivitas matahari yang lebih besar dibandingkan dengan sinyal aktivitas matahari pada klaster Indonesia Barat. Hal ini menyebabkan curah hujan klaster Indonesia Barat lebih tinggi dibanding klaster Indonesia Timur. Penyebabnya adalah penyerapan energi matahari lebih dominan di wilayah timur yang lebih banyak lautan, dibandingkan dengan wilayah barat.

DAFTAR RUJUKAN

- Djamaluddin, T., 2003. *Solar Activity Influence on Climate in Indonesia*, http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-bib_query?2003iscs.symp..355D&db_key=AST
- Foster, G. 1996. *Wavelets for Period Analysis of Unevenly Sampled Time Series*, *Astronomical Journal*, Vol.112, 1709.
- Hiremath, K.M., 2006. *Influence of Solar Activity on the Rainfall over India*. *Astrophysics Journal*, Vol. 27, 367-372.
- Lestari, R. K., dan Iwasaki, T., 2003. *Seasonal Precipitation of Indonesia*. *Journal of Meteorological Society of Japan*, Vol.83, 493.
- Liong, T. H., dan Siregar, P.M., 2006. *Sistem Peringatan Dini di Indonesia Berdasarkan Aktivitas Matahari*, Disampaikan dalam Seminar Nasional Sains Antariksa III di Bandung pada 15-16 November.
- Pamungkas, P., 2006. *Pola Pergerakan Angin di Indonesia*, <http://klastik.wordpress.com/2006/12/03/pola-pergerakan-angin-di-indonesia/>
- Pamungkas, P., 2006. *Pola Umum Curah Hujan di Indonesia*, <http://klastik.wordpress.com/2006/12/03/pola-umum-curah-hujan-di-indonesia/>
- Perry C.A., 1994. *Comparison of a Solar Luminosity Model With Paleoclimatic Data*. *Institute for Tertiary-Quaternary Studies-TER-QUA Symposium Series*, Vol2, 25-37.