

IDENTIFIKASI PROSES KONVEKSI DI PULAU JAWA, BALI DAN LOMBOK BERBASIS DATA CURAH HUJAN TRMM RATA-RATA 3 JAM-AN

Ina Juaeni, Bambang Siswanto, Farid Lasmono

Bidang Pemodelan Atmosfer - Pusat Sain dan Teknologi Atmosfer – LAPAN
inajuaeni@yahoo.com, ina_j@bdg.lapan.go.id

Abstract

In the region of Java, Bali and Lombok and surrounding oceans eight three-hourly rainfall clusters were formed. Rainfall patterns in eight clusters showed the diversity of rain formation. Cluster 5, cluster 6 and cluster 7, were similar to cluster 4, which were clusters of land with late afternoon rainfall pattern, i.e. rainfall pattern with peak in the afternoon (9:00 UTC). This pattern has been identified as a result of thermal convection process. Differentiation of surface temperature was due to the difference in insolation uplift air masses from the land surface to higher level. Rising air mass condenses to form clouds and then fall as rainfall. Peak of rainfall occurs with about two hours delay from the time of the maximum insolation (05.00 UTC – 07.00 UTC). Cluster 1, 2, and 3 are coast with late night precipitation patterns, i.e. the pattern of rainfall with peak at late night (21:00 UTC). This pattern has been identified as convection process due to cooling that occur on land while the sea temperature higher thus encouraging the updraft that ensued cloud formation and rain. Clusters with a similar rainfall pattern, but different amount of precipitation should take into account micro scale processes.

Key words: Cluster, Identify, Convection, Three hourly rainfalls

Abstrak

Dalam wilayah Pulau Jawa, Bali dan Lombok serta lautan sekitarnya terbentuk delapan klaster curah hujan 3 jam-an. Pola curah hujan di delapan klaster tersebut menunjukkan keanekaragaman proses pembentukan hujan. Klaster 5, klaster 6 dan klaster 7 sama dengan klaster 4, adalah klaster daratan dengan pola curah hujan yang dikenal dengan pola *late afternoon*, yaitu pola curah hujan yang mencapai puncaknya pada sore hari (pukul 09.00 UTC). Pola seperti ini diidentifikasi sebagai hasil proses konveksi termal. Diferensiasi suhu permukaan akibat perbedaan insolasi menaikkan massa udara dari permukaan daratan ke level atas. Massa udara yang naik mengalami kondensasi untuk selanjutnya membentuk awan dan kemudian menurunkan hujan. Puncak curah hujan terjadi lebih lambat sekitar dua jam dibandingkan waktu terjadinya insolasi maksimum (pukul 05.00 UTC – 07.00 UTC). Klaster 1, 2, dan 3 adalah klaster-klaster di pantai dengan pola curah hujan disebut pola *late night*, yaitu pola curah hujan yang mencapai puncaknya pada dini hari (pukul 21.00 UTC). Proses konveksi yang dapat diidentifikasi dari pola curah hujan dengan puncak yang terjadi dini hari, adalah proses konveksi akibat proses pendinginan yang terjadi di daratan sementara lautan mempunyai suhu lebih tinggi, sehingga mendorong terjadinya updraft yang selanjutnya terjadi pembentukan awan dan hujan. Klaster-klaster dengan pola yang serupa, tapi dengan jumlah curah hujan yang berbeda harus melibatkan proses skala mikro.

Kata kunci: Klaster, Identifikasi, Konveksi, Curah hujan 3 jam-an

1. PENDAHULUAN

Informasi yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat terutama masyarakat yang bekerja di bidang pertanian, kelautan, perkebunan, dan pariwisata adalah prediksi cuaca terutama curah hujan. Untuk curah hujan dengan koefisien variasi yang mempunyai rentang sangat lebar yaitu dari 0,5 (Juaeni, 2006) sampai 1,7 (Juaeni dan Bayong, 2005), hasil prediksi sangat tidak seragam. Beberapa model punya kemampuan mensimulasi dan prediksi curah hujan dengan ketepatan $>60\%$ (Juaeni, 2008) atau $>80\%$ (Juaeni, 2010a) tetapi hanya berlaku untuk wilayah tertentu di Indonesia. Kesulitan membangun model prediksi di wilayah Indonesia disebabkan karena kesulitan dalam menyimpulkan proses-proses atmosfer dan interaksinya. Hal ini disebabkan letak geografis Indonesia yang berada dalam wilayah yang dibatasi lautan Hindia disebelah barat, lautan Pasifik disebelah timur, benua Asia disebelah utara dan benua Australia disebelah selatan dengan relief yang merupakan kombinasi antara dataran, pebukitan dan daerah bergelombang.

Seiring dengan diteliti dan dikembangkannya model-model prediksi, penelitian dengan menggunakan data pengamatan insitu dan satelit tidak dapat dihentikan, karena itu diperlukan untuk memperkaya kajian dalam hal karakter parameter atmosfer dan proses yang menyertainya. Hasil penelitian dari dua metode terakhir tersebut dapat saling melengkapi dengan hasil pemodelan. Sejalan dengan argumen di atas, makalah ini menyajikan hasil penelitian dengan menggunakan data satelit. Tujuan penelitian ini adalah membuat kelompok curah hujan TRMM dengan resolusi waktu 3 jam, sedangkan manfaatnya dapat ditinjau dari aspek keilmuan dan aspek terapan. Manfaat keilmuan adalah bahwa kelompok/klaster curah hujan 3 jam-an yang terbentuk dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi proses konveksi. Manfaat lain adalah penelitian ini dapat dijadikan sebagai inisialisasi untuk pengelompokkan curah hujan dengan data

curah hujan 3 jam-an dari instrumen lain dan metode lain. Sedangkan manfaat dari aspek terapan adalah bahwa pola curah hujan 3 jam-an berkelompok/perklaster berguna untuk menentukan jadwal kegiatan atau aktifitas di ruang terbuka (*outdoor*).

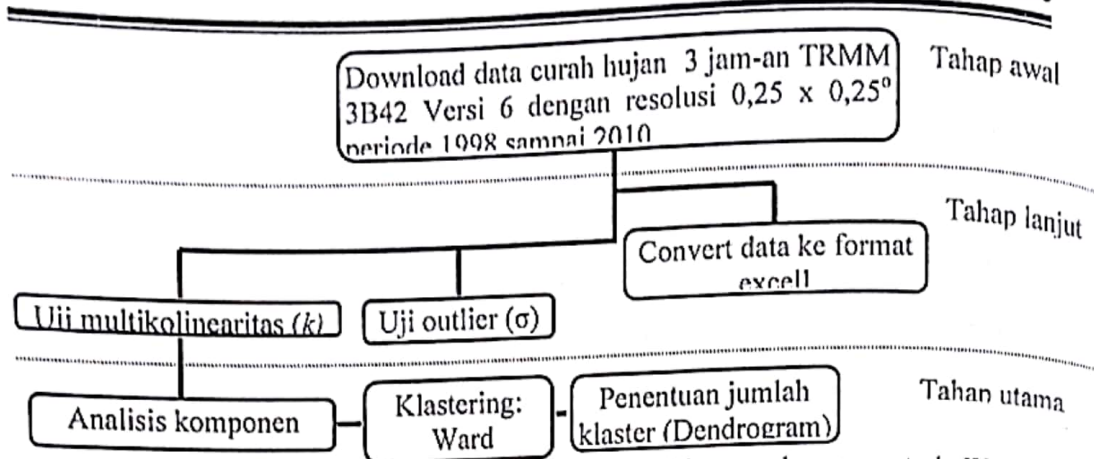
2. DATA DAN METODOLOGI

Dalam penelitian ini, sebelum dilakukan identifikasi proses konveksi terlebih dahulu dilakukan tahap penyederhaan terhadap data curah hujan 3 jam-an dengan cara dikelompokkan dengan metode Klastering Ward. Data curah hujan 3 jam-an dalam periode tahun 1998 sampai tahun 2010 yang meliputi wilayah $5,5^{\circ}$ LS – $9,5^{\circ}$ LS, 105° BT – 118° BT berasal dari satelit TRMM resolusi $0,25 \times 0,25^{\circ}$ dan diunduh secara bebas dari http://disc2.nascom.nasa.gov/Giovanni/tovas/TRMM_V6.3B42.2.shtml.

Tahapan analisis data secara ringkas diperlihatkan dengan diagram di bawah ini (Gambar 2.1). Uji multikolinearitas adalah suatu tes yang digunakan untuk mengetahui tingkat relasi linear antar variabel dalam suatu kumpulan data. Uji ini dilakukan dengan menentukan bilangan kondisi sesuai persamaan (1).

$$k = \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}}, \lambda \text{ adalah nilai eigen dari matriks kovarians} \quad (1)$$

Sedangkan uji outlier adalah uji untuk mendapatkan nilai-nilai yang berbeda jauh dengan kumpulan data yang lain. Pendeteksian *outlier* dilakukan dengan menggunakan parameter deviasi standar (σ). Data dengan simpangan dari rata-rata lebih dari 3σ , maka dianggap sebagai *outlier*.



Gambar 1: Bagan alur penentuan klaster curah hujan 3 jam-an dengan metode Ward

Metode klaster yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Ward. Metode Ward adalah teknik untuk memperoleh klaster yang memiliki varians internal sekecil mungkin. Ukuran yang digunakan adalah sum square error (*SSE*). Uraian metode Ward yang lebih lengkap disampaikan dalam Juaeni *et al.* (2010b).

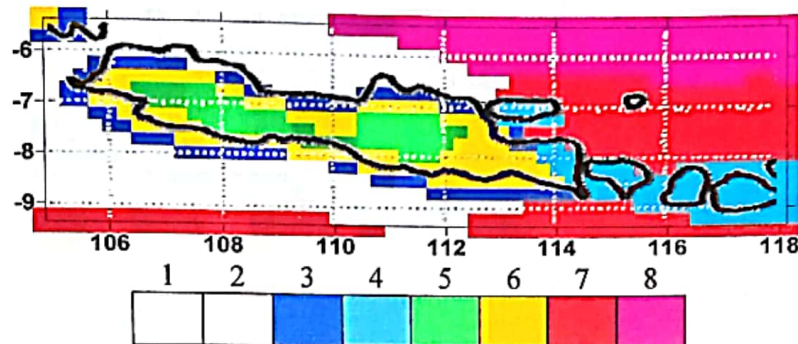
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Dengan menghitung rata-rata dan deviasi standar dapat ditunjukkan bahwa data curah hujan 3 jam-an TRMM rata-rata 13 tahun mempunyai simpangan maksimum 5σ . Secara statistik, data dengan simpangan 5σ dapat dikategorikan sebagai *outlier*, namun dalam kasus ini *outlier* tersebut tidak dipisahkan dari kumpulan data dengan alasan bahwa jumlah *outlier* hanya mencapai 0,6 % dari total data. Uji multikolinearitas dengan menggunakan persamaan (1) menghasilkan bilangan kondisi sebesar 473,63. Bilangan ini menunjukkan bahwa terjadi multikolineritas yang sedang dalam data curah hujan rata-rata 13 tahun, sehingga dalam pengklasteran curah hujan 3 jam-an ini tidak dilakukan analisis komponen utama.

Selanjutnya, dengan mengamati jarak Euclidean dan dendrogram, dipilih delapan klaster yang mewakili karakter curah hujan di Pulau Jawa, Bali dan Lombok dan lautan sekitarnya. Tujuh klaster curah hujan 3 jam-an rata-rata seluruh data (1998

s/d 2010) yang terbentuk di Pulau Jawa, Bali dan Lombok serta satu klaster yang terbentuk di laut Jawa bagian timur diperlihatkan dalam Gambar 2. Warna membedakan klaster satu dengan lainnya, klaster 1 berwarna abu-abu, klaster 2 berwarna putih dan seterusnya. Untuk selanjutnya hanya dibahas klaster di daratan dan pantai Pulau Jawa, Bali dan Lombok, yaitu klaster 1 sampai dengan klaster 7.



Gambar 2: Delapan (8) klaster curah hujan rata-rata 13 tahun (1998 s/d 2010) 3 jam-an di Pulau Jawa, Bali dan Lombok serta lautan sekitarnya

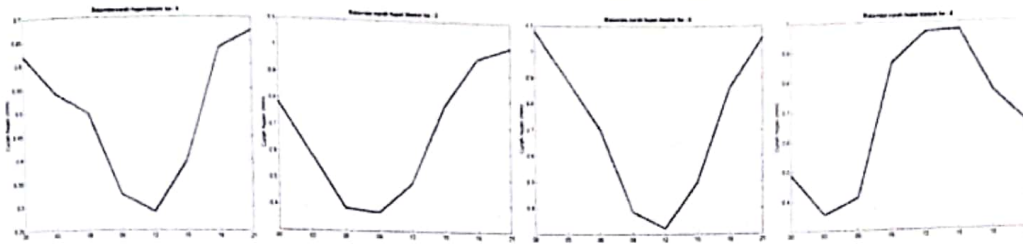
3.2 Pembahasan

Dari tujuh klaster daratan yang terbentuk, enam tersebar di Pulau Jawa dan satu di Pulau Bali dan Lombok. Klaster di daratan membentuk suatu wilayah yang sejajar dengan garis pantai. Klaster Pulau Jawa berbeda dengan klaster Bali dan Lombok. Selain jumlah, pola spasial klaster di lautan Jawa (sebelah utara Pulau Jawa, Bali dan Lombok) dan Lautan Hindia (sebelah selatan Pulau Jawa, Bali dan Lombok) berbeda, ini menunjukkan bahwa distribusi spasial SST (*sea surface temperature*) di kedua lautan tersebut tidak sama.

Empat klaster daratan mempunyai pola yang serupa tetapi berbeda jumlah curah hujannya. Demikian pula yang terjadi di lautan. Pola yang sama mencerminkan proses skala makro yang serupa, tetapi jumlah hujan yang berbeda dapat dijelaskan oleh proses mikrofisis. Jumlah curah hujan yang berbeda tersebut menunjukkan perbedaan proses

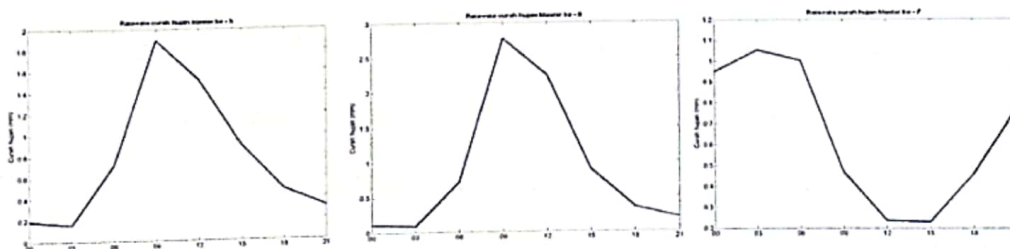
mikro fisis yang dipengaruhi oleh diferensiasi temperatur, kadar kelembapan dan kondisi lingkungan kolom konveksi.

Klaster curah hujan 3 jam-an akan mempunyai makna yang lebih dalam jika digabung dengan pola curah hujan masing-masing klaster (Gambar 3.2 dan Gambar 3.3). Klaster 1 terletak di sebagian tepi pantai utara Pulau Jawa. Pada Gambar 3.2 ditunjukkan bahwa curah hujan di klaster satu mempunyai pola *late night*, atau pola curah hujan yang maksimumnya terjadi pada dini hari (21.00 UTC/04.00 WIB/05.00 WITA/06.00 WIT). Pola ini serupa dengan pola curah hujan pada klaster 2, tetapi jumlah curah hujan di klaster 2 lebih besar. Klaster 2 daratan terletak di Pulau Jawa bagian utara (sekitar wilayah Jakarta). Klaster 3 terletak ditepi pantai Jawa Barat dan pantai Jawa timur. Curah hujan maksimum di klaster 3 juga terjadi dini hari (pola *late night*). Proses konveksi yang dapat diidentifikasi dari pola pada klaster 1, 2 dan 3 adalah proses konveksi yang terjadi akibat terjadi aliran massa dari laut ke daratan yang kemudian membangkitkan pembentukan awan dan hujan di tepi pantai pada dini hari. Klaster 4 adalah klaster di daratan Pulau Madura, Bali, Lombok dan Sumbawa, namun pola curah hujannya (Gambar 3) cenderung mengikuti pola dengan nilai maksimum terjadi pukul 15.00 UTC/22.00 WIB/21.00WITA/22.00 WIT, meski ada curah hujan tinggi pada siang hari (pukul 09.00 UTC sampai pukul 12.00 UTC). Pola ini menunjukkan bahwa curah hujan dibangkitkan dari dua proses yang berbeda. Pertama, hujan dan awan dibentuk oleh proses konveksi akibat perbedaan pemanasan siang hari. Kedua, awan dan hujan dibentuk akibat adanya pendinginan malam hari yang berinteraksi dengan lautan hangat.



Gambar 3: Pola curah hujan *late night* berturut-turut di klaster-klaster 1, 2, 3 dan 4

Klaster 5 dan klaster 6 adalah klaster daratan dengan pola curah hujan disebut pola *late afternoon* (Gambar 4). Pola curah hujan seperti ini mencapai puncaknya pada sore hari (pukul 09.00 UTC/16.00 WIB). Diferensiasi suhu permukaan menaikkan massa udara dari permukaan daratan ke level atas. Massa udara yang naik mengalami kondensasi untuk selanjutnya menurunkan hujan di daratan. Puncak curah hujan terjadi lebih lambat sekitar dua jam dibandingkan waktu terjadinya insolasi maksimum (pukul 12.00 WIB – 14.00 WIB). Dengan demikian ini menunjukkan bahwa proses diferensiasi sampai turun hujan di perlukan waktu sekitar dua jam. Pola yang sama juga ditemukan di klaster 7. Klaster 7 mempunyai puncak curah hujan yang terjadi pada siang hari (13.00 WIB) (Gambar 3.3). Klaster ini terdapat daratan Jawa Timur bagian timur dan Pulau Bali bagian timur bersatu dengan klaster di lautan Jawa di lautan, baik di laut Jawa maupun di lautan Hindia.



Gambar 4: Pola curah hujan *late afternoon* berturut-turut di klaster-klaster 5, 6 dan 7

Catatan: satuan waktu yang digunakan data curah hujan TRMM adalah UTC atau waktu sinoptik, jadi untuk waktu Indonesia bagian barat harus ditambah 7, ditambah 8 untuk waktu Indonesia tengah dan ditambah 9 untuk waktu Indonesia bagian timur.

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini sesuai dengan hasil yang diperoleh Arakawa dan Kitoh (2004), Lim dan Kwon (1998) serta Jung (1998) dalam Lim and Ae Sook Suh (2000), bahwa curah hujan di darat mencapai maksimum pada sore hari (pola *late afternoon*) sedangkan di pantai cenderung mengikuti pola *late night*.

4. KESIMPULAN

Pola curah hujan di daratan mengikuti pola *late afternoon*, dan pola curah hujan di pantai pada umumnya mengikuti pola *late night*. Pola curah hujan dari setiap klaster menjelaskan perbedaan jenis konveksi yang terjadi pada klaster tersebut secara makro. Dengan demikian peta curah hujan 3 jam-an adalah juga peta konveksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arakawa, O. and Kitoh, A.; 2005. Rainfall Diurnal variation over the Indonesian Maritime Continent Simulated by 20 km-mesh GCM. *SOLA*, Vol. 1.
- Juaeni, I.; Bayong T.H. K.; 2005. Analisis variabilitas curah hujan diurnal di Jakarta, Bogor dan Bandung untuk mengidentifikasi proses konveksi. *Prosiding Seminar Nasional Dies ke 50 FMIPA UGM, 17 September 2005*.
- Juaeni, I.; 2006. Analisis variabilitas curah hujan wilayah Indonesia berdasarkan pengamatan tahun 1975-2004. *Jurnal Matematika*, 9, 2, UNDIP, Semarang.
- Juaeni, I. 2008. Pemodelan iklim di wilayah Indonesia; Studi kasus skema konveksi di wilayah ekuatorial. *Disertasi*, Institut Teknologi Bandung.
- Juaeni, I.; 2010a. Simulasi Curah Hujan Berbasis Model Dinamis Cubic Conformal Atmospheric Model (CCAM), disajikan dalam *Seminar Nasional Sains Atmosfer dan Iklim, 15 November 2010*.
- Juaeni, I.; Dewi Yuliani, Risana Ayahbi, Noersomadi, Teguh Harjana, Nurzaman; 2010b. Pengelompokan Wilayah Curah Hujan Kalimantan Barat Berbasis Metoda Ward dan Fuzzy Clustering, *Jurnal Sains Dirgantara*, 7,2, LAPAN.

Lim, G. H. and H. J. Kwon; 1998. Diurnal variation of precipitation over South Korea and its implication. *Journal Korean Meteorological Society*, 34, 222 – 237.

Lim, G. H. and Ae Sook Suh; 2000. *Diurnal and Semidiurnal Variations in the Time Series of 3-Hourly Assimilated Precipitation by NASA GEOS-1*. Am. Met. Soc.