

VARIABILITAS CURAH HUJAN DAN SUHU PUNCAK AWAN DIURNAL HASIL ANALISIS LUARAN CCAM-NWP DAN SATELIT MTSAT DI WILAYAH JAWA BARAT

RAINFALL VARIABILITY AND CLOUD TOP TEMPERATURE DIURNAL ANALYSIS RESULTS OF CCAM-NWP OUTPUTS AND MTSAT SATELLITE ON WEST JAWA

Iis Sofiati dan Lely Qodrita Avia
Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer-LAPAN
Jl. Dr. Junjuran 133, Bandung 40173
Pos-el: sofiati07@gmail.com

ABSTRACT

In studying the characteristics of rainfall diurnal, needed a model that can predict the behavior of the weather in the future by following the data history in the past. As a validation stage, outcomes such dynamic model of spatial and temporal very necessary compared with observational data such as MTSAT satellite. The purpose of this study is analyzing the rainfall diurnal of dynamic model outputs Conformal Cubic Atmospheric Model - Numerical Weather Prediction (NWP-CCAM) and the cloud top temperature of Satellite Meteorology Satellite (MTSAT). The data used is the hourly output CCAM-NWP models and MTSAT satellite data in February and June 2014, with the method on analyzing the output from the input models Global Forecast System (GFS-NOAA) with a resolution of the model $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$. Based on the results shown a strong correlation between model output with satellite observations, in which the spatial distribution of rainfall for the model output and the cloud top temperature of MTSAT showed the opposite pattern, or when rainfall is high, relatively low cloud top temperature. Meanwhile for the temporal distribution showed a similar pattern.

Keywords : rainfall, cloud top temperature, CCAM-NWP, MTSAT.

ABSTRAK

Dalam mempelajari karakteristik curah hujan diurnal, dibutuhkan sebuah model yang dapat memprediksikan perilaku cuaca dimasa akan datang dengan mengikuti histori data di masa lalu. Sebagai tahapan validasi, hasil luaran model dinamik berupa spasial dan temporal sangat perlu dibandingkan dengan data observasi satelit seperti MTSAT. Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisa terhadap curah hujan diurnal luaran model dinamik *Cubic Conformal Atmospheric Model - Numerical Weather Prediction* (CCAM-NWP) dan suhu puncak awan dari *Meteorology Satellite* (MTSAT). Data yang digunakan adalah data jam-an luaran model CCAM-NWP dan data satelit MTSAT bulan Februari dan Juni tahun 2014, dengan metode menganalisis luaran model dari input *Global Forecast System* (GFS-NOAA) dengan resolusi model $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$. Berdasarkan hasil terlihat adanya korelasi yang kuat antara luaran model dengan observasi satelit, dimana untuk distribusi spasial curah hujan luaran model dan suhu puncak awan dari MTSAT menunjukkan pola yang berlawanan, atau pada saat curah hujan tinggi, suhu puncak awan relatif rendah. Sedangkan untuk distribusi temporalnya menunjukkan pola kejadian yang hampir sama.

Kata kunci: curah hujan, suhu puncak awan, CCAM-NWP, MTSAT.

PENDAHULUAN

Dalam mempelajari karakteristik curah hujan diurnal, dibutuhkan sebuah model yang dapat memprediksikan perilaku cuaca di masa akan datang dengan mengikuti histori data di masa lalu. Siklus diurnal merupakan sinyal paling dominan di antara berbagai variasi skala dan waktu dalam sistem iklim. Energi dan pertukaran air antara atmosfer dan lapisan permukaan dibawahnya diatur terutama oleh siklus diurnal.^{1,2,3} Oleh karena itu fase dan waktu yang tepat dalam siklus diurnal ini merupakan suatu

keharusan untuk pemodelan, tidak hanya untuk integrasi waktu singkat tetapi juga untuk simulasi iklim jangka panjang.^{4,5} Luaran model *Cubic Conformal Atmospheric Model* (CCAM) resolusi 60 km untuk simulasi atmosfer global telah dilakukan sebelumnya dalam mempelajari skenario iklim masa depan untuk negara-negara di sekitar Pasifik.⁶

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, dalam penelitian ini akan dianalisis curah hujan dan angin luaran model dinamik *Cubic Conformal Atmospheric Model-Numerical Weather*

Prediction (CCAM-NWP). Perbedaan tersebut terletak pada input model yang digunakan, dimana untuk CCAM menggunakan input *Sea Surface Temperature* (SST), sedangkan untuk CCAM-NWP digunakan input meteorologi dan topografi dari *Global Forecast System* (GFS). Dengan mengembangkan model yang tervalidasi, dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan informasi yang lebih akurat dalam pengembangan luaran model untuk simulasi dan prediksi iklim. Sebagai tahapan validasi, hasil luaran model dinamik berupa spasial dan temporal sangat perlu dibandingkan dengan data lain, dan dalam penelitian ini digunakan data dari satelit MTSAT.

Penelitian dengan menggunakan CCAM resolusi 60 km untuk simulasi dan prediksi atmosfer global telah dilakukan sebelumnya oleh Nguyen *et al.*^{6,7} yang mempelajari skenario iklim masa depan untuk negara-negara di sekitar Pasifik. Dengan menggunakan CCAM, penelitian tersebut berfokus dalam merepresentasikan iklim saat ini di daerah tropis, daerah di mana masalah *cold tongue* atau wilayah dengan nilai *Sea Surface Temperature* (SST) yang dingin di sekitar khatulistiwa, merupakan keadaan sebenarnya. SST sebagai koreksi bias dengan resolusi tinggi digunakan dalam simulasi CCAM yang menghasilkan perbaikan yang signifikan dibandingkan dengan model sebelumnya. Luaran model tersebut sangat baik pada penentuan pola curah hujan untuk musim transisi Maret-April-Mei dan September-Oktober-November, dan perbaikan cukup baik untuk Desember-Januari-Februari dan Juni-Juli-Agustus. CCAM juga mensimulasikan perbaikan pola curah hujan di atas *South Pacific Convergence Zone* (SPCZ) dan evaluasi kinerja fenomena tropis lainnya, seperti *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan sirkulasi Walker. CCAM juga digunakan oleh Juaeni,⁸ yang menganalisa curah hujan bulanan dan harian untuk wilayah Indonesia dengan model dinamik CCAM.

Komparasi secara visual dilakukan juga oleh Kurniawan,⁹ dengan membandingkan hasil luaran model prakiraan cuaca antara CCAM dengan *Action de Recherche Petite Echelle Grande Echelle* (ARPEGE) dan *Tropical Limited Area Prediction System* (TLAPS) dimana dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa luaran ketiga model yang disebutkan diatas memiliki pola yang hampir sama, meskipun ARPEGE dan TLAPS menunjukkan hasil yang sedikit lebih baik dari CCAM. Dalam penelitian tersebut dinyatakan bahwa hasil yang berbeda diduga

dikarenakan penggunaan data analisis ARPEGE dan TLAPS sebagai representasi data observasi.

Karakteristik curah hujan diurnal Indonesia telah diteliti sebelumnya oleh Nesbitt *et al.*,¹⁰ dengan menggunakan data *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM). Ketiga penelitian tersebut menyatakan bahwa ciri yang dominan dari siklus diurnal laut adalah curah hujan maksimum terjadi pada akhir-malam sampai dini hari, sementara di atas daratan curah hujan maksimum dominan terjadi pada pertengahan sampai sore hari. Salah satu dari penelitian tersebut menyatakan bahwa adanya perbedaan curah hujan diurnal di Indonesia bergantung pada tipe curah hujan. Pada curah hujan tipe A, terjadi hujan di daratan pada jam (15.00-18.00 LT), dan di lautan pada jam (09.00-12.00 LT). Pada tipe B di daratan pada jam (18.00-21.00 LT) dan lautan pada jam (06.00-12.00 LT). Untuk tipe C di daratan pada jam (12.00-18.00 LT) dan lautan pada jam (03.00-12.00 LT). Sedangkan di garis pantai curah hujan terjadi pada tengah malam untuk ketiga tipe curah hujan.

METODOLOGI

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data luaran model dinamik CCAM-NWP dan suhu puncak awan dari Satelit MTSAT dengan batasan wilayah penelitian pada koordinat (6-8°LS, (105-110°BT). Data luaran CCAM-NWP didapat dengan menjalankan model untuk tanggal 12 sampai 15 Februari dan Juni 2014. Sebagai data input digunakan data meteorologi dari *Global Forecast System* (GFS)-NOAA. Analisis data dilakukan terhadap curah hujan jam-an luaran CCAM-NWP dengan resolusi spasial (0,25×0,25)° dan suhu puncak awan dari satelit MTSAT. Sebagai tahapan validasi, hasil luaran model dinamik berupa spasial dan temporal dibandingkan dengan data satelit MTSAT. Data citra satelit MTSAT memiliki format *Portable Gray Map* (PGM).

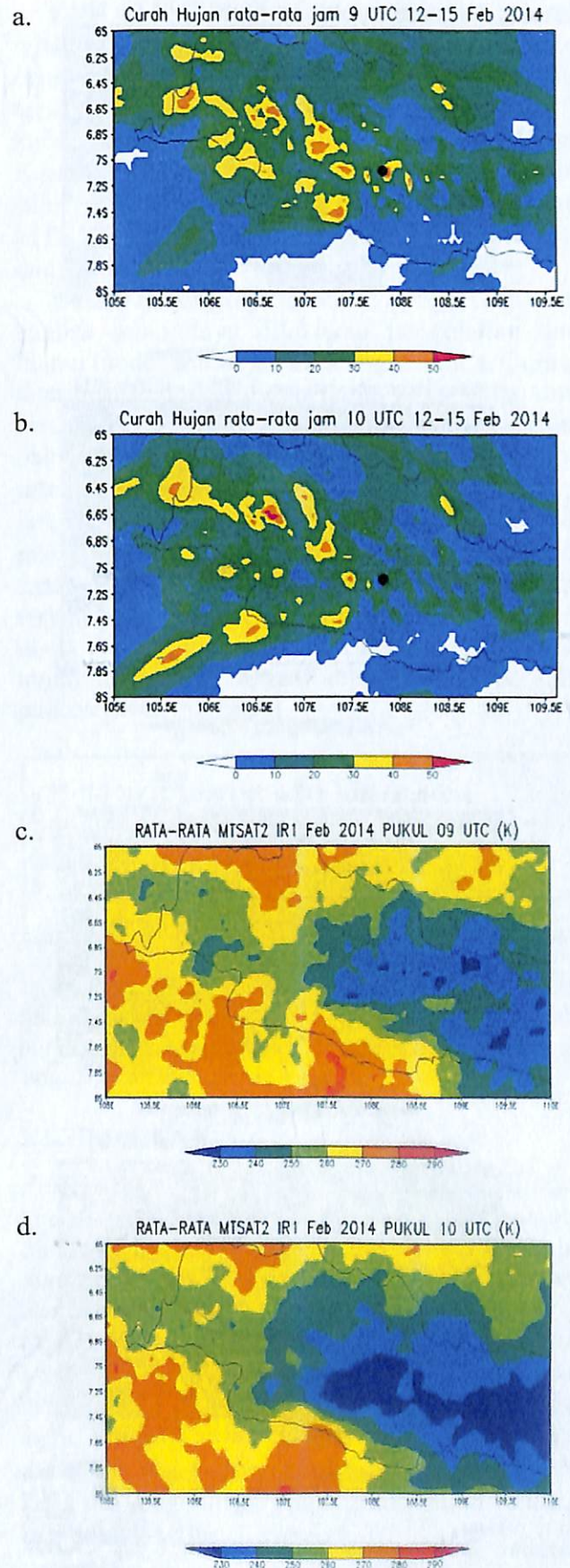
Langkah awal pengolahan data MTSAT adalah dengan melakukan kalibrasi nilai *pixel-gray* menjadi nilai temperatur benda hitam dalam satuan Kelvin menggunakan tabel kalibrasi data IR1. Data kemudian diubah menjadi bentuk data binari agar dapat diolah menggunakan *software GrADS*. Selanjutnya data tersebut diolah secara matematis untuk memperoleh rata-rata pada setiap jam yang sama untuk semua data selama periode penelitian, kemudian dilakukan pengolahan secara statistik untuk menganalisa korelasi antara luaran model dengan MTSAT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

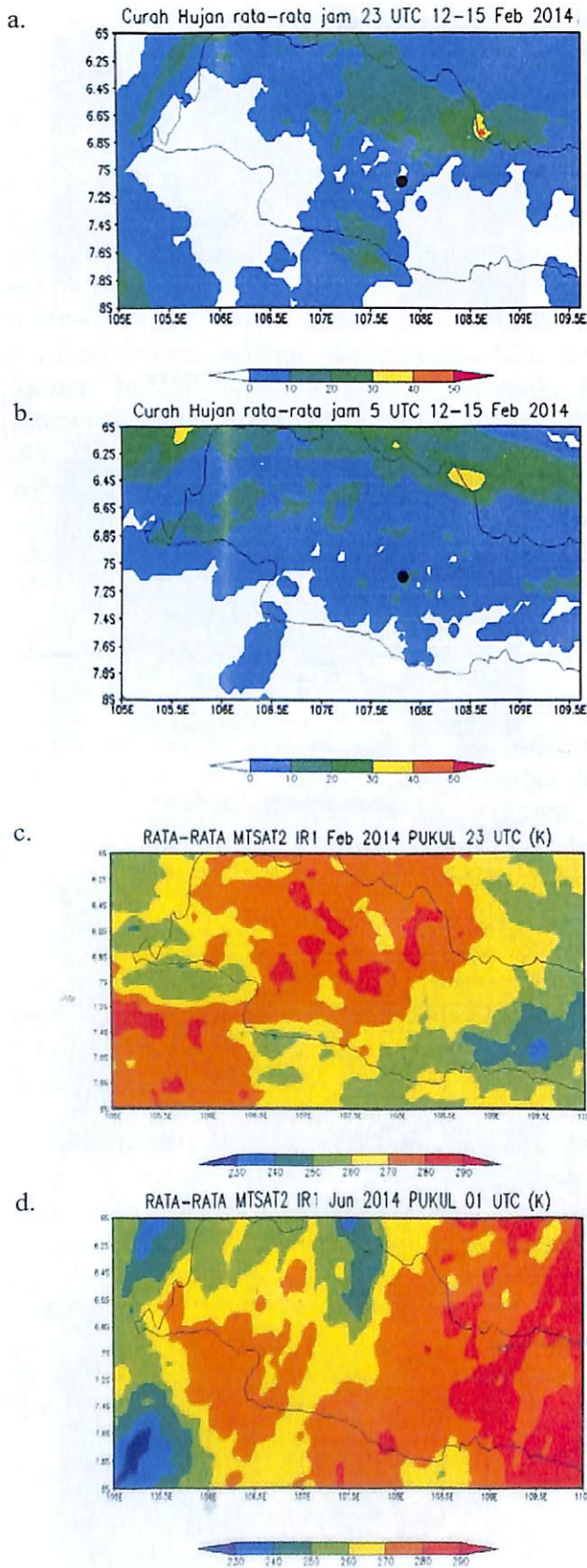
Proses siklus konveksi diurnal dan curah hujan merupakan fenomena cuaca yang menonjol di Benua Maritim Indonesia.¹ Siklus diurnal merupakan sinyal paling dominan di antara berbagai variasi skala dan waktu dalam sistem iklim. Energi dan pertukaran air antara atmosfer dan lapisan permukaan dibawahnya diatur terutama oleh siklus diurnal. Oleh karena itu fase dan waktu yang tepat dalam siklus diurnal ini merupakan suatu keharusan untuk pemodelan, tidak hanya untuk integrasi waktu singkat tetapi juga untuk simulasi iklim jangka panjang.⁵

Berdasarkan hasil dari penelitian ini terlihat adanya korelasi yang kuat antara luaran model dengan observasi satelit, dimana untuk distribusi spasial curah hujan luaran model dan suhu puncak awan dari MTSAT menunjukkan pola yang berlawanan, atau pada saat curah hujan tinggi, suhu puncak awan relatif rendah seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1 (atas) untuk pengamatan bulan Februari. Dari hasil luaran model, wilayah Jawa Barat bagian Timur dan Barat Daya mengalami curah dengan intensitas tinggi pada tanggal 12-15 Februari, seperti yang terlihat pada Gambar 1 (atas). Keadaan ini bersesuaian dengan kecilnya nilai suhu puncak awan yang dihasilkan dari data MTSAT dengan nilai kurang dari 220 K seperti yang terlihat pada Gambar 1. Adanya curah hujan dengan intensitas tinggi yang mencapai lebih dari 30 mm/ jam terjadi di wilayah Jawa Barat bagian barat daya dan timur laut pada jam 23.00 UTC atau 06.00 WIB, dan wilayah daratan dominan lebih kering dibandingkan dengan lautan. Keadaan tersebut bersamaan dengan adanya suhu puncak awan pada kisaran 240 K di wilayah Jawa Barat bagian barat daya dan selatan, kemudian pada kisaran 270 K terjadi di bagian timur laut.

Pada jam 06.00 UTC atau 12.00 WIB wilayah lautan masih hujan dengan intensitas tinggi yang mencapai lebih dari 24 mm/jam terjadi di sebelah utara, barat dan timur laut wilayah Jawa Barat. Tetapi suhu puncak awan di bagian utara Jawa Barat terlihat tinggi yang mencapai kisaran 270 K, sedangkan di bagian barat dan timur laut suhu puncak awan bernilai cukup rendah dibawah 240 K seperti yang terlihat pada Gambar 2.



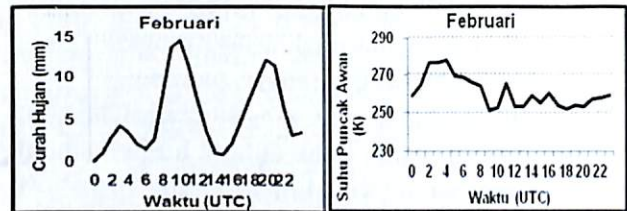
Gambar 1. Distribusi spasial curah hujan diurnal luaran model CCAM-NWP (a dan b) dan suhu puncak awan MTSAT (c dan d) rata-rata jam 09.00 dan 11.00 UTC (16.00 dan 17.00 WIB) tanggal 12-15 Februari 2014 di wilayah Jawa Barat.



Gambar 2. Distribusi spasial curah hujan diurnal luaran model CCAM-NWP (a dan b), dan suhu puncak awan MTSAT (c dan d) rata-rata pada jam 23:00, dan 05.00 UTC (06.00 dan 12.00 LT) tanggal 12-15 Februari 2014 di wilayah Jawa Barat.

Sebagian besar wilayah Jawa Barat terutama bagian timur mengalami curah hujan yang

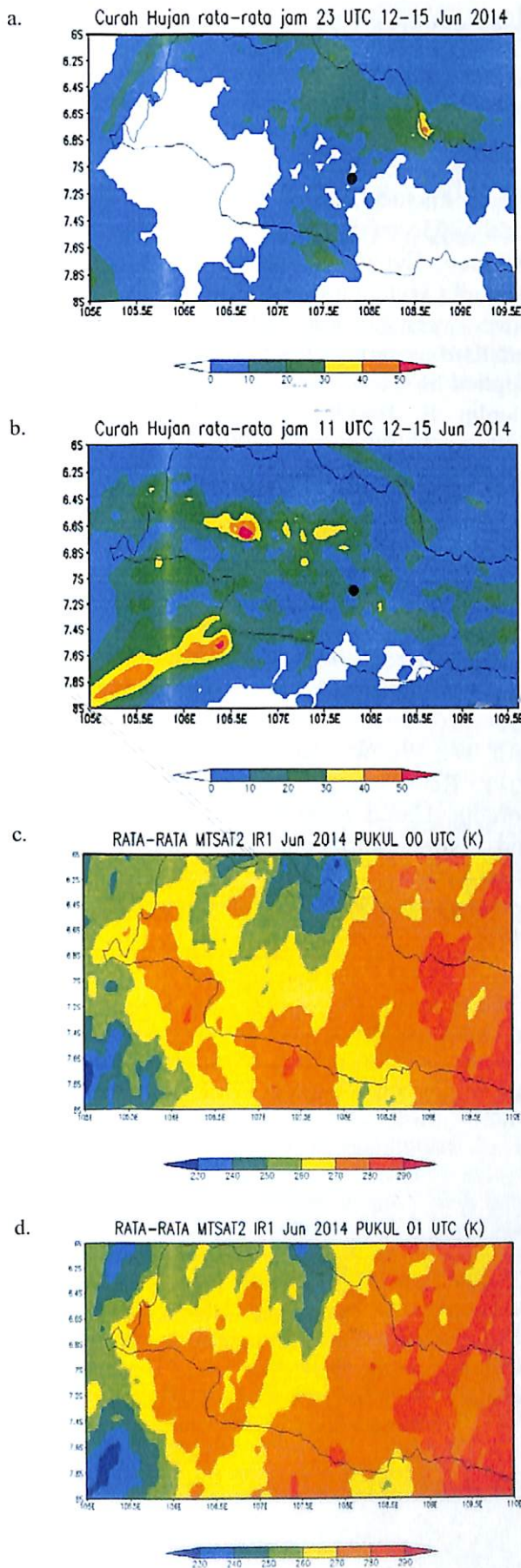
hampir merata dengan kisaran 40 mm/jam, keadaan inipun bersamaan dengan adanya suhu puncak awan yang kurang dari 230 K pada daerah yang sama, dan terjadi pada jam 11.00 UTC atau pada jam 18.00 WIB. Dengan demikian berdasarkan hasil luaran CCAM-NWP dan MTSAT kejadian curah hujan dengan intensitas tinggi ada yang bersamaan dengan suhu puncak awan yang rendah pada waktu tertentu, tetapi ada juga yang tidak bersesuaian.



Gambar 3. Distribusi temporal curah hujan diurnal luaran model CCAM-NWP (kiri) dan suhu puncak awan MTSAT (kanan) pada tanggal 12-15 Februari 2014 di wilayah Jawa Barat.

Analisa selanjutnya untuk distribusi temporal curah hujan pada tanggal 12-15 Februari 2014. Gambar 3 menunjukkan distribusi temporal curah hujan diurnal luaran model CCAM-NWP (kiri) dan suhu puncak awan MTSAT (kanan) pada tanggal 12-15 Februari 2014 di wilayah Jawa Barat. Berdasarkan hasil terlihat bahwa dari hasil luaran CCAM-NWP puncak curah hujan rata-rata terjadi pada jam 06.00 UTC atau jam 13.00 WIB seperti yang terlihat pada Gambar 3. Sedangkan suhu puncak awan pada saat terjadi puncak curah hujan pada jam 06.00 UTC adalah 268,25 K. Dengan kata lain curah hujan maksimum terjadi tidak selalu pada saat suhu puncak awan minimum. Hal tersebut bersesuaian dengan penelitian sebelumnya,^{11,12,13,14} yang menyatakan bahwa tidak selalu curah hujan maksimum terjadi pada saat suhu puncak awan minimum, perlu adanya penundaan waktu antara proses peluruhan dari awan untuk menghasilkan hujan.

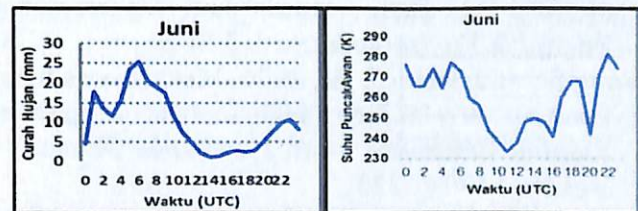
Untuk keadaan musim sebaliknya dianalisa luaran model CCAM-NWP dan MTSAT pada bulan Juni seperti yang terlihat pada Gambar 4. Berdasarkan hasil terlihat adanya pola yang berlawanan antara distribusi spasial luaran model CCAM-NWP dengan suhu puncak awan dari MTSAT, dimana pada saat curah hujan rendah, suhu puncak awan relatif tinggi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4 (a dan b) untuk luaran model dan hasil dari MTSAT pada Gambar 4 (c dan d).



Gambar 4. Distribusi spasial curah hujan diurnal luaran model CCAM-NWP (a dan b), serta suhu puncak awan MTSAT (c dan d) pada tanggal 12-15 Juni 2014 di wilayah Jawa Barat.

Dari hasil luaran model, hampir seluruh wilayah Jawa Barat mengalami curah hujan dengan intensitas rendah pada tanggal 12-15 Juni seperti yang terlihat pada Gambar 4 (a dan b), kecuali sedikit bagian Utara wilayah Jawa Barat. Keadaan ini bersesuaian dengan besarnya nilai suhu puncak awan yang dihasilkan dari data MTSAT seperti yang terlihat pada Gambar 4 (c dan d).

Untuk melengkapi analisa, pengolahan data analisa selanjutnya dilakukan pengolahan data luaran model dan MTSAT sebagai validasi, untuk distribusi temporal curah hujan pada bulan Juni seperti yang terlihat pada Gambar 5. Terlihat bahwa curah hujan maksimum walaupun dengan intensitas rendah sekitar 14 mm/ jam terjadi pada jam 11.00 UTC atau jam 18.00 WIB dan pada jam 20.00 UTC atau pada jam 03.00 WIB, pada saat yang bersamaan suhu puncak awan terendah terjadi pada waktu yang sama. Dengan demikian untuk kejadian tanggal 12-15 Juni 2014, curah hujan maksimum terjadi tepat pada saat suhu puncak awan minimum.



Gambar 5. Distribusi temporal curah hujan diurnal luaran model CCAM-NWP (bawah) dan suhu puncak awan MTSAT (kanan) pada tanggal 12-15 Juni 2014 di wilayah Jawa Barat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil terlihat adanya korelasi yang kuat antara luaran model dengan observasi satelit, dimana untuk distribusi spasial curah hujan luaran model dinamik *Cubic Conformal Atmospheric Model - Numerical Weather Prediction* (CCAM-NWP) dan suhu puncak awan dari MTSAT menunjukkan pola yang berlawanan, atau pada saat curah hujan tinggi, suhu puncak awan relatif rendah. Sedangkan untuk distribusinya menunjukkan pola kejadian yang hampir sama untuk bulan Juni dan berbeda untuk bulan Februari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Nurzaman Adikusumah, M.Si dan Bapak Drs. Bambang Siswanto, M.Si untuk sarannya dalam masalah running CCAM. Juga kepada Sdr. Noviana Dewani M.Si, alumni Fakultas Ilmu dan

Teknologi Kebumihan, Jurusan Sains Kebumihan, Institut Teknologi Bandung (ITB) atas bantuannya dalam penggambaran *output* CCM-NWP.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Arakawa O, and Kitoh A., 2005. Rainfall diurnal variation over the Indonesian Maritime Continent simulated by 20 km-mesh GCM, SOLA 1 109-112..
- ²Bell TL, and Reid N., 1993. Detecting the diurnal cycle of rainfall using satellite observations, *J. of Applied Meteorology* 32/2. 311-322.
- ³Kitoh A., and Arakawa O., 2005. Reduction in tropical rainfall diurnal variation by global warming simulated by a 20-km mesh climate model, *Geophysical Research Letters*, Vol. 32.
- ⁴Pribadi A., Wongwises P., Humphries U., Limsakul A., and Wangwongchai A., 2012. Diurnal Rainfall Variation over Three Rainfall Regions within Indonesia Based on Ten Years of TRMM Data, *Journal of Sustainable Energy & Environment*, vol. 3 81-86.
- ⁵Yang S., and Smith E A., 2006. Mechanisms for Diurnal Variability of Global Tropical Rainfall Observed from TRMM, *J. Climate*, Vol.19, 5190– 5225.
- ⁶Nguyen, K. C., Katzfey, Jack J., Mc Gregor, John L. 2011. Global 60 km simulations with CCAM: evaluation over the tropics, *Climate Dynamics*, 39, Issue 3-4, pp. 637-654.
- ⁷Nguyen, K C.,Katzfey J., Mc Gregor J. L., 2014: Downscaling over Vietnam using the stretched-grid CCAM: verification of mean and interannual variability of rainfall, *Climate Dynamic* Vol. 43: 861-879. DOI 10.1007/s00382-013-1976-5.
- ⁸Juaeni, I., Bambang S., Nurzaman A., Sofiati I. 2013. Downscaling dan Uji Kinerja Model Atmosfer Indonesia Resolusi Tinggi, *Prosiding Laporan Penelitian Inhouse Triwulan ke-2, Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer-LAPAN, Bandung.*
- ⁹Kurniawan R., Sukma D.P., Anggraeni R., Kurnia E, K., 2010. Perbandingan Hasil Luaran Model Prakiraan Cuaca Cubic Conformal Atmospheric Model (CCAM) Terhadap ARPEGE dan TLAP. http://www.bmkg.go.id/Puslitbang/filePDF/Dokumen_545_Volume_11_Nomor_1_Juli_2010_Perbandingan_Hasil_Luaran_Model_Prakiraan_Cuaca_Conformal_Cubic_Atmospheric_Model_%28CCAM%29_Terhadap_ARPEGE_dan_TLAPS.pdf. (diakses tanggal 2 September 2013).
- ¹⁰Nesbitt S W., and Zipser J E., 2006. The Diurnal Cycle of Rainfall and Convective Intensity according to Three Years of TRMM Measurements, *Journal of Climate*, Vol 16, 1456-1475.
- ¹¹Kassianov Evgueni, Charles N. Long, and Mikhail Ovtchinnikov, 2004. Cloud Sky Cover versus Cloud Fraction: Whole-Sky Simulations and Observations, *Journal of Applied Meteorology*, Vol. 44, 86-98.
- ¹²Malcolm E. Brooks, Robin J. Hogan, and Anthony J. Illingworth, 2004. Parameterizing the Difference in Cloud Fraction Defined by Area and by Volume as Observed with Radar and Lidar, *Journal of the Atmospheric Sciences*, Vol. 62, 2248-2260.
- ¹³Hanna Jay W., David M. Schultz, Anonio R. Irving, 2007. Cloud Top Temperatures for Precipitating Winter Clouds, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47, 351-359.
- ¹⁴Liu Y W., Wu W., Jensen M. P, and Toto T, 2011., Relationship Between Cloud Radiative Forcing, Cloud Fraction and Cloud Albedo, and New Surface-Based Approach for Determining Cloud Albedo, *Journal Atmospheric Chemistry Physics*, 11, 7155-7170.