

ANALISIS KARAKTERISTIK KANDUNGAN UAP AIR DI INDONESIA BERBASIS OBSERVASI SATELIT EOS- AQUA

Arief Suryantoro, Krismianto dan Teguh Harjana

*Bidang Pemodelan Atmosfer, Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN
Jl.dr.Djundjuman 133, Bandung, 40173 Telp. (022)6037445, 6012602; Fax. (022)6037443
e-mail : ariefsurya@bdg.lapan.go.id; ariefs_40215@yahoo.com*

Abstract

Water vapor has a very important role in meteorology. Water vapor is the source of all forms of condensation and precipitation. Latent heat contained by the water vapor is an important energy source for atmospheric circulation and the development of a variety of atmospheric disturbances (like as tropical disturbances, tropical storms and tropical cyclones). Targets to be achieved in this study were known characteristics (spatial and temporal variations) fraction of cloud coverage, cloud liquid water content, relative humidity, moisture content, the outgoing longwave radiation (OLR) in both sunny and in cloudy conditions in Indonesia and the surrounding region based on observations of the EOS (Earth Observing System)-Aqua satellite, in the range of observations in January 2003 to December 2010. Some results obtained in this study show that in the period 1-31 January 2010 the largest fraction of cloud coverage occurs over some areas of Makassar Strait, with values more than 0.7921 and total column content water in the clouds at the same time period occurred in parts of the Natuna Sea, with values between 0.1095 to 0.1369 kg/m²). Other results, will be presented in the body of paper.

Keywords: water vapor content, EOS Aqua Satellite, Indonesia

Abstrak

Uap air memiliki peran yang sangat penting dalam Meteorologi. Uap air adalah sumber dari semua bentuk kondensasi dan presipitasi. Uap air mengandung bahang laten, dan energi ini dilepaskan ke sekelilingnya kalau uap air mengondensasi. Bahang laten yang dikandung oleh uap air ini merupakan sumber energi yang penting untuk sirkulasi atmosfer dan perkembangan berbagai gangguan atmosfer (misalnya gangguan tropis, depresi tropis, badai tropis dan siklon tropis). Sasaran yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah diketahuinya karakteristik (variasi spasial dan temporal) fraksi liputan awan, kadar air cair dalam awan, kelembapan relatif, kadar uap air, radiasi gelombang panjang yang lolos ke angkasa (OLR) baik pada keadaan cerah (*clear sky*) maupun dalam keadaan berawan (*cloudy*) di wilayah Indonesia dan sekitarnya berbasis observasi satelit EOS (*Earth Observing System*)-Aqua dalam rentang pengamatan Januari 2003 sampai Desember 2010. Sebagian hasil yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pada periode 1-31 Januari 2010 fraksi liputan awan terbesar terjadi di sebagian daerah Selat Makassar, dengan nilai lebih dari 0,7921 dan total kolom kandungan air dalam awan pada periode yang sama terjadi di sebagian wilayah laut Natuna, dengan nilai antara 0,1095-0,1369 kg/m²). Hasil lainnya, terdapat dalam makalah lengkap.

Kata Kunci : kandungan uap air, satelit EOS Aqua, Indonesia

1. PENDAHULUAN

Uap air memiliki peran yang sangat penting dalam Meteorologi karena berbagai alasan berikut. Pertama, uap air adalah sumber dari semua bentuk kondensasi dan

presipitasi. Kedua, uap air dapat menyerap baik radiasi matahari (gelombang pendek, $\lambda=0,15 \mu\text{m}-4,0 \mu\text{m}$) maupun radiasi bumi (gelombang panjang, $\lambda=4,0 \mu\text{m}-13,0 \mu\text{m}$), oleh karena itu uap air sangat berpengaruh terhadap suhu udara. Ketiga, uap air mengandung bahang laten, dan energy ini dilepaskan ke sekelilingnya kalau uap air mengondensasi. Bahang laten yang dikandung oleh uap air ini merupakan sumber energi yang penting untuk sirkulasi atmosfer dan perkembangan berbagai gangguan atmosfer (misalnya gangguan tropis, depresi tropis, badai tropis dan siklon tropis). Keempat, banyaknya uap air di atmosfer merupakan faktor penting yang mempengaruhi besarnya laju evaporasi dan evapotranspirasi. Kelima, uap air dapat berubah bentuk menjadi cair atau padat pada suhu atmosfer normal. Hal ini berbeda dengan gas atmosfer yang lain. Keenam, banyaknya dan distribusi vertikal uap air di dalam atmosfer mempengaruhi kestabilan atmosfer. Hal ini disebabkan karena uap air sangat berpengaruh pada pendinginan dan pemanasan adiabatic, Prawirowardoyo, (1996).

Penelitian tentang peranan awan dan uap air didalam berinteraksi dengan dengan radiasi matahari dan radiasi bumi yang dapat memberikan pengaruh umpan balik positif atau negatif terhadap sistem iklim bumi telah banya dilakukan, terutama sejak tahun 1980-an seiring dengan adanya isu pemanasan global, Koenig (1987). Pada kejadian ENSO 1987, daerah Pasifik ekuator mengalami pemanasan lebih dari 3 K. Pemanasan ini diiringi oleh kenaikan yang signifikan dari efek rumah kaca atmosfer (G_a), efek rumah kaca awan terhadap radiasi gelombang panjang (C_l), dan efek rumah kaca awan terhadap radiasi gelombang pendek (C_s). Hal ini menunjukkan adanya efek umpan balik positif. Umpan balik positif ini diimbangi oleh penurunan / pengurangan yang signifikan dari energi radiasi yang diserap, Ramanathan (2002).

Respon sistem iklim terhadap gangguan eksternal, misalnya yang disebabkan oleh adanya perubahan ir-radiansi matahari atau masuknya debu-debu antar planet ke

dalam atmosfer sangat bergantung pada proses-proses umpan balik didalam sistem. Proses-proses tersebut bias memperbesar atau memperkecil efek-efek dari gangguan awal. Proses-proses umpan balik yang secara kanonik diketahui memegang peran sangat penting dalam sistem iklim adalah yang berkaitan dengan awan, albedo permukaan, uap air dan *lapse rate*, siklus biogeokimia, kopling atmosfer tengah dan atas. Meskipun telah lama dikenal, dalam model-model sirkulasi atmosfer yang ada pada saat ini, besar dan tanda (positif atau negatif) dari efek akhir proses-proses umpan balik yang berkaitan dengan awan, albedo permukaan, uap air dan *lapse rate*, siklus biogeokimia, kopling atmosfer tengah dan atas saat ini masih memiliki ketidakpastian yang cukup besar, terutama yang menyangkut awan, Ratag (2001).

Dari hal-hal tersebut di atas, terlihat bahwa interaksi antara radiasi matahari dan radiasi bumi dengan uap air maupun awan memainkan peran yang sangat penting dalam kesetimbangan radiasi atmosfer-bumi, sirkulasi atmosfer skala global maupun sistem iklim planet bumi. Untuk skala yang lebih kecil, misalnya wilayah Indonesia, perlu dilakukan penelitian / pengkajian yang serupa, mengingat posisi geografis dan kondisi fisik wilayah ini secara umum kaya akan energi termal dan uap air, serta memiliki aktivitas yang tinggi dalam pembentukan awan-awan konvektif (kumululus, kumululus kongestus bahkan kumulonimbus).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi perilaku / karakteristik elemen-elemen sistem interaksi daratan-lautan-atmosfer akibat pengaruh dari radiasi matahari dan radiasi bumi dalam kaitannya dengan karakteristik sirkulasi atmosfer yang terjadi di Indonesia pada khususnya dan di daerah tropis pada umumnya. Sasaran yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah diketahuinya perilaku / karakteristik (variasi spasial dan temporal) fraksi liputan awan, kadar air cair dalam awan, kelembapan relatif, kadar uap air, radiasi gelombang panjang yang lolos ke angkasa (*OLR: Outgoing*

Longwave Radiation) baik pada keadaan cerah (*clear sky*) maupun dalam keadaan berawan (*cloudy*) di wilayah Indonesia dan sekitarnya (10 °LU-20 °LS; 90 °BT-150 °BT) berbasis observasi satelit EOS (*Earth Observing System*)-Aqua dalam rentang pengamatan Januari 2003 sampai Desember 2010.

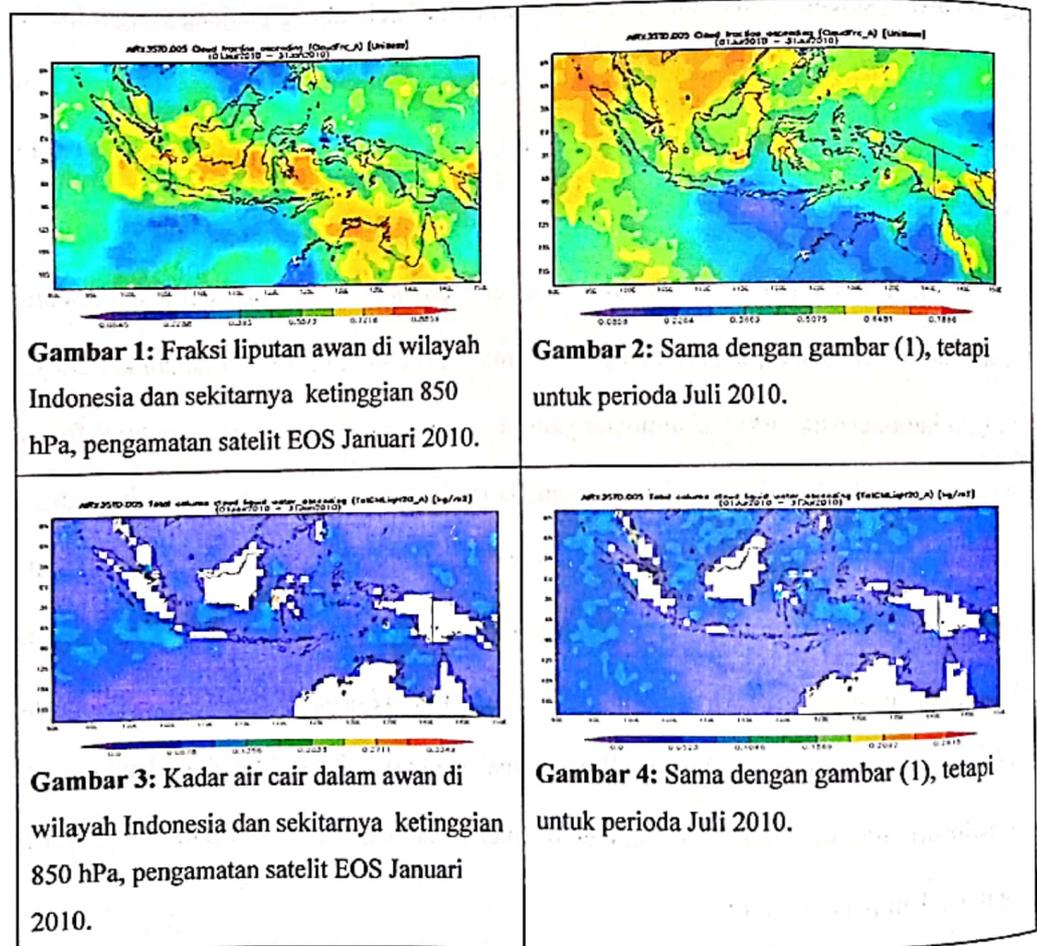
2. DATA DAN METODE

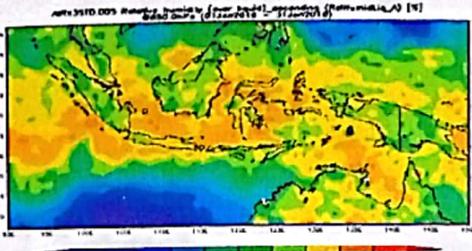
Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data-data dari sensor AIRS (*Atmospheric Infrared Sounder*) satelit EOS (*Earth Observing System*) Aqua Level3V5. Sumber data adalah <http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3>. Rentang waktu dan daerah yang dipilih adalah data bulanan fraksi liputan awan, kadar air cair dalam awan, kelembapan relatif, kadar uap air, radiasi gelombang panjang yang lolos ke angkasa (*OLR*) baik pada keadaan cerah (*clear sky*) maupun dalam keadaan berawan (*cloudy*) di wilayah Indonesia dan sekitarnya (10 °LU-20 °LS; 90 °BT-150 °BT) periode Januari 1993-Desember 2010.

Identifikasi perilaku / karakteristik elemen-elemen sistem interaksi daratan-lautan-atmosfer akibat pengaruh dari radiasi matahari dan radiasi bumi dalam kaitannya dengan karakteristik sirkulasi atmosfer yang meliputi variasi spasial dan temporal fraksi liputan awan, kadar air cair dalam awan, kelembapan relatif, kadar uap air, radiasi gelombang panjang yang lolos ke angkasa (*OLR: Outgoing Longwave Radiation*) baik pada keadaan cerah (*clear sky*) maupun dalam keadaan berawan (*cloudy*) di wilayah Indonesia dan sekitarnya berbasis observasi satelit EOS (*Earth Observing System*)-Aqua dalam rentang pengamatan Januari 2003 sampai Desember 2010 dilakukan dengan cara menelusuri nilai-nilai data / parameter di atas pada rentang daerah dan waktu yang dipilih dalam penelitian ini.

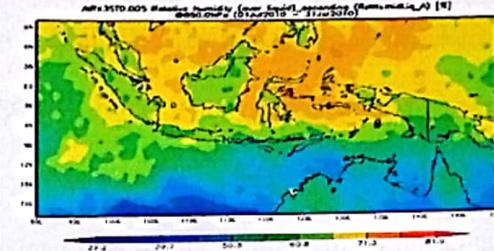
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rata-rata bulanan fraksi liputan awan, kadar air cair dalam awan, kelembapan relatif, radiasi gelombang panjang yang lolos ke angkasa (*OLR: Outgoing Longwave Radiation*) baik pada keadaan cerah (*clear sky*) maupun dalam keadaan berawan (*cloudy*) dan total kolom uap air, di wilayah Indonesia dan sekitarnya berbasis observasi satelit EOS (*Earth Observing System*)-Aqua dalam rentang pengamatan Januari 2010 dan Juli 2010 sebagai sampel penelitian ini disajikan dalam gambar (1) sampai (12) di bawah ini. Hasil pengolahan data-data di atas pada perioda lainnya tidak disajikan dalam makalah ini namun tetap merupakan bagian yang tidak terpisahkan dan tetap digunakan sebagai bahan analisis penelitian.

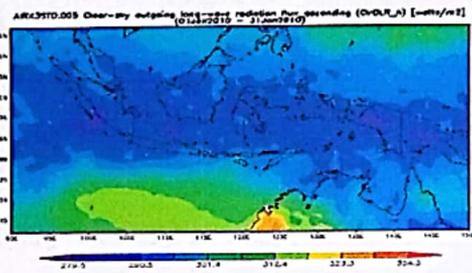




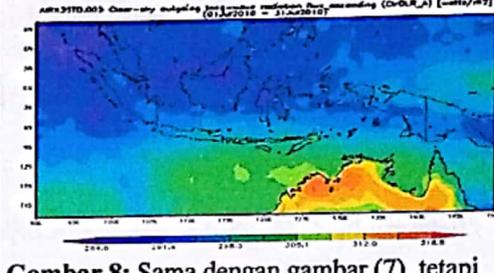
Gambar 5: Kelembapan relatif di wilayah Indonesia dan sekitarnya ketinggian 850 hPa, pengamatan satelit EOS Januari 2010.



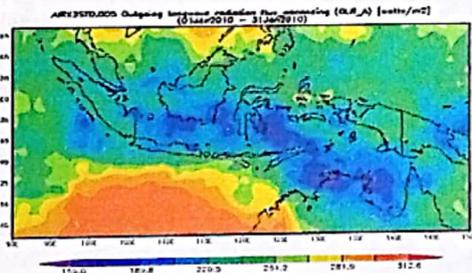
Gambar 6: Sama dengan gambar (5), tetapi untuk periode Juli 2010.



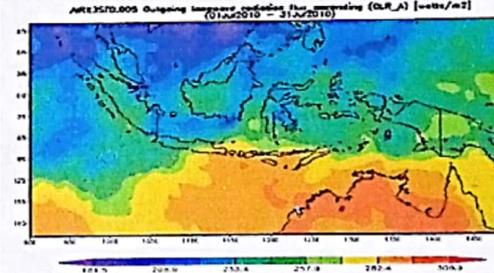
Gambar 7: Clear sky OLR di wilayah Indonesia dan sekitarnya ketinggian 850 hPa, pengamatan satelit EOS Januari 2010.



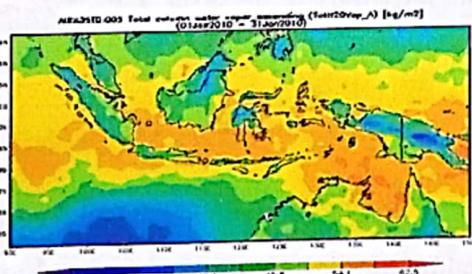
Gambar 8: Sama dengan gambar (7), tetapi untuk periode Juli 2010.



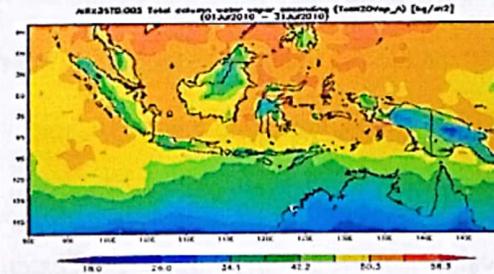
Gambar 9: Cloudy sky OLR di wilayah Indonesia dan sekitarnya ketinggian 850 hPa, pengamatan satelit EOS Januari 2010.



Gambar 10: Sama dengan gambar (9), tetapi untuk periode Juli 2010.



Gambar 11: Total kolom uap air di wilayah Indonesia dan sekitarnya ketinggian 850 hPa, pengamatan satelit EOS Januari 2010.



Gambar 12: Sama dengan gambar (11), tetapi untuk periode Juli 2010.

Secara umum, dari gambar (1) sampai (12) di atas terlihat bahwa pada periode Januari maka wilayah BMI yang berada di dekat garis ekuator ($5^{\circ}\text{LU} - 5^{\circ}\text{LS}$) merupakan daerah dengan nilai fraksi liputan awan, kadar air cair dalam awan, kelembapan relatif, radiasi gelombang panjang yang lolos ke angkasa (*OLR: Outgoing Longwave Radiation*) baik pada keadaan cerah (*clear sky*) maupun dalam keadaan berawan (*cloudy*) dan total kolom uap air yang tinggi dibandingkan pada periode lainnya (terutama pada periode Juli). Secara umum, hal di atas mengindikasikan bahwa faktor utama penyebab terjadinya variasi spasial parameter-parameter di atas adalah adanya pergerakan semu matahari sepanjang tahunnya, dari *Tropic of Cancer* ($23,5^{\circ}\text{LU}$) pada 21 Juni menuju ke *Tropic of Capricorn* ($23,5^{\circ}\text{LS}$) pada 22 Desember yang melewati garis ekuator ($0^{\circ}\text{LU}/0^{\circ}\text{LS}$) pada 23 September dan 23 Maret.

Sebagaimana diungkap oleh Wallace and Hobbs (1977) bahwa sumber penghangat dan energi dalam sistem atmosfer bumi adalah matahari. Namun tidak semua radiasi yang berasal dari matahari (insolasi) dapat sampai di permukaan bumi, hanya sekitar 51%. Lainnya diserap oleh uap air dan gas-gas di atmosfer (16%), dihamburkan udara bebas (6%), diserap awan (3%), dipantulkan awan (20%) serta dipantulkan oleh permukaan bumi (4%). Sedang radiasi yang sampai ke permukaan bumi akan diserap, kemudian diubah dalam bentuk panas (radiasi gelombang panjang, $\lambda \approx 4,0 \mu\text{m} - 13,0 \mu\text{m}$). Selanjutnya, panas tersebut diemisikan ke angkasa dalam bentuk radiasi infra merah net (21%), fluks panas sensibel (7%), dan fluks panas laten evaporasi (23%).

Uap air dapat menyerap baik radiasi matahari maupun radiasi bumi, sehingga sangat berpengaruh terhadap suhu udara. Banyaknya dan distribusi vertikal uap air di dalam atmosfer mempengaruhi kestabilan atmosfer. Hal ini disebabkan karena uap air sangat berpengaruh pada pendinginan dan pemanasan adiabatik. Perhitungan dengan menggunakan model atmosfer standar menunjukkan bahwa nilai pemanasan efek rumah

kaca total adalah 33,2 K. Nilai ini merupakan sumbangan dari berbagai komponen gas rumah kaca berikut, $H_2O = 20,6$ K; $CO_2 = 7,2$ K; $N_2O = 1,4$ K; $CH_4 = 0,8$ K; $O_3 = 2,4$ K; $NH_3 + Freon + NO_2 + O_2 + N_2 = 0,8$ K; Kondratiyev (1987).

4. KESIMPULAN

Pada perioda bulan Januari, wilayah BMI yang berada di dekat garis ekuator ($5^\circ LU - 5^\circ LS$) merupakan daerah dengan nilai fraksi liputan awan, kadar air cair dalam awan, kelembapan relatif, radiasi gelombang panjang yang lolos ke angkasa (*OLR: Outgoing Longwave Radiation*) baik pada keadaan cerah (*clear sky*) maupun dalam keadaan berawan (*cloudy*) dan total kolom uap air yang tinggi dibandingkan pada perioda lainnya (terutama pada perioda Juli). Hal ini mengindikasikan bahwa faktor utama penyebab terjadinya variasi spasial parameter-parameter di atas adalah adanya pergerakan semu matahari sepanjang tahunnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Koenig, G., K.N. Liou and M.Griffin. "An investigation of cloud/radiation interactions using three dimensional nephanalysis and earth radiation budget data bases". *J.Geo.Res.*, vol.92, no.D5, 5540-5554, 1987.
- Kondratiyev, K. Ya., and Moskalenko. "The role of carbon dioxide and other minor gaseous components and aerosols in the radiation budget" in *The Global Climate*, Houghton, J.T., (eds), Cambridge University Press, 225-233, 1987.
- Prawirowardoyo, S. "Pendinginan dan pemanasan adiabatik" dari *Meteorologi*. Penerbit ITB Bandung, 20-34, 1996.
- Ramanathan, V. and W. Collins. "Thermodynamic regulation of ocean warming by cirrus clouds deduced from observation of the El-Nino. *Nature*, 351, 27-32, 2002.
-

Ratag, M.A. "Dinamika sistem matahari-bumi dan perubahan iklim global". *Prosiding*

Lokakarya Program Nasional Iklim Terpadu, LAPAN Jakarta, 150-160, 2001.

Wallace, J.M. dan P.V. Hobbs. "Radiative Transfer and the Global Energy Balance" in

Atmospheric Science : An Introductory Survey, Academic Press, Orlando, Florida,

280-309, 316-354, 1977.