

KARAKTERISTIK HIDROMETEOR DI WILAYAH BANDARA AHMAD YANI SEMARANG DAN ADI SUCIPTO YOGYAKARTA

Arief Suryantoro

Peneliti Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer, LAPAN
email: ariefsurya@bdg.lapan.go.id; ariefs_40215@yahoo.com

ABSTRACT

Hydrometeor is a phenomenon in the atmosphere which consist of particles of liquid and solid water in the atmosphere, or deposition of water drops on the surface of objects near the earth's surface, or in the air caused by the condensation of water vapor around it. Characteristics of hydrometeor in the region of Semarang Ahmad Yani and Yogyakarta Adi Sucipto Airports discussed in this paper. The purpose of this research is to know and understand the characteristics of hydrometeor such as density vertical profiles and temporal variation of water content of liquid and solid water (ice) in the clouds and rain in the region Semarang Ahmad Yani and Yogyakarta Adi Sucipto Airports based on observations of Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) satellite. The data used in this study were 3A12 TRMM data and the cumulative observations in the range 1998 to 2008. The results show that there are significant differences in terms of value and the level of maximum density altitude where the maximum density value of liquid water content in clouds, ice levels in the cloud, liquid water content in rain and ice levels in rain over area of Semarang Ahmad Yani and the Yogyakarta Adi Sucipto Airports observations during 1998-2008. In the area of Semarang Ahmad Yani Airport and the surrounding areas has maximum hydrometeor density in the period 1998. The maximum density of liquid water content of rain and that of clouds are 0.0048 g/m³ at an altitude of 3 km (LWC cloud) and 0.0028 g / m³ at an altitude of 1.5 km (LWC rain) , respectively; meanwhile in the Adi Sucipto Airport Yogyakarta and its surroundings, the period of the rainy season is also the period 1998 to the density of liquid water content of rain clouds and the maximum, but with slightly different values.

Key words: *Liquid water content, Solid water (ice) content, Hydrometeor*

ABSTRAK

Hidrometeor adalah suatu gejala di atmosfer yang terdiri dari partikel air cair maupun padat di atmosfer, atau endapan tetes air pada permukaan benda yang berada dekat permukaan Bumi, atau di udara bebas yang disebabkan oleh kondensasi uap air di sekelilingnya. Karakteristik hidrometeor di wilayah Bandara Ahmad Yani Semarang dan Adi Sucipto Yogyakarta dibahas dalam makalah ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan memahami karakteristik hidrometeor yang meliputi profil vertikal densitas dan variasi temporal kadar air cair dan air padat (es) dalam awan dan hujan di wilayah Bandara Ahmad Yani Semarang dan Adi Sucipto Yogyakarta berdasar observasi satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data 3A12 TRMM, dalam rentang pengamatan kumulatif 1998 sampai 2008. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam hal nilai dan level ketinggian tempat terjadinya densitas maksimum dari kadar air cair dalam awan, kadar es dalam awan, kadar air cair dalam hujan, dan kadar es dalam hujan di daerah Bandara Ahmad Yani Semarang dan Bandara Adi

Sucipto, Yogyakarta selama pengamatan 1998-2008. Daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang dan sekitarnya, periode musim hujan 1998 merupakan periode dengan densitas kadar air cair dalam awan dan dalam hujan maksimum, masing-masing adalah $0,0048 \text{ g/m}^3$ di ketinggian 3 km (LWC awan) dan $0,0028 \text{ g/m}^3$ di ketinggian 1,5 km (LWC hujan), sedang di daerah Bandara Adi Sucipto Yogyakarta dan sekitarnya, periode musim hujan 1998 juga merupakan periode dengan densitas kadar air cair dalam awan dan dalam hujan maksimum, namun dengan nilai yang berbeda.

Kata kunci: *Kadar air cair, Kadar air padat (es), Hidrometeor*

1 PENDAHULUAN

Hidrometeor adalah suatu gejala di atmosfer, yang terdiri dari partikel air cair maupun padat di atmosfer, atau endapan tetes air pada permukaan benda yang berada dekat permukaan Bumi, atau di udara bebas yang disebabkan oleh kondensasi uap air di sekelilingnya. Hidrometeor dapat berupa hujan (*rain*), hujan curah (*shower*), hujan es (*hail*), kabut (*fog*), embun (*dew*), (Prawiwardoyo, 1996). Di sisi lain, bentuk air cair dan air padat (*es*, salju) yang jatuh ke permukaan Bumi dikenal sebagai presipitasi. Presipitasi merupakan perosot (*sink*) utama uap air di troposfer, dan presipitasi ini juga merupakan komponen penting dalam siklus hidrologi yang menghubungkan atmosfer, lautan, dan daratan. Peran lain dari presipitasi ini adalah sebagai sumber kelembaban tanah jika presipitasi terjadi di atas permukaan daratan, dan sebagai sumber fluks air jernih (*fresh water*) jika presipitasi terjadi di atas permukaan lautan, yang akan merubah distribusi salinitas maupun distribusi densitas di lapisan atas lautan. Perubahan kelembaban tanah di daratan dan salinitas di lautan, kedua-duanya ini akan berdampak pada perubahan iklim global. Simpson et al., (1988) menyatakan bahwa kunci utama dalam siklus hidrologi adalah curah hujan (presipitasi) yang jatuh dari sistem awan di daerah tropis yang memiliki jumlah nilai sekitar dua per tiga dari jumlah curah hujan global.

Selanjutnya, sebagaimana diketahui bahwa Benua Maritim Indonesia secara

umum kaya akan energi termal dan uap air, dan memiliki aktivitas yang tinggi dalam pembentukan awan-awan konvektif (*deep convection*), hal ini mengingat posisi geografis wilayah ini yang berada di ekuator sehingga menerima energi radiasi Matahari paling besar, serta kondisi fisik wilayah ini yang terdiri dari sejumlah besar pulau yang dikelilingi oleh lautan. Dengan demikian, tidaklah mengherankan jika di wilayah ini banyak terdapat awan-awan konvektif seperti awan kumulus, kumulus kongestus, dan bahkan awan kumulonimbus. Di Benua Maritim Indonesia dan sekitarnya atau di daerah tropis pada umumnya, pemanasan kondensasi yang dilepaskan oleh sejumlah besar awan kumulus merupakan sumber (*source*) panas utama di daerah ini. Paling tidak, terdapat satu aspek presipitasi paling istimewa di daerah tropis (terutama di Benua Maritim Indonesia) yang dilintasi sirkulasi angin monsunal yaitu adanya variabilitas konveksi harian yang tegas, yang didorong oleh sirkulasi angin darat-laut di atas sejumlah pulau yang banyak terdapat di kawasan ini, (Keenan dkk., 1989 dalam Johnson, 1992).

Lebih jauh Lau et al., (1993) dalam Tao et al., (1993) mengungkapkan bahwa, perubahan penyebaran uap lembab (*moisture*) di level ketinggian tengah dan atas pada lapisan troposfer serta tanggap (*responses*) hidrometeor awan pada level ketinggian yang sama terhadap radiasi gelombang panjang ($\lambda \approx 4,0 \mu\text{m} - 13,0 \mu\text{m}$) yang lolos ke angkasa (*OLR : Outgoing Longwave Radiation*) dan radiasi gelombang pendek ($\lambda \approx 0,15 \mu\text{m} -$

4,0 μ m) yang datang dari Matahari (*Insolation: Incoming Solar Radiation*) adalah faktor utama yang menentukan apakah sistem Bumi akan hangat atau dingin melalui mekanisme/proses fisis yang dikenal sebagai efek rumah kaca (*green house effect*) dan efek albedo (*albedo effect*).

Dalam dunia penerbangan komersial pada khususnya, cuaca buruk merupakan masalah yang memerlukan perhatian khusus dan serius. Unsur cuaca seperti turbulensi, visibilitas, perawanan, dan angin merupakan faktor yang sangat menentukan kenyamanan dan keamanan dalam dunia penerbangan, selain faktor teknologi dan kelalaian manusia/operator pelaksana penerbangan. Jika kabut tebal, badai, atau cuaca buruk dijumpai di darat atau di laut, masalahnya tidak begitu serius, dibandingkan jika keadaan tersebut terjadi di udara (Tjasyono, 2004). Pengaruh endapan baik yang berbentuk cair (*liquid water*) maupun yang berbentuk padat (*solid water/ice*), selain mempengaruhi jarak penglihatan juga dapat mempengaruhi keselamatan secara langsung karena butir endapan tersebut dapat mengenai badan pesawat dan kemungkinan dapat menimbulkan kerusakan pada pesawat melalui peristiwa yang dikenal dengan peng-es-an (*icing*) pada karburator. Sebagai contoh, dunia penerbangan Indonesia pernah dikejutkan oleh jatuhnya pesawat terbang di puncak gunung Sanggabuana pada ketinggian kira-kira 1.000 m dari muka laut pada awal tahun 1980, salah satu penyebabnya adalah cuaca. Sebelumnya pada tanggal 24 September 1975 terjadi kecelakaan jatuhnya pesawat terbang di sekitar 4 km sebelah barat landasan Talangbetutu, Palembang, sewaktu hendak mendarat dengan faktor penyebabnya adalah kabut tebal, (Tjasyono, 2004).

Dari hal-hal tersebut di atas, maka pengetahuan dan pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik profil vertikal hidrometeor (antara lain meliputi profil vertikal densitas dan variasi temporal kadar air cair dan air padat (es) dalam awan dan hujan) di wilayah Benua Maritim Indonesia pada umumnya, dan di atas wilayah Semarang dan Yogyakarta pada khususnya, merupakan hal yang sangat penting. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan memahami karakteristik hidrometeor (profil vertikal densitas dan variasi temporal kadar air cair dan air padat (es) dalam awan dan hujan) di wilayah Bandara Ahmad Yani Semarang dan Adi Sucipto Yogyakarta berdasar observasi satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) pada periode pengamatan Januari 1998 sampai Desember 2008.

2 DATA DAN METODE PENELITIAN

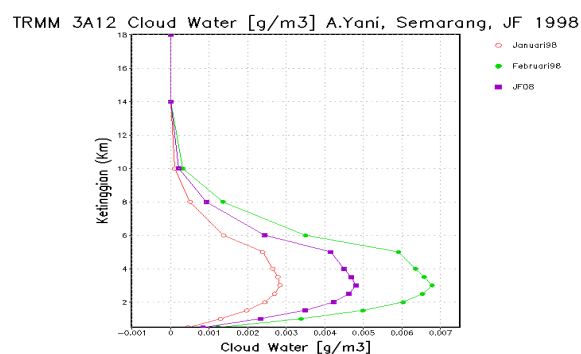
Data utama yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data kadar air cair dan padat dalam awan dan hujan (*LWC : Liquid Water Content and IWC : Ice Water Content in clouds and precipitation*) dari sensor *TRMM Microwave Imager* (TMI) satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM), yang merupakan produk data TRMM level 3, dan dikenal sebagai data 3A12 TRMM. Data 3A12 TRMM ini memiliki resolusi spasial di permukaan 0,5 $^{\circ}$ x0,5 $^{\circ}$; cakupan area global dari 40 $^{\circ}$ LU-40 $^{\circ}$ LS; 180 $^{\circ}$ BT-180 $^{\circ}$ BB; resolusi temporal rata-rata bulanan (*monthly mean*); tersedia dari Desember 1997 sampai sekarang (April 2010). Data 3A12 TRMM ini berasal dari data 2A12 TRMM, yang merupakan data TRMM level 2, dengan resolusi spasial di permukaan Bumi adalah 5,1 km x 5,1 km dan lebar sapuan (*swath width*) 878 km, (TRMM GES DISC, 2010). Namun demikian, dalam penelitian ini dipilih data LWC dan IWC dalam awan dan

hujan untuk daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang (06,97°LS; 110,38°BT) dan Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta (07,80°LS; 110,36°BT) periode pengamatan Januari 1998 sampai Desember 2008.

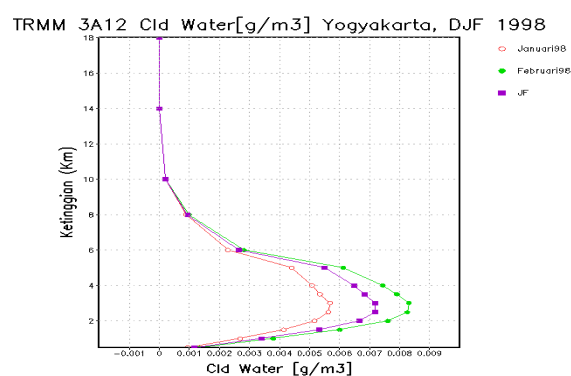
Pengolahan data dilakukan dengan memanfaatkan *software Hierarchy Data Format viewer (HDFviewer)* dan *The Grid Analysis and Display System (GrADS)*. Metode penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi penelusuran terhadap profil vertikal densitas dan variasi temporal kadar air cair dan es dalam awan dan hujan dan analisis variasi temporalnya terhadap data yang diperoleh tersebut sehingga dapat diperoleh gambaran karakteristik profil vertikal kadar air cair dan padat dalam awan serta hujan (LWC dan IWC dalam awan dan hujan) daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang (06,97°LS; 110,38°BT) dan Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta (07,80°LS; 110,36°BT) periode pengamatan Januari 1998 sampai Desember 2008 (11 tahun pengamatan).

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

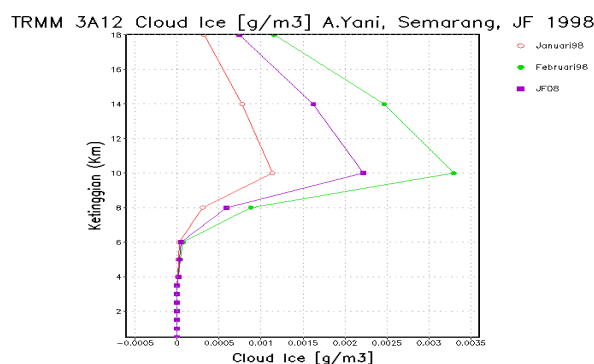
Profil vertikal kadar air cair dan padat dalam awan dan hujan (LWC dan IWC) di atas daerah Bandara Ahmad Yani Semarang (06,97°LS; 110,38°BT) dan Bandara Adi Sucipto Yogyakarta (07,80°LS; 110,36°BT) periode pengamatan Januari dan Februari 1998, yang merupakan periode dengan densitas LWC dan IWC maksimum di daerah yang ditinjau tersebut selama periode pengamatan Januari 1998 sampai Desember 2008 (11 tahun pengamatan) disajikan dalam Gambar 3-1 sampai dengan 3-8.



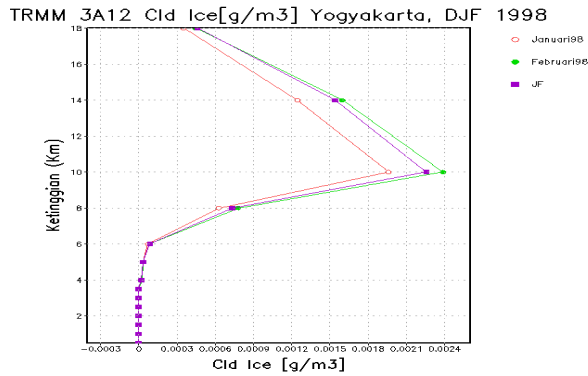
Gambar 3-1: Profil vertikal kadar air cair dalam awan daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang (06,97°LS; 110,38°BT), periode Januari dan Februari 1998



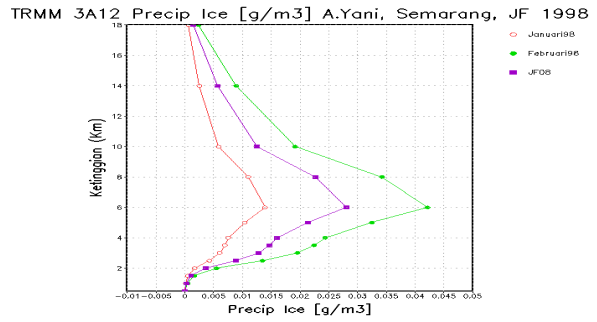
Gambar 3-2: Sama dengan Gambar 3-1, tetapi untuk daerah Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta (07,79°LS; 110,43°BT)



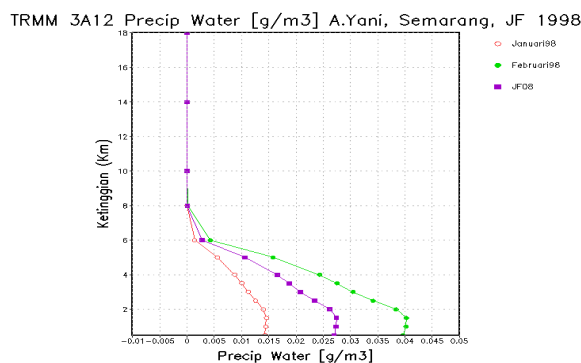
Gambar 3-3: Profil vertikal kadar air padat/es dalam awan daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang (06,97°LS; 110,38°BT), periode Januari dan Februari 1998



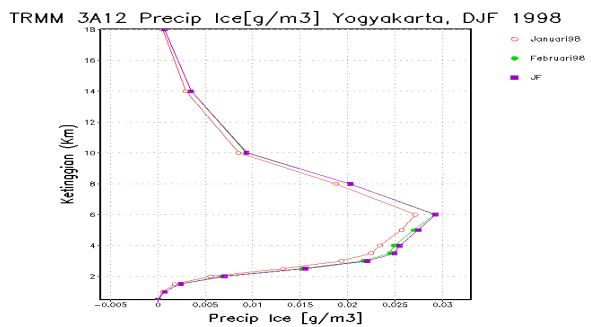
Gambar 3-4: Sama dengan Gambar 3-3, tetapi untuk daerah Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta (07,79°LS; 110,43°BT)



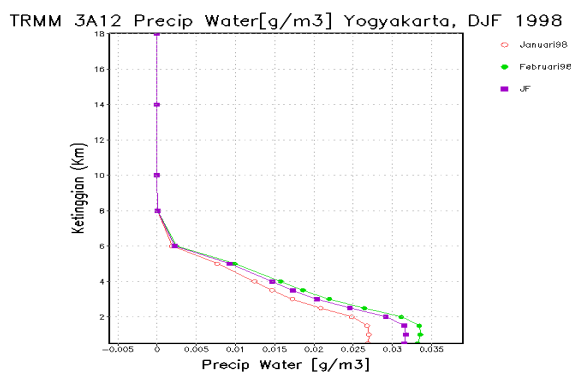
Gambar 3-7: Profil vertikal kadar air padat/es dalam hujan daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang (06,97°LS; 110,38°BT), periode Januari dan Februari 1998



Gambar 3-5: Profil vertikal kadar air cair dalam hujan daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang (06,97°LS; 110,38°BT), periode Januari dan Februari 1998



Gambar 3-8: Sama dengan Gambar 3-7, tetapi untuk daerah Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta (07,79°LS; 110,43°BT)



Gambar 3-6: Sama dengan Gambar 3-5, tetapi untuk daerah Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta (07,79°LS; 110,43°BT)

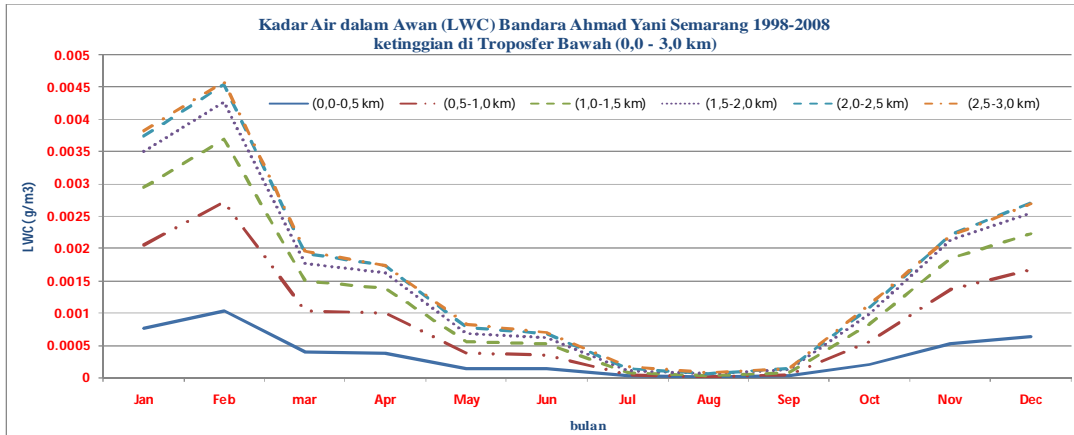
Hal umum yang dapat diungkap dari Gambar 3-1 sampai dengan 3-8 di atas adalah adanya pola profil vertikal yang signifikan berbeda antara kadar air cair (LWC) dalam awan dan hujan, kadar air padat (IWC) dalam awan dan hujan dari observasi sensor *TRMM Microwave Imager* (TMI) satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) untuk daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang (06,97°LS; 110,38°BT) dan Bandara Adi Sucipto Yogyakarta (07,80°LS; 110,36°BT) pada periode pengamatan Januari, dan Februari 1998, yang merupakan rata-rata musiman (tiga bulanan) dengan nilai densitas maksimum dalam rentang pengamatan Januari 1998 sampai Desember 2008. Densitas rata-rata musiman (tiga bulanan) LWC pada periode Januari dan Februari 1998 ini

memiliki kurva kelengkungan bernilai tinggi mulai dari level ketinggian 1,5 km sampai 5,0 km dan mencapai nilai maksimum sebesar $0,0072 \text{ g/m}^3$ pada level ketinggian 2,5 – 3,0 km. Sedang mulai level ketinggian 10 km densitas rata-rata musiman (tiga bulanan) LWC pada periode Januari dan Februari 1998 ini memiliki nilai yang rendah dan mendekati 0 g/m^3 . Proses fisis yang dapat diungkap sebagai penyebab terjadinya pola/profil vertikal LWC seperti tersebut di atas adalah adanya sumber pemanasan radiatif utama (emisi radiasi gelombang panjang) yang berasal dari permukaan Bumi yang bergabung dengan peristiwa evapotranspirasi (dari permukaan daratan dan vegetasi) serta evaporasi (dari permukaan air cair seperti waduk, sungai, laut). Peristiwa-peristiwa ini menyebabkan partikel-partikel air cair berkonsentrasi maksimum pada lapisan-lapisan troposfer bawah sampai menengah (mulai dari level ketinggian 1,5 km sampai 5,0 km dan mencapai nilai maksimum sebesar $0,0072 \text{ g/m}^3$ pada level ketinggian 2,5-3,0 km untuk daerah Bandara Ahmad Yani Semarang ($06,97^\circ\text{LS}$; $110,38^\circ\text{BT}$) dan Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta ($07,80^\circ\text{LS}$; $110,36^\circ\text{BT}$) pada periode pengamatan Januari, dan Februari 1998, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3-1 dan 3-2, serta 3-5 dan 3-6) di atas.

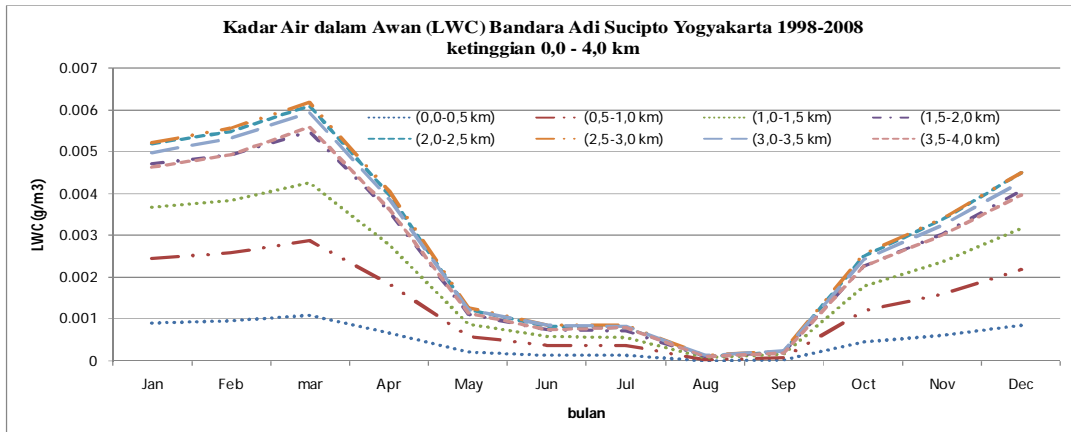
Sedang kadar air padat (IWC) dalam awan dan hujan memiliki pola yang berbeda dengan kadar air cair (LWC) dalam awan dan hujan. Pada periode Januari-Februari 1998 profil vertikal IWC di daerah Bandara Ahmad Yani Semarang ($06,97^\circ\text{LS}$; $110,38^\circ\text{BT}$) dan Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta ($07,80^\circ\text{LS}$; $110,36^\circ\text{BT}$) ini memiliki kurva kelengkungan bernilai tinggi mulai dari

level ketinggian 8,0 km sampai 16,0 km dan mencapai nilai maksimum sebesar $0,00225 \text{ g/m}^3$ pada level ketinggian 10,0 km. Sedang mulai level permukaan (ketinggian 0 km) sampai 4,0 km densitas rata-rata musiman (tiga bulanan) IWC pada periode Januari dan Februari 1998 ini memiliki nilai yang rendah dan mendekati 0 g/m^3 . Proses fisis yang dapat diungkap sebagai penyebab terjadinya pola/profil vertikal IWC seperti tersebut di atas adalah partikel-partikel air padat (es) memang jarang ditemui di atmosfer daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang ($06,97^\circ\text{LS}$; $110,38^\circ\text{BT}$) dan Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta ($07,80^\circ\text{LS}$; $110,36^\circ\text{BT}$) pada level-level troposfer bawah. Hal ini pun ditemui di daerah-daerah lain di wilayah Benua Maritim Indonesia (BMI). Partikel-partikel air padat (es) dalam awan dengan densitas yang tinggi memang hanya terdapat di lapisan-lapisan troposfer atas. Partikel-partikel es dalam awan ini biasanya terdapat dalam awan-awan sirus, sirokomulus, dan sirostratus. Selain itu, partikel-partikel es dalam awan-awan yang tinggi (sirus, sirokomulus, dan sirostratus) ini juga dapat berasal dari pembentangan bagian atas dari awan konvektif kumulonimbus. (Prawiwardoyo, 1996).

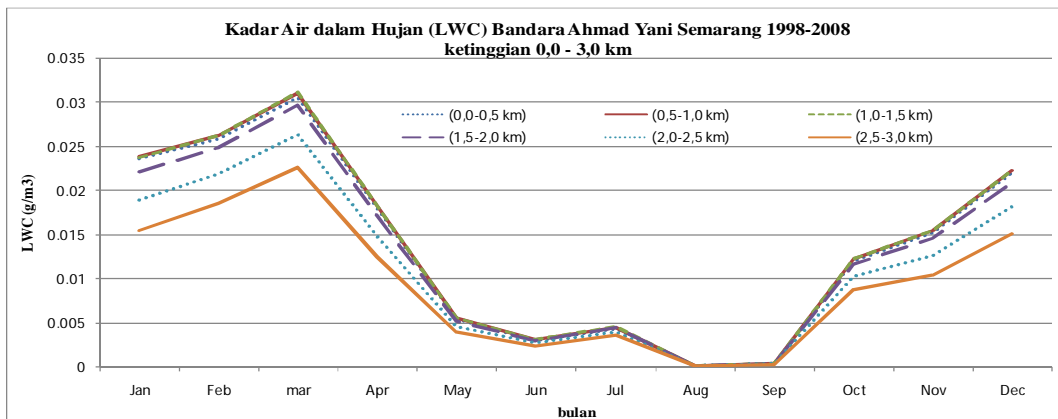
Selanjutnya, variasi temporal profil vertikal kadar air cair dalam awan, kadar air padat/es dalam awan, kadar air cair dalam hujan, dan kadar air padat/es dalam hujan dari sensor TMI satelit TRMM di atas Bandara Ahmad Yani Semarang ($06,97^\circ\text{LS}$; $110,38^\circ\text{BT}$) dan Bandara Adi Sucipto Yogyakarta ($07,80^\circ\text{LS}$; $110,36^\circ\text{BT}$) rata-rata musim basah 1998 disajikan dalam Gambar 3-9 sampai dengan 3-16.



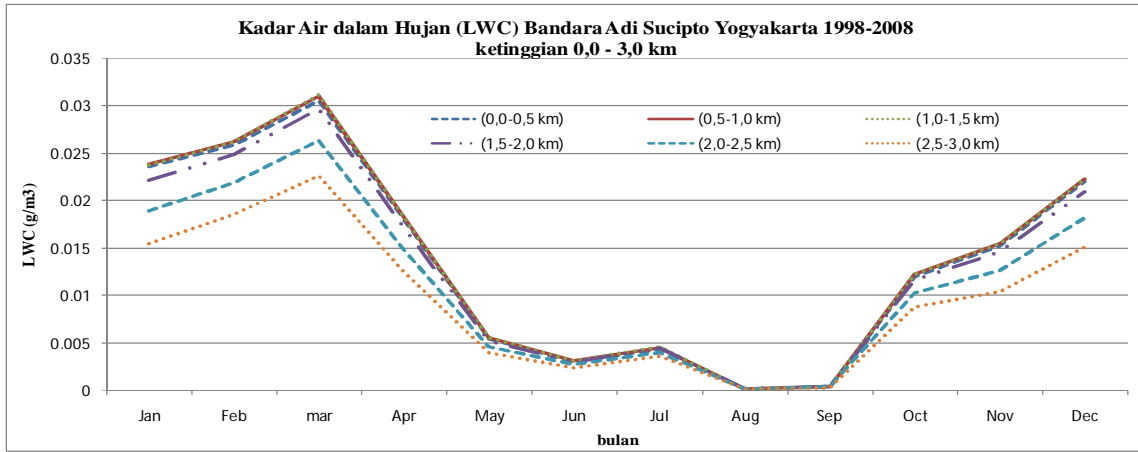
Gambar 3-9: Variasi temporal profil vertikal kadar air cair dalam awan (LWC : *Liquid Water Content Cloud*) periode 1998-2008 daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang (06,97°LS; 110,38°BT) pada level ketinggian 0,0 – 3,0 km



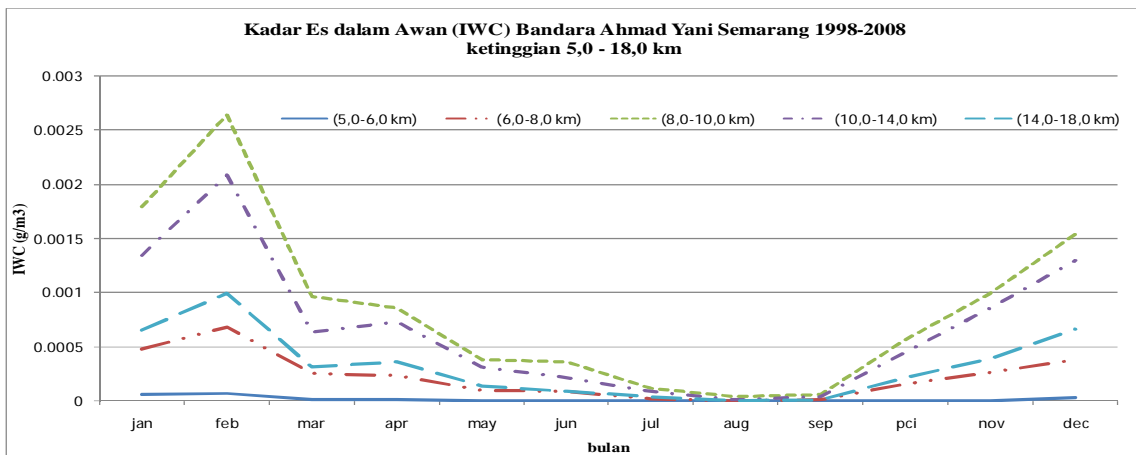
Gambar 3-10: Sama dengan Gambar 3-9, tetapi untuk daerah Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta (07,79°LS; 110,43°BT) pada level ketinggian 0,0 – 4,0 km



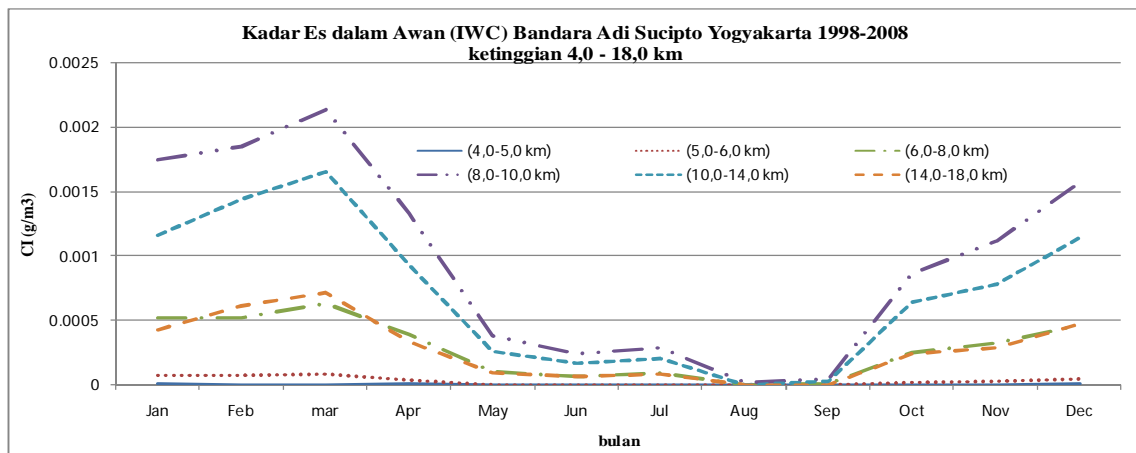
Gambar 3-11: Variasi temporal profil vertikal kadar air cair dalam hujan (LWC : *Liquid Water Content rain*) periode 1998-2008 daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang (06,97°LS; 110,38°BT) pada level ketinggian 0,0 – 3,0 km



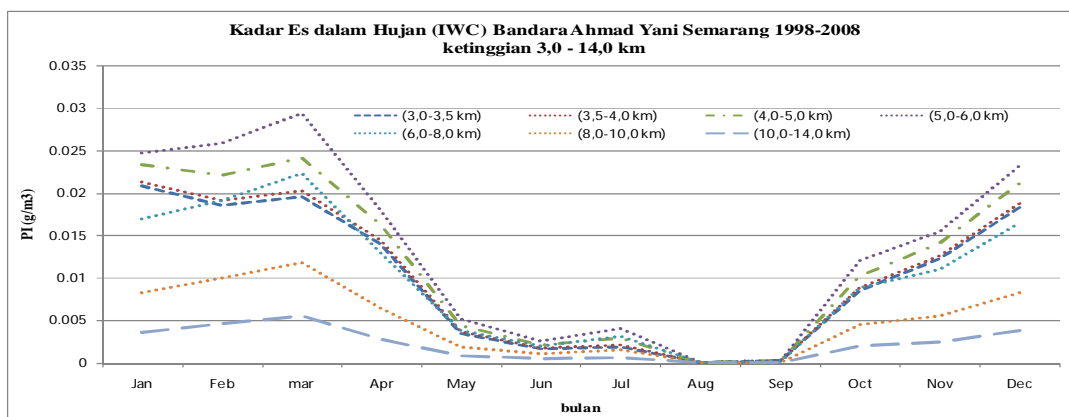
Gambar 3-12: Sama dengan gambar (11), tetapi untuk daerah Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta (07,79°LS; 110,43°BT) pada level ketinggian 0,0 – 4,0 km



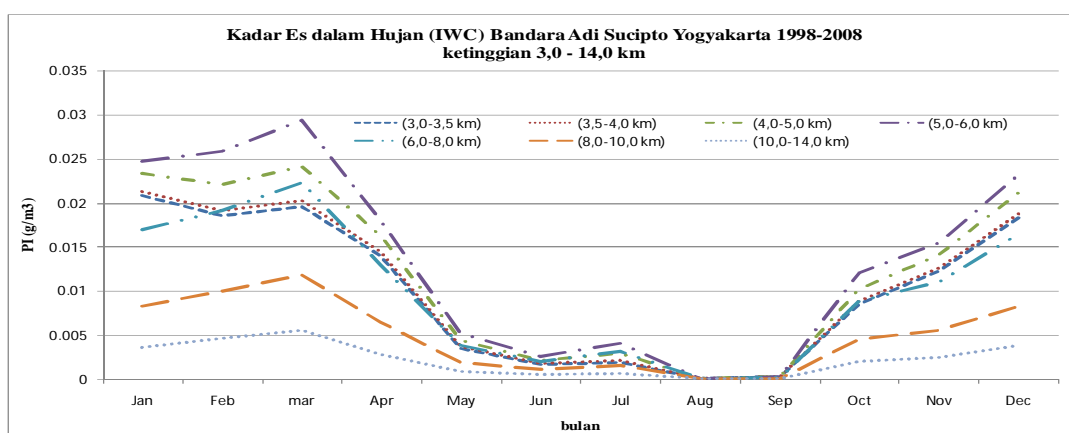
Gambar 3-13: Variasi temporal profil vertikal kadar air padat / es dalam awan (IWC : Ice Water Content cloud) periode 1998-2008 daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang (06,97°LS; 110,38°BT) pada level ketinggian 5,0 – 18,0 km



Gambar 3-14: Sama dengan gambar (13), tetapi untuk daerah Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta (07,79°LS; 110,43°BT) pada level ketinggian 4,0 – 18,0 km



Gambar 3-15: Variasi temporal profil vertikal kadar air padat dalam hujan (IWC : Ice Water Content rain) periode 1998-2008 daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang (06,97°LS; 110,38°BT) pada level ketinggian 3,0 – 14,0 km



Gambar 3-16: Sama dengan gambar (15), tetapi untuk daerah Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta (07,79°LS; 110,43°BT) pada level ketinggian 3,0 – 14,0 km

Gambaran umum yang dapat diungkapkan dari Gambar 3-9 sampai dengan 3-16 di atas adalah adanya keadaan yang menunjukkan bahwa secara temporal kadar air cair dalam awan, kadar air padat/es dalam awan, kadar air cair dalam hujan, dan kadar air padat/es dalam hujan di daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang dan Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta dan sekitarnya ini selama pengamatan 1998-2008 memiliki nilai-nilai maksimum pada bulan Februari sampai Maret. Keadaan sebaliknya terjadi pada periode Agustus sampai September. Hal ini sekaligus mengindikasikan bahwa fenomena monsun (baik itu monsun Asia Timur dan Tenggara; maupun monsun Australia) berpengaruh cukup kuat

terhadap variasi temporal kadar air cair dalam awan, kadar air padat/es dalam awan, kadar air cair dalam hujan, dan kadar air padat/es dalam hujan di daerah Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta dan sekitarnya.

Dari penelitian-penelitian tentang fenomena monsun, seperti yang dilakukan oleh Keenan dkk., 1989 dalam Johnson, 1992, diungkapkan bahwa di Benua Maritim Indonesia dan sekitarnya atau di daerah tropis pada umumnya, pemanasan kondensasi yang dilepaskan oleh sejumlah besar awan-awan konvektif (terutama awan Kumulus, awan Kumulus Kongestus dan awan Kumulonimbus) merupakan sumber (*source*) panas utama di daerah ini. Pemanasan kondensasi yang dilepaskan

oleh sejumlah besar awan-awan konvektif di daerah ini menghasilkan periode puncak curah hujan bulanan pada bulan-bulan Desember, Januari atau Februari. Dalam kaitannya dengan penelitian ini, tampak adanya perbedaan signifikan, terutama dalam waktu/periode puncak terjadinya kadar air cair dalam awan, kadar air padat/es dalam awan, kadar air cair dalam hujan, dan kadar air padat/es dalam hujan maksimum di daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang dan Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta dan sekitarnya, dengan periode puncak curah hujan bulanan di daerah-daerah yang memiliki pola utama curah hujan musonal (yang pada umumnya terjadi pada bulan-bulan Desember, Januari atau Februari). Sebagaimana disajikan dalam gambar dari Gambar 3-9 sampai dengan 3-16 di atas, dari penelitian ini diperoleh gambaran adanya keadaan yang menunjukkan bahwa kadar air cair dalam awan, kadar air padat/es dalam awan, kadar air cair dalam hujan, dan kadar air padat/es dalam hujan di daerah Bandara Ahmad Yani Semarang dan Bandara Adi Sucipto Yogyakarta dan sekitarnya ini memiliki nilai maksimum pada bulan Februari sampai Maret.

Di sisi lain, Lau dan Li, 1984 dari Johnson dan Houze, 1987, mengungkapkan bahwa pada saat monsun musim dingin belahan Bumi selatan (periode JJA: Juni, Juli, Agustus) terdapat pelepasan massa, panas, dan udara lembab lintas belahan Bumi dalam bentuk angin tenggara yang berasal dari tekanan tinggi atau anti siklon di atas benua Australia menuju arah barat laut dan bergabung dengan konveksi yang kuat sepanjang perjalanannya di Benua Maritim Indonesia dan Samudera India. Karena pengaruh rotasi Bumi, angin ini mengalami pembelokan arah setelah melewati khatulistiwa, kemudian berubah menjadi monsun barat daya menuju ke arah timur laut melewati

bagian barat Indonesia, menyusuri Asia Tenggara dan Laut Cina Selatan terus menuju pusat tekanan rendah di Benua Asia bagian selatan. Pada periode ini, berbagai gangguan siklonik berkembang pada sirkulasi barat daya (*south-westerly*) level rendah seperti terjadinya vortek, siklon troposfer menengah, depresi monsun dan siklon tropis. Salah satu akibat dari monsun musim dingin belahan Bumi selatan adalah adanya intensitas curah hujan bulanan yang sangat rendah di sebagian besar wilayah Benua Maritim Indonesia yang berada di sebelah selatan garis ekuator. Dalam kaitannya dengan penelitian ini, tampak adanya perbedaan signifikan, terutama dalam waktu/periode minimum terjadinya kadar air cair dalam awan, kadar air padat/es dalam awan, kadar air cair dalam hujan, dan kadar air padat/es dalam hujan maksimum di daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang dan Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta dan sekitarnya, dengan periode minimum curah hujan bulanan di daerah-daerah yang memiliki pola utama curah hujan musonal (yang pada umumnya terjadi pada bulan-bulan Juni, Juli atau Agustus). Sebagaimana disajikan dalam gambar dari gambar (9) sampai (16) di atas, dari penelitian ini diperoleh gambaran adalah adanya keadaan yang menunjukkan bahwa kadar air cair dalam awan, kadar air padat/es dalam awan, kadar air cair dalam hujan, dan kadar air padat/es dalam hujan di daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang dan Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta dan sekitarnya ini memiliki nilai minimum pada bulan Agustus sampai September.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat perbedaan yang signifikan dalam hal nilai densitas maksimum dan level ketinggian tempat terjadinya nilai densitas maksimum dari kadar air cair dalam awan, kadar air padat/es dalam awan, kadar air cair dalam hujan, dan

kadar air padat/es dalam hujan di daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang dan Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta dan sekitarnya ini selama pengamatan 1998-2008. Di daerah Bandara Ahmad Yani, Semarang dan sekitarnya, periode musim hujan 1998 merupakan periode dengan densitas kadar air cair dalam awan dan dalam hujan maksimum, masing-masing adalah $0,0048 \text{ g/m}^3$ di ketinggian 3 km (LWC awan) dan $0,0028 \text{ g/m}^3$ di ketinggian 1,5 km (LWC hujan). Sedangkan kadar es dalam awan dan hujan maksimumnya masing-masing adalah $0,0023 \text{ g/m}^3$ di ketinggian 10 km (IWC awan) dan $0,0028 \text{ g/m}^3$ di ketinggian 6 km (IWC hujan). Sedang di daerah Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta dan sekitarnya, periode musim hujan 1998 juga merupakan periode dengan densitas kadar air cair dalam awan dan dalam hujan maksimum, namun dengan nilai yang agak berbeda, masing-masing adalah $0,0072 \text{ g/m}^3$ di ketinggian 2,5 km (LWC awan) dan $0,033 \text{ g/m}^3$ di ketinggian 1,5 km (LWC hujan). Sedangkan kadar es dalam awan dan hujan maksimumnya masing-masing adalah $0,0023 \text{ g/m}^3$ di ketinggian 10 km (IWC awan) dan $0,0029 \text{ g/m}^3$ di ketinggian 6 km (IWC hujan).

Pengolahan data serupa dengan penelitian ini namun untuk lokasi lain yang memiliki karakteristik yang berbeda pula, perlu juga kiranya dicoba; misalnya untuk daerah bandara Supadio, Pontianak (yang memiliki pola utama curah hujan ekuatorial) dan daerah bandara Patimura, Ambon (yang memiliki

pola utama curah hujan lokal/anti monsunial).

DAFTAR RUJUKAN

- Johnson, R.H. and R.A. Houze Jr., 1987. *Precipitating Cloud Systems of the Asian Monsoon*. In : Meteorology Monsoon, Chang, C.P. and T.N. Krishnamurti (eds), Clarendon Press, 298-353.
- Johnson, R.H., 1992. *Heat and Moisture Sources and Sinks of Asian Monsoon Precipitating Systems*, *Jour. of Met. Soc. of Japan*, 70, 353-370.
- Prawiriwardoyo, S., 1996. *Mengenal Awan dan Hidrometeor*. Dari : Meteorologi, Penerbit ITB, Bandung, 167-186.
- Simpson, J., R.F. Adler and G.R. North, 1988. *A Proposed Satellite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)*, *Bull.Amer.Meteor.Soc.*, 69, 278-295.
- Tao, W.K., S. Lang, J. Simpson and R. Adler, 1993. *Retrieval Algorithms for Estimating the Vertical Profiles of Latent Heat Release : Their Application for TRMM*, *Jour. of Met. Soc. of Japan*, 71, 685-700.
- Tjasyono, B.H.K., 2004. *Cuaca dan Iklim dalam Transportasi*. Dari: Klimatologi, Penerbit ITB, 235-247.
- TRMM GES DISC, 2010. *Data Sets for Data Group Gridded*, dari: http://mirador.gsfc.nasa.gov/collections/TRMM_3A12_006.shtml. *down load* 01 Maret 2010.