

ANALISIS VARIASI SPASIOTEMPORAL PANAS LATEN KONDENSASI HIDROMETEOR BENUA MARITIM INDONESIA BERBASIS ESTIMASI SATELIT DAN LUARAN MODEL

Krismianto^{1*)}, Nurzaman Adikusumah², Arief Suryantoro³

^{1,2,3}Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer (PSTA)-LAPAN
Jalan Dr. Junjunan No 133 Bandung, 40173

*) Email: krismianto.lapan@gmail.com

Abstrak

Analisis variasi spasial dan temporal panas laten kondensasi hidrometeor Benua Maritim Indonesia (BMI) berbasis estimasi satelit dan luaran model dibahas dalam makalah ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk memahami karakteristik dan mekanisme hujan di BMI, terutama pada hal sebaran horizontal panas laten kondensasi hidrometeor BMI dan profil vertikal parameter tersebut di atas tiga wilayah Bandara Indonesia (Bandung, Padang dan Ambon). Pemilihan ke tiga wilayah ini sekaligus menunjukkan adanya tiga pola utama curah hujan yang ada di Indonesia, yang dikenal sebagai pola hujan monsunial (Bandung), ekuatorial (Padang) dan lokal (Ambon). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa berdasar estimasi satelit, secara spasial wilayah Indonesia yang berada di sekitar garis khatulistiwa ($5^{\circ}\text{LU} - 5^{\circ}\text{LS}$) secara bercak (*spotty*) merupakan wilayah dengan intensitas panas laten kondensasi hidrometeor yang tinggi pada periode Desember 1998, Januari – Februari 1999 dengan intensitas antara 0,60 – 0,80 K/jam yang terjadi di ketinggian 6 – 8 km. Hal analog, pada periode Juni, Juli, Agustus 1999 terjadi di wilayah yang berada di utara Indonesia ($5^{\circ}\text{LU} - 25^{\circ}\text{LU}$) dengan nilai antara 0,30 – 0,45 K/jam. Variasi spasial dan temporal panas laten kondensasi hidrometeor berdasar luaran model menunjukkan adanya pola (cakupan luasan) dan nilai yang berbeda dari estimasi satelit tersebut.

Kata kunci : *panas laten kondensasi hidrometeor, satelit dan model*

Abstract

Analysis of spatial and temporal variations of latent heat of condensation hydrometeor Indonesian Maritime Continent (IMC) based on satellite estimation and models outcomes are discussed in this paper. The purpose of this research is to understand the characteristics and mechanisms of rain in IMC regions, especially in terms of horizontal distribution of latent heat of condensation hydrometeor of IMC areas and profile parameters vertical aforementioned three regions Airports Indonesia (Bandung, Padang and Ambon). Election to these three areas also indicates three main patterns of rainfall in Indonesia, known as monsoonal pattern (Bandung), equatorial (Padang) and local (Ambon). The results obtained indicate that the satellite estimations, spatially Indonesian territory located around the equator ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$) by spotting is a region with the intensity of the latent heat of condensation hydrometeor high in the period December 1998, January - February 1999 with an intensity of between 0.60 to 0.80 K / h which occurred at an altitude of 6-8 km. It analogue, in the period June, July, August 1999 occurred in the region located in northern Indonesia ($5^{\circ}\text{N} - 25^{\circ}\text{N}$) with values between 0.30 to 0.45 K / h. Spatial and temporal variations of latent heat of condensation hydrometeor based on models outcomes indicate a pattern (coverage area) and different values from satellite estimations.

Keywords: *latent heat of condensation hydrometeor, satellite and model*

1. Pendahuluan

Panas laten adalah bagian dari pemanasan diabatik yang dilepaskan atau diserap ke / dari lingkungan sebagai hasil dari perubahan fasa air. Misalnya, perubahan air dari fasa gas ke fasa cair akan melepaskan panas panas yang dikenal sebagai *panas laten kondensasi* dengan nilai sebesar 600 kalori; dan proses sebaliknya, perubahan air dari fasa cair ke fasa gas akan menyerap panas panas

yang dikenal sebagai *panas laten evaporasi* dengan nilai juga sebesar 600 kalori. Perubahan fasa air lainnya, misalnya dari fasa gas ke fasa padat maka akan melepaskan panas sebesar 680 kalori yang dikenal sebagai *panas laten deposisi*; dan proses sebaliknya, perubahan air dari fasa padat ke fasa gas akan menyerap panas panas yang dikenal sebagai *panas laten sublimasi* dengan nilai juga sebesar 680 kalori. Panas laten kondensasi (terutama) dan panas laten deposisi hidrometeor yang dilepaskan di atmosfer inilah yang menjadi

perhatian utama dalam penelitian ini, khususnya dalam kaitannya dengan wacana eksplorasi energi alternatif yang ramah lingkungan [1].

Hidrometeor adalah suatu gejala di atmosfer, selain awan, 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*) [2]. Disisi 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. 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 [3]. 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 [4]. Perubahan kelembaban tanah di daratan dan salinitas di lautan, kedua-duanya ini akan berdampak pada perubahan iklim global.

Terdapat lima jenis algoritma yang telah dikembangkan untuk eksplorasi profil panas laten dalam rangka optimalisasi data satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*). Algoritma pertama dikenal sebagai algoritma HH (*Hydrometeor Heating*), yang ke dua adalah algoritma CSH (*Goddard Convective Stratiform Heating*), yang ke tiga adalah algoritma GPROF (*Goddard Profiling heating*), yang keempat adalah SLH (*Spectral Latent Heating*), dan yang ke lima adalah PRH (*Precipitation Radar Heating*) Ref. [5] dari Ref. [6]. Komparasi rinci terhadap kelima jenis algoritma (HH, CSH, GPROF, SLH dan PRH) dapat dilihat dalam Ref. [5]. Dalam penelitian ini, untuk memperoleh karakteristik profil vertikal energi panas laten kondensasi yang dilepaskan di atmosfer Indonesia berbasis observasi sensor TMI satelit TRMM, dipilih algoritma HH (*Hydrometeor Heating*) yang terdapat dalam Ref. [7], [8] dari [9] dan [10].

Di Benua Maritim Indonesia dan sekitarnya atau di daerah tropis pada umumnya, pemanasan laten kondensasi yang dilepaskan oleh sejumlah besar awan kumululus merupakan sumber (*source*) panas utama di daerah ini. Sebagaimana diketahui, kondensasi, presipitasi dan gerakan medan awan merupakan komponen esensial dalam siklus hidrologi dan sangat menentukan terhadap jumlah uap air di atmosfer, dimana uap air di atmosfer ini

merupakan jenis gas rumah kaca yang paling dominan pada pemanasan/pendinginan di permukaan maupun di lapisan-lapisan atmosfer bawah, sesuai dengan mekanisme efek rumah kaca.

Selain itu, diketahui pula bahwa awan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap budget radiasi planet bumi, termasuk di dalamnya terhadap siklus hidrologi di atmosfer; Ref. [11], [12] dari [13]. Agar dapat mengestimasi pengaruh awan ini terhadap budget radiasi, maka karakteristik mikrofisika dari awan ini seperti kandungan air cair (*LWC : Liquid Water Content*), kandungan air padat/es (*IWC : Ice Water Content*), ukuran dan bentuk partikel-partikel dalam awan ini harus diketahui dengan baik pula.

Dari hal-hal tersebut di atas, maka pengetahuan dan pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik hidrometeor di daerah tropis pada umumnya, dan curah hujan dan kaitannya dengan energi panas laten kondensasi yang dilepaskan di atmosfer pada khususnya di wilayah Benua Maritim Indonesia (BMI), merupakan hal yang sangat penting. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan memahami karakteristik dan mekanisme curah hujan tropis pada umumnya, dan Indonesia pada khususnya, dimana pada tahap kali ini adalah untuk mengidentifikasi potensi dan perilaku profil vertikal energi panas laten kondensasi yang dilepaskan di atmosfer utamanya dalam variasi spasial dan temporalnya di Indonesia, berbasis observasi wahana antariksa (sensor TMI satelit TRMM). Sedang sasaran penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah diperolehnya gambaran variasi spasial dan variasi temporal profil vertikal energi panas laten kondensasi yang dilepaskan di atmosfer dari sensor radiometer gelombang mikro pasif multikanal satelit TRMM (sensor TMI satelit TRMM) di daerah Benua Maritim Indonesia (BMI) dan sekitarnya (35 °LU – 35 °LS; 60 °BT – 160 °BB) dalam rentang pengamatan Januari 1998-Desember 2008 (11 tahun pengamatan).

2. Metode Penelitian

Data utama yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data panas laten kondensasi hidrometeor (data HH) dari sensor TMI satelit 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°x0,5°; cakupan area global dari 40 °LU-40 °LS; 180 °BT-180 °BB; resolusi temporal rata-rata bulanan (*monthly mean*); tersedia dari Desember 1997 sampai sekarang (Oktober 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; [14].

Namun demikian, dalam penelitian ini dipilih data panas laten kondensasi hidrometeor (data HH) untuk daerah Bandara Internasional Pattimura Ambon (03,70°LS; 128,08 °BT), Bandara Internasional Minangkabau Padang (00,79°LS; 100,28 °BT) dan Bandara Internasional Husein Sastranegara Bandung (06,90°LS; 107,58°BT) sebagai sampel untuk analisis profil vertikal panas laten kondensasi hidrometeor. Selain itu, dalam penelitian ini dipilih pula data sebaran horisontal panas laten kondensasi hidrometeor untuk daerah Benua Maritim Indonesia (BMI) dan sekitarnya (35 °LU – 35 °LS; 60 °BT – 160 °BB) dari ketinggian 0 km (permukaan) sampai 18 km (troposfer atas) untuk analisis variasi spasial panas laten kondensasi hidrometeor pada periode pengamatan Januari 1998 sampai Desember 2008.

Pengolahan data dilakukan dengan memanfaatkan software *HDFviewer* (*Hierarchy Data Format viewer*) dan *GrADS* (*The Grid Analysis and Display System*). Analisis pola (*pattern analysis*) dan kuantitas nilai diterapkan terhadap data yang diperoleh tersebut sehingga dapat diperoleh gambaran karakteristik profil vertikal dan variasi spasiotemporal panas laten kondensasi hidrometeor daerah Benua Maritim Indonesia (BMI) dan sekitarnya (35 °LU – 35 °LS; 60 °BT – 160 °BB) periode pengamatan Januari 1998 sampai Desember 2008 (11 tahun pengamatan).

3. Hasil dan Pembahasan

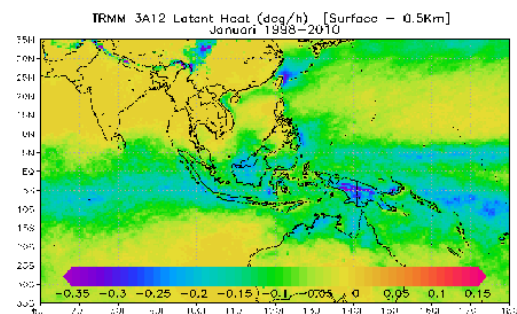
Variasi spasial panas laten kondensasi hidrometeor yang dilepaskan di atmosfer daerah Benua Maritim Indonesia dan sekitarnya (35 °LU – 35 °LS; 60 °BT – 160 °BB) periode Januari dan Juli 1999 pada level ketinggian yang dipilih, disajikan dalam gambar (1) dan (2) berikut. Level ketinggian yang dipilih adalah 1,5-2,0 km yang merupakan level ketinggian dimana kadar air cair dalam awan dan hujan (*LWC : Liquid Water Content in cloud and precipitation*) memiliki nilai maksimum. Level ketinggian yang lain, misalnya 6,0-8,0 km yang merupakan level ketinggian dimana kadar air padat/es dalam hujan (*IWC : Ice Water Content in precipitation*) memiliki nilai maksimum; serta level ketinggian 10,0-14,0 km yang merupakan level ketinggian dimana kadar air padat/es dalam awan (*IWC : Ice Water Content in cloud*) memiliki nilai maksimum, tidak ditampilkan pada makalah ini, mengingat pembatasan jumlah halaman. Gambar-gambar yang tidak ditampilkan tersebut tetap menjadi satu kesatuan yang utuh, yang digunakan untuk analisis hasil penelitian ini, dan ada pada penulis.

Dari hal-hal tersebut di atas, maka dapat diperoleh gambaran / informasi potensi energi panas laten kondensasi hidrometeor yang dilepaskan di atmosfer Benua Maritim Indonesia

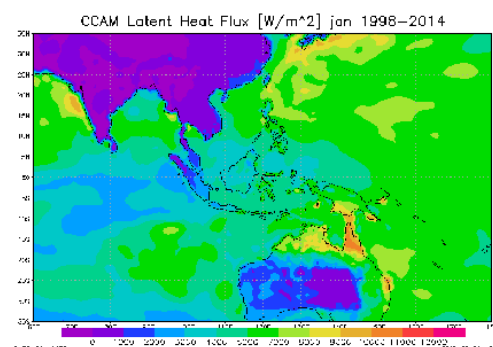
dan sekitarnya (35 °LU – 35 °LS; 60 °BT – 160 °BB) sebagai salah satu sumber energi alternatif yang ramah lingkungan; meskipun masih diperlukan penelitian maupun pengkajian dan penerapan teknologi yang tepat dan sesuai, sehingga sumber energi alternatif yang ramah lingkungan yang tersedia melimpah di wilayah BMI ini benar-benar dapat dimanfaatkan secara optimal.

Sedang profil vertikal panas laten kondensasi hidrometeor yang dilepaskan di atmosfer (*HH : hydrometeor heating*) di atas daerah Bandara Internasional Pattimura Ambon (03,70°LS; 128,08 °BT), Bandara Internasional Minangkabau Padang (00,79°LS; 100,28 °BT) dan Bandara Internasional Husein Sastranegara Bandung (06,90°LS; 107,58°BT) rata-rata musim basah (periode DJF) 1999 dan musim kering (periode JJA) 1999 sebagai sampel profil vertikal panas laten kondensasi hidrometeor yang dilepaskan di atmosfer dari penelitian ini disajikan dalam gambar (3) sampai (8) berikut.

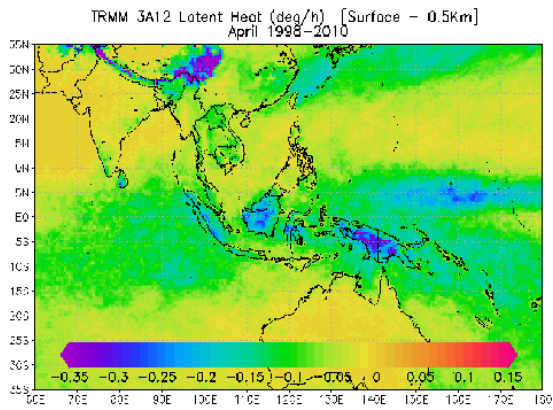
Periode tahun 1999 ini dipilih karena pada periode tersebut intensitas panas laten kondensasi hidrometeor yang dilepaskan di atmosfer di atas daerah bandara internasional Pattimura Ambon memiliki nilai maksimum dalam rentang pengamatan 1998-2008.



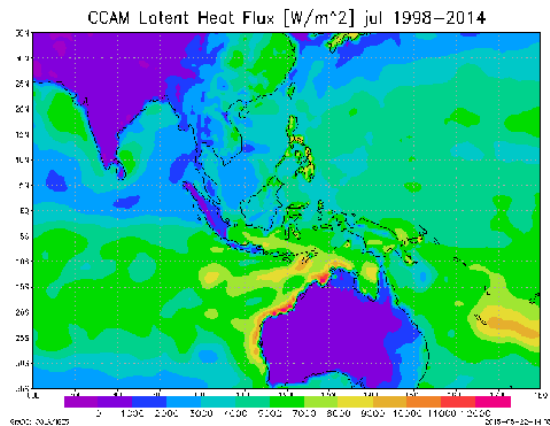
Gambar 1. Variasi spasial panas laten kondensasi hidrometeor yang dilepaskan di atmosfer (K/jam) BMI dan sekitarnya (35 °LU – 35 °LS; 60 °BT – 160 °BB) periode Januari 1998 – 2010, ketinggian 0 – 0,5 km, berbasis observasi satelit TRMM.



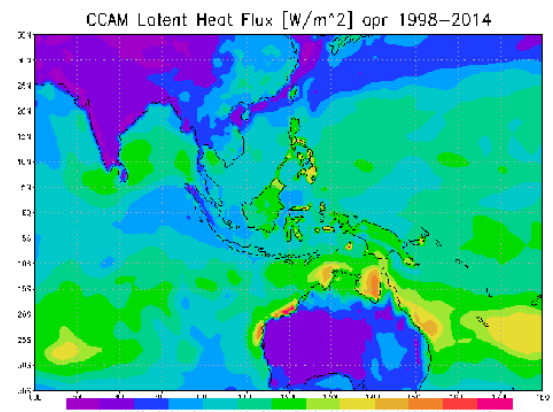
Gambar 2. Serupa dengan Gambar 1 tetapi untuk besaran fluks panas laten (W/m²) berdasar luaran model CCAM dan periode lebih lama, yaitu Januari (1998 – 2014).



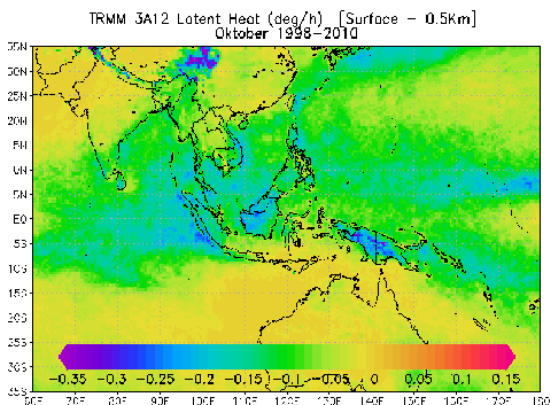
Gambar 3. Variasi spasial panas laten kondensasi hidrometeor yang dilepaskan di atmosfer (K/jam) BMI dan sekitarnya (35 °LU – 35 °LS; 60 °BT – 160 °BB) periode April 1998 – 2010, ketinggian 0 – 0,5 km, berbasis observasi satelit TRMM.



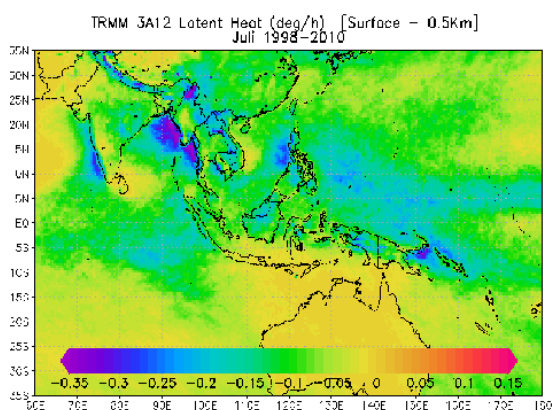
Gambar 6. Serupa dengan Gambar 1 tetapi untuk besaran fluks panas laten (W/m^2) berdasar luaran model CCAM dan periode lebih lama, yaitu Juli (1998 – 2014).



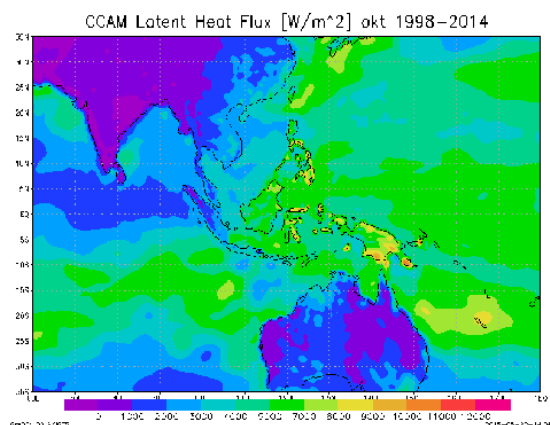
Gambar 4. Serupa dengan Gambar 1 tetapi untuk besaran fluks panas laten (W/m^2) berdasar luaran model CCAM dan periode lebih lama, yaitu April (1998 – 2014).



Gambar 7. Variasi spasial panas laten kondensasi hidrometeor yang dilepaskan di atmosfer (K/jam) BMI dan sekitarnya (35 °LU – 35 °LS; 60 °BT – 160 °BB) periode Oktober 1998 – 2010, ketinggian 0 – 0,5 km, berbasis observasi satelit TRMM.



Gambar 5. Variasi spasial panas laten kondensasi hidrometeor yang dilepaskan di atmosfer (K/jam) BMI dan sekitarnya (35 °LU – 35 °LS; 60 °BT – 160 °BB) periode Juli 1998 – 2010, ketinggian 0 – 0,5 km, berbasis observasi satelit TRMM.



Gambar 8. Serupa dengan Gambar 1 tetapi untuk besaran fluks panas laten (W/m^2) berdasar luaran model CCAM dan periode lebih lama, yaitu Oktober (1998 – 2014).

Gambaran umum yang dapat diungkapkan dari gambar dari Gambar 1 dan Gambar 2 di atas adalah adanya keadaan yang menunjukkan bahwa secara

spasial wilayah Benua Maritim Indonesia yang membentang dari ($6^{\circ}\text{LU} - 11^{\circ}\text{LS}$; $95^{\circ}\text{BT} - 141^{\circ}\text{BT}$) merupakan wilayah dengan intensitas panas laten kondensasi hidrometeor (*HH : Hydrometeor Heating*) yang tinggi, selama periode musim hujan (periode DJF : Desember, Januari, Februari). Hal ini juga terjadi pada periode musim peralihan I dari musim hujan ke musim kemarau (periode MAM : Maret, April, Mei), musim kemarau (periode JJA : Juni, Juli, Agustus) maupun pada musim peralihan II dari musim kemarau ke musim hujan (periode SON : September, Oktober, Nopember); meskipun gambar intensitas panas laten kondensasi hidrometeor yang terjadi pada periode musim peralihan I, musim kemarau dan musim peralihan II tersebut tidak ditampilkan. Gambar intensitas panas laten kondensasi yang terjadi pada ke tiga periode musim lainnya ini ada pada penulis.

Hal menarik selanjutnya yang dapat diungkapkan dari gambar dari Gambar 1 dan Gambar 2 di atas adalah adanya keadaan yang menunjukkan bahwa wilayah-wilayah Benua Maritim Indonesia yang berada pada BBU (Belahan Bumi Utara) selama periode musim kemarau (yang bersesuaian dengan periode JJA : Juni, Juli, Agustus) merupakan wilayah dengan intensitas *HH (Hydrometeor Heating)* yang tinggi. Disisi lain; untuk daerah-daerah yang berada di BBS (Belahan Bumi Selatan) seperti seluruh Jawa, Bali, NTB sampai NTT pada periode JJA ini merupakan wilayah dengan intensitas *HH* yang moderat sampai rendah. Dan secara profil vertikal, maka intensitas panas laten kondensasi hidrometeor di rentang daerah dan periode ini (seluruh Jawa, Bali, NTB sampai NTT pada periode JJA) memiliki nilai intensitas *HH* kecil pula.

Selanjutnya, profil vertikal panas laten kondensasi yang terjadi di atmosfer di atas daerah Bandara Internasional Pattimura Ambon ($03,70^{\circ}\text{LS}$; $128,08^{\circ}\text{BT}$), Bandara Internasional Minangkabau Padang ($00,79^{\circ}\text{LS}$; $100,28^{\circ}\text{BT}$) dan Bandara Internasional Husein Sastranegara Bandung ($06,90^{\circ}\text{LS}$; $107,58^{\circ}\text{BT}$), sebagai sampel daerah yang mewakili tiga tipe utama curah hujan di Benua Maritim Indonesia (yaitu tipe curah hujan lokal/anti monsun, tipe ekuatorial dan tipe monsun) memberikan pola sebagai berikut.

Hal umum yang dapat diungkap dari gambar (3) sampai (8) di atas adalah adanya pola profil vertikal yang signifikan berbeda antara panas laten kondensasi hidrometeor yang dilepaskan di atmosfer dari observasi sensor TMI satelit TRMM untuk daerah Bandara Internasional Pattimura Ambon ($03,70^{\circ}\text{LS}$; $128,08^{\circ}\text{BT}$) dengan daerah Bandara Internasional Minangkabau Padang ($00,79^{\circ}\text{LS}$; $100,28^{\circ}\text{BT}$) dan daerah Bandara Patimura Ambon ($03,70^{\circ}\text{LS}$; $128,08^{\circ}\text{BT}$) pada periode pengamatan DJF (Desember 1998, Januari dan Februari 1999) maupun pada periode pengamatan JJA (Juni, Juli, Agustus) 1999. Untuk

daerah Bandara Internasional Pattimura Ambon ($03,70^{\circ}\text{LS}$; $128,08^{\circ}\text{BT}$) periode bulan Juli 1999 merupakan periode dengan intensitas panas laten kondensasi hidrometeor yang tinggi dengan nilai $0,43 \text{ K/jam}$, yang terjadi di ketinggian 6 km . Sedang di daerah Bandara Internasional Minangkabau Padang ($00,79^{\circ}\text{LS}$; $100,28^{\circ}\text{BT}$) pada periode yang sama (Juli 1999) merupakan periode dengan intensitas panas laten kondensasi hidrometeor yang rendah dengan nilai $0,09 \text{ K/jam}$, yang juga terjadi di ketinggian 5 km . Bahkan untuk daerah Bandara Internasional Husein Sastranegara Bandung ($06,90^{\circ}\text{LS}$; $107,58^{\circ}\text{BT}$) pada periode Juli 1999 tersebut terjadi intensitas panas laten kondensasi hidrometeor yang sangat rendah dengan nilai $0,01 \text{ K/jam}$, namun terjadi di ketinggian 3 km ; sebagaimana ditunjukkan dalam gambar (3; 5; dan 7) di atas.

Di sisi lain, pada periode musim hujan di sebagian besar wilayah Benua Maritim Indonesia (periode DJF) 199, perilaku intensitas panas laten kondensasi hidrometeor yang dilepaskan pada periode Januari 1999 di daerah Bandara Patimura Ambon ($03,70^{\circ}\text{LS}$; $128,08^{\circ}\text{BT}$) menunjukkan adanya intensitas yang minimum, bahkan mendekati nilai 0 K/jam yang terjadi pada level ketinggian 7 km . Namun demikian, pada periode yang sama (periode DJF 1999), perilaku intensitas panas laten kondensasi hidrometeor yang dilepaskan di atmosfer di daerah Bandara Internasional Minangkabau Padang ($00,79^{\circ}\text{LS}$; $100,28^{\circ}\text{BT}$) dan daerah Bandara Internasional Husein Sastranegara Bandung ($06,90^{\circ}\text{LS}$; $107,58^{\circ}\text{BT}$) menunjukkan hal yang berbeda. Pada periode Januari 1999, perilaku intensitas panas laten kondensasi hidrometeor yang dilepaskan di atmosfer ke dua daerah ini justru menunjukkan nilai intensitas yang tinggi. Di daerah Bandara Internasional Minangkabau Padang ($00,79^{\circ}\text{LS}$; $100,28^{\circ}\text{BT}$), periode Januari 1999 merupakan periode musim basah dengan intensitas panas laten kondensasi hidrometeor yang tinggi dengan nilai $0,21 \text{ K/jam}$ yang terjadi pada level ketinggian 5 km . Sedang di daerah daerah Bandara Internasional Husein Sastranegara Bandung ($06,90^{\circ}\text{LS}$; $107,58^{\circ}\text{BT}$) juga menunjukkan hal yang sama dengan daerah Bandara Internasional Minangkabau Padang. Di daerah Bandara Internasional Husein Sastranegara Bandung ini pada periode Januari 1999 terjadi intensitas panas laten kondensasi hidrometeor yang paling tinggi dengan nilai $0,35 \text{ K/jam}$ yang terjadi pada level ketinggian 5 km ; sebagaimana ditunjukkan dalam gambar (4; 6; dan 8) di atas.

4. Kesimpulan

Terdapat pola profil vertikal yang signifikan berbeda antara panas laten kondensasi hidrometeor yang dilepaskan di atmosfer dari observasi sensor

TMI satelit TRMM untuk daerah Bandara Internasional Patimura Ambon (03,70°LS; 128,08 °BT), daerah Bandara Internasional Minangkabau Padang (00,79°LS; 100,28 °BT) dan daerah Bandara Internasional Husein Sastranegara Bandung (06,90°LS;107,58°BT) pada perioda pengamatan DJF (Desember 1998, Januari dan Februari 1999) maupun pada perioda pengamatan JJA (Juni, Juli, Agustus) 1999. Untuk daerah Bandara Internasional Pattimura Ambon (03,70°LS; 128,08 °BT) perioda bulan Juli 1999 merupakan perioda dengan intensitas panas laten kondensasi hidrometeor yang tinggi dengan nilai 0,43 k/jam, yang terjadi di ketinggian 6 km. Di sisi lain, daerah Bandara Internasional Husein Sastranegara Bandung (06,90°LS;107,58°BT) ini pada perioda Januari 1999 merupakan perioda dengan intensitas panas laten kondensasi hidrometeor yang paling tinggi dengan nilai 0,35 k/jam yang terjadi pada level ketinggian 5 km. Sedang daerah bandara Internasional Minangkabau Padang (00,79°LS; 100,28 °BT) memiliki karakteristik diantara kedua daerah yang disebut lebih dahulu.

Ucapan Terimakasih

Diucapkan terimakasih kepada Ir. Halimurrahman, M.T. (selaku Integrator I) dan Dr. Didi Satiadi (selaku Integrator II) atas masukan, saran dan diskusi yang konstruktif dalam penelitian ini. Penelitian ini merupakan bagian dari Program Pengembangan Teknologi Penerbangan dan Antariksa yang ada di Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer (PSTA) – Lembaga Penerbangan dan Antariksa (LAPAN) Tahun Anggaran 2015; *grant number* SP.DIPA.082.01.1.430397/2015.

Daftar Acuan

- [1]. Suryantoro, A., Sebuah Wacana Eksplorasi Energi Alternatif dari Proses Kondensasi Hidrometeor di Atmosfer, Prosiding Seminar Nasional Energi 2010, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran (2010), p. 8-13.
- [2]. Prawirowardoyo, S., Mengenal awan dan hidrometeor, *dari Meteorologi*, Penerbit ITB, Bandung (1996), p.167-186.
- [3]. Simpson, J., R.F. Adler and G.R. North, A Proposed Satellite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), *Bull.Amer.Meteor.Soc.*, **69**, (1988,), p. 278-295.
- [4]. Prawirowardoyo, S., Pembentukan awan dan curahan, *dari Meteorologi*, Penerbit ITB, Bandung (1996), p. 43-48.
- [5]. Tao, W.K., and Coauthor, Retrieval of Latent Heating from TRMM Measurements, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **87**, (2006), p. 1555-1572.
- [6]. Tao, W.K., R. Houze Jr., and E.A. Smith, The Fourth TRMM Latent Heating Workshop, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, (2007), p. 1255-1259.
- [7]. Tao, W.K., J. Simpson, S. Lang, M. McCumber, R. Adler, and R. Penc, An Algorithm to Estimate the Heating Budget from Vertical Hydrometeor Profiles, *Jour. Appl. Meteor.*, **29**, (1990), p. 1232-1244.
- [8]. Tao, W.K., S. Lang, J. Simpson and R. Adler, Retrieval Algorithms for Estimating the Vertical Profiles of Latent Heat Release : Their Application for TRMM, *Jour. of Met. Soc. of Japan*, **71**, (1993), p. 685-700.
- [9]. Yang, S., and E. A. Smith, Moisture Budget Analysis of TOGA COARE Area Using SSM/I Retrieved Latent Heating and Large Scale Q₂ Estimate, *Jour. Atmos. Oceanic Technol.*, **16**, (1999a), p. 633-655.
- [10]. Yang, S., and E. A. Smith, Four Dimensional Structure of Monthly Latent Heating Derived from SSM/I Satellite Measurements, *Jour. of Climate*, **12**, (1999b), p. 1016-1037.
- [11]. Baker, M.B., Cloud microphysics and climate, *Science*, **276**, (1997), p.1072-1078.
- [12]. Stephens, G.L., S. C., Tsay, P.W. Stackhouse, Jr., and P.J. Flatau, The relevance of the microphysical and radiative properties of cirrus clouds to climate and climatic feedback. *J.Atmos.Sci.*, **47**, (1990), p.1742-1753.
- [13]. Yoshida, Y., S. Asano, and K. Iwanami, Retrieval of Microphysical Properties of Water, Ice and Mixed-Phase Clouds Using a Triple-Wavelength Radar and Microwave Radiometer, *J.of Met.Soc.of Japan*, **86**, (2006), p. 1005-1031.
- [14]. TRMM Home, NASA Facts: TRMM Instruments-TRMM Microwave Imager (2010), *dari* : http://trmm.gsfc.nasa.gov/overview_dir/tmi.html akses 31 Agustus 2010.