

PERBEDAAN FASE CURAH HUJAN DAN ANGIN MONSUN DI INDONESIA BERDASARKAN DATA SATELIT TRMM

Erma Yulihastin

Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, LAPAN
e-mail: erma.yulihastin@gmail.com, erma@bdg.lapan.go.id

Abstract

This research described phenomenon between wind reversal and surface rain which were related to pre-monsoon over Indonesia Maritime Continent (IMC). We used a ten-years data of TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) 2A25 version 6 data namely monthly near surface rain and zonal wind of NCEP-NCAR (National Center for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research) Reanalysis I, from 1998 to 2007. The result showed there were different phase between wind and surface rain due to pre-monsoon of dry season. According to wind data, pre-monsoon of dry season occurred in May, which was showed by strong and homogeneous of easterly (3-6 m/sec) over monsoon area of IMC (5-10 S, 90-150E). Transition season was showed by weak easterly (1 m/sec) occurred in April and November. Following to surface rain data, pre-monsoon of dry season occurred in June, which was showed by rain intensity less than treshold value (0.21 mm/hr). Transition season occurred in May and November, when rain intensity were 0.21 millimeter/day. Thereby, phase different between wind and rain was one month for defined premonsoon of dry season. It was because Australian monsoon in April influenced to decrease rain intensity which occurred over IMC one month later (May). Whereas, pre-monsoon of rainy season according to rain surface data, occurred in November, which rain intensity reached more than 0.21 mm/hr. According to wind data, pre-monsoon of rainy season occurred in December, was described by strong westerly (2-6 m/sec). So there was no phase different between wind and rain to defined pre-monsoon of rainy season over IMC.

Keyword: surface rain, monsoon, phase, IMC, TRMM

Abstrak

Penelitian ini mengungkap fenomena perubahan arah angin dan intensitas hujan yang menandakan awal musim di wilayah Benua Maritim Indonesia (BMI). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan rata-rata bulanan TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) 2A25 versi 6 dan data angin zonal serta meridional NCEP-NCAR (*National Center for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research*) Reanalysis I periode waktu 10 tahun (1998-2007). Hasil penelitian menemukan terjadinya perbedaan fase antara angin dan curah hujan pada saat awal musim kemarau di wilayah BMI. Berdasarkan data angin, awal musim kemarau terjadi pada bulan Mei yang diperlihatkan oleh angin timur yang kuat (3-6 m/detik) dan homogen di wilayah musunal BMI (5-10 LS, 90-150 BT). Musim transisi terjadi pada bulan April dan November yang ditandai dengan pola angin timur yang lemah (1 m/detik). Menurut data curah hujan, awal musim kemarau jatuh pada bulan Juni, di mana intensitas hujan kurang dari nilai ambang 0.21 mm/jam. Sedangkan musim transisi terjadi pada bulan Mei dan November yang ditandai dengan curah hujan sama dengan nilai ambang 0.21 milimeter/jam. Dengan demikian terjadi perbedaan fase satu bulan antara angin dan curah hujan dalam penentuan awal musim kemarau. Angin dari Australia (angin timur atau tenggara) pada bulan April telah memberikan pengaruh lebih dini terhadap berkurangnya hujan di wilayah Indonesia (bagian selatan) pada satu bulan sesudahnya (Mei). Sementara itu, awal musim hujan berdasarkan data curah hujan BMI lebih dari 0.21 mm/jam. ditandai dengan intensitas hujan rata-rata di wilayah musunal BMI lebih dari 0.21 mm/jam. Sedangkan menurut data angin, musim hujan yang ditandai dengan angin barat yang kuat (2-6 m/detik), terjadi pada bulan Desember. Awal musim hujan berdasarkan data angin dan hujan tidak memiliki perbedaan fase.

Kata kunci: hujan permukaan, monsun, fase, BMI, TRMM

1. PENDAHULUAN

Penelitian mengenai korelasi antara fenomena angin monsun dan curah hujan di Benua Maritim Indonesia telah dilakukan oleh Hardjawinta dan Muharjoto (1982) (dalam Tanaka, 1994). Mereka menganalisis kaitan antara kejadian angin barat pada ketinggian 2134 meter (sekitar level 847.57 hPa) dan musim hujan di Benua Maritim Indonesia selama periode 1978-1980.

Dalam penelitian tersebut, mereka menyimpulkan bahwa wilayah dengan curah hujan lebih dari 50 milimeter yang diamati selama 10 hari ternyata berkaitan erat dengan kejadian angin barat yang kuat. Menggunakan data satu tahun, Eguchi (1983) (dalam Tanaka, 1994) menganalisis hubungan antara distribusi curah hujan dan angin di level ketinggian yang rendah (dari permukaan hingga 700 hPa) menggunakan data awan dan vektor angin dari satelit dalam periode yang relatif pendek yaitu Oktober 1978 hingga September 1979. Ia mencatat, wilayah dengan hujan deras juga ditunjukkan dengan angin barat di level ketinggian yang rendah.

Tjasyono dkk. (2008) mengungkapkan, monsun merujuk pada dua sirkulasi musiman yang berbeda. Dua sirkulasi tersebut adalah sirkulasi antisislon kontinental pada musim dingin dan sirkulasi siklon kontinental pada musim panas, baik di belahan bumi utara maupun selatan. Ada dua monsun utama yang mempengaruhi angin musiman di benua Maritim Indonesia, yaitu monsun Asia dan monsun Australia. Monsun Asia terjadi jika di belahan bumi utara sedang mengalami musim dingin yang mempengaruhi peningkatan intensitas curah hujan sehingga Indonesia pada periode sejak November hingga Maret mengalami musim hujan. Sementara itu, monsun Australia berlangsung pada saat belahan bumi selatan sedang mengalami musim dingin sehingga membentuk subsidensi pada aktivitas konveksi di Indonesia selama periode Mei sampai September. Akibatnya Indonesia mengalami musim kemarau (Aldrian dan Susanto, 2003).

Sementara itu, penelitian lebih detail mengenai angin monsun di wilayah sekitar Benua Maritim Indonesia telah dilakukan antara lain oleh Hung dan Yanai (2004) dan Wang, dkk. (2008). Hung dan Yanai (2004) menginvestigasi angin monsun di wilayah Samudera Hindia sebelah utara Australia, termasuk Laut Jawa, sebagian pulau Jawa bagian timur, Bali, Lombok, Nusa Tenggara, dan sekitarnya (5-15LS, 110-130BT).

Mereka merata-ratakan angin zonal pada level ketinggian 850 milibar di wilayah tersebut. Nilai rata-rata angin zonal ini kemudian dijadikan sebagai nilai indeks monsun Australia. Dengan menggunakan perhitungan ini dapat disimpulkan bahwa indeks monsun Australia yang bernilai positif menunjukkan terjadinya angin barat terjadi dominan di wilayah tersebut. Sebaliknya, indeks monsun negatif menunjukkan angin timur terjadi secara intensif.

Kaitan antara fenomena angin monsun dan kejadian hujan di BMI perlu dikaji lebih mendalam, mengingat secara tidak langsung hal ini berkaitan dengan prakiraan awal musim yang sangat berguna terutama di bidang pertanian. Investigasi untuk menunjukkan kaitan antara angin monsun dan curah hujan tersebut dilakukan dalam penelitian ini menggunakan data satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*).

Data curah hujan permukaan (*near surface rain*) yang diperoleh dari satelit TRMM dipandang lebih merepresentasikan intensitas curah hujan yang sebenarnya terjadi di atmosfer (bukan yang jatuh di permukaan tanah), sebab satelit ini mengukur butiran hujan dengan menggunakan radar presipitasi. Curah hujan permukaan yang diperoleh dari satelit TRMM merupakan nilai rata-rata curah hujan pada ketinggian sekitar 1.5 hingga 2 kilometer, atau sama dengan ketinggian pada level tekanan 850 milibar.

Selain itu, satelit TRMM yang memiliki lintasan atau cakupan wilayah tropis (30 derajat lintang) hingga saat ini masih menjadi satu-satunya wahana satelit yang paling tinggi resolusinya dalam mengukur curah hujan di wilayah tropis sehingga tepat digunakan untuk studi mengenai karakteristik dan mekanisme curah hujan tropis (Suryantoro dkk, 2009).

2. DATA DAN METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah parameter curah hujan permukaan (*near surface rain*) dari Satelit TRMM 2A25 versi 6 selama periode waktu satu tahun (1998-2007). Curah hujan permukaan yang dimaksud dalam data tersebut adalah intensitas rata-rata hujan pada ketinggian 1.5-2 km dari permukaan laut, dalam satuan milimeter. Curah hujan tersebut dihasilkan dari pengukuran radar presipitasi terhadap butiran hujan yang ada di atmosfer. Radar presipitasi merupakan salah satu sensor yang melekat dalam satelit TRMM. Resolusi spasial data curah hujan tersebut adalah 2.5X2.5 derajat. Wilayah penelitian di kawasan BMI berada pada rentang 90-150 BT, dan 10LU-10LS. Data angin diperoleh dari data NCEP/NCAR *reanalysis* I selama periode 1998-2007 yang diplot dalam dua level ketinggian yang merepresentasikan fenomena angin monsun yakni 850 milibar dan 200 milibar. Data tersebut memiliki resolusi spasial yang sama yakni 2.5X2.5 derajat.

Data bulanan curah hujan dan angin tersebut di atas selanjutnya diolah dengan cara menghitung nilai rata-rata bulanan secara spasial selama 10 tahun, yaitu 1998-2007. Data ini diolah menggunakan software pengolah data GrADS (*Grid Analysis and Display System*) versi 20. Gambar spasial curah hujan dan angin zonal ditampilkan menggunakan gradasi warna, sementara gambar vektor angin pada level ketinggian 850 milibar dan 200 milibar ditampilkan dalam bentuk vektor angin yang meliputi arah dan besar kekuatan angin.

Variasi temporal curah hujan dan angin zonal rata-rata bulanan selama sepuluh tahun digambarkan dalam bentuk grafik deret waktu untuk kawasan monsun yang membentang di bagian selatan BMI (90-150 BT, 5-10 LS). Nilai kuantitatif angin zonal dan curah hujan bulanan tersebut juga ditampilkan dalam tabel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Spasial

Sirkulasi angin pada level ketinggian 850 hPa yang diperlihatkan pada Gambar 3.1-a menunjukkan pola musiman yang konsisten dengan terjadinya musim kemarau dan musim hujan di BMI. Dalam hal ini, periode musim hujan ditunjukkan dengan angin barat yang kuat, sebaliknya musim kemarau ditunjukkan dengan angin timur yang sangat dominan.

Angin barat dan angin timur tersebut secara jelas dapat diamati terutama di wilayah selatan BMI (5-10 LS). Seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1-b, selama periode Desember - Maret berhembus angin barat di sebagian besar wilayah BMI (terutama di bagian selatan). Arah angin di selatan BMI selanjutnya secara tiba-tiba berubah menjadi angin timur sejak bulan April - November.

Kaitan antara angin barat yang kuat di ketinggian dekat permukaan dan musim hujan di BMI dalam penelitian sebelumnya telah dikemukakan oleh Hardjawinata dan Muharjo (1982). Mereka menyimpulkan terdapat relasi positif antara kejadian angin

barat pada ketinggian 2134 meter (level 847.57 hPa) dan musim hujan di BMI selama periode 1978-1980.

Selain pada 850 hPa, fenomena angin monsun juga ditemukan pada level ketinggian 200 hPa (Webster, 1998). Seperti tampak pada Gambar 3.1-b, terdapat dua pola angin dominan yaitu angin tenggara dan angin timur laut di wilayah BMI dalam setahun. Dalam hal ini, angin timur laut yang dominan (terutama tampak di bagian utara BMI) ditemukan selama periode Mei hingga November, bersesuaian dengan musim kemarau. Sedangkan angin tenggara tampak bertiup kuat sejak Desember hingga April yang selaras dengan kejadian musim hujan. Dengan demikian, pada level ketinggian 200 hPa angin tenggara bersesuaian dengan musim hujan. Hal ini berkebalikan dengan pola angin pada ketinggian 850 hPa di mana angin timur (tenggara) justru merepresentasikan musim kemarau. Uniknyanya pula, seperti tampak pada Gambar 3.1-b, pada bulan April dan November angin di wilayah sekitar ekuator bagian barat memiliki pola yang sama yaitu angin barat yang homogen.

Pola angin monsun pada level ketinggian 850 hPa dan 200 hPa yang ditampilkan pada Gambar 3.1 menunjukkan musim kemarau di BMI memiliki periode yang lebih panjang (8 bulan) dibandingkan musim hujan (4 bulan). Hal ini sesuai dengan indeks monsun Australia (Hung dan Yanai, 2004), yang bernilai positif pada April hingga November dan bernilai negatif pada Desember hingga Maret (DJFM). Hal ini berarti sebagian besar angin monsun di BMI (khususnya bagian selatan) dipengaruhi sangat kuat oleh monsun Australia.

Meskipun demikian, jika dicermati lebih detail, terdapat kesesuaian antara angin di Samudera Pasifik wilayah timur laut Indonesia dengan indeks monsun Asia Timur-Pasifik (Wang, dkk, 2008). Pada Desember hingga April terjadi angin timur laut, bersesuaian dengan nilai negatif indeks monsun Asia timur-Pasifik dengan beda waktu (*lag time*) satu bulan. Sebaliknya pada periode Mei hingga November terjadi angin barat daya, sesuai dengan nilai negatif indeks monsun Asia timur Pasifik selama Juni hingga November dengan beda waktu juga satu bulan.

Masih berdasarkan data angin, karakteristik musim transisi di BMI ditunjukkan dengan tidak adanya angin zonal (timur-barat) yang bisa dideteksi secara jelas di bagian tengah sekitar ekuator pada bulan April dan November di level ketinggian 850 hPa (Gambar 3.1-a). Sedangkan angin pada level ketinggian 200 hPa pada bulan April dan November menunjukkan pola yang sama yaitu angin barat yang seragam di wilayah ekuator bagian barat BMI.

Sementara itu berdasarkan data curah hujan TRMM 2A25 (Gambar 3.2-a), musim hujan dan musim kemarau memiliki periode waktu yang sama dalam setahun, dan perubahan dari musim kemarau menuju hujan serta sebaliknya, diperlihatkan secara tegas melalui intensitas curah hujan yang turun melingkupi sebagian besar wilayah di BMI. Musim hujan berdasarkan data curah hujan permukaan TRMM 2A25 di BMI terjadi sejak November hingga April, dan musim kemarau berlangsung dari Mei sampai Oktober. Lihat Gambar 3.1-a.

Hal ini mendukung penelitian Aldrian dan Susanto (2003) mengenai curah hujan di Indonesia menggunakan data curah hujan klimatologi dari 884 penakar curah hujan WMO-NOAA (*the World Meteorological Organization-National Oceanic and Atmospheric Administration*). Mereka menyatakan musim hujan di Indonesia terjadi pada saat musim dingin terjadi di belahan bumi utara dan musim kemarau berlangsung di Indonesia bertepatan dengan musim panas di belahan bumi utara, yang dikenal dengan istilah siklus tahunan (*annual cycle*).

Siklus tahunan ini terjadi karena pemanasan permukaan mengalami perubahan,

terkait dengan pergerakan zona konvergensi tropis ITCZ (*Intertropical Convergence Zone*) (Juaeni dkk, 2006). Pada bulan transisi dari musim basah ke musim kering (April), ITCZ terletak di ekuatorial, yaitu wilayah dengan pemanasan permukaan maksimum. Pada saat ini wilayah tropis dan subtropis di belahan bumi utara mulai memanaskan. Ada gerak massa udara dalam arah vertikal tapi lemah.

Sirkulasi Hadley dalam arah meridional belum dominan pada saat ini. Ketika posisi semu matahari bergeser dari Mei sampai Juni, pemanasan di belahan bumi utara pun meningkat, termasuk gerakan massa udara dalam arah vertikal. Pada Mei - Juni, ITCZ bergerak ke utara sementara gerak vertikal dan kelembapan di belahan bumi utara mencapai maksimum.

Berdasarkan hasil penelitian, kadar akumulasi curah hujan untuk wilayah BMI secara keseluruhan mencapai nilai paling minimum pada bulan Agustus (0 hingga 8 milimeter per hari).

Selanjutnya pada bulan September pemanasan berkurang, belahan bumi utara mengakhiri musim basah dan memulai musim kering. Pada Desember, ITCZ bergerak ke selatan bersamaan dengan menguatnya sel Hadley, zona pemanasan permukaan maksimum bergerak ke selatan (Juaeni dkk, 2006). Hasil penelitian menunjukkan akumulasi curah hujan tertinggi secara umum untuk wilayah BMI dicapai pada bulan Desember (8 – lebih dari 15 milimeter per hari).

Sementara itu, variabilitas angin zonal secara spasial pada level ketinggian 850 hPa yang ditunjukkan oleh Gambar 3.2-b tampak mendukung data angin pada level ketinggian 850 hPa sebelumnya (Gambar 3.1-a). Berdasarkan Gambar 3.2-b, angin barat terdeteksi secara kuat dan dominan di wilayah BMI sejak Desember hingga Maret dengan kekuatan antara 1-10 meter/detik. Angin barat paling kuat terjadi pada bulan Januari-Februari dengan kekuatan 5-10 meter/detik. Sedangkan pada bulan April-November bertiup angin timur terutama di wilayah selatan BMI (5-10 LS) dengan kekuatan antara 1-8 meter/detik, dimana angin timur yang kuat (4-8 meter/detik) terjadi pada Juni hingga September

Dengan membandingkan antara curah hujan rata-rata bulanan pada ketinggian 1.5-2 km (Gambar 3.2-a) dan angin zonal pada level ketinggian 850 hPa (Gambar 3.2-b), maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara awal musim kemarau dan musim hujan. Berdasarkan data angin, awal musim kemarau terjadi pada bulan April ditandai dengan angin barat yang relatif homogen di wilayah BMI.

Menurut data curah hujan, awal musim kemarau jatuh pada bulan Mei, tampak dari pengurangan intensitas hujan mencapai kurang dari 1 milimeter per hari di selatan Indonesia. Awal musim kemarau yang jatuh pada bulan Mei ini sesuai dengan Suryantoro, (2010) yang menyimpulkan awal musim kemarau adalah pada Mei dasarian II (hari ke-11 hingga ke-20) di Jawa Barat dan sekitarnya menggunakan data dasarian TRMM 3B42 dengan resolusi spasial 0.25X0.25 derajat selama periode waktu 2000 hingga 2009.

3.2. Analisis Temporal

Untuk memperjelas adanya perbedaan fase antara musim kemarau dan musim hujan berdasarkan data angin dan hujan di wilayah monsun Indonesia maka dilakukan analisis temporal. Lokasi penelitian yang dipilih adalah wilayah monsun karena perubahan angin monsun secara tegas terjadi di bagian selatan BMI (90-150BT, 5-10LS) seperti tampak pada Gambar 3.3. Variasi temporal curah hujan permukaan dan angin zonal bulanan periode 1998-2007 diperlihatkan oleh Gambar 3.4.

Pada Gambar 3.4-a terlihat bahwa curah hujan maksimum terjadi pada bulan Desember atau Januari, dengan curah hujan maksimum rata-rata selama 10 tahun adalah 0.35 milimeter/jam. Sedangkan curah hujan minimum terjadi pada bulan Agustus atau

September dengan nilai rata-rata 0.077 milimeter/jam, kecuali pada tahun 2007 curah hujan minimum terjadi pada bulan Oktober dengan nilai 0.026 milimeter/jam.

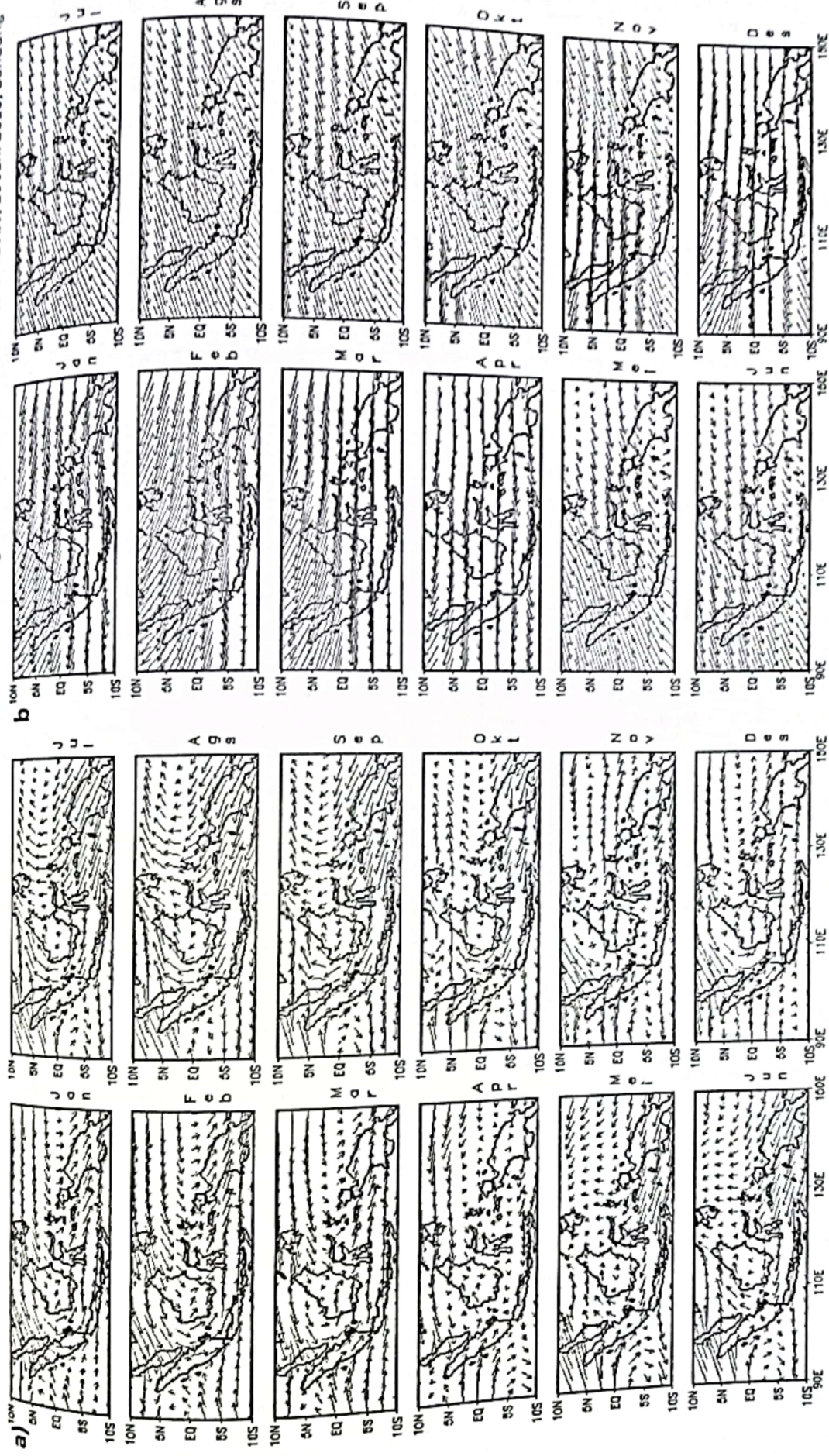
Pola temporal angin zonal yang ditunjukkan Gambar 3.4-b menyatakan bahwa angin barat terjadi selama November hingga Maret dengan kekuatan rata-rata bulanan selama 10 tahun antara 2.44 hingga 5.2 meter/detik. Angin barat maksimum terjadi pada bulan Februari dengan kekuatan rata-rata 6.43 meter/detik. Kecuali pada tahun 1998 dan 2007 terjadi pada bulan Maret dengan kekuatan berturut-turut 8.64 dan 4.81 meter/detik. Sedangkan tahun 2005 dan 2006 terjadi pada bulan Januari dengan kekuatan angin berturut-turut 3.6 dan 6.7 meter/detik.

Sementara itu, angin timur umumnya terjadi sejak April hingga November dengan kekuatan rata-rata bulanan selama 10 tahun antara 1 sampai 5.9 meter/detik. Angin timur maksimum terjadi pada Juli atau Agustus dengan kekuatan rata-rata 6.4 meter/detik. Kecuali pada tahun 2000 dan 2004, angin timur terjadi pada bulan September dengan kekuatan berturut-turut 6.69 dan 6.13 meter/detik, serta pada tahun 2006 maksimum terjadi pada bulan Juni dengan kekuatan 6.37 meter/detik.

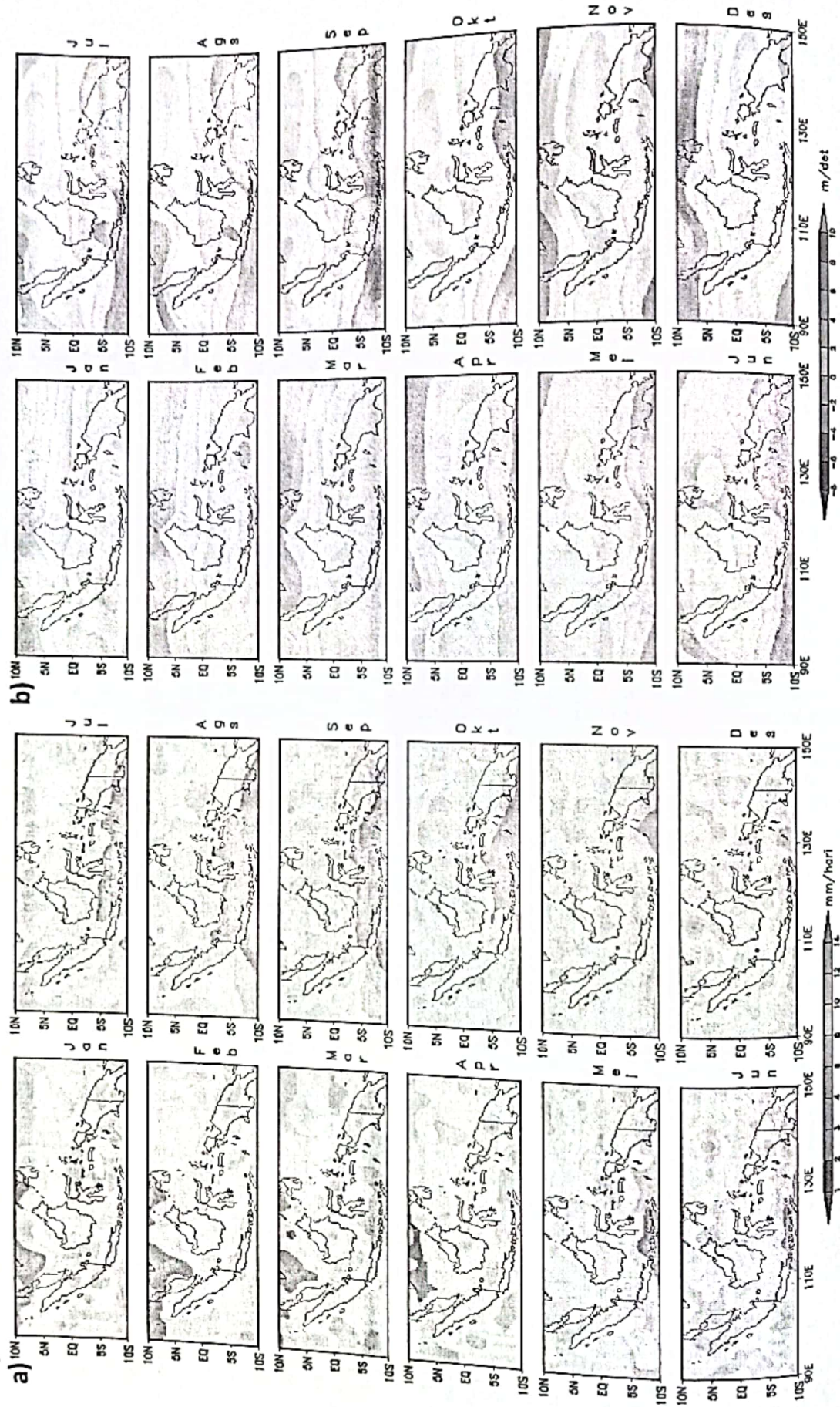
Perbedaan fase antara curah hujan dan angin diperlihatkan pada Gambar 3.5 dan Tabel 3. Pada grafik tampak bahwa awal musim kemarau berdasarkan angin, yang ditandai dengan terjadinya angin timur yang kuat (di atas 3 meter/detik berdasarkan perhitungan nilai ambang rata-rata angin timur), jatuh pada bulan Mei dengan kekuatan angin 4.2 meter/detik. Sedangkan awal musim hujan ditandai dengan terjadinya angin barat (2.44 meter/detik) terjadi pada bulan Desember. Bulan transisi berdasarkan data angin terjadi pada bulan April dan November, yang ditandai dengan terjadinya angin timur yang lemah yakni berturut-turut memiliki kekuatan 1 dan 1.97 meter/detik.

Sementara itu, berdasarkan perhitungan rata-rata data curah hujan permukaan yang diperoleh dari TRMM 2A25, nilai ambang (*threshold value*) bagi musim kemarau adalah jika curah hujan kurang dari 0.21 milimeter/jam. Sebaliknya, musim hujan terjadi bila nilai ambang lebih besar dari 0.21 milimeter/jam. Hal ini seperti ditunjukkan tabel pada Gambar 3.5. Dengan demikian, awal musim kemarau menurut data curah hujan terjadi pada bulan Juni dan awal musim hujan terjadi pada bulan Desember. Dalam hal ini, Bulan Mei dan November berdasarkan nilai ambang dikategorikan sebagai bulan transisi karena curah hujan rata-rata yang terjadi pada dua bulan tersebut berada pada batas ambang curah hujan yaitu 0.21 milimeter/jam.

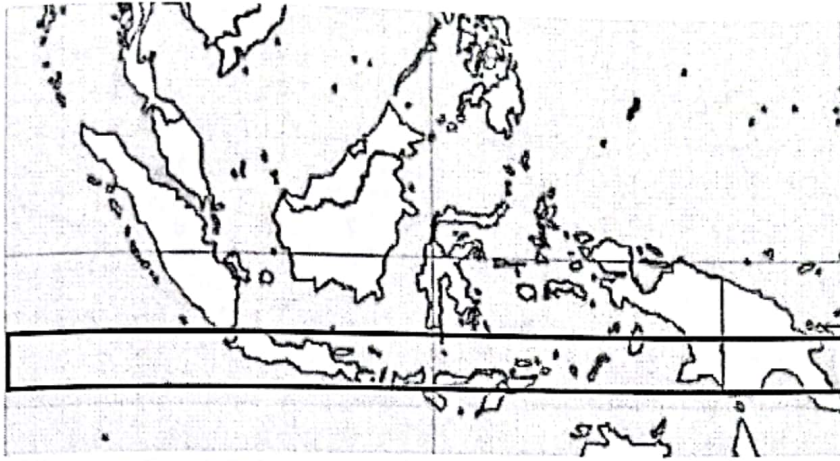
Dengan demikian terjadi perbedaan fase satu bulan antara angin dan curah hujan dalam penentuan awal musim kemarau. Berdasarkan angin awal musim kemarau terjadi pada Mei sementara berdasarkan data hujan awal musim kemarau dimulai sejak Juni. Hal ini menunjukkan angin dari Australia (angin timur atau tenggara) telah memberikan sinyal lebih dini tentang dimulainya musim kemarau di wilayah Indonesia (bagian selatan) yaitu dengan bertiupnya angin timur meskipun lemah pada bulan April, yang kemudian diikuti pengurangan intensitas curah hujan rata-rata menjadi 0.21 milimeter/jam yang terjadi pada satu bulan sesudahnya (Mei). Musim transisi juga dipertegas dengan pola angin di atas Laut Jawa sangat acak dan tidak memiliki arah yang jelas (Gambar 3.1).



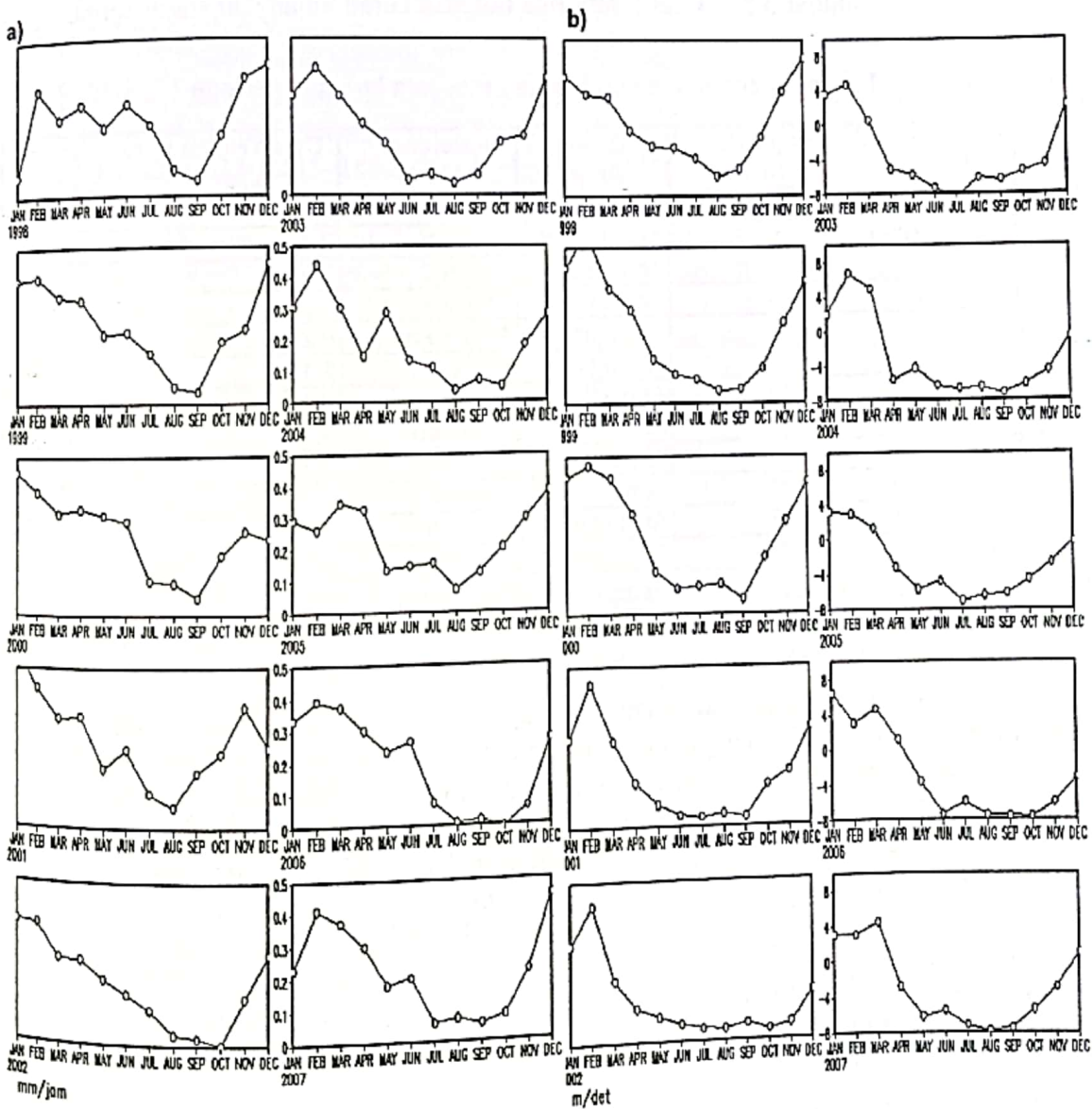
Gambar 3.1 Angin rata-rata bulanan periode 1998-2007 pada level ketinggian 850 milibar (a) dan 200 milibar (b)



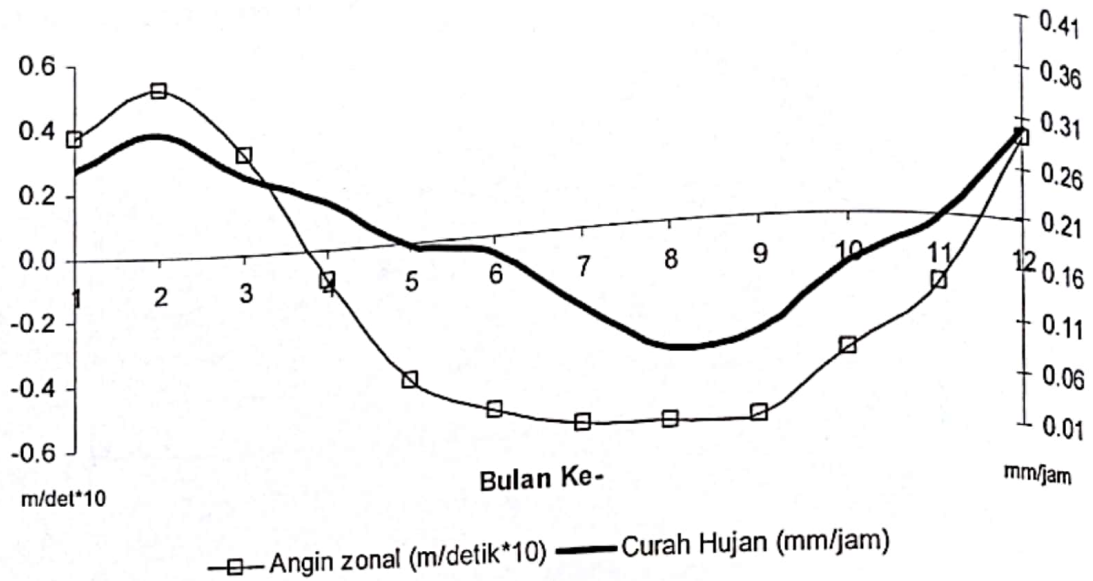
Gambar 3.2. Curah hujan permukaan TRMM 2A25 (a) dan angin zonal (b) rata-rata bulanan selama periode 1998-2007



Gambar 3.3. Lokasi penelitian kawasan monsun BMI (90-150BT, 5-10LS) berada pada wilayah di dalam kotak hitam.



Gambar 3.4. Curah hujan permukaan TRMM 2A25 (a) dan angin zonal (b) bulanan 1998-2007, dirata-ratakan untuk area penelitian kawasan monsun BMI (90-150BT, 5-10LS).



Gambar 3.5. Grafik rata-rata bulanan curah hujan dan angin zonal

Tabel 3.1. Angin zonal dan curah hujan rata-rata bulanan periode 1998-2007

No	Bulan	Angin Zonal (m/det)	Keterangan Angin	Keterangan Musim	Curah Hujan (mm/jam)	Keterangan Musim
1	Januari	3.74	Angin barat	Hujan	0.30	Hujan
2	Februari	5.20	Angin barat	Hujan	0.34	Hujan
3	Maret	3.06	Angin barat	Hujan	0.29	Hujan
4	April	-1.00	Angin timur	Transisi	0.26	Hujan
5	Mei	-4.20	Angin timur	Awal kemarau	0.21	Transisi
6	Juni	-5.23	Angin timur	Kemarau	0.19	Awal kemarau
7	Juli	-5.79	Angin timur	Kemarau	0.13	Kemarau
8	Agustus	-5.90	Angin timur	Kemarau	0.09	Kemarau
9	September	-5.80	Angin timur	Kemarau	0.10	Kemarau
10	Oktober	-3.92	Angin timur	Kemarau	0.16	Kemarau
11	November	-1.97	Angin timur	Transisi	0.21	Transisi
12	Desember	2.44	Angin barat	Awal hujan	0.30	Awal hujan

4. KESIMPULAN

Fenomena sirkulasi musiman di wilayah BMI yang ditunjukkan oleh angin pada level ketinggian 850 hPa dengan curah hujan permukaan TRMM 2A25 memiliki fase yang berbeda. Berdasarkan data curah hujan, periode musim kemarau dan musim hujan di BMI adalah simetri yang memiliki pergantian setiap enam bulan sekali dalam setahun, termasuk di dalamnya dua bulan merupakan musim transisi. Musim kemarau terjadi sejak Mei hingga Oktober, dengan November merupakan musim transisi dari kemarau menuju hujan. Musim hujan terjadi sejak November hingga April, di mana Mei adalah musim transisi dari hujan menuju kemarau. Musim hujan berdasarkan data curah hujan TRMM 2A25 ditandai dengan intensitas hujan lebih besar dari nilai ambang 0.21 milimeter/jam. Musim kemarau ditandai dengan nilai curah hujan kurang dari nilai ambang 0.21 milimeter/jam. Musim transisi terjadi pada bulan yang memiliki nilai curah hujan 0.21 millimeter/jam. Menurut data angin, periode musim kemarau dan musim hujan di BMI tidak terjadi secara simetri. Musim hujan yang ditandai dengan pola angin barat yang kuat dan homogen terjadi lebih pendek (4 bulan) yaitu sejak Desember hingga Maret. Musim kemarau yang dinyatakan oleh angin timur kuat dan homogen terjadi lebih panjang yakni April hingga

November. Musim transisi berdasarkan data angin ditandai dengan bertiupnya angin barat yang lemah (1 meter/detik), terjadi pada bulan April dan November. Dengan demikian, perbedaan fase satu bulan terjadi pada penentuan awal musim kemarau antara data angin dan data hujan. Awal musim kemarau berdasarkan data angin dimulai pada bulan Mei, sedangkan berdasarkan curah hujan adalah Juni. Sementara itu untuk awal musim hujan tidak menunjukkan perbedaan fase.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Yasu-Masa Kodama, Universitas Hirotsuki, dan Prof. Dr. Toshitaka Tsuda, RISH (*The Research Institute for Sustainable Humanosphere*), Kyoto University atas bimbingannya selama ini dan penyediaan data TRMM 2A25 versi 6. Juga terima kasih kepada NCEP-NCAR Reanalysis yang telah menyediakan data angin zonal yang dapat diunduh secara bebas.

DAFTAR RUJUKAN

- Aldrian Edvin dan Susanto R. Dwi, 2003, Identification Of Three Dominant Rainfall Regions Within Indonesia And Their Relationship To Sea Surface Temperature, *Int. J. Climatol.* **23**: 1435–1452.
- Hung, C.-W., dan M. Yanai, 2004, Factors Contributing to the Onset of the Australian Summer Monsoon, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **130**, 739-758.
- Juaeni Ina, dkk, 2006, Periode Curah Hujan Dominan, *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol. 7 No.2.
- Suryantoro Arief, dkk., 2009, Variasi Spasiotemporal Profil Vertikal Curah Hujan Indonesia Berbasis Observasi Radar Presipitasi Satelit TRMM, *Prosiding Seminar Nasional Proyeksi Iklim dan Kualitas Udara 2010-2014*, ISBN 978-9791458-33-7.
- Suryantoro Arief, dkk., 2010, Penentuan Onset Monsun di Jawa Barat, Banten, dan DKI Jakarta Berbasis Observasi Satelit TRMM, *Prosiding Seminar Nasional Fisika 2010*, ISBN 978-979-98010-6-7.
- Tanaka M., 1994, The Onset and Retreat Dates of the Austral Summer Monsoon over Indonesia, Australia and New Guinea, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **72**, 255-266.
- Tjasyono Bayong, 2008, Dampak Variasi Temperatur Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial Terhadap Curah Hujan di Indonesia, *Jurnal Sains Dirgantara Vol. 5 No. 2* halaman 83-95.
- Wang, B. dkk., 2008, How to Measure the Strength of the East Asian Summer Monsoon, *J. Climate*, **21**, 4449-4463.
- Webster, P. J., dan S. Yang, 1992, Monsoon and ENSO: Selectively Interactive Systems, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **118**, 877-926.
- Webster, P. J., dkk, 1998, Monsoon: Processes, predictability, and the prospects for prediction, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 103, No. C7, Hal. 14.451-14.510.