



## **Karakteristik Pola Curah Hujan di Wilayah Indonesia Berdasarkan Data Satelit TRMM (1998-2011)**

**Parwati Sofan**

*Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh*

*Jl. LAPAN No.70 Pekayon Pasar Rebo, Jakarta Timur 13710*

E-mail: parwati@lapan.go.id

### **Abstrak**

Karakteristik utama dari variabilitas curah hujan Indonesia pada skala tahunan didominasi oleh monsun Asia-Australia (AA). Pada skala waktu tahunan, distribusi curah hujan bergerak sejalan dengan zona suhu musiman maksimum. Dalam tulisan ini, beberapa karakteristik hujan di Indonesia dianalisis menggunakan data curah hujan berdasarkan data satelit Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) periode 1998 - 2011 pada resolusi  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ . Secara spasial nilai rata-rata curah hujan setiap pixel diinterpolasi dengan metode Inverse Distance Weighted (IDW). Selanjutnya dilakukan pengkelasan curah hujan berdasarkan acuan BMKG sehingga diperoleh wilayah-wilayah di Indonesia yang memiliki Intensitas curah hujan sangat tinggi, tinggi, menengah, dan rendah. Hasil analisis menunjukkan bahwa curah hujan sangat tinggi ( $> 401$  mm/bulan) terdapat di sebagian wilayah Papua Tengah, Papua Timur, Papua Barat. Curah hujan kategori tinggi (301-400 mm/bulan) terdapat di sebagian wilayah Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, Sulawesi Selatan (Luwu), Sumatera Barat, dan Sumatera Utara. Curah hujan rendah (0-100 mm/bulan) terdapat di wilayah Maluku, Bali, dan Nusa Tenggara. Selebihnya wilayah Indonesia termasuk dalam curah hujan kategori menengah (101 – 300 mm/bulan). Selain itu juga dilakukan pengkelasan pola hujan (Monsun, Ekuatorial, Lokal) terhadap 32 provinsi di Indonesia, dimana pola hujan monsun memiliki hujan maksimum pada periode Desember-Januari-Februari (DJF), sedangkan pola hujan ekuatorial memiliki puncak hujan pada bulan Maret dan Oktober, dan pola hujan lokal memiliki hujan maksimum pada periode Juni-Juli-Agustus (JJA). Hasil korelasi data TRMM dengan data curah hujan BMKG ( $r \cong 0.8$ ) menunjukkan bahwa data TRMM mampu dengan baik merepresentasikan kondisi curah hujan di wilayah Indonesia.

**Kata Kunci:** TRMM, klasifikasi curah hujan, pola hujan, analisis korelasi

### **Abstract**

*The most striking characteristic of the Indonesian rainfall variability at the annual scale is dominated by the Asian-Australian (AA) monsoon. On the yearly time scale, the rainfall moves in association with the zone of maximum seasonal*



temperatures. In this paper, some characteristics of monsoon over Indonesia are investigated using the spaced-based rainfall data of the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) for the period 1998 – 2011 at a  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$  resolution. The Inverse Distance Weighted (IDW) method was used to interpolate the rainfall in each pixel. Further more, we used the BMKG classification to classify the monthly average of rainfall using spasial analysis in Indonesia. The result shows that the very high rainfall class ( $> 401$  mm/month) occurs in Central Papua, East Papua, West Papua. The high rainfall class (301-400 mm/month) occurs in Central Kalimantan, West Kalimantan, South Sulawesi (Luwu), West Sumatera, and North Sumatera. The low rainfall class (0-100 mm/month) occurs in Maluku, Bali, dan Nusa Tenggara. The rest of Indonesia region exist in the middle rainfall class (101 – 300 mm/month). We also classify the type of rainfall pattern (Monsun, Equatorial, Local) for 32 provinces in Indonesia. The monsun type has maximum rainfall in Desember-Januari-Februari (DJF) period, while the equatorial type has rainfall peak in March and October. The local type has maximum rainfall in Juni-Juli-Agustus (JJA) period. The correlation between rainfall from TRMM and rain gauge stations in Indonesia show good correlation ( $r \cong 0.8$ ). It shows that the TRMM data can represent the local rainfall condition in Indonesia.

**Keywords:** TRMM, rainfall classification, rainfall type, correlation analysis.

## 1. PENDAHULUAN

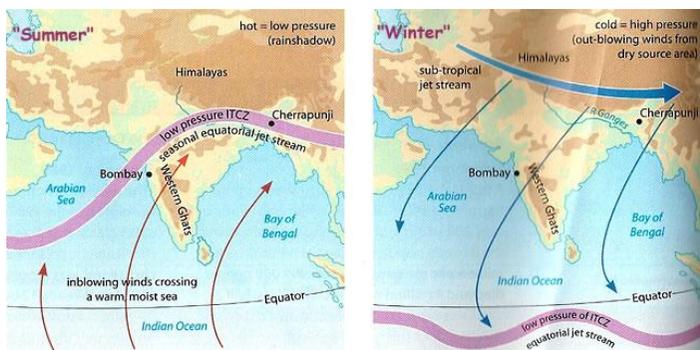
Intertropical Convergence Zone (ITCZ) merupakan zona tekanan rendah yang berada di dekat ekuator dimana dua angin pasat yang berasal dari belahan bumi utara dan selatan berkonvergensi. Pada zona ini terjadi peningkatan konveksi, keawanan dan presipitasi yang membentuk sirkulasi meridional Hadley. Interaksi antara darat dan laut menyebabkan adanya zonasi pemanasan yang memutarbalikkan sirkulasi barat-timur atau dikenal sebagai sirkulasi Walker dimana udara diangkat naik oleh adanya pemanasan di suatu lintang dan dialihkan ke lintang yang lain. Tiga wilayah yang menjadi pusat konvergensi dari sirkulasi Walker berada di Indonesia, Afrika Tengah dan Daratan Amazon. Dalam analisis iklim global, struktur, posisi, dan migrasi ITCZ sangat penting diketahui, sedangkan dalam skala lokal iklim suatu wilayah dapat dianalisis berdasarkan interaksi antara udara dan laut (Waliser dan Gautier, 1933; Zhang, 1993, Roswintarti, 199).

Kondisi iklim di Indonesia pada skala waktu tahunan mengikuti pergerakan ITCZ yang bergerak berdasarkan zona suhu maksimum pada suatu musim. ITCZ akan mencapai posisi terjauh di selatan pada periode Januari-Februari, kemudian bergerak ke utara pada Maret-April dan Mei-Juni, dan mencapai posisi terjauh di utara pada periode Juli-Agustus. Selanjutnya ITCZ akan kembali menuju ke selatan pada periode September-Oktober dan November-Desember. Pergerakan ITCZ lebih dominan melewati wilayah daratan termasuk wilayah Indonesia pada



saat bergerak dari Samudera Hindia menuju Laut Pasifik Barat, dan dominan melewati lautan dari Laut Pasifik sebelah timur hingga Laut Atlantik (Hastenrath, 1990). Pergerakan posisi ITCZ ini jelas sangat berpengaruh terhadap kondisi curah hujan di Indonesia.

Selain ITCZ, karakteristik dan variabilitas curah hujan di Indonesia secara tahunan juga dipengaruhi oleh Asian-Australian (AA) monsoon. AA monsoon merupakan kunci utama dari sistem iklim bumi yang berpengaruh terhadap kehidupan manusia lebih dari 60% populasi di wilayah tropic (Word Bank Atlas, 2003). Monsoon pada saat *winter* (*northeast monsoon*) umumnya bersirkulasi mulai dari bulan November hingga Februari yang ditandai dengan pergerakan angin pasat utara melewati Pasifik Barat dan Asia Tenggara mulai dari lintang 20°N menuju ke ekuator. Selanjutnya menuju ke selatan melewati ekuator melalui Pulau Jawa, Australia bagian utara dan Pasifik bagian barat daya. Pada periode monsoon ini, pemanasan utama terdapat di Australia bagian utara dan Pasifik barat di ekuator, sedangkan sumber pendinginan berpusat di daratan Asia. Hujan lebat yang berasosiasi dengan pelepasan panas hasil kondensasi berada diantara lintang 5°S dan 15°S mulai dari Samudera Hindia hingga Laut Pasifik bagian barat (Gambar 1 sebelah kanan). Sementara itu, pada *monsoon summer* (*southwest monsoon*) umumnya terjadi pada periode Juni hingga September ketika angin pasat bergerak dari Samudera Hindia menuju Asia. Sumber pemanasan utama terdapat di Daratan Tibet, sedangkan sumber pendinginan terletak di Samudera Hindia bagian selatan. Hujan lebat terjadi di wilayah India dan negara tetangga di sekitarnya, serta di China bagian selatan dan tengah. Meskipun demikian sumber uap air berasal dari wilayah ekuator di Indonesia (Gambar 1 sebelah kiri).

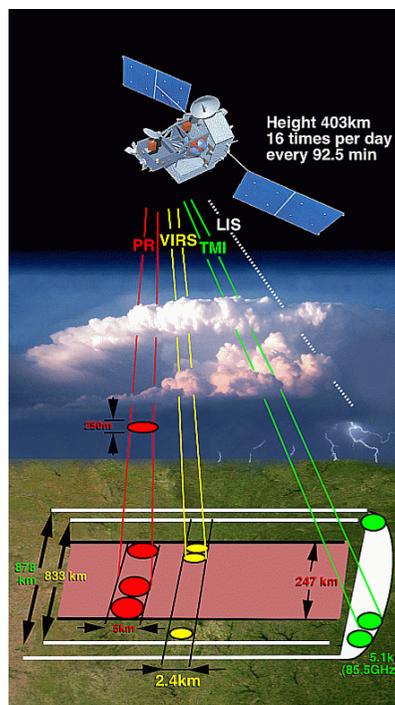


Gambar 1. Sirkulasi AA Monsoon pada saat musim northeast moonson (kanan) dan southwest monsoon (kiri) (Sumber: Geogonline G3a Climatic hazard. 2013, 2013)

Berdasarkan uraian di atas dapat dipahami bahwa pentingnya kita memiliki informasi iklim di wilayah Indonesia yang terkait dengan siklus AA Monsoon dan zona konvergensi ITCZ. Penyediaan informasi iklim tidak hanya berdasarkan hasil pengukuran di stasiun iklim, namun kini telah berkembang pesat melalui



satelit penginderaan jauh. Melalui kapasitasnya yang mampu meliputi wilayah yang luas dalam periode yang panjang, data satelit mampu mengestimasi konveksi di wilayah tropis. Kini estimasi hujan bukan hanya berdasarkan kapabilitas spektrum radiasi inframerah dan radiasi sinar tampak, namun diintegrasikan dengan sensor microwave yang mampu mengestimasi kadar uap air dalam awan dan intensitas curah hujan. Pada tanggal 28 November 1997 Satelit Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) telah diluncurkan pada ketinggian 403 km, dan dapat memantau dan mempelajari curah hujan di wilayah tropik ( $50^{\circ}\text{LU} - 50^{\circ}\text{LS}$ ) sebanyak 16 kali sehari setiap 92.5 menit (Gambar 2). TRMM merupakan misi kerjasama antara NASA dan *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA). Jenis sensor TRMM dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Karakteristik sensor-sensor yang dibawa satelit TRMM  
(Sumber : [trmm.gsfc.nasa.gov](http://trmm.gsfc.nasa.gov))

Data TRMM tersedia dalam berbagai produk dengan resolusi spasial dan temporal yang berbeda-beda. Masing-masing produk dihasilkan dari sensor berbeda. Contoh beberapa produk data TRMM dapat dilihat pada Tabel 2. Produk data TRMM dapat diakses melalui *website* Goddard Space Flight Center NASA (GSFC NASA) di <http://trmm.gsfc.nasa.gov> serta *website* Earth Observation Research Center JAXA (EORC) di [http://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/index\\_e.htm](http://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/index_e.htm).

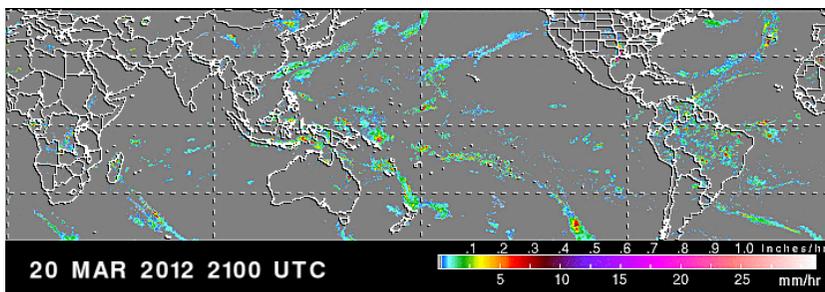


Berbagai penelitian, validasi, serta aplikasi data TRMM telah banyak dilakukan (Mori *et al.* 2004, Wolff *et al.* 2005, Ichikawa and Yasunari 2006).

**Tabel 1. Jenis sensor TRMM**

Jenis Sensor	Resolusi spasial	Lebar sapuan	Kemampuan
<i>Precipitation Radar (PR)</i>	5 km	247 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• menyediakan profil vertikal hujan/salju dari permukaan hingga ketinggian 20 km</li> <li>• mendeteksi intensitas hujan ringan (sampai 0.7mm/jam)</li> <li>• mendeteksi intensitas hujan lebat</li> </ul>
<i>TRMM Microwave Imager (TMI)</i>	5.1 km	878 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• menghitung kandungan uap air dalam atmosfer dan awan</li> <li>• menghitung intensitas curah hujan</li> </ul>
<i>Visible and Infrared Scanner (VISR)</i>	2 km	720 km	Mengetahui kondisi keawanan
<i>Lightning Imaging Sensor (LIS)</i>	4 km	600 km	Mengetahui penyebaran dan variabilitas awan
<i>Cloud and Earth Radiant Energy Sensor (CERES)</i>	25 km	seluruh bumi	Mengetahui penyebaran dan variabilitas awan

Produk data TRMM setiap 3 jam adalah TRMM 3B42. Data TRMM 3B42 ini merupakan hasil kombinasi data estimasi curah hujan dari satelit TRMM dan dari satelit lain baik dengan sensor microwave maupun inframerah. TRMM 3B42 memberikan informasi setiap 3 jam dengan arsip data sejak 01-01-1998. Cakupan wilayah datanya meliputi Latitude: 50°S - 50°N; Longitude:180°W - 180°E, dengan resolusi spasial 0.25° x 0.25°; dan jumlah pixel baris = 400, pixel kolom = 1440. Contoh data dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Produk TRMM 3B42 pada 20-03-2012 jam 21.00 UTC (Sumber : [trmm.gsfc.nasa.gov](http://trmm.gsfc.nasa.gov))



Tabel 2. Contoh produk data TRMM yang tersedia

Jenis	Deskripsi	Resolusi		Periode
		Spasial	Temporal	
3A11	Khusus curah hujan di atas lautan, diperoleh dari sensor PR.	5.0° x 5.0°	bulanan	Desember 1997 - sekarang
3A25	Curah hujan di atas daratan dan lautan, diperoleh dari sensor PR.	5.0° x 5.0° dan 0.5° x 0.5°	bulanan	Desember 1997 - sekarang
3A26	Curah hujan di atas daratan dan lautan, diperoleh dari sensor PR.	5.0° x 5.0°	bulanan	Desember 1997 - sekarang
3A31	Curah hujan di atas daratan dan lautan, diperoleh dari sensor PR dan TMI.	5.0° x 5.0°	bulanan	Desember 1997 - sekarang
3A46	Curah hujan di atas daratan dan lautan, diperoleh dari sensor SSM/I*.	1.0° x 1.0°	bulanan	Januari 1998 -sekarang
3B42	Curah hujan di atas daratan dan lautan, diperoleh dari sensor-sensor TRMM dan lainnya (SSM/I, AMSR-E**, AMSU-B***).	0.25° x 0.25°	setiap 3 jam	Desember 1997 - sekarang
3B46	Curah hujan di atas daratan dan lautan, diperoleh dari gabungan data 3B42 dan <i>raingauge</i> .	0.25° x 0.25°	setiap 3 jam	Januari 1998 - sekarang

\*SSM/I: *Special Sensor Microwave Imager* (satelit Defense Meteorological Satellite Program)

\*\*AMSR-E: *Advanced Microwave Scanning Radiometer - Earth Observing System* (satelit Aqua)

\*\*\*AMSU-B: *Advanced Microwave Sounding Unit - B* (satelit NOAA)

Produk data TRMM bulanan yang telah dikalibrasi dengan data curah hujan global dari stasiun pengukur curah hujan adalah TRMM 3B43. Data TRMM 3B43 merupakan kombinasi antara data estimasi curah hujan dari satelit TRMM dan curah hujan dari satelit lain, serta data curah hujan global dari stasiun pengukur hujan (CAMS global data). Data TRMM diproduksi oleh NOAA Climate Prediction Center, sedangkan data curah hujan global dari stasiun pengukur hujan diproduksi oleh Global Precipitation Climatology Center (GPCC). Saat ini data TRMM 3B43 tersedia sejak 01-01-1998 hingga Juni 2011, tim NOAA CPC sedang melakukan kalibrasi terhadap data TRMM 3B43 untuk memperbaiki tingkat akurasi. Cakupan TRMM 3B43 meliputi wilayah Lintang: 50°S - 50°N; Bujur:180°W - 180°E, dengan resolusi spasial 0.25° x 0.25° dan jumlah pixel baris = 400, pixel kolom = 1440. Verifikasi data TRMM 3B43 di Indonesia telah dilakukan oleh Roswintiarti et al, 2009; 2010 yang menunjukkan

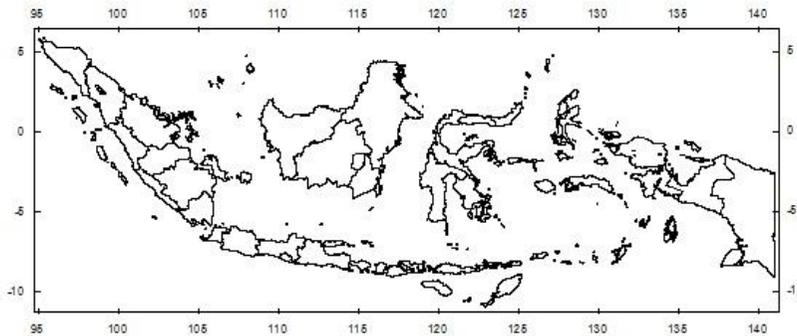


bahwa ada korelasi yang cukup tinggi ( $r > 0.8$ ) antara data curah hujan TRMM dengan data curah hujan dari stasiun pengamatan di beberapa wilayah di Indonesia yaitu Jawa Barat (Indramayu, Bandung), Bali, Palangkaraya, dan Maros (Sulawesi Selatan).

Kajian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik spasial dan temporal curah hujan berdasarkan data TRMM di wilayah di Indonesia- terkait dengan AA Monsoon dan ITCZ dalam kurun waktu 14 tahun (1998-2011).

## 2. DATA DAN METODE

Data yang digunakan adalah data TRMM versi 3B43.6 yang mempunyai resolusi spasial  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$  dan resolusi temporal bulanan selama 1998 – 2011 (198 bulan). Lokasi studi berada pada wilayah  $92.50^\circ\text{E} - 141.25^\circ\text{E}$ ;  $8.00^\circ\text{N} - 12.0^\circ\text{S}$  dengan dimensi pixel  $80 \times 195$  setiap  $0.25$  derajat (Gambar 4).



Gambar 4. Studi area penelitian

Analisis statistik yang dilakukan adalah nilai rata-rata curah hujan jangka panjang dan musiman ( $\bar{x}$ ), standard deviasi ( $s$ ), nilai rata-rata musiman, dan trend curah hujan di wilayah daratan dan lautan secara regional dan lokal. Jumlah data yang digunakan ( $n$ ) adalah 198 bulan. Berikut adalah formula rata-rata (mean) dan standar deviasi (Steel and Torrie, 1993) yang dikalkulasi untuk setiap grid data spasial yang terdiri dari 80 baris dan 195 kolom pixel.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2)$$



Selanjutnya pada analisis spasial dilakukan interpolasi terhadap nilai rata-rata bulanan dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighted (IDW)* yang mengestimasi nilai suatu sel dengan analisis rata-rata terhadap nilai titik sample tetangga terdekat di setiap sel. Rumus umum IDW adalah sebagai berikut (Bonham-Carter, 1994).

$$\hat{z}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n w_i z_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (3)$$

dimana  $z_0$  merupakan nilai yang diduga dan  $z_i$  merupakan sekumpulan nilai penduga. Nilai pembobot dalam teknik IDW umumnya dihitung dengan rumus umum berikut:

$$w_i = \frac{1}{d_{i0}^2} \quad (4)$$

dimana  $d_{i0}$  merupakan jarak antara titik pengamatan  $i$  dengan titik yang diduga. Pembobotan nilai dengan melibatkan kuadrat jarak bukanlah ketentuan yang mutlak. Beberapa varian dari penetapan nilai pembobot ini antara lain dengan teknik eksponensial dan teknik decay. Interpolasi IDW tersedia baik pada perangkat lunak ArcView maupun ArcGIS (Trisasongko et al, 2008).

Ekstraksi nilai curah hujan rata-rata juga dilakukan berdasarkan batas administrasi yang bersumber dari hasil pemetaan Bakosurtanal tahun 2000, dimana Indonesia dibagi menjadi 32 provinsi. Hasil ekstraksi diplot dalam grafik untuk melihat pola hujan pada masing-masing provinsi di Indonesia.

Analisis *timeseries* dan korelasi dilakukan terhadap data TRMM dengan data curah hujan dari stasiun pengamatan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar data TRMM dapat merepresentasikan nilai curah hujan aktual di lapangan. Koefisien korelasi dapat diperoleh dengan formula sebagai berikut (Steel and Torrie, 1993):

$$\rho_{x,y} = \text{Cov}(x,y) / (\sigma_x, \sigma_y) \quad (5)$$

dimana  $-1 \leq \rho_{x,y} \leq 1$ , dan

$$\text{Cov}(x,y) = 1/n \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y), \quad (6)$$

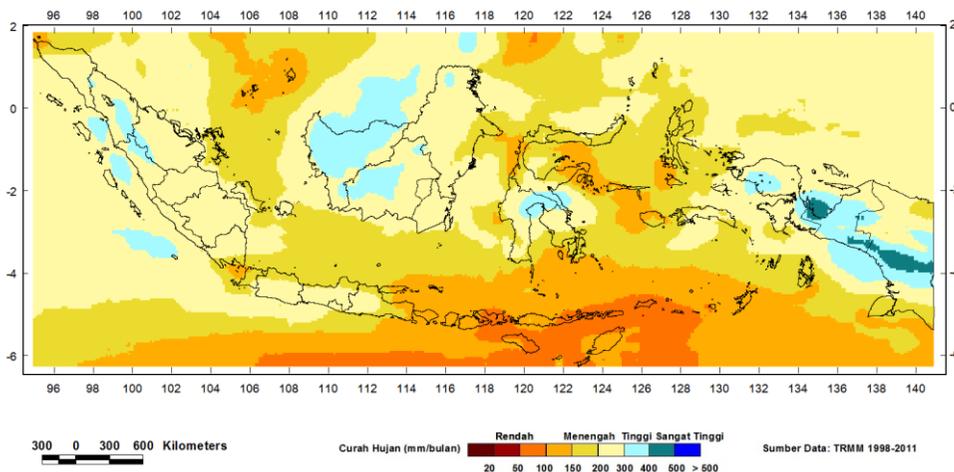
dalam hal ini  $x$  = data TRMM,  $y$  = data curah hujan BMKG,  $\rho$  = koefisien korelasi (atau biasa ditulis dalam notasi huruf kecil  $r$ ),  $n$  = jumlah data,  $i$  = data ke- $i$ ,  $\mu_x$   $\mu_y$  = nilai rata-rata (mean) dari  $x$  dan  $y$ .



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Nilai Statistik Klimatologi Curah Hujan dari Data TRMM

Berdasarkan klasifikasi curah hujan bulanan dari BMKG yang membagi kelas hujan menjadi 4 kelas, yaitu kelas rendah (0-100 mm/bulan), kelas menengah (101-300 mm/bulan), kelas tinggi (301-400 mm/bulan), dan kelas sangat tinggi (> 401 mm/bulan), maka dilakukan klasifikasi curah hujan rata-rata bulanan periode tahun 1998-2011 dari data TRMM. Hasil analisis curah hujan rata-rata bulanan di wilayah Indonesia secara spasial diperoleh bahwa curah hujan sangat tinggi terdapat di sebagian wilayah Papua Tengah, Papua Timur, Papua Barat. Curah hujan kategori tinggi terdapat di sebagian wilayah Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, Sulawesi Selatan (Luwu), Sumatera Barat, dan Sumatera Utara. Selebihnya wilayah Indonesia sebagian besar curah hujannya berada dalam kategori menengah (101-300 mm/bulan), kecuali di wilayah Maluku, Bali, dan Nusa Tenggara yang termasuk dalam curah hujan kategori rendah (0 – 100 mm/bulan) (Gambar 5).



Gambar 5. Rata-rata curah hujan berdasarkan data TRMM 1998-2011.

Analisis rata-rata curah hujan bulanan dari Januari hingga Desember dapat dilihat pada Gambar 6, dimana dapat dilihat bahwa pada periode bulan Januari-Februari ketika ITCZ berada paling jauh di selatan, Curah hujan sangat tinggi (> 401 mm/bulan) dan tinggi (301-400 mm/bulan) umumnya masih mendominasi sebagian wilayah Indonesia dengan maksimum curah hujan berada pada Sumatera bagian selatan, P. Jawa, Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah, Sulawesi bagian selatan dan tengah, serta sebagian Papua. Pada bulan Maret-April saat ITCZ menuju ke ekuator dari posisinya di selatan, curah hujan sangat tinggi (> 401 mm/bulan) dan tinggi (301-400 mm/bulan) masih mendominasi sebagian besar wilayah Indonesia dan mempunyai maksimum curah hujan di wilayah Papua, Sulawesi Tengah, Sumatera bagian selatan, sebagian P. Jawa, sebagian Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah.



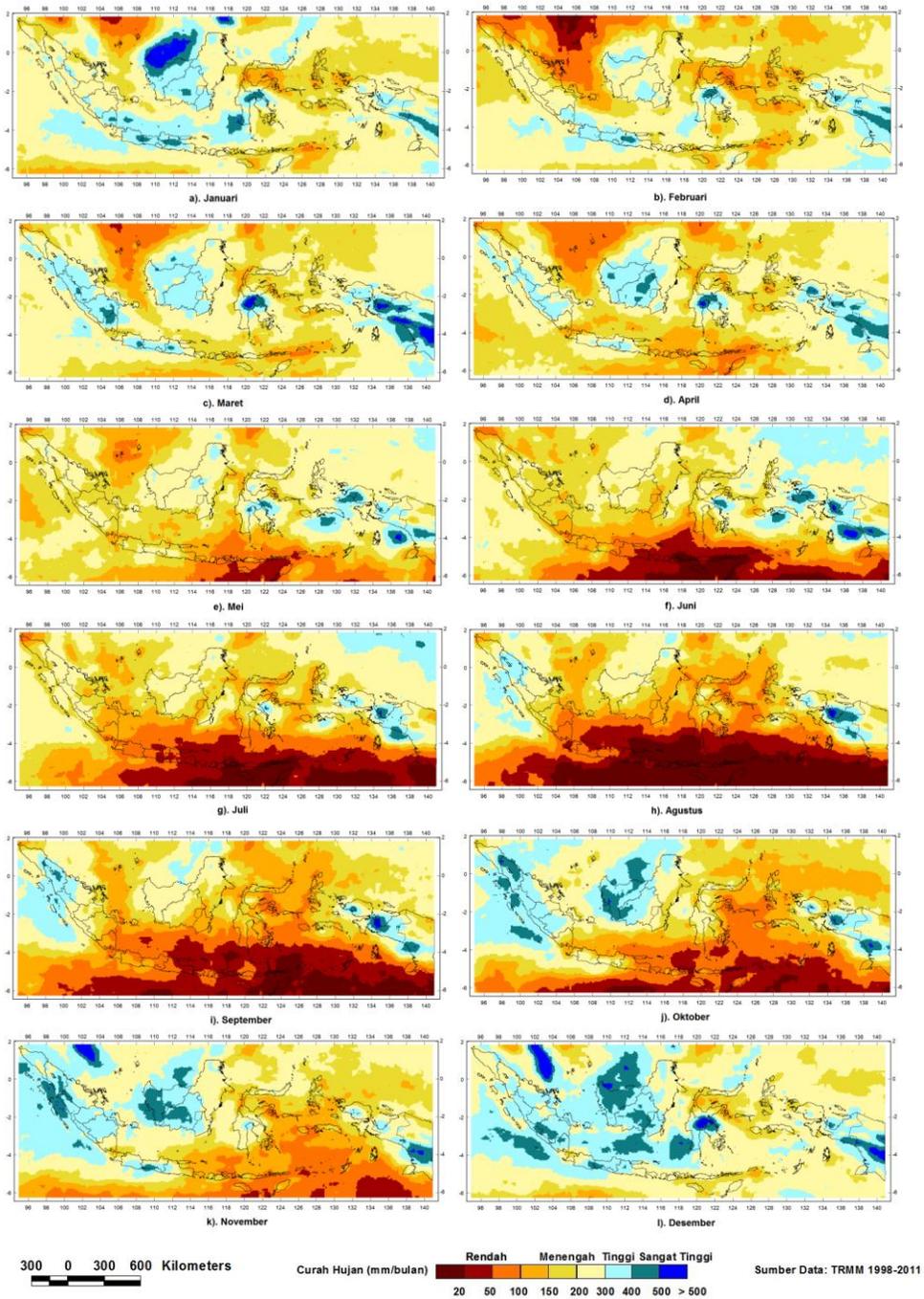
Sementara pada bulan Mei-Juni dimana ITCZ bergerak ke utara ekuator, curah hujan sangat tinggi ( $> 401$  mm/bulan) dan tinggi (301-400 mm/bulan) sudah mulai berkurang dan hanya nampak di sebagian Sulawesi, Maluku dan Papua. Pada periode ini nampak curah hujan rendah (0-100 mm/bulan) berada di wilayah Nusa Tenggara, Bali, dan sebagian Jawa Timur. Pada posisi terjauh di utara ekuator (Juli – Agustus), ITCZ telah menyebabkan berkurangnya curah hujan hampir di seluruh wilayah Indonesia. Curah hujan sangat tinggi ( $> 401$  mm/bulan) dan tinggi (301-400 mm/bulan) hanya nampak di sebagian kecil Papua Barat dan Papua Tengah, sedangkan curah hujan rendah (0-100 mm/bulan) telah meluas meliputi wilayah Nusa Tenggara, Bali, Jawa, dan Sulawesi bagian selatan.

Selanjutnya ITCZ akan kembali menuju ekuator dan ke bagian selatan ekuator pada periode September - Oktober dan November - Desember yang mengimplikasikan adanya peningkatan curah hujan di wilayah Sumatera bagian utara dan barat, Kalimantan bagian barat, serta Papua. Pada periode bulan Oktober curah hujan rendah (0-100 mm/bulan) mulai berkurang dan hanya nampak di wilayah Nusa Tenggara. Selanjutnya memasuki bulan November curah hujan sangat tinggi ( $> 401$  mm/bulan) dan tinggi (301-400 mm/bulan) kembali mendominasi wilayah Indonesia dan puncaknya pada bulan Desember di mana curah hujan maksimum banyak terdapat di wilayah Indonesia (Gambar 6).

### **3.2 Pola Hujan Bulanan di Wilayah Indonesia**

Berdasarkan acuan yang digunakan oleh BMKG, curah hujan di wilayah Indonesia pada umumnya dibagi menjadi 3, yaitu: pola hujan Monsoon, pola hujan Ekuatorial, dan pola hujan Lokal. Hasil analisis pola curah hujan bulanan dari data TRMM periode tahun 1998-2011 yang diekstraksi berdasarkan batas provinsi di Indonesia (32 provinsi) dari peta Bakosurtanal tahun 2000 dapat dilihat pada Gambar 7-9.

Pada Gambar 7 ditunjukkan bahwa wilayah provinsi yang memiliki pola hujan Monsun adalah Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa timur, DKI Jakarta, DI Yogyakarta, Banten, Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur. Pada pola hujan ini memiliki perbedaan jelas antara periode musim kemarau, tipe hujan memiliki pola unimodal dengan puncak musim hujan pada bulan Desember-Januari-Februari (DJF), dan musim kemarau pada bulan Juni-Juli-Agustus (JJA). Berdasarkan analisis periode tahun 1998-2011, pada pola hujan monsun periode DJF nilai rata-rata maksimum curah hujannya sekitar 306 mm/bulan, sedangkan nilai rata-rata minimumnya adalah 49 mm/bulan yang terjadi pada periode JJA.



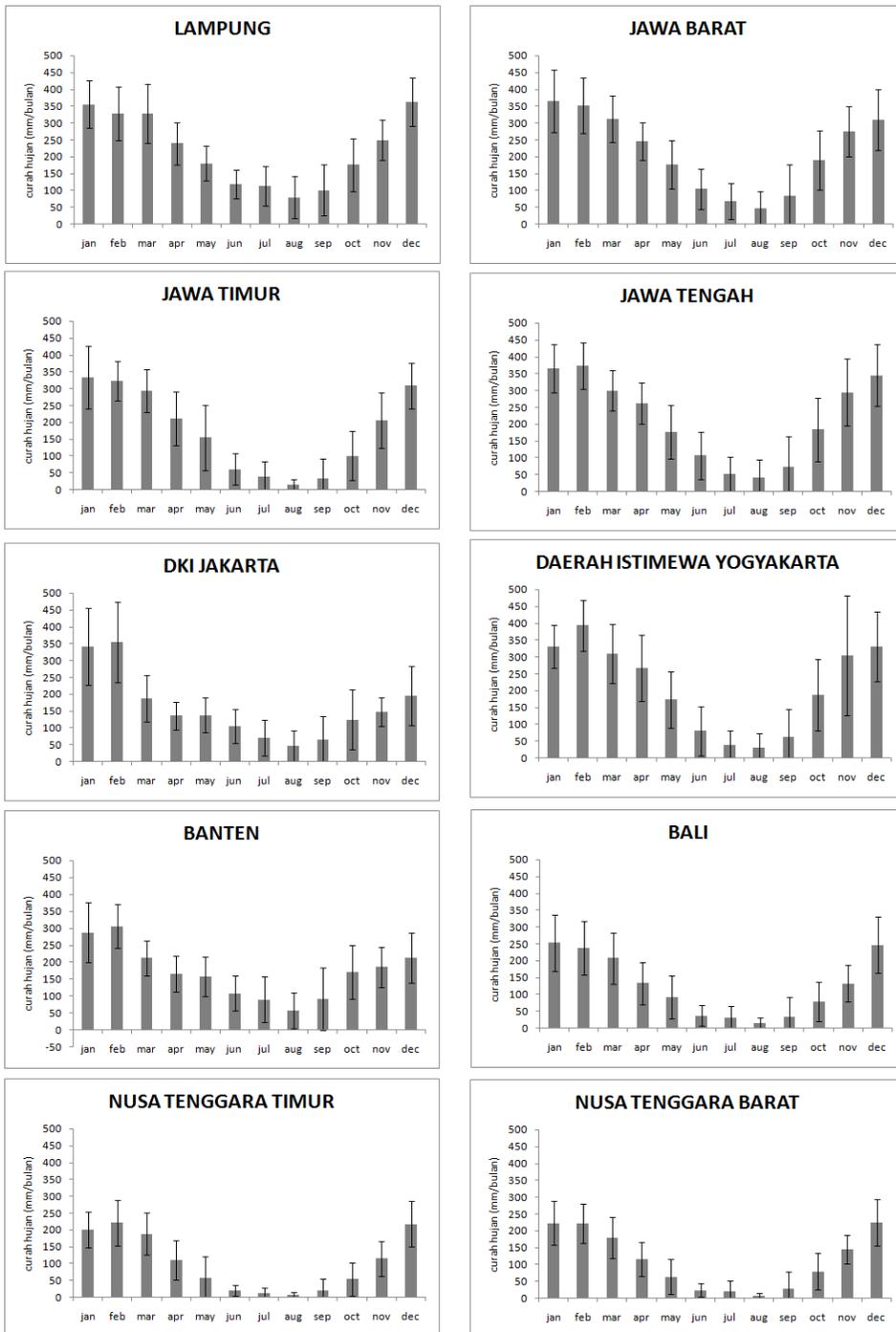
Gambar 6. Curah hujan bulanan (Januari-Desember) rata-rata periode tahun 1998-2011 berdasarkan data TRMM.



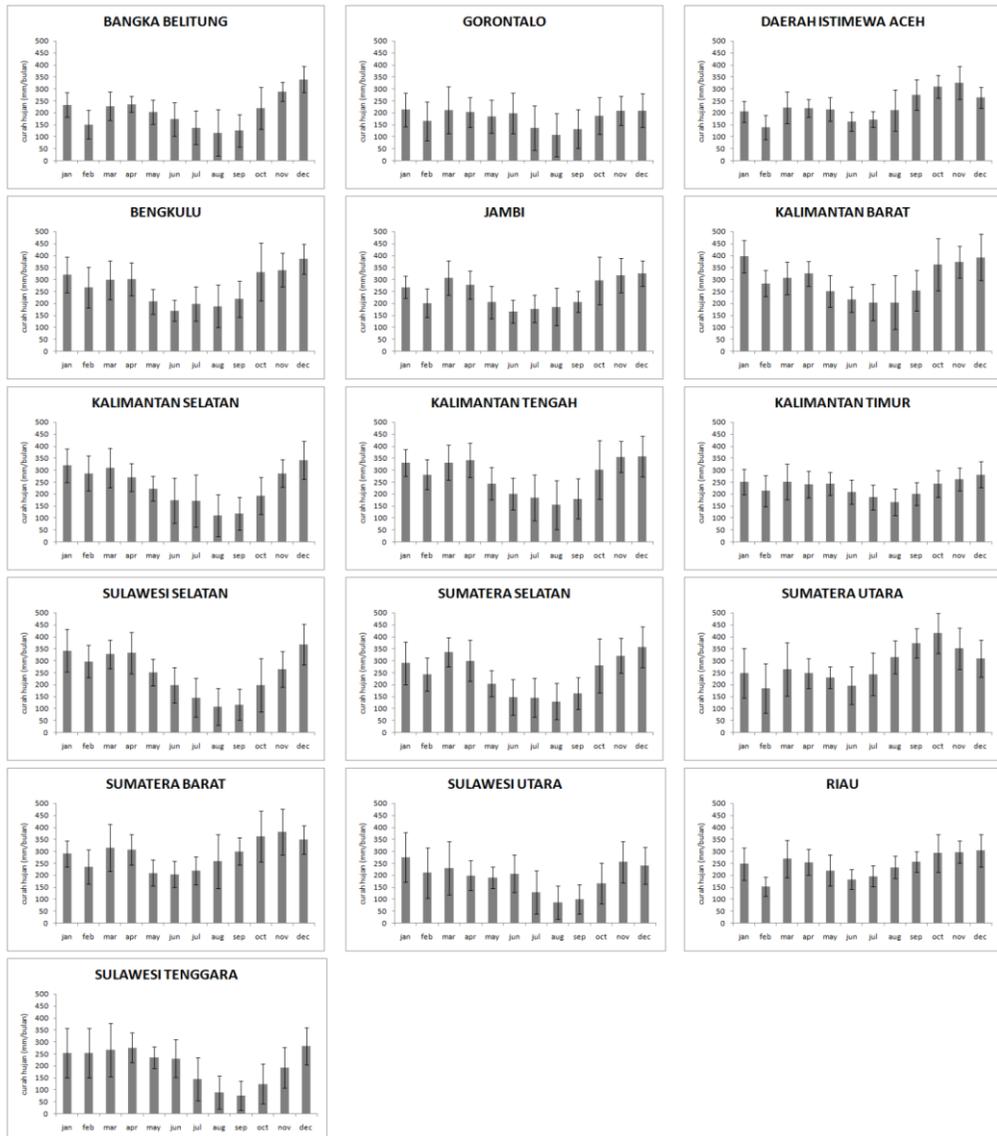
Berdasarkan nilai standar deviasi yang dianalisis pada masing-masing bulan (Januari – Desember) periode tahun 1998-2011 (Gambar 7) khususnya untuk wilayah yang memiliki pola hujan monsun menunjukkan bahwa umumnya standar deviasi pada musim kemarau atau pada bulan-bulan yang memiliki curah hujan rendah (JJA) bernilai lebih rendah dibandingkan pada musim hujan (DJF). Nilai standar deviasi yang dirata-rata pada wilayah provinsi dengan pola hujan monsun memiliki nilai minimum pada bulan Agustus yaitu sebesar 35 mm/bulan, sedangkan pada musim hujan memiliki nilai standar deviasi yang maksimum pada bulan Desember (80 mm/bulan). Hal ini menunjukkan bahwa pada musim kemarau variasi nilai curah hujannya kecil, sedangkan pada musim hujan variasi nilai curah hujannya besar dimana terjadi nilai maksimum curah hujan dalam periode tersebut.

Pada Gambar 8 ditunjukkan pola hujan Ekuatorial yang dimiliki oleh wilayah Provinsi Bangka Belitung, Gorontalo, Bengkulu, Jambi, DI. Aceh, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara, Sumatera Selatan, Sumatera Utara, Sumatera Barat, dan Riau. Pada pola hujan ekuatorial wilayahnya memiliki distribusi hujan bulanan bimodial dengan dua puncak musim hujan dan hampir sepanjang tahun masuk dalam kriteria musim hujan. Puncak hujan umumnya terjadi pada bulan Maret atau Oktober.

Berdasarkan nilai standar deviasi yang dianalisis pada masing-masing bulan (Januari – Desember) periode tahun 1998-2011 (Gambar 8) khususnya untuk wilayah yang memiliki pola hujan ekuatorial menunjukkan bahwa nilai standar deviasi tertinggi terdapat pada bulan Maret (77 mm/bulan) dan Oktober (89 mm/bulan) yang merupakan puncak musim hujan. Sebaliknya pada musim kemarau atau pada saat curah hujan minimum mempunyai nilai standar deviasi yang rendah, yaitu Januari (61 mm/bulan), Mei (56 mm/bulan), dan November (62 mm/bulan).



Gambar 7. Pola hujan monsoon di wilayah Indonesia periode tahun 1998-2011 TRMM (nilai rata-rata ditunjukkan oleh grafik batang, nilai standard deviasi ditunjukkan oleh grafik garis)

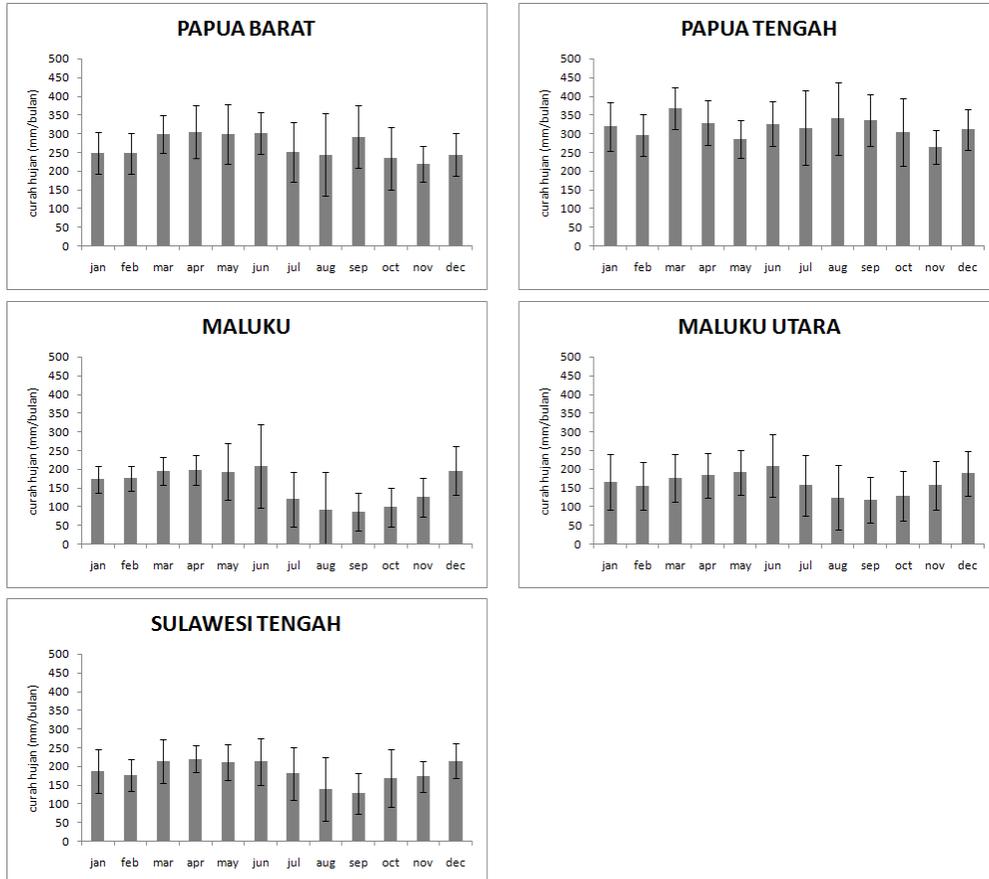


Gambar 8. Beberapa contoh pola hujan ekuatorial yang dianalisis dari data TRMM periode 1998-2011 (nilai rata-rata ditunjukkan oleh grafik batang, nilai stadard deviasi ditunjukkan oleh grafik garis)

Pada Gambar 9 ditunjukkan pola hujan lokal yaitu di wilayah provinsi Papua Barat, Papua Tengah, Maluku, Maluku Utara, dan Sulawesi Tengah. Pola hujan ini memiliki ciri bentuk pola hujan unimodial (satu puncak hujan) dimana puncak hujannya berada dalam bulan JJA. Berdasarkan analisis nilai standar deviasi pada pola hujan lokal, umumnya nilai standar deviasi tertinggi terdapat pada periode bulan JJA dengan nilai maksimum 96 mm/bulan (Agustus). Sedangkan nilai



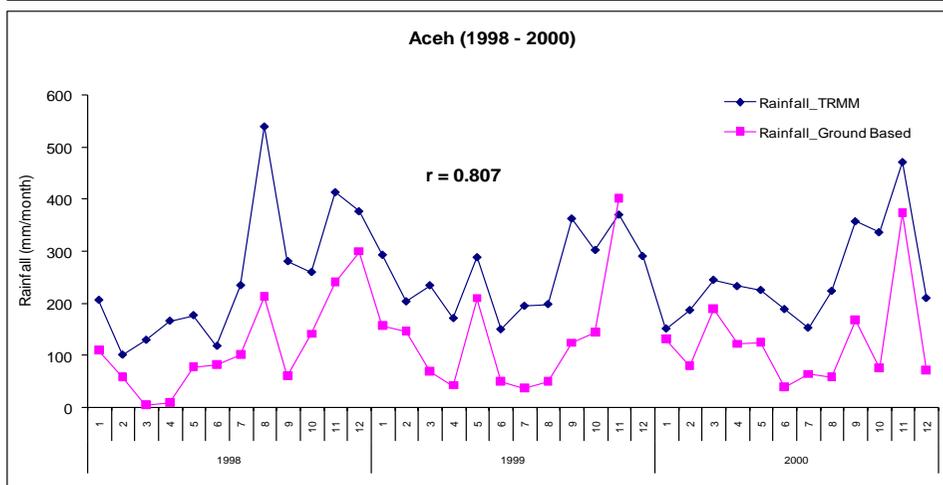
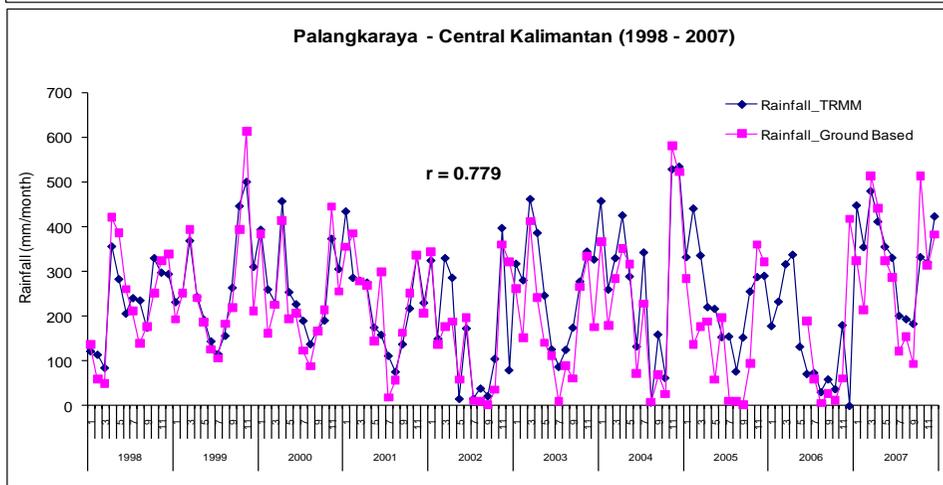
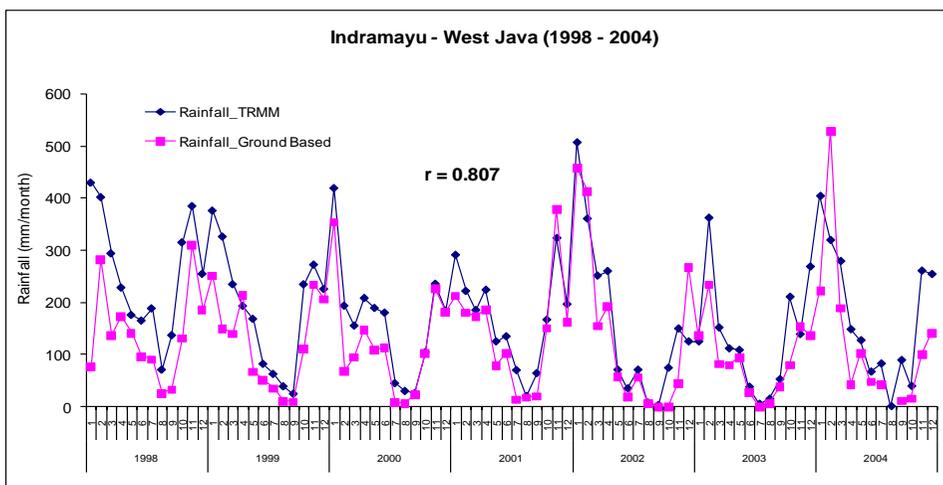
standar deviasi terendah terdapat pada bulan Februari dan November dengan kisaran antara 49 – 50 mm/bulan.

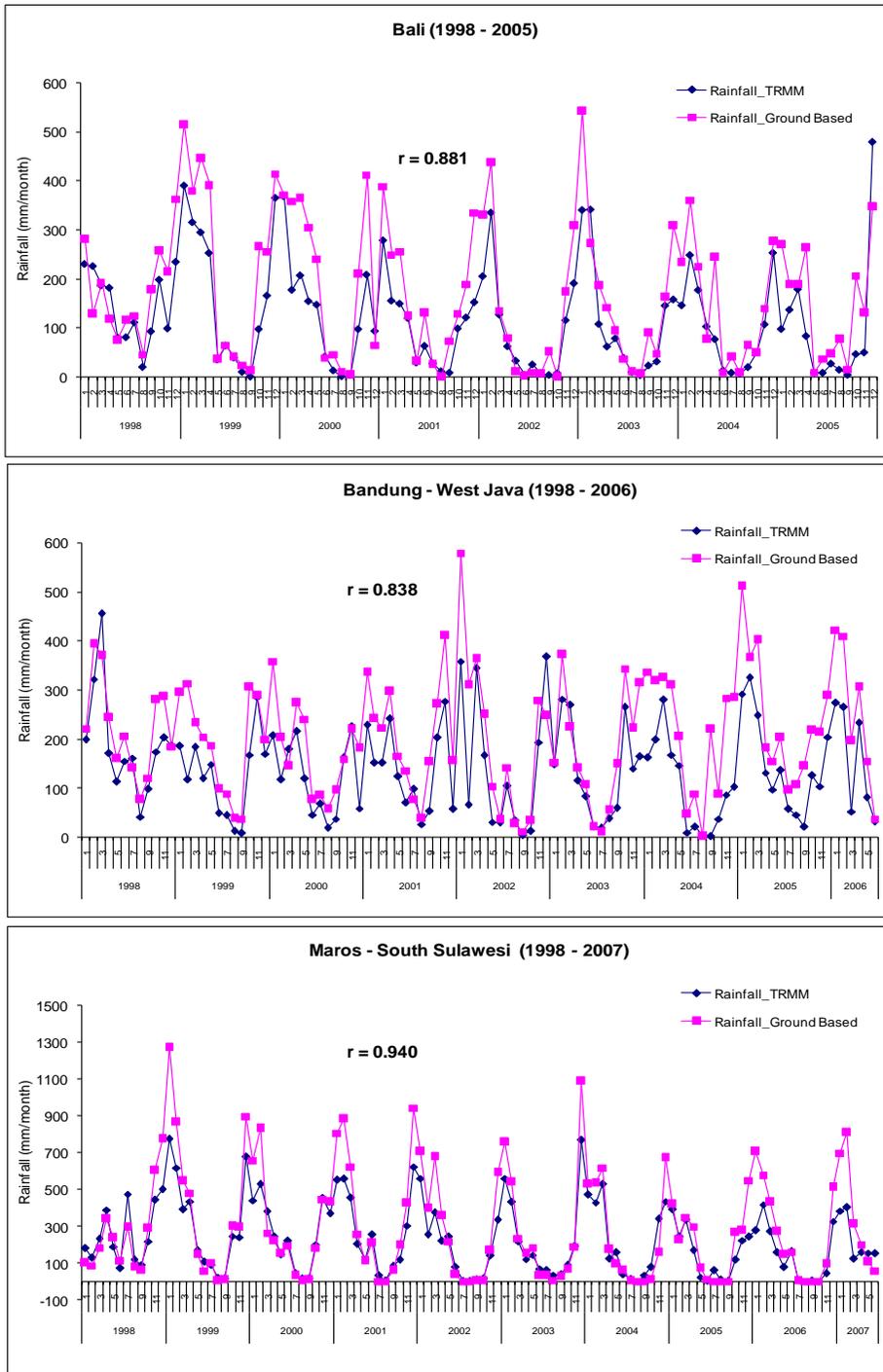


Gambar 9. Contoh pola hujan lokal yang dianalisis dari data TRMM periode 1998-2011 (nilai rata-rata ditunjukkan oleh grafik batang, nilai standar deviasi ditunjukkan oleh grafik garis)

### 3.3 Validasi dengan Data Lapangan

Analisis *timeseries* dan korelasi dilakukan antara data curah hujan dari TRMM dan data stasiun klimatologi BMKG. Periode data yang digunakan untuk validasi adalah 1998 – 2007 di wilayah Indramayu dan Bali, Palangkaraya, Bandung, Aceh dan Maros (Sulawesi Selatan). Gambar 10 menunjukkan hasil analisis korelasi dimana nilai koefisien korelasi ( $r$ ) di wilayah kajian mencapai lebih dari 0.8. Oleh karenanya data TRMM dapat merepresentasikan kondisi curah hujan lokal di sebagian besar wilayah Indonesia.





Gambar 10. Grafik timeseries antara TRMM dan curah hujan stasiun di Indramayu, Palangkaraya, Aceh, Bali, Bandung, dan Maros periode tahun 1998 - 2007



#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis bulanan data curah hujan dari TRMM periode tahun 1998 – 2011 (198 bulan) diketahui bahwa:

- Rata-rata curah hujan sangat tinggi ( $> 401$  mm/bulan) terdapat di sebagian wilayah Papua Tengah, Papua Timur, Papua Barat. Curah hujan kategori tinggi (301-400 mm/bulan) terdapat di sebagian wilayah Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, Sulawesi Selatan (Luwu), Sumatera Barat, dan Sumatera Utara. Curah hujan rendah (0-100 mm/bulan) terdapat di wilayah Maluku, Bali, dan Nusa Tenggara. Selebihnya wilayah Indonesia termasuk dalam curah hujan kategori menengah (101 – 300 mm/bulan).
- Wilayah provinsi yang memiliki pola hujan Monsun adalah Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa timur, DKI Jakarta, DI Yogyakarta, Banten, Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur.
- Pola hujan Ekuatorial dimiliki oleh wilayah Provinsi Bangka Belitung, Gorontalo, Bengkulu, Jambi, DI Aceh, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara, Sumatera Selatan, Sumatera Utara, Sumatera Barat, dan Riau.
- Pola hujan lokal yaitu di wilayah provinsi Papua Barat, Papua Tengah, Maluku, Maluku Utara, dan Sulawesi Tengah.
- Curah hujan maksimum pada pola hujan monsun terjadi pada periode Desember-Januari-Februari (DJF), pola hujan ekuatorial memiliki puncak hujan pada bulan Maret dan Oktober, sedangkan pola hujan lokal memiliki hujan maksimum pada periode Juni-Juli-Agustus (JJA).

#### DAFTAR REFERENSI

- Bonham-Carter GF. 1994. Geographic information systems for geoscientists. Pergamon, Kidlington, UK. 398p.
- Geogonline G3a Climatic hazard. 2013. Tropical Region - Summary Explanatory Descriptions of Main Climate Types. [http://www.geogonline.org.uk/g3a\\_ki3.2.htm](http://www.geogonline.org.uk/g3a_ki3.2.htm). Disunting pada tanggal 10 September 2013
- Hastenrath, S. 1990. The relationship of highly reflective clouds to tropical climate anomalies. *J. Climate*, 3, 353-365.
- Ichikawa, Hiroki, Tetsuzo Yasunari, 2006: Time-Space Characteristics of Diurnal Rainfall over Borneo and Surrounding Oceans as Observed by TRMM-PR. *J. Climate*, **19**, 1238–1260. Shige et al. 2007.
- Mori, S., H. Jun-Ichi, Y.I. Tauhid, M. D. Yamanaka, N. Okamoto, F. Murata, N. Sakurai, H. Hashiguchi, T. Sribimawati, 2004: Diurnal land-sea rainfall peak migration over Sumatra Island, Indonesian Maritime Continent, observed by TRMM satellite and intensive rawinsonde soundings. *Mon. Wea. Rev.* **132**, 2021–2039.



- Roswintiarti, O. 1999. Statistical Analysis and Numerical Simulations of the Intertropical Convergence Zone during Normal and ENSO Years. Dissertation. Marine, Earth and Atmospheric Sciences. North Carolina State University.
- Roswintiarti, O., S. Parwati, A. Zubaidah. 2009. Pemanfaatan Data TRMM dalam Mendukung Pemantauan dan Prediksi Curah Hujan Di Indonesia. Berita Inderaja Volume VIII, No. 14, Juli.
- Roswintiarti, O., dan P. Sofan. 2010. The Relationship between the Indonesian and Indian Monsoon Based on TRMM Rainfall Data. Proceedings of the International Symposium on Equatorial Monsoon System. Jakarta, July 28-29, 2010. BMKG.
- Steel, R. G. D., dan J. H. Torrie. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Trisasongko, B.H, DR Panuju, Harimurti, AF Ramly, H Subroto. 2008. Kajian spasialkesetimbangan air pada skala DAS. Publikasi Teknis DATIN, Kementrian Negara Lingkungan Hidup. Jakarta
- TRMM Background. <http://trmm.gsfc.nasa.gov>. Disunting pada 10 Agustus 2013.
- Waliser, D. E., and C. Gautier, 1993: A satellite-derived climatology of the ITCZ. *J. Climate*, 6, 2162-2174.
- Wolff, David B., D. A. Marks, E. Amitai, D. S. Silberstein, B. L. Fisher, A. Tokay, J. Wang, J. L. Pippitt, 2005: Ground Validation for the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **22**, 365–380.
- Word Bank Atlas, 2003. *Atlas Of Global Development*. World Bank.
- [http://www.bmkg.go.id/BMKG\\_Pusat/Klimatologi/Informasi\\_Hujan\\_Bulanan.bmkg](http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Klimatologi/Informasi_Hujan_Bulanan.bmkg)
- Zhang, C., 1993: Large-scale variability of atmospheric deep convection in relation to sea surface temperature in the tropics. *J. Climate*, 6, 1898-1913.



## BIOGRAFI PENULIS

*Parwati Sofan, S.Si., M.Sc.*



Penulis menyelesaikan studi S1 pada Program Studi Agrometeorologi, Jurusan Geofisika dan Meteorologi FMIPA-IPB tahun 1999. Sejak tahun 2002 bekerja di Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh – Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) sebagai peneliti bidang lingkungan dan mitigasi bencana alam. Tahun 2008 penulis menyelesaikan Program Master pada program studi Remote Sensing and GIS Applications di International School of Beihang University of Aeronautics and Astronautic (BUAA), di Beijing-China. Penelitian yang sudah dilakukan antara lain adalah aplikasi data satelit penginderaan jauh untuk analisis cuaca dan iklim, bencana alam (kekeringan, banjir, kebakaran hutan, letusan gunung berapi), pertanian (pertumbuhan padi, produktivitas padi). Penulis aktif menuliskan papernya baik pada jurnal nasional maupun internasional. Pada tahun 2011, penulis diberi kesempatan oleh Asia-Pacific Space Cooperation Organization (APCSO) untuk mengajar pada *Training Course on Environment and Disaster Monitoring Through Space Technology* baik materi maupun praktek pengolahan data dengan tema “*Space Applications – Drought*” yang dilaksanakan di Dhaka, Bangladesh tanggal 26-30 November 2011. Penulis juga pernah menjadi Technical Suporter periode tahun 2009-2011 pada kegiatan *Voluntary Project : Space Applications for Environment (SAFE) Prototype on Potential Drought Monitoring* bersama dengan Universitas Tokyo dan Geo-Informatics Center, Asian Institute of Technology, (GIC-AIT) yang dikoordinasi oleh JAXA.