

# ANALISIS CURAH HUJAN BULANAN *TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION* (TRMM) DAN STASIUN PENAKAR HUJAN DI WILAYAH PAPUA TAHUN 1998 - 2010

Jalu Tejo Nugroho, Nur Febrianti, Any Zubaidah

## Abstract

In this research we have determined the accuracy of monthly rainfall derived from the Tropical Rainfall Measuring Mission satellite (TRMM) data and rainfall data obtained from the rain gauge stations in Papua region during January 1998 to December 2010. This accuracy was identified by correlation coefficient (R) between two data based on statistical methods. From four stations that we have analysed, namely Station Dok II Jayapura (2,53° LS - 140,71° BT), Mopah Station, Merauke (8,46° LS - 140,38° BT), Frans Station Kasiepo, Biak (1,86° LS - 136,11° BT), and Nabire Station (3,36° LS - 135,5° BT) we obtained the R values for monthly data in a range of 0,84, 0,52, 0,58, and 0,61 respectively. During December-January-February the R value for the four regions are 0,54, 0,13, 0,40, and 0,59. During March-April-May the R values are 0,76, 0,50, 0,68, and 0,51, during the June-July-August the R values are 0,89, 0,64, 0,53, and 0,64, and during the September-October-November the R values for four regions are 0,8, 0,65, 0,77, and 0,63 respectively.

Keywords: monthly rainfall, Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), rain gauge, coefficient of correlation

## Abstrak

Untuk mengetahui akurasi curah hujan bulanan yang diperoleh dari satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) dan data curah hujan dari stasiun penakar hujan di wilayah Papua selama bulan Januari 1998 sampai dengan Desember 2010 pada penelitian ini telah dilakukan perhitungan nilai koefisien korelasi (R) menggunakan metode statistik. Dari empat stasiun yang dipilih, yaitu Stasiun Dok II, Jayapura (2,53° LS - 140,71° BT), Stasiun Mopah, Merauke (8,46° LS - 140,38° BT), Stasiun Frans Kasiepo, Biak (1,86° LS - 136,11° BT), dan Stasiun Nabire (3,36° LS - 135,5° BT) diperoleh nilai R untuk keseluruhan bulan berturut-turut sebesar 0,84, 0,52, 0,58, dan 0,61. Selama bulan Desember-Januari-Februari pada periode tahun yang sama nilai R yang diperoleh untuk keempat wilayah tersebut sebesar 0,54, 0,13, 0,40, dan 0,59. Selama bulan Maret-April-Mei masing-masing sebesar 0,76, 0,50, 0,68, dan 0,51, selama bulan Juni-Juli-Agustus 0,89, 0,64, 0,53, dan 0,64, serta selama bulan September-Oktober-November sebesar 0,8, 0,65, 0,77, dan 0,63.

Kata kunci: curah hujan bulanan, *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM), curah hujan station, koefisien korelasi (R)

## 1. PENDAHULUAN

Posisi Indonesia di daerah tropis serta di antara dua benua dan dua samudera membuat variabilitas curah hujannya sangat tinggi. Curah hujan di wilayah ini telah diketahui dipengaruhi oleh fenomena global, yaitu *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) di Samudera Pasifik, *Indian Ocean Dipole* (IOD) di Samudera Hindia, serta *Intertropical Convergence Zone* (ITCZ) di sekitar ekuator. Posisi tersebut juga strategis karena dari wilayah inilah tersedia energi matahari sepanjang tahun yang kemudian didistribusikan ke tempat-tempat lain di dunia yang tekanan udaranya lebih rendah, sehingga dapat mempengaruhi perubahan cuaca dan iklim global.

Perolehan curah hujan sepanjang tahun di wilayah Indonesia dapat meningkatkan potensi terjadinya curah hujan ekstrem dan menyebabkan bencana banjir. Kejadian bencana alam tersebut tidak dapat dihindari tetapi dampaknya bisa dikurangi melalui kegiatan manajemen yang terencana dengan baik. Di sisi lain pemantauan curah hujan di Indonesia menjadi sangat penting dan memerlukan observasi yang panjang dengan sebaran data yang memadai. Salah satu usaha manajemen bencana tersebut dapat dilakukan dengan metode penginderaan jauh.

Teknologi penginderaan jauh telah mampu mengidentifikasi curah hujan di wilayah tropis, termasuk Indonesia. *Sensor Earth Radiation Budget Experiment* (ERBE) dan *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) yang dipasang pada satelit *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) dapat memberikan informasi temperatur puncak awan yang dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah curah hujan tropis dikaitkan dengan energi yang dipancarkan oleh permukaan bumi (*Outgoing Longwave Radiation* atau disingkat OLR). Sejak tahun 1997 prediksi curah hujan bulanan telah dikembangkan menggunakan data OLR untuk enam bulan ke depan dengan tingkat akurasi antara 60% sampai dengan 80% (Khomarudin, 2011). Selanjutnya pengembangan dan tantangan prediksi curah hujan bulanan dengan menggunakan data penginderaan jauh dapat dilakukan dengan menggunakan data resolusi lebih tinggi seperti data *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) agar akurasi prediksi yang diperoleh juga dapat ditingkatkan.

TRMM merupakan sarana yang tepat untuk studi karakteristik dan mekanisme curah hujan tropis. Satelit yang diluncurkan pada tanggal 27 November 1997 ini berorbit polar (*nonsunsynchronous*) dengan inklinasi sebesar 35° terhadap ekuator, berada pada ketinggian orbit sekitar 403 km. TRMM yang membawa lima sensor utama yaitu PR (*Precipitation Radar*), TMI (*TRMM Microwave Imager*), VIRS (*Visible Infrared Scanner*), LIS (*Lightning Imaging Sensor*) dan CERES (*Clouds and Earth's Radiant Energy System*) dapat memantau permukaan bumi wilayah tropis (50°LU-50°LS) sebanyak 16 kali sehari setiap 92,5 menit dengan resolusi spasial 0,25° x 0,25°.

As-syakur dan Prasetia (2010) menyebutkan adanya tingkat korelasi yang sedang sampai kuat antara data satelit TRMM dengan data observasi dari Badan Meteorologi, Klimatologi,

dan Geofisika (BMKG) di Indonesia. Data satelit tersebut dapat memberikan informasi sebaran spasial temporal curah hujan di Indonesia. Data curah hujan TRMM juga dapat dijadikan untuk memverifikasi keluaran model curah hujan global. Satiadi (2009) membandingkan antara curah hujan konvektif hasil simulasi model sirkulasi umum atmosfer dengan data TRMM. Hasil perbandingan menunjukkan pola distribusi yang secara umum mengikuti pola data TRMM. Adanya perbedaan diduga karena resolusi model yang relatif rendah. Analisis validasi yang dilakukan oleh As-syakur *et al.* (2011) di wilayah Bali menunjukkan bahwa data TRMM memiliki korelasi yang sangat baik dengan data pengukuran pada rentang waktu bulanan dibandingkan dengan data harian selama kurun waktu 1998 sampai dengan 2002.

Meneghini dkk. (2004) dengan menggunakan metode *Surface Reference Technique* (SRT) dan metode Hitschfeld–Bordan telah meneliti profil curah hujan global menggunakan data TRMM dari sensor PR. Dari perhitungan selama dua minggu diperoleh bahwa 90% estimasi kejadian hujan di sepanjang lautan masih berada dalam rentang nilai yang dapat ditoleransi. Analisis validasi yang dilakukan oleh As-syakur dkk. (2011) di wilayah Bali menunjukkan bahwa data TRMM memiliki korelasi yang sangat baik dengan data pengukuran pada rentang waktu bulanan dibandingkan dengan data harian selama kurun waktu 1998 sampai dengan 2002. Data TRMM di wilayah ini diketahui memiliki nilai yang lebih rendah (*under estimated*) dibandingkan dengan data pengukuran. Zubaidah dkk. (2011) telah menganalisis potensi terjadinya hujan lebat (curah hujan tinggi) yang diturunkan dari data TRMM dan diintegrasikan dengan peta kerawanan bencana banjir (daerah genangan). Validasi data curah hujan TRMM di berbagai wilayah dilengkapi dengan penggunaan data terkini perlu terus dilakukan agar dapat diketahui tingkat akurasinya sehingga faktor-faktor yang mempengaruhi curah hujan di wilayah tersebut dapat dipahami dengan baik.

## 2. DATA DAN METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data bulanan TRMM tipe 3B43 mulai dari bulan Januari 1998 sampai dengan bulan Desember 2010 diperoleh dari <http://mirador.gsfc.nasa.gov>. Format data TRMM berupa data *Grid global tropis* dengan *grid* lintang dan bujur masing-masing tiap  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$  dalam satuan mm/jam. Untuk wilayah Papua digunakan data TRMM dengan posisi  $0,875^\circ\text{LU} - 11,875^\circ\text{LS}$ ,  $130,125^\circ\text{BT} - 141,875^\circ\text{BT}$ .

Sumber data curah hujan bulanan dari stasiun pengamat di wilayah Papua digunakan empat lokasi pengamatan, yaitu Stasiun Dok II, Jayapura ( $2,53^\circ\text{LS} - 140,71^\circ\text{BT}$ ), Stasiun Mopah, Merauke ( $8,46^\circ\text{LS} - 140,38^\circ\text{BT}$ ), Stasiun Frans Kasiepo, Biak ( $1,86^\circ\text{LS} - 136,11^\circ\text{BT}$ ), dan Stasiun Nabire ( $3,36^\circ\text{LS} - 135,5^\circ\text{BT}$ ) dari bulan Januari 1998 sampai dengan bulan Desember 2010. Sumber data curah hujan ini diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).

Metode penelitian yang digunakan untuk menghitung perbandingan data curah hujan yang diperoleh dari satelit TRMM dengan data yang diperoleh dari stasiun pengamat adalah metode statistik, yaitu dengan menghitung nilai koefisien korelasi statistik (R) yang dirumuskan sebagai berikut:

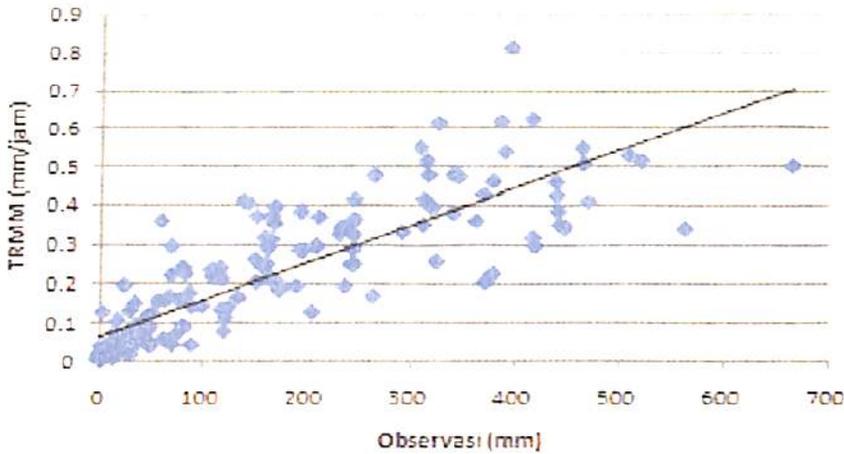
$$R = \frac{n \sum x \cdot y - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2) \cdot (n \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan  $\sum x$  dan  $\sum y$  adalah jumlah data variabel x dan variabel y,  $\sum x \cdot y$  adalah hasil perkalian variabel x dan y, sementara n adalah banyak pasangan data x dan y.

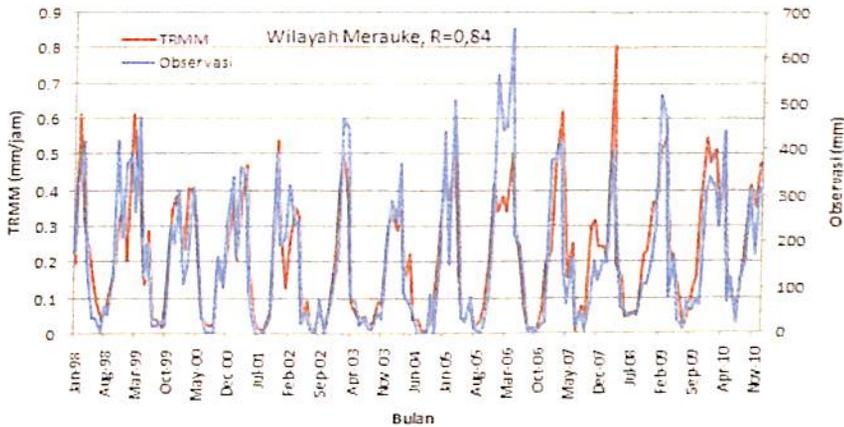
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui tingkat akurasi data curah hujan TRMM maka dilakukan komparasi dengan data pengamatan yang diperoleh dari stasiun pengukur hujan menggunakan metode statistik. Validasi data dilakukan per titik pengamatan yang disesuaikan dengan piksel pada lokasi yang sama pada data TRMM. Dari hasil perhitungan koefisien korelasi statistik (R) antara data curah hujan yang diperoleh dari satelit TRMM dibandingkan terhadap data curah hujan dari stasiun pengamat berturut-turut untuk wilayah Merauke, Biak, Nabire dan Jayapura diperoleh nilai sebesar 0,84, 0,52, 0,58, dan 0,61.

Gambar 1 menampilkan grafik persamaan linear antara data curah hujan TRMM dengan data curah hujan dari Stasiun Mopah, Merauke bulan Januari 1998 sampai dengan bulan Desember 2010 sementara Gambar 2 merupakan plot data deret waktu antara kedua variabel tersebut. Dari perhitungan R dapat dilihat bahwa korelasi antara keduanya cukup tinggi dengan nilai R sebesar 0,84. Hal ini dapat dilihat dari tren kesesuaian kurva antara data curah hujan bulanan TRMM dengan data dari stasiun pengukur hujan di wilayah tersebut.

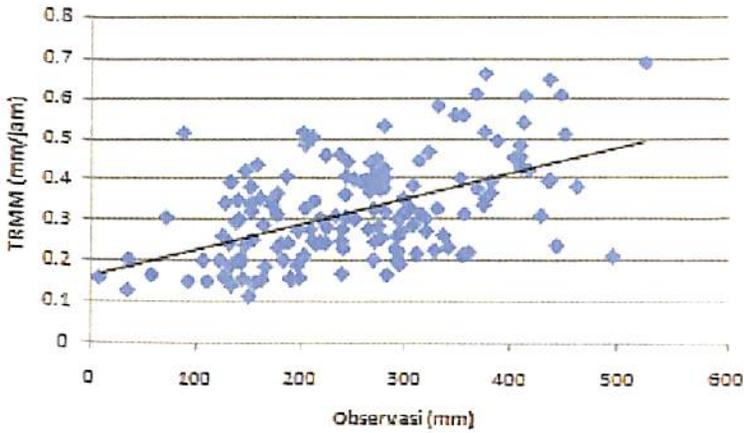


Gambar 1. Grafik persamaan linear antara data curah hujan TRMM dengan data curah hujan dari Stasiun Mopah, Merauke bulan Januari 1998 sampai dengan bulan Desember 2010

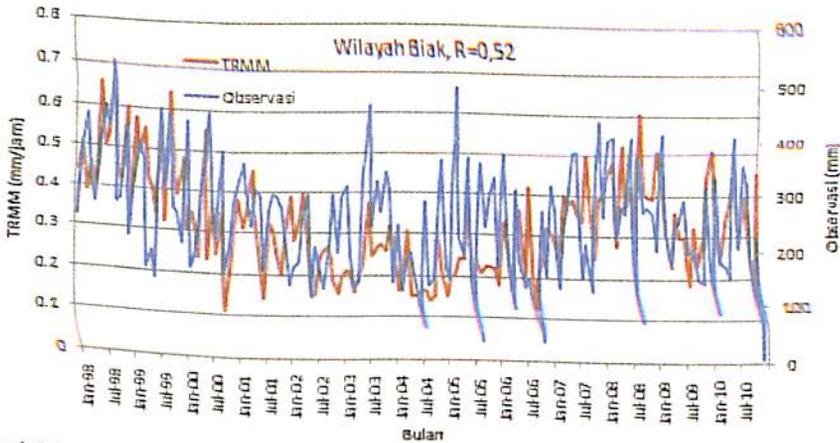


Gambar 2. Plot data curah hujan TRMM dan data curah hujan pengamatan dari Stasiun Mopah, Merauke bulan Januari 1998 sampai dengan bulan Desember 2010.

Gambar 3 menampilkan grafik persamaan linear antara data curah hujan TRMM dengan data curah hujan dari Stasiun Frans Kasiepo, Biak bulan Januari 1998 sampai dengan bulan Desember 2010 sementara Gambar 4 merupakan plot data deret waktu antara kedua variabel tersebut. Dari perhitungan diperoleh nilai R sebesar 0,52. Pengaruh faktor lokal di wilayah Biak diduga menjadi penyebab akurasi data curah hujan TRMM rendah di wilayah tersebut. Posisi wilayah Biak yang dikelilingi perairan juga menyebabkan faktor global, yaitu *El Niño Southern Oscillation (ENSO)* dominan berperan mempengaruhi kondisi cuaca dan iklim di wilayah Biak.

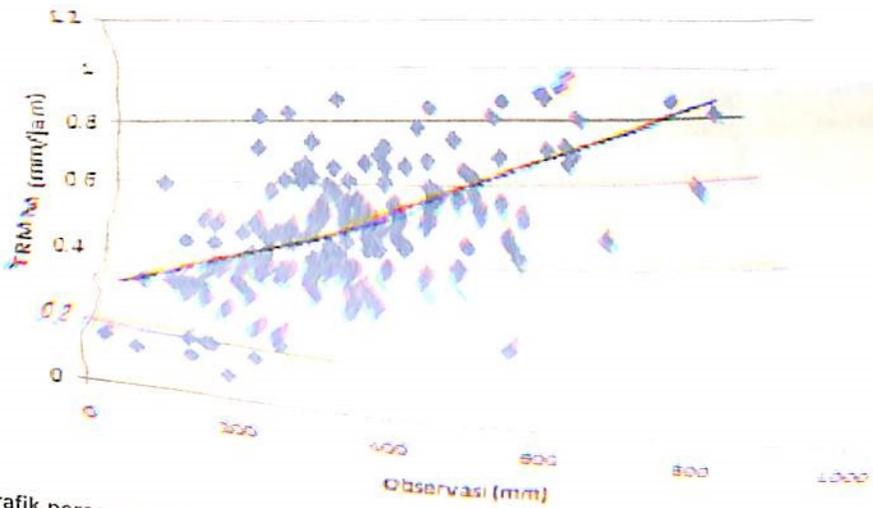


Gambar 3. Grafik persamaan linear antara data curah hujan TRMM dengan data curah hujan dari Stasiun Frans Kasiepo, Biak bulan Januari 1998 sampai dengan bulan Desember 2010.

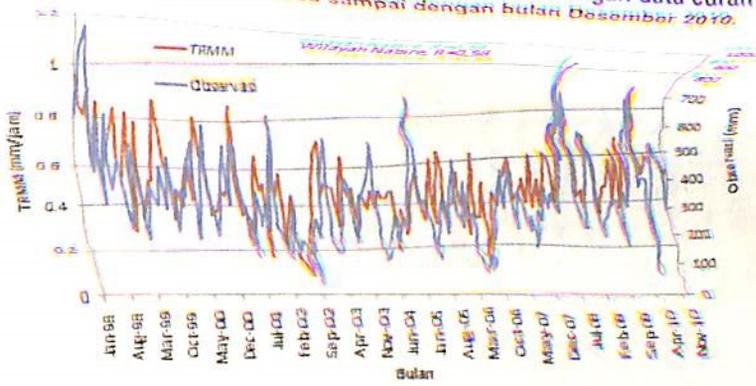


Gambar 4. Plot data curah hujan TRMM dan data curah hujan pengamatan dari Stasiun Frans Kasiepo, Biak bulan Januari 1998 sampai dengan bulan Desember 2010.

Gambar 5 menampilkan grafik persamaan linear antara data curah hujan TRMM dengan data curah hujan dari Stasiun Nabire sementara Gambar 6 merupakan plot data deret waktu antara kedua variabel tersebut dengan nilai R sebesar 0,58. Sama halnya dengan wilayah Biak yang dikelilingi perairan, wilayah Nabire yang terletak di wilayah pantai tampaknya juga sangat dipengaruhi oleh fenomena global ENSO, disamping juga faktor lokal.

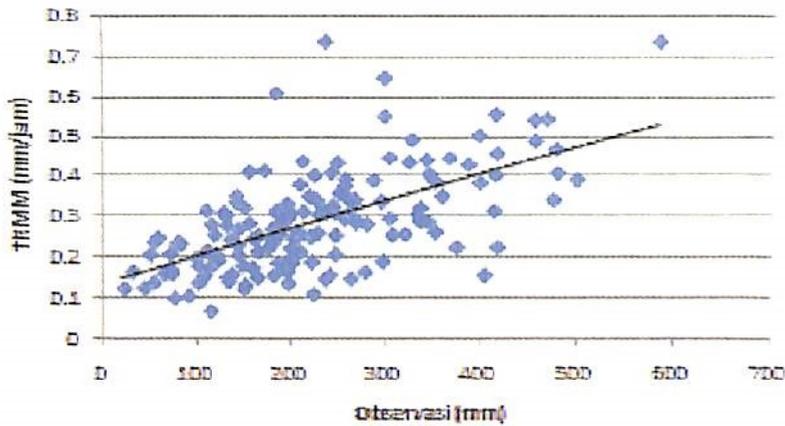


Gambar 5. Grafik persamaan linear antara data curah hujan TRMM dengan data curah hujan dari Stasiun Nabire bulan Januari 1998 sampai dengan bulan Desember 2010.

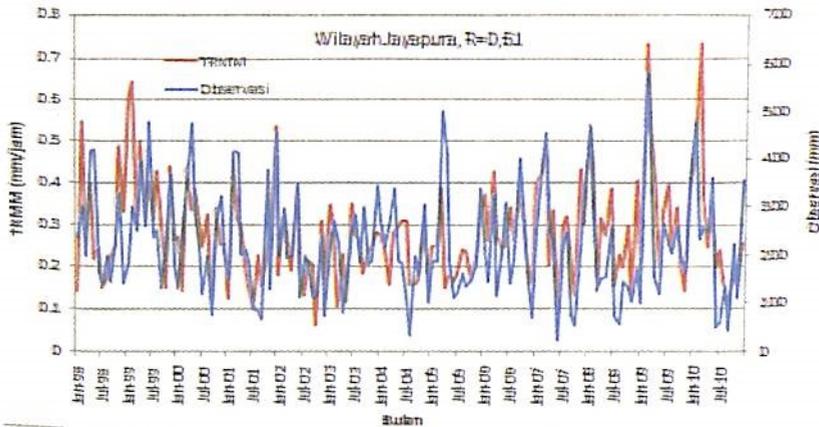


Gambar 6. Plot data curah hujan TRMM dan data curah hujan pengamatan dari Stasiun Nabire bulan Januari 1998 sampai dengan bulan Desember 2010.

Gambar 7 menampilkan grafik persamaan linear antara data curah hujan TRMM dengan data curah hujan dari Stasiun Dok II Jayapura sementara Gambar 8 merupakan plot data deret waktu antara kedua variabel tersebut dengan nilai R sebesar 0,61. Selama interval waktu yang dianalisis, akurasi data curah hujan TRMM di wilayah Jayapura lebih baik dibandingkan dengan wilayah Biak dan Nabire walaupun posisi di sekitar pantai. Pengaruh ENSO diduga juga dominan mempengaruhi kondisi cuaca di wilayah Jayapura.



Gambar 7. Grafik persamaan linear antara data curah hujan TRMM dengan data curah hujan dari Stasiun Dok II Jayapura bulan Januari 1998 sampai dengan bulan Desember 2010.



Gambar 8. Plot data curah hujan TRMM dan data curah hujan pengamatan dari Stasiun Dok II Jayapura bulan Januari 1998 sampai dengan bulan Desember 2010.

Dikaitkan dengan posisi relatif matahari terhadap bumi telah dilakukan juga perhitungan nilai (R) berdasarkan musim, yaitu bulan Desember-Januari-Februari, bulan Maret-April-Mei, bulan Juni-Juli-Agustus, dan bulan September-Oktober-November. Dari perhitungan diperoleh nilai R untuk bulan Desember-Januari-Februari tahun 1998 sampai dengan tahun 2010 untuk wilayah Merauke, Biak, Nabire, dan Jayapura masing-masing sebesar 0,54, 0,13, 0,40, dan 0,59. Perhitungan nilai R untuk bulan Maret-April-Mei tahun 1998 sampai dengan tahun 2010 untuk wilayah Merauke, Biak, Nabire, dan Jayapura masing-masing sebesar 0,76, 0,50, 0,68, dan 0,51. Sementara untuk bulan Juni-Juli-Agustus pada interval tahun yang sama berturut-turut sebesar 0,89, 0,64, 0,53, dan 0,64. Dan untuk bulan September-Oktober-November nilai R yang diperoleh untuk wilayah yang bersesuaian sebesar 0,8, 0,65, 0,77, dan 0,63.

Dari hasil yang diperoleh, akurasi curah hujan data TRMM di wilayah Merauke relatif tinggi untuk setiap musim yang dianalisis. Selama bulan-bulan Desember-Januari-Februari R di wilayah Merauke sebesar 0,54 lebih rendah dibandingkan bulan-bulan lainnya diduga terkait dengan kejadian ENSO. Dari Tabel I diringkas catatan kejadian ENSO selama bulan Januari 1998 sampai dengan Desember 2010.

**Tabel I. Catatan kejadian ENSO tahun 1998 sampai dengan 2010 berdasarkan anomali SST (sumber: www.cpc.ncep.noaa.gov)**

Tahun	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1998	2,2	1,8	1,4	0,9	0,4	-0,2	-0,7	-1	-1,2	-1,3	-1,4	-1,5
1999	-1,5	-1,3	-1	-0,9	-0,9	-1	-1	-1,1	-1,1	-1,3	-1,5	-1,7
2000	-1,7	-1,5	-1,2	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,6	-0,6	-0,8	-0,8
2001	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,2	-0,1	0	0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3
2002	-0,2	0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,8	0,8	0,9	1,2	1,3	1,3
2003	1,1	0,8	0,4	0	-0,2	-0,1	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
2004	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7
2005	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0	-0,2	-0,5	-0,8
2006	-0,9	-0,7	-0,5	-0,3	0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1	1
2007	0,7	0,3	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,6	-0,8	-1,1	-1,2	-1,4
2008	-1,5	-1,5	-1,2	-0,9	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	-0,2	-0,5	-0,7
2009	-0,8	-0,7	-0,5	-0,2	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	1,4	1,6
2010	1,6	1,3	1	0,6	0,1	-0,4	-0,9	-1,2	-1,4	-1,5	-1,5	-1,5

Indikator kondisi ENSO ditentukan berdasarkan anomali temperatur muka laut (*Sea Surface Temperature*, disingkat SST) di wilayah Pasifik. Anomali SST lebih besar atau sama dengan 0,5 °C di wilayah Niño 3.4 (5°LU-5°LS, 120°BB-170°BB) adalah indikasi kondisi fase hangat ENSO (*El Niño*), sementara anomali kurang dari atau sama dengan -0,5 °C berhubungan dengan fase dingin (*La Niña*). *Niño Index Oceanic* (ONI) merupakan indeks yang merupakan anomali SST rata-rata selama tiga bulan berjalan. Jika ONI menunjukkan kondisi fase hangat atau dingin setidaknya untuk lima nilai berturut-turut, maka secara resmi dikatakan terjadi peristiwa *El Niño* atau *La Niña*. Pada Tabel I penentuan episode hangat (merah) dan dingin (biru) ONI didasarkan pada ambang batas  $\pm 0,5$  °C dengan periode dasar 30 tahun dan diperbarui setiap lima tahun.

Dari Tabel I dapat dilihat selama Desember-Januari-Februari frekuensi kejadian *La Niña* (fase dingin) lebih sering muncul dibandingkan *El Niño* (fase panas) yang berdampak peningkatan

Daya Alam menangani kegiatan Pre Processing System (PPS) citra Inderaja. Tahun 1987 sebagai peneliti di Bidang Perolehan Data penginderaan jauh (Lehta) dibawah Pusat Data Penginderaan Jauh LAPAN. Tahun 1994 – 2001 sebagai peneliti dan Kasie Katalog dan Dokumentasi Bidang Bank Data, Pusat Pengembangan dan Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh. Saat ini penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan aplikasi data penginderaan jauh untuk mitigasi bencana alam yang merupakan integrasi dari berbagai disiplin ilmu, seperti cuaca dan iklim serta interaksinya dengan sumberdaya lahan dan potensinya terhadap kebencanaan (banjir, kekeringan, kebakaran hutan, letusan gunung api). Organisasi profesi yang diikuti adalah Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia (MAPIN)