

## ANALISIS PERUBAHAN CURAH HUJAN DI LIMA KOTA BESAR INDONESIA BERBASIS DATA TRMM

Haries Satyawardhana<sup>(1)</sup>, Risyanto<sup>(2)</sup>

Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional  
Jl. Dr. Djundjungan no. 133, Bandung 40173

<sup>(1)</sup>haries\_satha@yahoo.com, <sup>(2)</sup>risyanto@gmail.com

### Abstract

Changes of rainfall pattern and variability are important to be known as one of climate change indicator. High variations in rainfall patterns in Indonesia, spatially and temporally, causing changes of rainfall to be more localized (different from one region to another). This study discusses the changes of monthly rainfall (trend, average and variability) occurred in five major cities in Indonesia, namely Medan, Jakarta, Bandung, Semarang and Surabaya, based on TRMM satellite data which has period of January 1998 to June 2011. The results showed that there were differences found in patterns of rainfall changes in each city. The highest rainfall increase occurred in Bandung in December with a slope of +18.8, while the lowest decrease occurred in Medan, which was also recorded in December with a slope of -19.1. Bandung and Semarang have a quite same pattern, since both cities have more number of months of increasing rainfall. In contrast, months of decreasing rainfall occurred more frequently in Medan. While, Jakarta and Surabaya has the same number of months that rainfall has increased or decreased. The study also found that the largest variation of rainfall occurred in Medan in the month of October, with a standard deviation of 436.5 mm, while the lowest variation occurred in Surabaya in August with a standard deviation of 4.6 mm.

**Keywords:** Variability, Rainfall, TRMM.

### Abstrak

Perubahan pola dan variabilitas curah hujan penting untuk diketahui sebagai salah satu indikator terjadinya perubahan iklim. Variasi pola curah hujan yang cukup tinggi di Indonesia, baik secara spasial maupun temporal, menyebabkan perubahan curah hujan yang terjadi lebih banyak bersifat lokal (berbeda antara satu wilayah dengan wilayah lainnya). Kajian ini membahas perubahan curah hujan (tren, rata-rata dan variabilitas bulanan) yang terjadi di 5 kota besar di Indonesia, yaitu Medan, Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya, berdasarkan data satelit TRMM periode Januari 1998 sampai dengan Juni 2011. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pola perubahan curah hujan pada masing-masing kota kajian. Kenaikan curah hujan tertinggi terjadi di Kota Bandung pada bulan Desember dengan slope sebesar +18.8, sedangkan penurunan terendah terjadi di Kota Medan, yang juga tercatat pada bulan Desember dengan slope sebesar -19.1. Kota Bandung dan Semarang memiliki pola yang tidak jauh berbeda, dimana lebih banyak terdapat bulan-bulan dengan kenaikan curah hujan. Sebaliknya, bulan dengan penurunan curah hujan lebih banyak terjadi di Kota Medan. Sedangkan Kota Jakarta dan Surabaya mengalami perubahan positif dan negatif sama banyaknya. Hasil kajian juga menemukan bahwa variasi curah hujan terbesar terjadi di Kota Medan pada bulan Oktober, dengan standar deviasi 436.5 mm, sedangkan variasi terendah terjadi di Kota Surabaya pada bulan Agustus dengan standar deviasi 6.4 mm.

**Kata kunci:** Variabilitas, Curah hujan, TRMM.

## 1. PENDAHULUAN

Hujan merupakan salah satu unsur iklim terpenting yang sering dikaji di Indonesia mengingat keragamannya yang sangat tinggi baik secara spasial maupun temporal. Keragaman hujan di Indonesia selain disebabkan oleh wilayahnya yang berupa kepulauan dan berada di daerah tropis, juga dipengaruhi oleh letaknya yang dikelilingi oleh dua benua dan dua samudra. Posisi tersebut menjadikan Indonesia sebagai tempat dimana berbagai fenomena atmosfer berpengaruh terhadap iklim, seperti ENSO, dipole mode, MJO, ITCZ serta sirkulasi lokal lainnya. Aktivitas monsun yang ditimbulkan oleh adanya sel tekanan tinggi dan sel tekanan rendah di benua Asia dan Australia secara bergantian, juga turut berperan dalam mempengaruhi keragaman iklim termasuk hujan di Indonesia.

Kenaikan konsentrasi gas rumah kaca sejak abad 18 disinyalir menjadi pemicu utama terjadinya perubahan iklim. Salah satu indikatornya adalah terjadinya perubahan-perubahan baik pada pola, intensitas maupun keragaman curah hujan. Meskipun dampaknya terhadap curah hujan berbeda-beda antara satu wilayah dengan wilayah lainnya, namun memiliki kecenderungan bahwa daerah kering akan semakin kering dan daerah basah akan semakin basah (IPCC, 2007). Sehingga bencana seperti kekeringan dan banjir akan kerap muncul akibat fenomena global tersebut. Sebagai indikator terjadinya perubahan iklim, maka kajian terhadap perubahan curah hujan juga sangat penting untuk diketahui.

Curah hujan suatu wilayah selain dapat diukur secara manual (data observasi) juga dapat dianalisis menggunakan data satelit. Salah satu data satelit hujan yang terbukti cukup baik untuk digunakan dalam penelitian adalah data satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*). Satelit TRMM diluncurkan pada tanggal 27 November 1997 di pusat stasiun peluncuran roket milik JAXA (*Japan Aerospace Exploration*

---

Agency), di Tanegashima, Jepang. Satelit pertama yang mengkhususkan diri untuk penelitian tentang hujan ini membawa 5 buah sensor yaitu PR (*Precipitation Radar*), TMI (*TRMM Microwave Imager*), VIRS (*Visible and Infrared Scanner*), CERES (*Clouds and the Earth's Radiant Energy System*), dan LIS (*Lightning Imaging Sensor*). TRMM merupakan proyek kerjasama antara NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) dari USA dan JAXA dari Jepang, yang dulu dikenal dengan NASDA (*National Space Development Agency*). TRMM mampu mengobservasi struktur hujan, jumlah dan distribusinya di daerah tropis dan sub tropis serta berperan penting untuk mengetahui mekanisme perubahan iklim global dan memonitoring variasi lingkungan (NASDA, 2001).

Terdapat 3 macam level data TRMM, mulai dari level 1 (data mentah) sampai level 3. Level 3 merupakan data yang telah memiliki nilai-nilai hujan, khususnya kondisi hujan bulanan yang merupakan penggabungan dari kondisi hujan dari level 2 (Feidas, 2010). Salah satu contoh data level 3 TRMM yang juga digunakan dalam penelitian ini adalah data 3B43, yang merupakan salah satu data estimasi terbaik karena telah menggabungkan data harian 3B42 dengan data analisis penakar hujan GPCP. Data 3B43 TRMM memiliki resolusi spasial di permukaan sebesar  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ , dengan cakupan area global dari  $50^\circ \text{ LU} - 50^\circ \text{ LS}$  dan  $180^\circ \text{ BT} - 180^\circ \text{ BB}$ . Data TRMM memiliki resolusi temporal rata-rata bulanan yang tersedia dari Desember 1997 sampai Juli 2011 (Suryantoro, 2010). Korelasi antara curah hujan observasi dan satelit sangat baik, seperti yang dijelaskan dalam Suryantoro (2008), bahwa koefisien korelasi ( $r$ ) antara curah hujan observasi satelit TRMM 3B43 daerah Sicincin-Padang, Supadio-Pontianak, Kemayoran-Jakarta dan Kayuwatu-Manado dengan observasi permukaan BMKG di keempat daerah tersebut adalah 0,8.

Berbasis informasi di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan curah hujan (*trend*, rata-rata dan variabilitas bulanan) yang terjadi di 5 kota besar di Indonesia, yaitu Medan, Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya, berdasarkan data satelit TRMM periode Januari 1998 sampai dengan Juni 2011. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi tambahan terkait perubahan iklim yang terjadi di lima kota kajian penelitian.

## 2. DATA DAN METODE

Data yang digunakan adalah data TRMM bulanan (3B43) yang hanya diambil 5 titik yang mewakili 5 kota besar di Indonesia selama periode Januari 1998 sampai dengan Desember 2011.

Metode yang digunakan adalah persamaan linier sederhana. Namun untuk pengerjaannya dilakukan pemilihan data per bulan terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan karakteristik curah hujan yang berbeda-beda di tiap bulannya. Setelah itu, dilakukan penghitungan slope, standar deviasi dan rata-ratanya.

Persamaan yang digunakan:

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \dots\dots\dots(1)$$

dimana slope;

$$b(\text{slope}) = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum(x - \bar{x})^2} \dots\dots\dots(2)$$

dan standar deviasi;

$$stdev = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{\sum(n - 1)}} \dots\dots\dots(3)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Indonesia mempunyai curah hujan yang sangat bervariasi di setiap wilayahnya. Aldrian dan Susanto (2003) serta Tjasyono (2004) menunjukkan bahwa terdapat tiga pola utama curah hujan di Indonesia, yaitu pola curah hujan monsunial, pola curah hujan ekuatorial dan pola curah hujan lokal (anti monsunial). Kota-kota besar di Pulau Jawa seperti Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya pada umumnya berpola curah hujan monsunial, dimana daerah tersebut memiliki satu puncak hujan pada bulan November-Maret dan satu palung pada bulan Mei-September. Sedangkan daerah berpola ekuatorial, seperti Kota Medan, umumnya terdapat di kota-kota/daerah-daerah di sekitar ekuator/garis khatulistiwa, dimana mengalami dua puncak hujan yaitu pada bulan Oktober-November dan bulan Maret-Mei. Musim hujan di wilayah ini hampir terjadi di sepanjang tahun, meskipun pada bulan-bulan tertentu terjadi dengan intensitas yang rendah.

Penelitian ini menganalisis perubahan curah hujan bulanan (tren, rata-rata dan variabilitas) yang terjadi di 5 kota besar di Indonesia, yaitu Medan, Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya. Seperti yang terjadi di kota-kota besar pada umumnya, perkembangan industri dan pemukiman di lima wilayah tersebut berlangsung sangat cepat. Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat diikuti oleh pembangunan yang semakin pesat menyebabkan terjadinya perubahan di berbagai bidang. Salah satunya adalah perubahan penutupan lahan yang secara langsung berpengaruh terhadap perubahan cuaca dan iklim termasuk curah hujan.

Perubahan curah hujan selama kurun waktu Januari 1998 – Juli 2011 didapat dengan memplot nilai tren/slope yang dihasilkan dari persamaan linier kenaikan curah hujan bulanan per-tahun di lima lokasi kajian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pola perubahan curah hujan pada masing-masing kota tersebut. Di

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Indonesia mempunyai curah hujan yang sangat bervariasi di setiap wilayahnya. Aldrian dan Susanto (2003) serta Tjasyono (2004) menunjukkan bahwa terdapat tiga pola utama curah hujan di Indonesia, yaitu pola curah hujan monsunial, pola curah hujan ekuatorial dan pola curah hujan lokal (anti monsunial). Kota-kota besar di Pulau Jawa seperti Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya pada umumnya berpola curah hujan monsunial, dimana daerah tersebut memiliki satu puncak hujan pada bulan November-Maret dan satu palung pada bulan Mei-September. Sedangkan daerah berpola ekuatorial, seperti Kota Medan, umumnya terdapat di kota-kota/daerah-daerah di sekitar ekuator/garis khatulistiwa, dimana mengalami dua puncak hujan yaitu pada bulan Oktober-November dan bulan Maret-Mei. Musim hujan di wilayah ini hampir terjadi di sepanjang tahun, meskipun pada bulan-bulan tertentu terjadi dengan intensitas yang rendah.

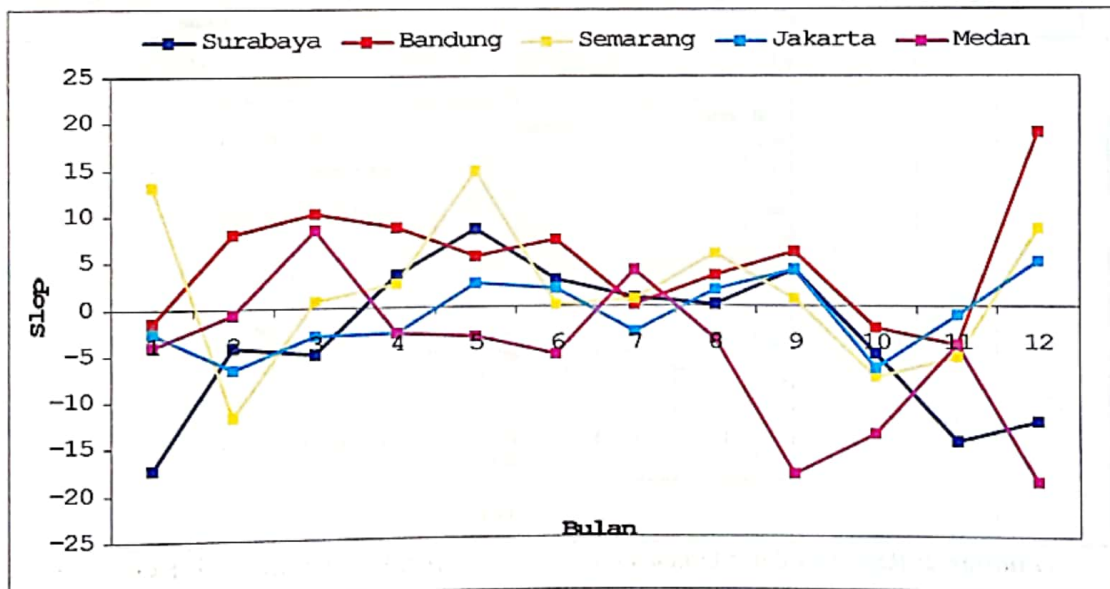
Penelitian ini menganalisis perubahan curah hujan bulanan (tren, rata-rata dan variabilitas) yang terjadi di 5 kota besar di Indonesia, yaitu Medan, Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya. Seperti yang terjadi di kota-kota besar pada umumnya, perkembangan industri dan pemukiman di lima wilayah tersebut berlangsung sangat cepat. Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat diikuti oleh pembangunan yang semakin pesat menyebabkan terjadinya perubahan di berbagai bidang. Salah satunya adalah perubahan penutupan lahan yang secara langsung berpengaruh terhadap perubahan cuaca dan iklim termasuk curah hujan.

Perubahan curah hujan selama kurun waktu Januari 1998 – Juli 2011 didapat dengan memplot nilai tren/slope yang dihasilkan dari persamaan linier kenaikan curah hujan bulanan per-tahun di lima lokasi kajian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pola perubahan curah hujan pada masing-masing kota tersebut. Di

---

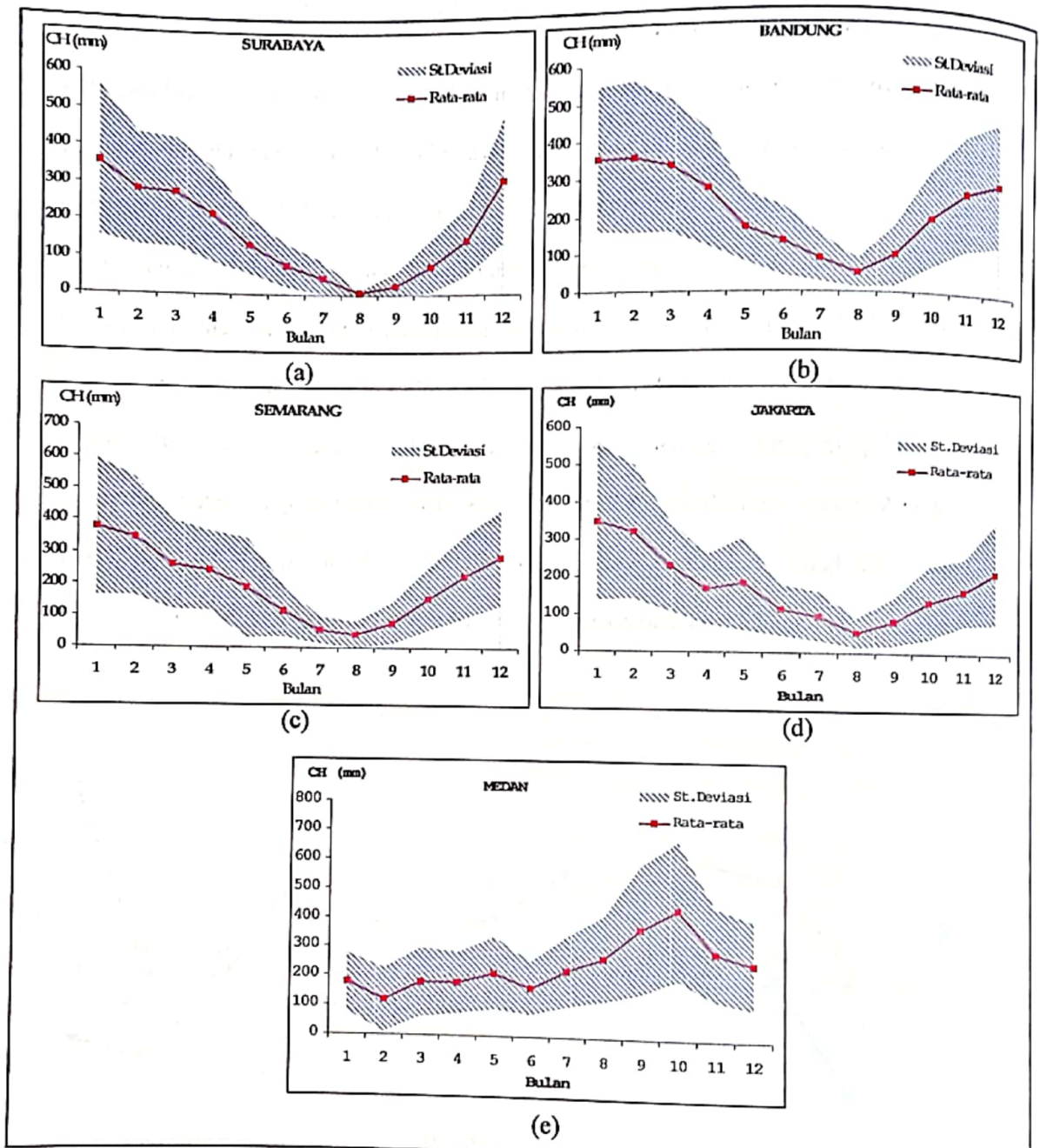
lima kota, perubahan curah hujan yang diwakili oleh nilai tren/slope, masing-masing mengalami perubahan baik positif (kenaikan) maupun negatif (penurunan) yang bervariasi tiap bulannya (Gambar 1).

Kenaikan curah hujan tertinggi terjadi di Kota Bandung pada bulan Desember dengan slope sebesar +18.8. Ini berarti telah terjadi kenaikan rata-rata sebesar 18.8 mm per tahun sejak 1998 di bulan Desember di kota tersebut. Sebaliknya, penurunan terendah terjadi di Kota Medan, juga tercatat pada bulan Desember dengan slope sebesar -19.1, yang berarti di Medan terjadi penurunan curah hujan rata-rata sebesar 19.1 mm per tahun di bulan Desember sejak tahun 1998. Kota Bandung dan Semarang memiliki pola yang tidak jauh berbeda, dimana lebih banyak terdapat bulan-bulan dengan kenaikan curah hujan (8-9 bulan). Sebaliknya, bulan dengan penurunan curah hujan lebih banyak terjadi di Kota Medan (10 bulan). Sedangkan Kota Jakarta dan Surabaya mengalami perubahan positif dan negatif sama banyaknya (6 bulan).



**Gambar 1:** Slope perubahan curah hujan bulanan (mm) di Kota Surabaya, Bandung, Semarang, Jakarta dan Medan periode Januari 1998 – Juli 2011

Untuk mengetahui tinggi rendahnya keragaman hujan, analisis juga dilakukan dengan melihat rata-rata dan standar deviasi per bulan di lima kota kajian (Gambar 2).



Gambar 2: Rata-rata dan Standar Deviasi curah hujan bulanan (mm) di Kota Surabaya (a), Bandung (b), Semarang (c), Jakarta (d) dan Medan (e) periode Januari 1998 – Juli 2011



Berdasarkan hasil analisis, sesuai dengan Aldrian dan Susanto (2003), kota-kota di Pulau Jawa seperti Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya membentuk pola hujan tipe monsun, yang maksimum pada bulan Januari dan minimum pada bulan Agustus. Sementara itu, pola hujan yang terdapat di Kota Medan ternyata memiliki pola hujan tersendiri yang unik. Data TRMM periode 1998-2011 ini ternyata tidak menunjukkan Kota Medan bertipe hujan ekuatorial. Di kota ini hujan bulanan mengalami satu puncak pada bulan Oktober dan minimum pada bulan Februari.

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa variasi curah hujan terbesar terjadi di Kota Medan pada bulan Oktober, dengan standar deviasi 436.5 mm. Secara umum, variasi terbesar curah hujan untuk kota-kota bertipe hujan monsun (Surabaya, Semarang, Bandung dan Jakarta) terjadi pada bulan-bulan basah, yaitu Desember-Januari-Februari. Sebaliknya, variasi hujan terendah, untuk kota-kota bertipe hujan monsun, terjadi pada bulan-bulan kering, yaitu Juni-Juli-Agustus. Kota Surabaya memiliki variasi curah hujan terendah yang terjadi pada bulan Agustus dengan standar deviasi 6.4 mm.

#### 4. KESIMPULAN

Terdapat perbedaan pola perubahan curah hujan pada masing-masing kota kajian (Surabaya, Bandung, Semarang, Jakarta dan Medan). Perubahan curah hujan yang diwakili oleh nilai tren/slope di lima kota tersebut masing-masing mengalami kenaikan maupun penurunan yang bervariasi tiap bulannya. Kenaikan curah hujan tertinggi terjadi di Kota Bandung pada bulan Desember, sebaliknya penurunan terendah terjadi di kota Medan, juga pada bulan Desember. Sementara, variasi curah hujan terbesar terdapat di Kota Medan pada bulan Oktober, sedangkan variasi terendah di Kota Surabaya pada bulan Agustus.

---

## DAFTAR RUJUKAN

- Aldrian E, RD Susanto. 2003. Identification of Three Dominant Rainfall Regions Within Indonesia and Their Relationship to Sea Surface Temperature. *Intl. J. Climatol.*, 23, 1435-1452.
- Feidas, H. 2010. Validation of satellite rainfall products over Greece. *Theoretical and Applied Climatology*, 99. 193–216.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC.*
- NASDA. 2001. *TRMM Data Users Handbook*. Earth Observation Center, National Space Development Agency of Japan.
- Suryantoro, Arif dkk. 2009. Aplikasi Satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) untuk Prediksi Curah Hujan Wilayah Indonesia. *Prosiding Workshop Nasional Aplikasi Sains Atmosfer*. Bandung, 2009. LAPAN.
- Mulyana, Erwin. 2000. Hubungan Antara Anomali Suhu Permukaan Laut dengan Curah Hujan di Jawa. *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol. 1, No. 2, hal:125-132.