

# APLIKASI SATELIT TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION (TRMM) UNTUK PREDIKSI CURAH HUJAN DI WILAYAH INDONESIA

**Arief Suryantoro, Halimurrahman, Teguh Harjana.**

Bidang Pemodelan Iklim, Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim-LAPAN,  
Jl.Dr.Junjunan 133, Bandung, 40173 Telp. (022)6037445, 6012602; Fax. (022)6037443  
e\_mail : ariefs\_40215@yahoo.com

## ABSTRAK

*Aplikasi satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) untuk prediksi curah hujan wilayah Indonesia dibahas dalam makalah ini. Hal ini dilandasi dari hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan adanya korelasi yang baik ( $r = 0,8$ ) antara observasi curah hujan dari satelit TRMM dengan observasi curah hujan permukaan BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) di beberapa daerah di Indonesia yaitu Sicincin Padang-Sumatera Barat ( $0,54^{\circ}LS$ ;  $100,30^{\circ}BT$ ), Supadio Pontianak-Kalimantan Barat ( $0,15^{\circ}LS$ ;  $109,40^{\circ}BT$ ), Kayuwatu, Manado-Sulawesi Utara ( $1,55^{\circ}LU$ ;  $124,92^{\circ}BT$ ) dan Kemayoran, Jakarta ( $6,15^{\circ}LS$ ;  $106,85^{\circ}BT$ ). Data curah hujan satelit TRMM 3B43 periode 1998 sampai 2007 dan metode prediksi campuran Wavelet dan ARIMA digunakan dalam studi ini. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai curah hujan prediksi 12 bulan ke depan berdasarkan deret waktu data 3B43 TRMM untuk daerah Padang pada grid data ( $0,50^{\circ}$ - $0,75^{\circ} LS$ ;  $100,25^{\circ}$ - $100,50^{\circ} BT$ ) yang melingkupi posisi stasiun observasi curah hujan permukaan BMKG Sicincin, Padang Sumatera Barat ( $0,54^{\circ}LS$ ;  $100,30^{\circ}BT$ ) memiliki koefisien korelasi ( $r = 0,73$ ). Hasil yang analog, koefisien korelasi ( $r$ ) curah hujan prediksi 12 bulan ke depan untuk daerah-daerah Supadio-Pontianak  $r = 0,49$ , Kemayoran - Jakarta  $r = 0,77$ , Pulau Baai Bengkulu  $r = 0,81$ , Siliwangi Semarang  $r = 0,85$  dan terakhir daerah Kayuwatu - Manado  $r = 0,73$ .*

*Kata kunci : curah hujan, data 3B43 Satelit TRMM, prediksi*

## ABSTRACT

*Application of Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) satellite data on rainfall prediction activities are discussed in this paper. The reason based on preliminary study that indicate good correlations (it's found that correlations coefficients over all areas chosen in that study  $r = 0.8$ ) between space based and ground based observation of rainfall over some regions of Indonesia Maritime Continent (IMC), such as over Sicincin, Padang West of Sumatera and Supadio, Pontianak West of Borneo, and Kayuwatu, Manado North of Celebes and Kemayoran, Jakarta areas. The 3B43 TRMM data product for 1998 to 2007 time periods and the mixed wavelet and ARIMA methods for prediction of rainfall are used in this study. The results obtained shows that prediction values of rainfall based on 3B43 TRMM for 12 months next over Sicincin, Padang areas has high correlations ( $r = 0.73$ ). Analogically, results also found for other study areas. For examples, over Supadio, Pontianak West of Borneo areas found  $r = 0.49$ ; over Kemayoran, Jakarta areas found  $r = 0.77$ ; over Pulau Baai, Bengkulu areas found  $r = 0.81$ ; over Siliwangi, Semarang areas found  $r = 0.85$ ; and finally over Kayuwatu, Manado North of Celebes regions found  $r = 0.73$ ; respectively.*

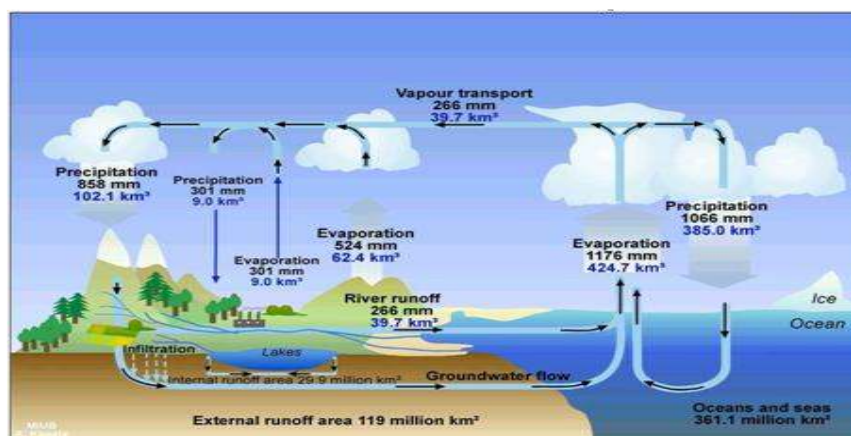
*Key words : rainfall, 3B43 TRMM satellite data, prediction*

## 1. Pendahuluan

Pengukuran curah hujan secara tepat dan representatif (dalam pengertian dapat memberikan gambaran yang hakiki terhadap karakteristik curah hujan itu sendiri secara fisis meteorologis) di daerah tropis pada umumnya dan di Benua Maritim Indonesia (BMI) pada khususnya merupakan satu tantangan yang berat. Hal

ini dikarenakan curah hujan itu memiliki variabilitas spasial yang tinggi dalam skala meso dan skala yang lebih kecil. Begitu pula, curah hujan juga memiliki variabilitas temporal yang tinggi. Di sisi lain, alat pengukur curah hujan di atas daratan saat ini relatif sudah lengkap dan banyak tersedia. Namun tidak demikian halnya dengan alat pengukur curah hujan di atas lautan. Padahal, sebagaimana diketahui, lautan justru merupakan bagian terbesar (dua per tiga) dari luasan planet bumi kita. Ide pengukuran curah hujan dari antariksa yang menggabungkan peralatan radar pasif dan aktif telah diusulkan pada awal tahun 1980-an.

Disisi lain, sebagaimana diketahui curah hujan atau presipitasi memiliki peran yang sangat penting dan kompleks dalam Meteorologi pada khususnya, dan Sains Atmosfer pada umumnya. Peran penting dari presipitasi atau curah hujan adalah sebagai perosot (*sink*) utama uap air di troposfer, dan presipitasi ini juga merupakan komponen penting dalam siklus hidrologi yang menghubungkan atmosfer, lautan, dan daratan. Panas laten yang dilepaskan yang menyertai presipitasi di daerah tropis merupakan penggerak utama sirkulasi global atmosfer. Peran lain dari presipitasi atau curah hujan ini adalah sebagai sumber kelembaban tanah jika presipitasi terjadi di atas permukaan daratan, dan sebagai sumber fluks air jernih (*fresh water*) jika presipitasi terjadi di atas permukaan lautan, yang akan merubah distribusi salinitas maupun distribusi densitas di lapisan atas lautan. Perubahan kelembaban tanah di daratan dan salinitas di lautan, kedua-duanya ini akan berdampak pada perubahan iklim global. Ilustrasi artistik siklus hidrologi tersebut disajikan dalam gambar 1.1. berikut.



Gambar 1.1. : Ilustrasi artistik hasil penelitian dan kajian tentang siklus hidrologi berikut nilai ketidaktentuan (*uncertainties*) terhadap nilai presipitasi, evaporasi dan juga limpasan (*run off*) di atas daratan maupun di atas lautan pada saat sebelum dan sesudah era satelit TRMM. (Smith et al. (2007) dalam Smith et al. (2008)).

Sebelum era satelit TRMM, penelitian dan kajian tentang siklus hidrologi masih memberikan nilai ketidaktentuan (*uncertainties*) terhadap nilai presipitasi yang cukup tinggi, yaitu di atas lautan (sekitar 17%) dan di atas daratan (sekitar 9%), evaporasi di atas lautan (sekitar 14%) dan di atas daratan (sekitar 13%), serta limpasan (*run off*) di atas daratan maupun di atas lautan yang cukup tinggi pula (sekitar 30%) Smith et al. (2007) dalam Smith et al. (2008). Namun dalam era satelit TRMM, nilai ketidaktentuan tersebut menurun, menjadi sekitar 7% (untuk presipitasi di atas lautan), dan menjadi sekitar 8% untuk presipitasi di atas daratan. Nilai ketidaktentuan menurun, menjadi sekitar 16% (untuk limpasan (*run off*) di atas daratan maupun di atas lautan).

Pada tanggal 27 Nopember 1997 diluncurkanlah satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*), yang membawa 5 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*), yang merupakan wahana yang sangat tepat digunakan untuk studi karakteristik dan mekanisme curah hujan tropis (termasuk di dalamnya adalah untuk prediksi curah hujan). Satelit TRMM tersebut merupakan hasil kerjasama dua badan antariksa nasional, yaitu Amerika Serikat (*NASA : National Aeronautics and Space Administration*) dan Jepang (*NASDA : National Space Development of Japan*; sekarang berubah menjadi *JAXA : Japan Aerospace Exploration Agency*), berorbit polar (*non-sun-synchronous*) dengan inklinasi sebesar  $35^\circ$  terhadap ekuator, berada pada ketinggian orbit 350 km (pada saat-saat awal diluncurkan), dan diubah ketinggian orbitnya menjadi 403 km sejak 24 Agustus 2001 sampai sekarang. Pengoperasian satelit TRMM pada ketinggian orbit 403 km ini dikenal dengan istilah *TRMM boost*. Karakteristik umum sensor-sensor satelit TRMM dapat diungkapkan sebagai berikut. Pertama, sensor VIRS (*Visible Infrared Scanner*) terdiri dari 5 kanal, masing-masing pada panjang gelombang 0,63; 1,6; 3,75, 10,8 dan 12  $\mu\text{m}$ . Sensor VIRS ini terutama digunakan untuk pemantauan liputan awan, jenis awan dan temperatur puncak awan, dan sensor VIRS TRMM ini memiliki kemiripan dengan sensor AVHRR NOAA (*Advance Very High Resolution Radiometer, National Oceanic and Atmospheric Administration*). Resolusi spasial dari data yang dihasilkan oleh sensor VIRS ini adalah 2,2 km. Ke-dua, sensor TMI (*TRMM Microwave Imager*) merupakan suatu *multichannel passive microwave radiometer* yang beroperasi pada 5 frekuensi yaitu 10,65; 19,35; 37,0; dan 85,5 GHz polarisasi ganda dan pada 22,235 GHz polarisasi tunggal. Dari sensor TMI ini dapat diekstraksi data-data untuk *integrated column precipitation content*, air cair dalam awan (*cloud liquid water*), es awan (*cloud ice*), intensitas hujan (*rain intensity*), tipe hujan (*rain type*) misalnya hujan stratiform ataukah hujan konvektif. Sensor TMI ini memiliki kemiripan dengan sensor SSM/I DMSP (*Special Sensor Microwave / Imager, Defense Meteorological Satellite Program*). Sensor ke tiga adalah sensor PR (*Precipitation Radar*). Sensor PR ini merupakan sensor radar untuk pemantauan presipitasi yang pertama di antariksa. Sensor PR ini bekerja pada frekuensi 13,8 GHz untuk mengukur distribusi presipitasi secara 3 dimensi, baik untuk presipitasi di atas daratan maupun di atas lautan; serta untuk menentukan kedalaman lapisan presipitasi. Data-data yang dihasilkan dari ke-tiga sensor satelit TRMM ini (VIRS, TMI dan PR) dikelola oleh GSFC (Goddard Space Flight Center) NASA. Sedangkan sensor ke-empat dan ke-lima dalam satelit TRMM yaitu sensor LIS (*Lightning Imaging Sensor*) dan CERES (*Clouds and Earth's Radiant Energy System*), pengelolaan data-data yang dihasilkan dari sensor-sensor tersebut tidak dilakukan oleh Goddard Space Flight Center DAAC (*Distributed Active Archive Center*).

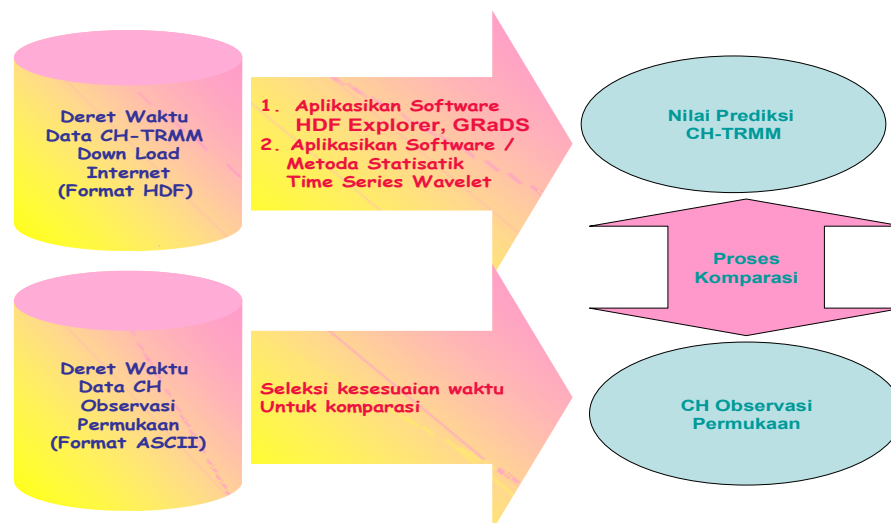
Dari hal-hal tersebut di atas, terlihat bahwa pemahaman yang lebih rinci terhadap perilaku curah hujan khususnya tentang karakteristik dan mekanisme (termasuk didalamnya adalah melakukan prediksi) curah hujan tropis pada umumnya dan di wilayah Indonesia pada khususnya merupakan hal yang penting, terutama dalam kaitannya dengan upaya pengembangan (modifikasi) skema presipitasi model sirkulasi atmosfer skala global yang digunakan LAPAN (AGCM CSIRO-9). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan memahami karakteristik dan mekanisme curah hujan tropis pada umumnya, dan Indonesia pada khususnya, dimana pada tahap kali ini adalah untuk mengidentifikasi perilaku dan memprediksi curah hujan di Indonesia berbasis observasi wahana antariksa (satelit). Sedang sasaran penelitian

yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah diperolehnya pola curah hujan prediksi berdasar observasi satelit TRMM dan komparasinya terhadap observasi permukaan di beberapa daerah Indonesia : Padang, Pontianak, Manado, Bengkulu, Jakarta, dan Semarang.

## 2. Data dan Metodologi

Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah curah hujan dari pemantauan satelit TRMM yang dikenal dengan nama / jenis 3B43. Data 3B43 TRMM memiliki resolusi temporal bulanan (*monthly*) dan resolusi spasial  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ . Cakupan pengamatan datanya adalah global, dari  $50^\circ \text{LU}$ - $50^\circ \text{LS}$  dan  $180^\circ \text{BT}$ - $180^\circ \text{BB}$ , dan tersedia dari bulan Januari 1998 sampai sekarang (Desember 2008), (TRMM, 2008). Namun dalam penelitian ini, data 3B43 TRMM yang digunakan dibatasi pada periode Januari 1998 sampai Desember 2007. Titik grid data dipilih yang melingkupi posisi geografis stasiun pengamatan curah hujan permukaan stasiun-stasiun meteorologi BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) untuk kota-kota Padang-Sumatera Barat dan Pontianak-Kalimantan Barat. Ke-dua daerah yang dipilih ini dianggap mewakili daerah di Benua Maritim Indonesia (BMI) yang memiliki tipe / pola curah hujan dominan adalah ekuatorial. Sedang daerah lainnya yang dipilih dalam penelitian ini meliputi stasiun-stasiun meteorologi / pengamatan curah hujan permukaan BMKG untuk kota-kota Bengkulu, Jakarta (Kemayoran), Semarang-Jawa Tengah, dan Manado-Sulawesi Utara. Ke-empat daerah yang dipilih ini dianggap mewakili daerah di Benua Maritim Indonesia (BMI) yang memiliki tipe / pola curah hujan dominan adalah musonal.

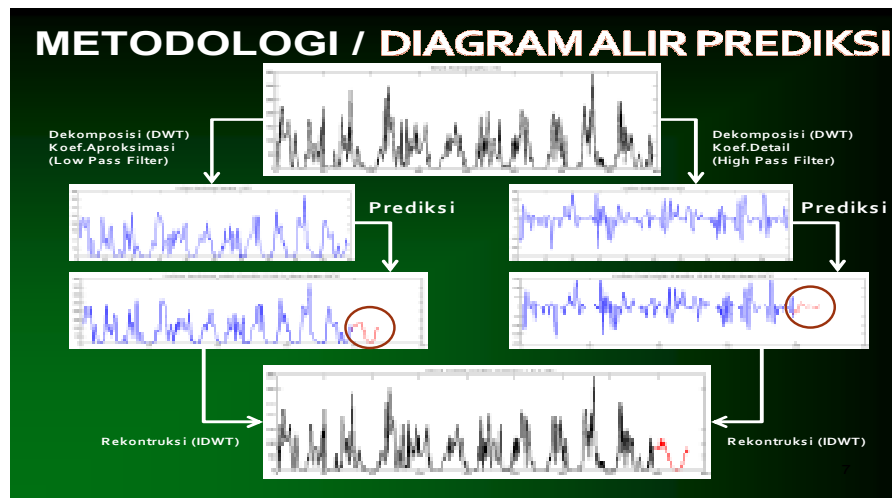
Metode prediksi dari serangkaian data deret waktu (*time series*) curah hujan 3B43 TRMM dalam penelitian ini adalah yang berbasis *wavelet*. Secara skematis, diagram alir kelayakan pelaksanaan dalam penelitian ini disajikan dalam gambar 2.2. dan 2.3. berikut :



Gambar 2.2. : Diagram alir kelayakan pelaksanaan dalam penelitian

Dari deret waktu data curah hujan TRMM yang diperoleh dari down load internet kemudian dilakukan proses konversi format (dari format HDF ke ASCII (text)). Dari deret waktu data CH observasi permukaan, dipilih kesesuaian waktu untuk keperluan komparasi. Aplikasikan software/Metoda Stokastik Time Series Wavelet dan ARIMA sehingga diperoleh nilai CH-TRMM prediksi beberapa langkah ke depan (dalam penelitian ini dipilih untuk 12 bulan ke depan). Lakukan proses

komparasi dengan data curah hujan observasi permukaan yang diperoleh di tiap-tiap daerah pengamatan yang ditinjau, selanjutnya dilakukan analisis nilai CH-TRMM prediksi dan CH observasi permukaan.



Gambar 2.3. : Diagram alir pelaksanaan prediksi data deret waktu dengan teknik wavelet

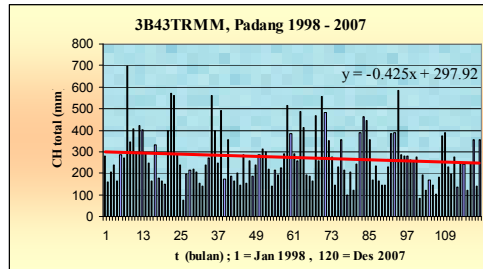
Dengan melakukan proses dekomposisi (*DWT : Discrete Wavelet Transform*) melalui pemfilteran *low pass filter* terhadap sinyal data asli (yang biasanya memiliki bentuk tidak teratur / apa adanya) akan diperoleh koefisien aproksimasi dan bentuk sinyal yang lebih teratur yang memiliki pola besar sama dengan sinyal data aslinya. Proses ini dilakukan bertingkat-tingkat, sampai diperoleh pola yang lebih teratur (*uniform*). Hal yang sama dilakukan, namun dengan menggunakan pemfilteran *high pass filter* sehingga diperoleh koefisien detail dan bentuk sinyal yang lebih teratur yang memiliki pola kecil sama dengan sinyal data aslinya. Langkah berikutnya adalah melakukan prediksi dengan menggunakan ARIMA untuk pola sinyal beberapa langkah (dipilih 12 bulan) ke depan. Kegiatan prediksi dengan ARIMA ini dilakukan terhadap dua pola sinyal yang lebih teratur, yang diperoleh dari pemfilteran *low pass filter* dan *high pass filter* pada langkah sebelumnya. Langkah berikutnya, melakukan rekonstruksi/sinthesa (*IDWT : Inverse Discrete Wavelet Transform*) sehingga diperoleh pola sinyal data asli yang sudah dilengkapi dengan pola sinyal data prediksi beberapa langkah ke depan, yang diinginkan.

### 3. Hasil dan analisis

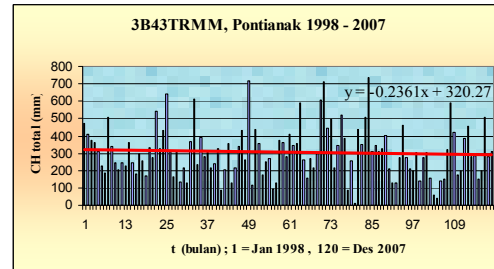
Hasil-hasil pengolahan data penelitian yang terdiri dari gambaran pola bulanan curah hujan observasi satelit TRMM 3B43 (*space based*) dan pola bulanan curah hujan observasi permukaan (*ground based*) untuk daerah pengamatan yang ditinjau, gambaran korelasi pola CH terestrial (*ground based*) dan CH TRMM 3B43 (*space based*) untuk daerah pengamatan yang ditinjau dan pola curah hujan prediksi TRMM 3B43 untuk 12 bulan ke depan dengan menggunakan teknik campuran wavelet dan ARIMA di daerah pengamatan yang ditinjau secara garis besar disajikan dalam gambar 3.5.a. sampai 3.8.f. berikut.

### 3.1. Pola bulanan curah hujan observasi satelit TRMM (data 3B43) dan pola curah hujan observasi permukaan

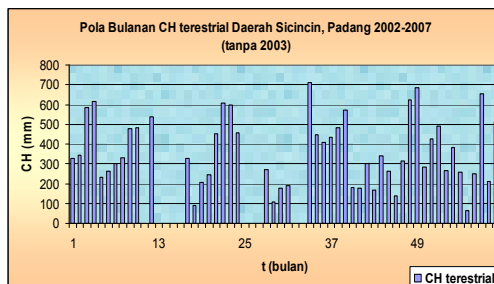
Pola bulanan curah hujan observasi satelit TRMM 3B43 (*space based*) dan pola bulanan curah hujan observasi permukaan (*ground based*) untuk daerah pengamatan yang ditinjau, disajikan dalam dalam gambar 3.5.a.1. sampai 3.5.f.2., berikut :



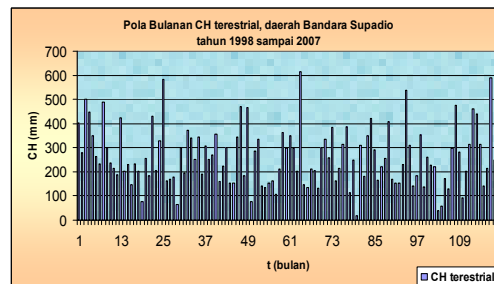
Gambar 3.5.a.1. : Pola Bulanan CH-TRMM (3B43) Daerah Sicincin, Padang ( $0,50^{\circ}$  LS- $0,75^{\circ}$  LS;  $100,25^{\circ}$  BT- $100,50^{\circ}$  BT) Tahun 1998-2007.



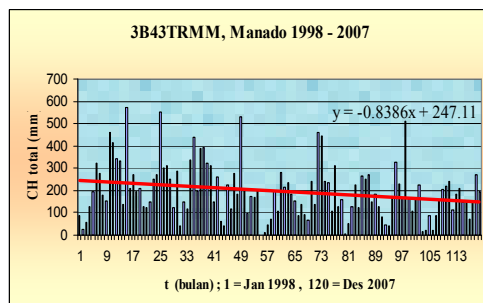
Gambar 3.5.b.1. : Pola Bulanan CH-TRMM (3B43) Daerah Bandara Supadio, Pontianak ( $0,50^{\circ}$  LS- $0,75^{\circ}$  LS;  $100,25^{\circ}$  BT- $100,50^{\circ}$  BT) Tahun 1998-2007



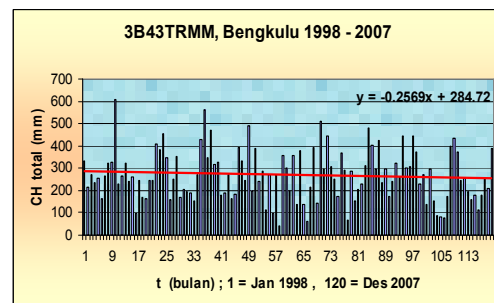
Gambar 3.5.a.2. : Pola Bulanan CH-terestrial (observasi permukaan) Daerah Padang ( $0,54^{\circ}$  LS;  $100,30^{\circ}$  BT) Tahun 2002-2007 (tanpa tahun 2003)



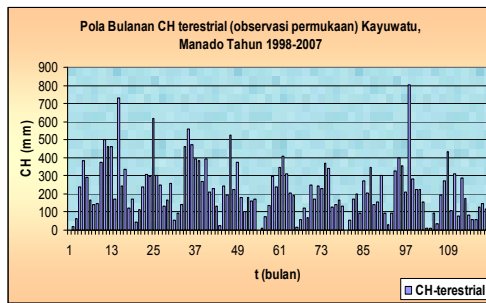
Gambar 3.5.b.2. : Pola Bulanan CH-terestrial (observasi permukaan) Daerah Bandara Supadio, Pontianak ( $0,15^{\circ}$  LS;  $100,40^{\circ}$  BT) Tahun 1998-2007



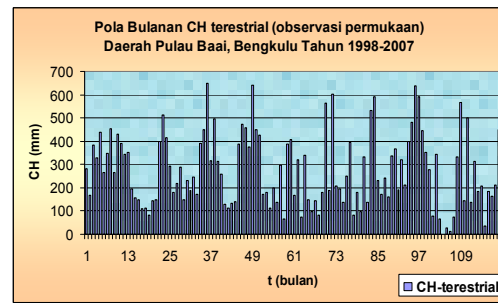
Gambar 3.5.c.1. : Pola Bulanan CH-TRMM (3B43) Daerah Kayuwatu, Manado ( $0,50^{\circ}$  LS- $0,75^{\circ}$  LS;  $100,25^{\circ}$  BT- $100,50^{\circ}$  BT) Tahun 1998-2007



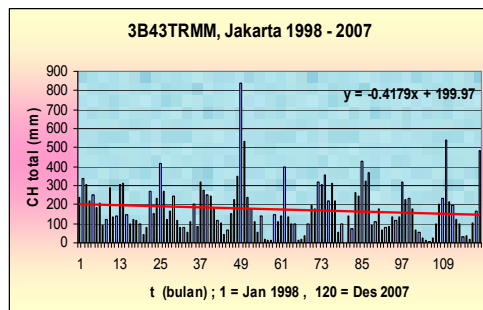
Gambar 3.5.d.1. : Pola Bulanan CH-TRMM (3B43) Daerah Pulau Baai, Bengkulu Tahun ( $0,50^{\circ}$  LS- $0,75^{\circ}$  LS;  $100,25^{\circ}$  BT- $100,50^{\circ}$  BT) 1998-2007



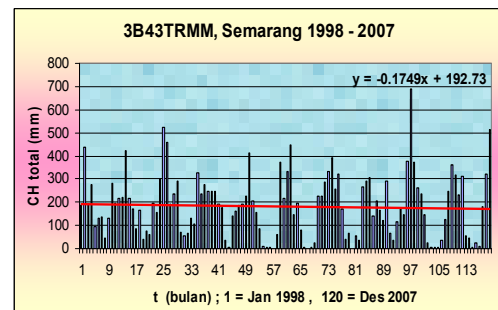
Gambar 3.5.c.2. : Pola Bulanan CH-terrestrial (observasi permukaan) Daerah Kayuwatu, Manado ( $01,55^{\circ}$  LU;  $124,92^{\circ}$  BT) Tahun 1998-2007



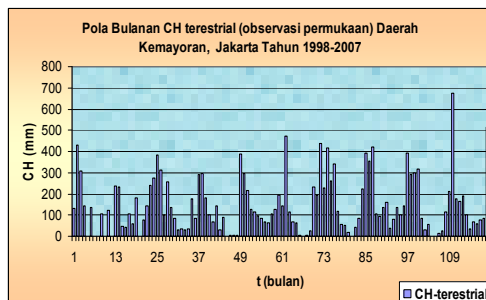
Gambar 3.5.d.2. : Pola Bulanan CH-terrestrial (observasi permukaan) Daerah Pulau Baai, Bengkulu ( $03,26^{\circ}$  LS;  $102,30^{\circ}$  BT) Tahun 1998-2007



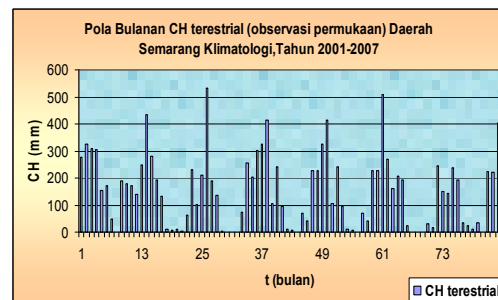
Gambar 3.5.e.1. : Pola Bulanan CH-TRMM (3B43) Daerah Kemayoran, Jakarta ( $06,00^{\circ}$  LS- $06,25^{\circ}$  LS;  $106,75^{\circ}$  BT- $107,00^{\circ}$  BT) Tahun 1998-2007



Gambar 3.5.f.1. : Pola Bulanan CH-TRMM (3B43) Daerah Semarang Klimatologi ( $06,75^{\circ}$  LS- $07,00^{\circ}$  LS;  $110,25^{\circ}$  BT- $110,50^{\circ}$  BT), tahun 2001-2007



Gambar 3.5.e.2. : Pola Bulanan CH-terrestrial (observasi permukaan) Daerah Kemayoran, Jakarta ( $06,15^{\circ}$  LS;  $106,85^{\circ}$  BT) Tahun 1998-2007



Gambar 3.5.f.2. : Pola Bulanan CH-terrestrial (observasi permukaan) Semarang Klimatologi ( $06,99^{\circ}$  LS;  $110,37^{\circ}$  BT) Tahun 2001-2007

Analisis umum yang dapat diungkap dari gambar 3.5.a.1. sampai 3.5.b.2. di atas adalah pola utama curah hujan di daerah Sicincin Padang dan di daerah Supadio Pontianak menunjukkan adanya dua puncak intensitas curah hujan di tiap-tiap tahunnya, masing-masing terjadi pada bulan-bulan Maret-April-Mei (MAM) dan September-Oktober-Nopember (SON). Pola curah hujan dengan dua buah puncak intensitas dalam setiap tahunnya ini dikenal sebagai pola curah hujan ekuatorial. Pola-pola tersebut dalam penelitian ini diperoleh baik dari pengamatan berbasis observasi satelit TRMM (*space based*) maupun dari observasi permukaan (*ground based*) dari stasiun-stasiun BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) Sicincin Padang dan Supadio Pontianak.

Sedang dari gambar 3.5.c.1. sampai 3.5.f.2. menunjukkan adanya satu puncak intensitas curah hujan di tiap-tiap tahunnya yang terjadi pada bulan-bulan Desember-Januari-Februari (DJF) dan adanya satu lembah intensitas curah hujan di tiap-tiap tahunnya yang terjadi pada bulan-bulan Juni-Juli-Agustus (JJA) untuk daerah-daerah Kayuwatu-Manado, Pulau Baai-Bengkulu, Kemayoran-Jakarta dan Siliwangi-Semarang. Pola curah hujan dengan satu buah puncak intensitas dan satu buah lembah dalam setiap tahunnya ini dikenal sebagai pola curah hujan monsunial. Pola-pola tersebut dalam penelitian ini diperoleh baik dari pengamatan berbasis observasi satelit TRMM (*space based*) maupun dari observasi permukaan (*ground based*) dari stasiun-stasiun BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) daerah Kayuwatu-Manado, Pulau Baai-Bengkulu, Kemayoran-Jakarta dan Siliwangi-Semarang.

Dengan demikian, secara singkat dapat diungkap bahwa pemantauan pola curah hujan baik melalui satelit TRMM (*space based*) maupun dari observasi permukaan (*ground based*) dalam penelitian ini memberikan pola utama yang sama, yaitu pola ekuatorial untuk daerah-daerah Sicincin Padang dan Supadio Pontianak; dan pola monsunial untuk daerah-daerah Kayuwatu-Manado, Pulau Baai-Bengkulu, Kemayoran-Jakarta dan Siliwangi-Semarang. Hasil penelitian ini secara garis besar analog dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya, misalnya yang dilakukan oleh Aldrian (2003) dan Tjasyono (2004), sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 3.6.a. dan 3.6.b. berikut :



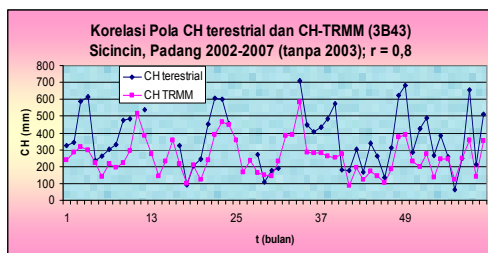
Gambar 3.6.a. : Zonasi pola curah hujan Indonesia, yang menunjukkan adanya pola-pola curah hujan ekuatorial (B), monsunial (A) dan lokal (C) menurut Aldrian dan Susanto (2003).



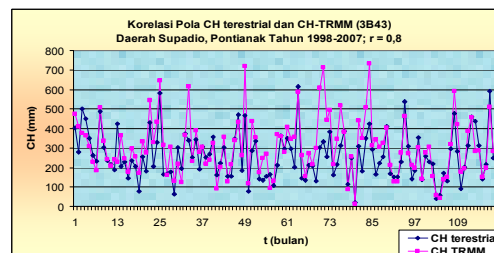
Gambar 3.6.b. : Zonasi pola curah hujan Indonesia, yang menunjukkan adanya pola-pola curah hujan ekuatorial (B), monsunial (A) dan lokal (C) menurut Tjasyono (2004).

### 3.2. Korelasi pola CH terestrial dan CH TRMM 3B43

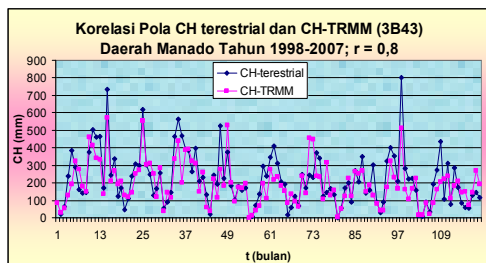
Gambaran korelasi pola CH terestrial (*ground based*) dan CH TRMM 3B43 (*space based*) untuk daerah pengamatan yang ditinjau disajikan dalam gambar 3.7.a. sampai 3.7.f., berikut :



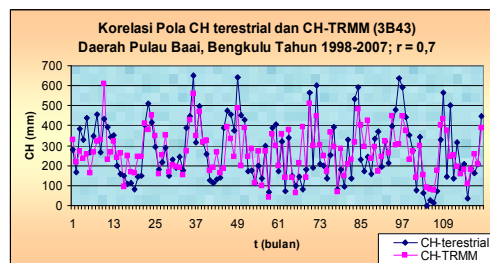
Gambar 3.7.a : Korelasi Pola CH Terestrial dan CH-TRMM (3B43) Daerah Sicincin, Padang Tahun 2002-2007; (tanpa tahun 2003); dengan koefisien korelasi  $r = 0,8$



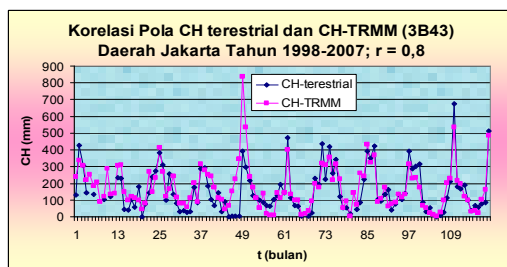
Gambar 3.7.b : Korelasi Pola CH Terestrial dan CH-TRMM (3B43) Daerah Bandara Supadio, Pontianak Tahun 1998-2007; dengan koefisien korelasi  $r = 0,8$



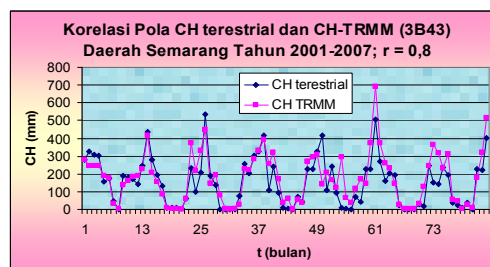
Gambar 3.7.c : Korelasi Pola CH Terestrial dan CH-TRMM (3B43) Daerah Kayuwatu, Manado Tahun 1998-2007; dengan koefisien korelasi  $r = 0,8$



Gambar 3.7.d. : Korelasi Pola CH Terestrial dan CH-TRMM (3B43) Daerah Pulau Baai, Bengkulu Tahun 1998-2007; dengan koefisien korelasi  $r = 0,7$



Gambar 3.7.e. : Korelasi Pola CH-TRMM (3B43) dengan CH Terestrial Daerah Kemayoran, Jakarta Tahun 2001-2007  $r = 0,8$

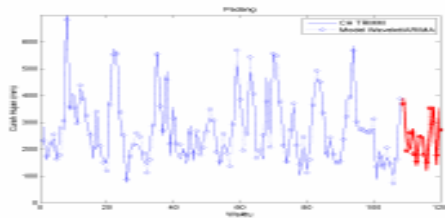


Gambar 3.7.f. : Korelasi Pola CH Terestrial dan CH-TRMM (3B43) Daerah Siliwangi, Semarang Tahun 2001-2007; dengan koefisien korelasi  $r = 0,8$

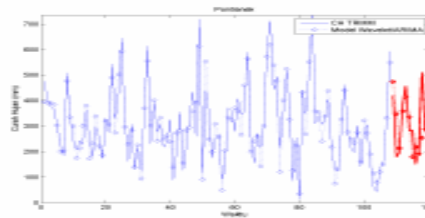
Analisis umum yang dapat diungkap dari gambar 3.7.a. sampai 3.7.f. di atas adalah adanya korelasi yang baik (dengan nilai koefisien korelasi  $r = 0,7$  sampai  $r = 0,8$ ) antara curah hujan observasi satelit TRMM (*space based*) maupun dari observasi permukaan (*ground based*) utamanya yang melingkupi stasiun-stasiun BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi) Sicincin Padang, Supadio Pontianak, Kayuwatu manado, Pulau Baai Bengkulu, Siliwangi Semarang dan Kemayoran Jakarta. Hal ini sekaligus mengindikasikan bahwa satelit meteorologi TRMM dapat digunakan untuk menentukan besarnya nilai data, kecenderungan pola dan perilaku curah hujan di Benua Maritim Indonesia (BMI) secara keseluruhannya, baik itu untuk daerah di daratan maupun daerah di lautan, baik itu di daerah yang ada alat pengukur curah hujan permukaan maupun utamanya di daerah yang tidak memiliki alat pengukur curah hujan permukaan.

### 3.3. Pola prediksi CH TRMM 3B43 untuk 12 bulan ke depan

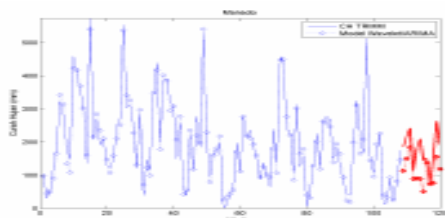
Pola curah hujan prediksi TRMM 3B43 untuk 12 bulan ke depan dengan menggunakan teknik campuran wavelet dan ARIMA di daerah pengamatan yang ditinjau (Sicincin, Padang-Sumatera Barat; Supadio, Pontianak-Kalimantan Barat; Kayuwatu, Manado-Sulawesi Utara; Pulau Baai, Bengkulu; Kemayoran, Jakarta; dan Siliwangi, Semarang-Jawa Tengah) disajikan dalam gambar 3.8.a. sampai 3.8.f., berikut :



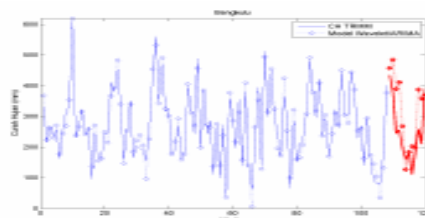
Gambar 3.8.a. : Hasil prediksi curah hujan TRMM 3B43 untuk 12 bulan ke depan, daerah pengamatan Sicincin Padang, dengan koefisien korelasi simulasi  $r = 0,96$  dan koefisien korelasi prediksi  $r = 0,73$ .



Gambar 3.8.b. : Hasil prediksi curah hujan TRMM 3B43 untuk 12 bulan ke depan, daerah pengamatan Supadio Pontianak, dengan koefisien korelasi simulasi  $r = 0,94$  dan koefisien korelasi prediksi  $r = 0,49$ .



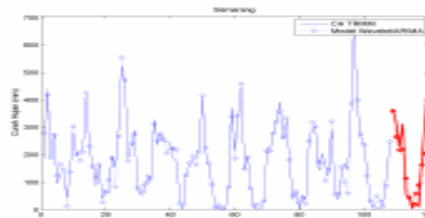
Gambar 3.8.c. : Hasil prediksi curah hujan TRMM 3B43 untuk 12 bulan ke depan, daerah pengamatan Kayuwatu Manado, dengan koefisien korelasi simulasi  $r = 0,98$  dan koefisien korelasi prediksi  $r = 0,73$ .



Gambar 3.8.d. : Hasil prediksi curah hujan TRMM 3B43 untuk 12 bulan ke depan, daerah pengamatan Pulau Baai Bengkulu, dengan koefisien korelasi simulasi  $r = 0,95$  dan koefisien korelasi prediksi  $r = 0,81$ .



Gambar 3.8.e. : Hasil prediksi curah hujan TRMM 3B43 untuk 12 bulan ke depan, daerah pengamatan Kemayoran Jakarta, dengan koefisien korelasi simulasi  $r = 0,98$  dan koefisien korelasi prediksi  $r = 0,77$ .



Gambar 3.8.f. : Hasil prediksi curah hujan TRMM 3B43 untuk 12 bulan ke depan, daerah pengamatan Siliwangi Semarang, dengan koefisien korelasi simulasi  $r = 0,98$  dan koefisien korelasi prediksi  $r = 0,84$ .

Berdasarkan pengolahan data sebagaimana terdapat dalam gambar 3.5.a.1. sampai 3.8.f. di atas terlihat bahwa sesuai dengan misi utama diluncurkannya satelit TRMM adalah untuk mengukur curah hujan di daerah tropis dari antariksa, baik itu distribusi horisontalnya maupun profil vertikalnya, maka wahana ini juga merupakan wahana yang tepat untuk digunakan sebagai alat studi karakteristik curah hujan di Benua Maritim Indonesia (BMI). Dari pemantauan satelit TRMM, daerah yang dipilih dalam penelitian ini juga memiliki pola utama curah hujan yang sama dengan observasi permukaan. Daerah Padang dan Pontianak memiliki pola curah hujan ekuatorial, sedang daerah Jakarta, Semarang, Bengkulu dan Manado memiliki pola curah hujan monsun. Hasil ini analog dengan hasil penelitian para peneliti sebelumnya, seperti Tjasyono (2004); Aldrian and Susanto (2003).

Koefisien korelasi curah hujan antara pemantauan satelit TRMM (*space based*) dengan observasi permukaan (*ground based*) juga memiliki nilai yang baik; sebagaimana disajikan dalam tabel 3.1.; demikian pula koefisien korelasi simulasi

dan prediksi 12 bulan ke depan serta nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) untuk curah hujan observasi satelit TRMM 3B43 disajikan dalam tabel 3.2. berikut.

**Tabel 3.1. Koefisien Korelasi CH TRMM 3B43 dengan CH permukaan**

No.	Daerah	Koefisien korelasi (r)
1	Kemayoran, Jakarta	0,80
2	Siliwangi, Semarang Jawa Tengah	0,84
3	Pulau Baai, Bengkulu	0,73
4	Kayuwatu, Manado Sulawesi Utara	0,80
5	Sicincin, Padang Sumatera Barat	0,83
6	Supadio, Pontianak Kalimantan Barat	0,78

**Tabel 3.2. Koefisien Korelasi (r) Simulasi dan Prediksi CH TRMM 3B43 Untuk 12 Bulan ke Depan serta Nilai RMSE (*Root Mean Square Error*)**

No	Daerah	r Simulasi	RMSE (mm)	r Prediksi	RMSE (mm)
1	Kemayoran, Jakarta	0,98	21,93	0,77	103,78
2	Siliwangi, Semarang	0,98	26,04	0,84	101,60
3	Pulau Baai, Bengkulu	0,95	25,40	0,81	96,40
4	Kayuwatu, Manado	0,98	24,00	0,73	75,20
5	Sicincin, Padang	0,96	35,60	0,73	59,33
6	Supadio, Pontianak	0,94	51,82	0,49	105,14

#### 4. Kesimpulan

Dari pemantauan satelit TRMM, daerah yang dipilih dalam penelitian ini juga memiliki karakteristik curah hujan yang sama dengan observasi permukaan. Daerah Padang dan Pontianak memiliki pola curah hujan ekuatorial, sedang daerah Jakarta, Semarang, Bengkulu dan Manado memiliki pola curah hujan monsun. Koefisien korelasi curah hujan antara pemantauan satelit TRMM (*space based*) dengan observasi permukaan (*ground based*) juga memiliki nilai yang baik; yaitu  $r = 0,80$  untuk semua daerah yang ditinjau dalam penelitian ini, yang meliputi daerah Kemayoran-Jakarta; Siliwangi-Semarang, Jawa Tengah; Pulau Baai-Bengkulu; Kayuwatu-Manado, Sulawesi Utara; Sicincin-Padang, Sumatera Barat; dan Supadio-Pontianak, Kalimantan Barat. Nilai koefisien korelasi simulasi serta nilai koefisien korelasi prediksi curah hujan 3B43 TRMM untuk semua daerah yang ditinjau dalam penelitian ini juga menunjukkan nilai yang baik ( $> 0,90$  untuk  $r$  simulasi) dan ( $> 0,70$  untuk  $r$  prediksi, kecuali  $r$  prediksi untuk daerah Supadio, Pontianak-Kalimantan Barat yang memberikan nilai 0,49).

## Ucapan Terimakasih

Diucapkan terima kasih kepada Drs. Bambang Setiawan Tedjasukmana, Dipl.Ing, Dr. Thomas Djamaluddin, dan Drs. Taufik Maulana, MBA., atas saran-saran, diskusi, pemicuan (*triggering*) dan pemacuan (*acceleration*) yang konstruktif dalam pelaksanaan penelitian selama ini. Juga diucapkan tarimakasih kepada para Kepala Stasiun Meteorologi / Klimatologi BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika) Sicincin Padang, Kayuwatu Manado, Kemayoran Jakarta, Siliwangi Semarang, Pulau Baai Bengkulu dan Supadio Pontianak beserta seluruh staff, yang telah mendukung tersedianya data sekunder dalam penelitian ini. Penelitian ini merupakan hasil Program Riset Insentif Kedirgantaraan (RIK), di Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Tahun Anggaran 2008, dengan Peneliti Utama : Drs. Arief Suryantoro, M.Si.

## Daftar Pustaka

- Aldrian, E. and R.D.Susanto, 2003, Identification of Three Dominant Rainfall Regions within Indonesia and Their Relationship to Sea Surface Temperature, *Int. Jour. of Clim.*, **23**, 1435-1452.
- Simpson, J. (Edt.), 1998, *Report of the Science Steering Group for a Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)*, GSFC (Goddard Space Flight Center) Greenbelt, Maryland 20771, 94 hal.
- Smith, E.A., K.S.Kuo, A.V.Mehta, and S.Yang, 2008, Variability of Indian Summer Monsoon Rainfall, *dalam 3<sup>rd</sup> International TRMM Conference*, 4-8 February 2008, Las Vegas, N.V.
- Tjasyono, B.H.K., 2004, **Klimatologi**, Penerbit ITB, 17-24, 111-117.
- TRMM, 2008, Data Product *dari* [http://disc.gsfc.nasa.gov/data/datapool/TRMM/01\\_Data\\_Products/02\\_Gridded/07\\_Monthly\\_Other\\_Data\\_Source\\_3B\\_43/index.html](http://disc.gsfc.nasa.gov/data/datapool/TRMM/01_Data_Products/02_Gridded/07_Monthly_Other_Data_Source_3B_43/index.html) *down load* Maret 2008.