

PERBANDINGAN CURAH HUJAN HARIAN HASIL ESTIMASI SATELIT TRMM DENGAN OBSERVASI PERMUKAAN

Sartono Marpaung dan Teguh Harjana
Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
Email: tono_lapan@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini utamanya membahas perbandingan curah hujan harian dari satelit TRMM dengan observasi permukaan hasil penakar hujan. Lokasi kajian terdiri dari 5 ibukota provinsi : Banda Aceh, Medan, Pekanbaru, Palembang dan Surabaya. Metode yang digunakan dalam menganalisis data adalah: *scatter*, regresi linier dan korelasi. Hasil analisis menunjukkan, curah hujan harian dari satelit TRMM lebih tinggi dibanding observasi untuk lokasi kajian Medan. Sedangkan lokasi kajian Banda Aceh dan Surabaya, curah hujan observasi umumnya lebih tinggi dibandingkan hasil satelit. Lokasi kajian Pekanbaru dan Palembang memiliki karakteristik yang berbeda, untuk curah hujan rendah (di bawah 10 mm) curah hujan dari satelit lebih tinggi dibanding observasi dan sebaliknya. Peningkatan curah hujan observasi lebih besar dibanding curah hujan hasil satelit. Curah hujan harian dari satelit mempunyai korelasi yang kuat/sangat kuat (0,63 sampai 0,87) dengan observasi dan mempunyai pola yang hampir sama. Perbedaan nilai curah hujan observasi dengan hasil satelit kemungkinan akibat pengaruh dari tiga faktor yaitu: posisi geografis, perbedaan luas grid satelit dengan penampang penakar hujan dan basis perekaman data yang berbeda.

Kata kunci: curah hujan, satelit, korelasi dan regresi linier.

ABSTRACT

This research was mainly discusses on comparison of the daily rainfall from the TRMM satellite against the ground observation from rain gauge. The study areas consist of the five province capitals: Banda Aceh, Medan, Pekanbaru, Palembang and Surabaya, respectively is. The method used of this study are scatter, linear regression and correlation. The results showed that average of the daily rainfall from TRMM satellite is higher than that the observations for Medan city. For Banda Aceh and Surabaya

study areas, the observation rainfall is higher than that the rainfall from satellite. The study locations of Pekanbaru and Palembang have the different characteristics, for low rainfall (below 10 mm) rainfall from the satellite relatively is higher than the observation and otherwise. Increasing in rainfall observations relatively is greater than in rainfall from satellite. Daily rainfall from the TRMM satellite has a strong/very strong correlation (0,63 to 0,87) with the observation and has a similar pattern. Differences in values of rainfall observations with satellite possibility is influenced by three factors: geographical position, the difference of size satellite grid with sectional rain gauge and the bases for recording data is different.

Key words: rainfall, satellite, correlation and linear regression.

1 PENDAHULUAN

Pengamatan curah hujan di permukaan bumi yang dikenal dengan istilah pengamatan berbasis *terrestrial* dilakukan dengan alat penakar hujan (*rain gauge*) yang dioperasikan secara manual dan otomatis. Alat pengukur curah hujan dalam waktu 24 jam (harian) paling umum digunakan, dikenal dengan istilah alat pengukur hujan tipe observatori. Pencatatan curah hujan atau unsur meteorologi lainnya secara otomatis dikenal dengan istilah *Automatic Weather Station (AWS)*. Pengamatan curah hujan berbasis *terrestrial* memiliki kelemahan dan keterbatasan, cakupannya hanya meliputi sebagian kecil wilayah daratan dan jumlahnya sangat terbatas. Sesuai dengan perkembangan teknologi terutama teknologi penginderaan jauh seperti satelit, pengukuran curah hujan telah menggunakan teknologi tersebut yang dapat memantau curah hujan pada wilayah yang luas dan tempat yang tidak terjangkau oleh peralatan berbasis *terrestrial*. Pemantauan curah hujan berbasis penginderaan jauh cakupannya meliputi daratan dan lautan. Untuk daerah tropis, telah tersedia sebuah perangkat penginderaan jauh yang melakukan misi pengukuran atau mengestimasi curah hujan di wilayah tropis yaitu satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*). Satelit TRMM didesain untuk dapat menghasilkan pengukuran curah hujan yang sistematis, multi tahun dengan menggunakan teknologi canggih berbasis penginderaan jauh

untuk wilayah tropis (Haddad *et al*, 2004). Data curah hujan yang dihasilkan dari satelit TRMM sering digunakan dalam kajian masalah cuaca dan iklim di Indonesia, karena beberapa keunggulan yang dimiliki data curah hujan TRMM, seperti: cakupan wilayah yang luas, kemampuan memetakan variasi curah hujan spasial maupun temporal dan kemampuannya menghasilkan data curah hujan dengan resolusi spasial sampai 5 km (Juaeni, 2010).

Data curah hujan yang dihasilkan dari dua instrumen (penakar hujan dan satelit) dengan basis perekaman data yang berbeda perlu dilakukan analisis perbandingan menggunakan metode statistik yang dapat memberikan hasil analisis yang mudah untuk dipahami (Xie *et al*, 2007). Tujuan membandingkan kedua data tersebut untuk mengetahui tingkat korelasi (kekuatan dan arah hubungan linier) dan tingkat akurasi/kesesuaian data hasil estimasi satelit dengan observasi permukaan.

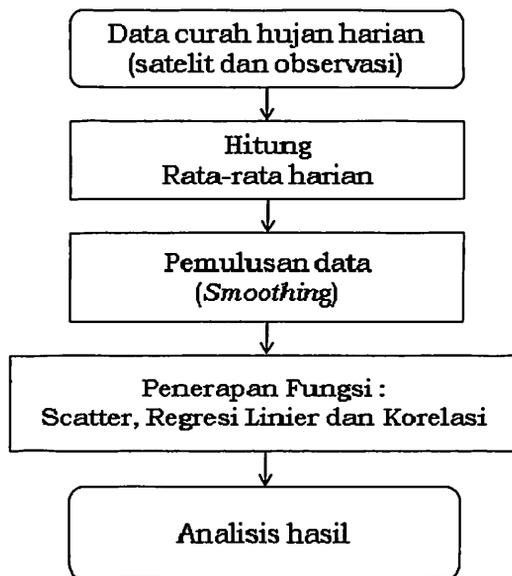
2 TINJAUAN PUSTAKA

Menurut kajian yang dilakukan oleh Gunawan (2008) menggunakan data curah hujan bulanan 2001 sampai 2008, mengatakan bahwa curah hujan dari satelit TRMM dan observasi permukaan (hasil pengukuran penakar hujan), memiliki korelasi yang tinggi antara 0,7 sampai 0,9 untuk empat lokasi kajian: Medan, Indramayu, Karang Ploso dan Hasanuddin. Sedangkan saran dari kajian tersebut, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui hasil perbandingan pada lokasi lain atau lokasi kajian dengan jumlah yang lebih banyak. Selain itu diharapkan penggunaan data pengamatan dengan periode yang lebih panjang dan resolusi temporal yang bervariasi: harian, lima harian (pentad) dan sepuluh harian (dasarian).

3 DATA DAN METODOLOGI

Data yang digunakan dalam kajian ini adalah curah hujan harian hasil rekaman satelit TRMM (jenis 3B42), memiliki resolusi

spasial $0,25^\circ \times 0,25^\circ$. Sumber data <ftp://disc2.nascom.nasa.gov/>. Data pembanding adalah data curah hujan observasi skala harian yang diperoleh dari BMKG. Periode data yang digunakan dari tahun 2001 s/d 2010. Lokasi kajian lima ibukota provinsi yaitu : Banda Aceh ($95,30^\circ$ BT; $5,55^\circ$ LU), Medan ($98,67^\circ$ BT; $3,59^\circ$ LU), Pekanbaru ($101,44^\circ$ BT; $0,54^\circ$ LU), Palembang ($104,75^\circ$ BT; $2,98^\circ$ LS) dan Surabaya ($112,73^\circ$ BT; $7,28^\circ$ LS). Lokasi kajian tersebut merupakan representasi dari wilayah utara, dekat ekuator dan bagian selatan Indonesia, serta didasarkan pada data curah hujan observasi yang tersedia. Dalam menganalisis data digunakan diagram alur sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram alur analisis data

Scatter digunakan menampilkan data dalam bidang xy (x curah hujan observasi dan y curah hujan satelit). Regresi linier berfungsi untuk mengetahui akurasi/kesesuaian curah hujan observasi terhadap curah hujan satelit dan besarnya perubahan nilai antar variabel. Persamaan regresi linier dinyatakan dalam bentuk $y = ax + b$ (Walpole *et al.*, 1995). Posisi garis dari persamaan tersebut digunakan untuk menentukan kesesuaian curah hujan observasi dengan hasil estimasi satelit TRMM (lebih rendah/tinggi atau sama). Bila garis dari persamaan $y = ax + b$ di

bawah garis persamaan $y = x$, maka curah hujan observasi lebih tinggi dibanding curah hujan satelit dan sebaliknya. Jika keduanya berimpit maka curah hujan observasi sama dengan hasil satelit. Nilai a menunjukkan besarnya perubahan nilai variabel y jika variabel x berubah. Fungsi korelasi digunakan untuk mengetahui kekuatan dan arah hubungan linier (pola) antara curah hujan dari satelit dan observasi melalui nilai koefisien korelasi yang disimbolkan dengan (r) . Dalam menginterpretasikan nilai korelasi yang diperoleh, digunakan kriteria sebagai berikut (Sudjana, 1996).

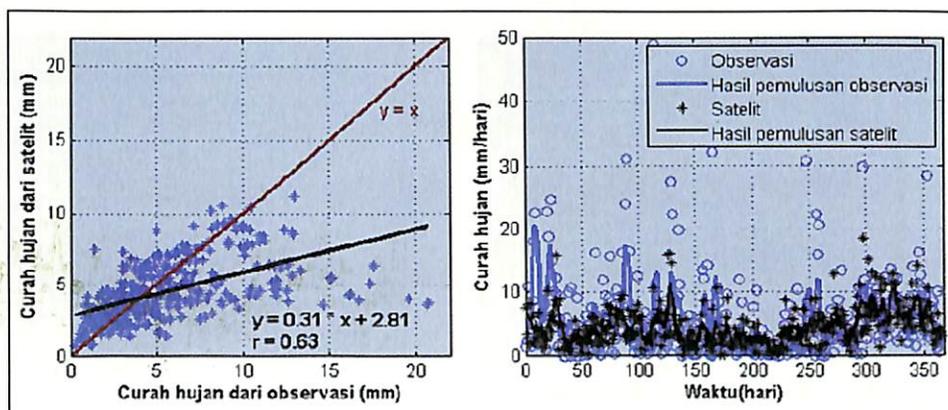
Tabel 3.1 Interval nilai korelasi dan interpretasinya

| Nilai korelasi (r) | Interpretasi |
|------------------------|-----------------------|
| 0,00 | Tidak ada korelasi |
| 0,01 sampai 0,20 | Korelasi sangat lemah |
| 0,21 sampai 0,40 | Korelasi lemah |
| 0,41 sampai 0,60 | Korelasi cukup kuat |
| 0,61 sampai 0,80 | Korelasi kuat |
| 0,81 sampai 0,99 | Korelasi sangat kuat |
| 1,00 | Korelasi sempurna |

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

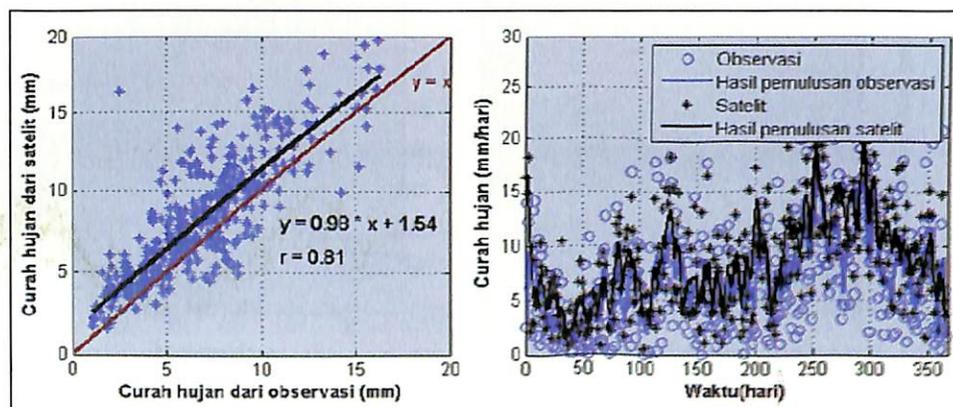
4.1 HASIL

Berdasarkan analisis data curah hujan yang telah dilakukan, diperoleh hasil analisis data untuk lima lokasi penelitian (Banda Aceh, Medan, Pekanbaru, Palembang dan Surabaya) selama periode pengamatan dari tahun 2001 sampai 2010 sebagai berikut :



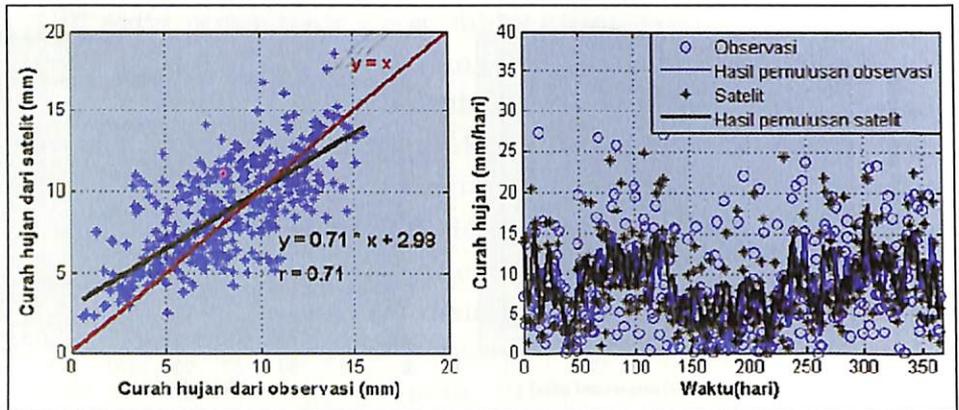
Gambar 4.1 Perbandingan curah hujan harian di Banda Aceh

Dalam Gambar 4.1 ditampilkan hasil perbandingan rata-rata curah hujan harian dari observasi dan satelit (kiri), serta deret waktu dan hasil pemulusannya (kanan) untuk Banda Aceh. Persamaan regresi linier dari kedua data adalah $y = 0,31 x + 2,81$ (garis hitam) dan persamaan pembandingnya $y = x$ (garis coklat). Nilai korelasi antara kedua data sebesar 0,63.



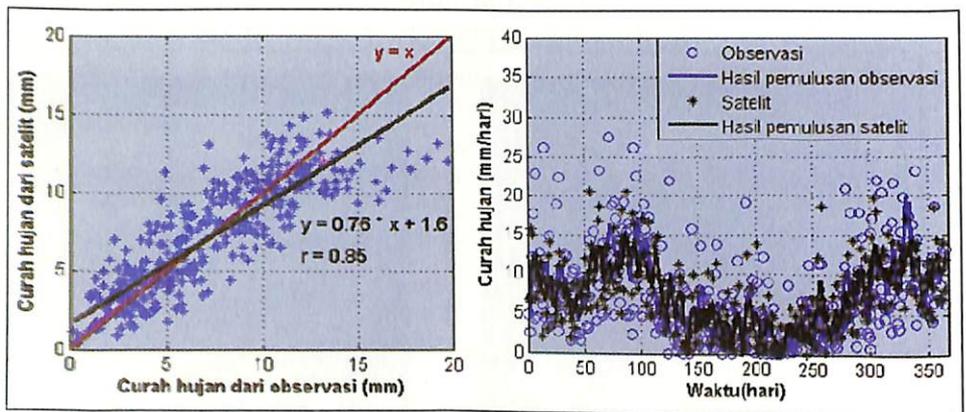
Gambar 4.2 Perbandingan curah hujan harian di kota Medan

Perbandingan rata-rata curah hujan harian (kiri), deret waktu rata-rata harian (observasi dan satelit) serta hasil pemulusan data (kanan) untuk kota Medan ditampilkan pada Gambar 4.2. Hubungan linier antara curah hujan dari observasi dan satelit dinyatakan dengan persamaan $y = 0,98 x + 1,54$ (garis hitam) dan nilai korelasi yang diperoleh adalah 0,81.



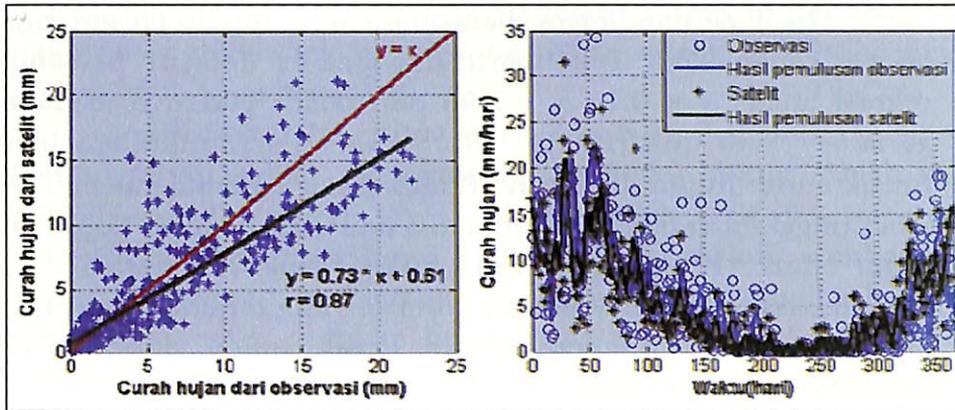
Gambar 4.3 Perbandingan curah hujan harian di Pekanbaru

Hasil perbandingan rata-rata curah hujan harian dari observasi dan satelit (kiri) dan deret waktu serta hasil pemulusan dari kedua data untuk kota Pekanbaru (kanan) ditunjukkan dalam Gambar 4.3. Persamaan regresi linier antara kedua data curah hujan $y = 0,71 x + 2,98$ dan nilai korelasinya adalah 0,71.



Gambar 4.4 Perbandingan curah hujan harian di Palembang

Perbandingan rata-rata curah hujan harian antara observasi dengan hasil satelit (kiri) dan deret waktu serta hasil pemulusan dari kedua data (kanan) untuk lokasi kajian kota Palembang ditampilkan pada Gambar 4.4. Persamaan $y = 0,76 x + 1,60$ (garis hitam) adalah persamaan linier yang menggambarkan hubungan kedua data dan nilai korelasinya sebesar 0,85.



Gambar 4.5 Perbandingan curah hujan harian kota Surabaya

Gambar 4.5 menunjukkan hasil perbandingan rata-rata curah hujan harian dari observasi dan satelit (kiri), bentuk deret waktu dan hasil pemulusannya (kanan) untuk lokasi kajian kota Surabaya. Persamaan yang menunjukkan hubungan curah hujan dari satelit dengan observasi adalah $y = 0,73 x + 0,61$. Koefisien korelasi antara kedua data sebesar 0,87.

4.2 PEMBAHASAN

Hasil analisis data untuk lokasi kajian kota Banda Aceh menunjukkan bahwa hubungan linier antara curah hujan observasi permukaan dengan hasil estimasi satelit TRMM adalah $y = 0,31 x + 2,81$. Posisi garis dari persamaan tersebut memotong garis $y = x$ pada posisi (4,4), menunjukkan bahwa untuk curah hujan rendah (di bawah 4 mm), curah hujan dari satelit lebih tinggi dibandingkan observasi. Untuk curah hujan di atas 4 mm, curah hujan observasi lebih tinggi dibandingkan satelit. Curah hujan observasi yang lebih tinggi dari hasil satelit dominan terjadi. Korelasi curah hujan observasi dan satelit sebesar 0,63 menunjukkan korelasi yang kuat.

Untuk lokasi kajian kota Medan, posisi garis dari persamaan linier $y = 0,98 x + 1,54$ berada di atas garis $y = x$ (tidak berpotongan). Hal tersebut bermakna bahwa curah hujan hasil estimasi satelit lebih tinggi dibandingkan hasil observasi. Curah hujan harian hasil estimasi satelit berkorelasi sangat kuat terhadap observasi permukaan dengan nilai korelasi 0,81.

Hasil perbandingan rata-rata curah hujan harian untuk lokasi kajian kota Pekanbaru dinyatakan dengan persamaan regresi linier $y = 0,71 x + 2,98$ dan posisi garisnya memotong garis $y = x$ di titik (10,10). Hal tersebut menunjukkan bahwa untuk curah hujan di bawah 10 mm, hasil estimasi satelit TRMM lebih tinggi dibandingkan observasi dan untuk curah hujan lebih besar dari 10 mm, curah hujan observasi lebih tinggi dibandingkan satelit. Koefisien korelasi yang terjadi antara kedua data adalah 0,71, menunjukkan curah hujan dari observasi berkorelasi kuat dengan curah hujan dari satelit TRMM.

Pada lokasi kajian kota Palembang, posisi garis linier dari persamaan $y = 0,76 x + 1,6$ berpotongan pada posisi (7,7). Hal tersebut mengandung makna untuk curah hujan lebih rendah dari 7 mm, curah hujan dari satelit lebih tinggi dibanding observasi dan untuk curah hujan lebih besar dari 7 mm curah hujan observasi lebih tinggi dibanding hasil satelit. Koefisien korelasi sebesar 0,85 menunjukkan bahwa kedua data berkorelasi dengan kategori sangat kuat.

Lokasi kajian yang terakhir yaitu kota Surabaya, hasil menunjukkan bahwa persamaan linier antara kedua data adalah $y = 0,73 x + 0,61$ dan posisinya berada di bawah garis $y = x$. Hasil ini menggambarkan bahwa curah hujan observasi lebih tinggi dibanding curah hujan hasil estimasi satelit. Nilai korelasi yang terjadi sebesar 0,87 menunjukkan kedua data mempunyai korelasi yang sangat kuat.

Pembahasan yang telah diuraikan menunjukkan bahwa curah hujan dari observasi hasilnya lebih rendah dibanding hasil estimasi satelit TRMM untuk lokasi kajian Medan. Untuk lokasi kajian Banda Aceh dan Surabaya pada umumnya curah hujan observasi lebih tinggi dibanding hasil satelit. Sedangkan lokasi kajian Pekanbaru dan Palembang menunjukkan untuk curah hujan rendah (di bawah 10 mm) curah hujan dari satelit lebih tinggi dibandingkan observasi dan sebaliknya. Koefisien korelasi yang terjadi 0,63 sampai 0,87 dan semua bernilai positif. Ini menunjukkan bahwa curah hujan observasi mempunyai pola yang hampir sama dengan curah hujan dari satelit. Artinya bila terjadi penurunan/peningkatan curah hujan observasi maka curah hujan dari satelit mengalami hal yang sama. Koefisien

regresi menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan observasi lebih besar dibanding peningkatan pada satelit, semua koefisien regresi lebih kecil dari satu.

Perbedaan nilai curah hujan observasi dengan hasil satelit kemungkinan akibat pengaruh dari beberapa faktor. Salah satu posisi geografis, seperti lokasi kajian Banda Aceh dan Surabaya berbatasan dengan perairan luas yang merupakan sumber uap air. Di samping itu perbedaan luas cakupan *grid* satelit dibanding luas penampang penakar hujan yang sangat kecil serta basis perekaman data yang berbeda turut berpengaruh. Penakar hujan mengukur curah hujan secara langsung sedangkan satelit TRMM melakukan pengukuran menggunakan suatu gelombang yang dikonversi menjadi curah hujan.

Hasil penelitian sebelumnya yang telah dipaparkan pada pendahuluan mengatakan bahwa rata-rata curah hujan bulanan hasil observasi dan estimasi satelit mempunyai korelasi yang tinggi (0,7 sampai 0,9). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan harian hasil estimasi satelit TRMM berkorelasi kuat dan sangat kuat (0,63 sampai 0,87) dengan curah hujan observasi. Perbedaan resolusi temporal data yang digunakan tidak berpengaruh besar dalam mengurangi tingkat korelasi, meskipun variabilitas curah hujan skala harian jauh lebih tinggi dibanding variabilitas curah hujan bulanan.

5 KESIMPULAN

Curah hujan harian hasil estimasi satelit TRMM lebih tinggi dibandingkan curah hujan observasi untuk lokasi kajian kota Medan. Sedangkan untuk lokasi kajian Banda Aceh dan Surabaya curah hujan observasi pada umumnya lebih tinggi dibandingkan hasil satelit. Lokasi kajian Pekanbaru dan Palembang memiliki karakteristik yang berbeda, untuk curah hujan rendah (di bawah 10 mm) curah hujan dari satelit lebih tinggi dibanding observasi dan sebaliknya. Peningkatan curah hujan observasi lebih besar dibandingkan peningkatan pada curah hujan hasil satelit, kecuali kota Surabaya. Curah hujan harian dari satelit TRMM mempunyai korelasi yang kuat dan sangat kuat (0,63 sampai 0,87) dengan curah hujan observasi.

DAFTAR RUJUKAN

- Gunawan, D. 2008. Perbandingan Curah Hujan Bulanan dari Data Pengamatan Permukaan, Satelit TRMM dan Model Permukaan NOAA, *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, BMKG - Jakarta, Vol. 9 No.1 : 65 - 77.
- Haddad, Z.S., Meagher, J.P., Adler, R.F. and Smith, E.A. 2004. Global variability of precipitation according to the Tropical Rainfall Measuring Mission. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 109, D17103, Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, USA.
- Juaeni. 2010. Pengembangan Pemanfaatan Data TRMM Untuk Menunjang Ketahanan Pangan, Laporan Akhir Program Insentif Riset Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI) Jakarta.
- Sudjana. 1996. *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi*, Penerbit Tarsito Bandung.
- Walpole, R. E. dan Myers, R.H. 1995. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*, Penerbit ITB Bandung, halaman 604.
- Xie, P., Yatagai, A., Chen, M., Hayasaka, T., Fukushima, Y., and Yang, S. 2007. A Gauge-Based Analysis of Daily Precipitation Over East Asia, *Journal Hydrometeorologi*, Vol. 8, 607-626.

Acknowledgement

Terima kasih kami ucapkan kepada Kepala Bidang Teknologi Atmosfer PSTA LAPAN Bandung atas diperkenankannya menggunakan data curah hujan harian observasi permukaan hasil instrumen penakar hujan beberapa kota/lokasi kajian di Pulau Sumatera.