

# KOREKSI BIAS DATA SATELIT TRMM 3B43V7 UNTUK WILAYAH PULAU JAWA

## *BIAS CORRECTION OF SATELLITE TRMM 3B43V7 DATA OVER THE JAVA REGION*

Krismianto

Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN),  
Jl. Dr. Djundjuna No. 133 Bandung 40173  
Pos-el: krismianto@lapan.go.id

### ABSTRACT

*Rainfall data based on surface observations have a very limited scope observation. Those problems can be overcome by using rainfall data based on satellite observations. One of the rainfall data based on satellite observations is TRMM rainfall data. Products from TRMM rainfall data are various kinds where one of them is the monthly rainfall data TRMM 3B43V7. Data from satellite observations have a very wide scope of observation but biased against surface observations of rainfall data is quite high. The aim of this study is bias correction of monthly rainfall data TRMM 3B43V7 using surface observations of rainfall data for improved accuracy. Bias correction methods used in this study is the transformation of distribution method. The method is a method of error correction based data distribution statistics. Surface observations of rainfall data that will be used for refractive correction of monthly rainfall data TRMM 3B43V7 is the surface observation of rainfall data in Jakarta, Bandung, Semarang and Surabaya. Rainfall data TRMM 3B43V7 that has been corrected has correlation value increases, the distribution is more evenly spread (not too underestimate or overestimate), and the value of error decreased against surface observations of rainfall data.*

*Keywords: correction, bias, TRMM 3B43V7, transformation of distribution.*

### ABSTRAK

Data curah hujan berbasis observasi permukaan memiliki kelemahan dalam hal cakupan wilayah observasinya yang sangat terbatas. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan mengganti data curah hujan hasil observasi permukaan menggunakan data curah hujan hasil observasi satelit. Salah satu data curah hujan hasil observasi satelit adalah data curah hujan TRMM. Produk dari data curah hujan TRMM ada berbagai macam dimana salah satunya adalah data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7. Data hasil observasi satelit memiliki cakupan observasi yang sangat luas namun bias datanya terhadap data curah hujan observasi permukaan cukup tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah koreksi bias data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 menggunakan data curah hujan observasi permukaan untuk peningkatan akurasi. Metode koreksi bias yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode transformasi distribusi. Metode tersebut merupakan sebuah metode koreksi kesalahan data berbasis distribusi statistik. Data curah hujan observasi permukaan yang akan digunakan untuk koreksi bias data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 adalah data curah hujan hasil observasi permukaan wilayah Jakarta, Bandung, Semarang, dan Surabaya. Data curah hujan TRMM 3B43V7 yang telah terkoreksi memiliki nilai korelasi yang meningkat, sebaran distribusinya yang lebih merata (tidak terlalu *underestimate* maupun *overestimate*), dan nilai kesalahannya menurun terhadap data curah hujan hasil observasi permukaan.

*Kata kunci: koreksi, bias, TRMM 3B43V7, transformasi distribusi.*

### PENDAHULUAN

Pulau Jawa merupakan kawasan terpenting di Indonesia terkait dengan ketahanan pangan nasional.<sup>1</sup> Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), pulau Jawa memproduksi sekitar 52,6% tanaman padi dan 54,6% tanaman jagung di Indonesia.<sup>2</sup> Keberhasilan pulau Jawa menjadi benteng ketahanan pangan nasional sangat bergantung kepada ketersediaan air dan perilaku

petani setempat.<sup>3</sup> Sumber utama air di pulau Jawa adalah curah hujan,<sup>4</sup> sehingga informasi curah hujan sangat dibutuhkan di wilayah tersebut.

Informasi mengenai nilai curah hujan di suatu wilayah dapat diperoleh dari data curah hujan hasil observasi permukaan di wilayah tersebut. Data curah hujan berbasis observasi permukaan memiliki cakupan wilayah observasi yang sangat terbatas karena datanya diperoleh dengan cara pemantauan jumlah curah hujan yang jatuh di

permukaan bumi secara langsung di titik-titik tertentu.<sup>5</sup>

Dengan semakin berkembangnya teknologi satelit saat ini, kelemahan data curah hujan observasi permukaan terkait dengan cakupan wilayah observasinya yang sangat terbatas dapat diatasi dengan mengganti data curah hujan tersebut menggunakan data curah hujan hasil observasi satelit. Salah satu satelit yang mampu mengobservasi curah hujan adalah satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*). Satelit TRMM merupakan satelit hasil kerja sama antara pemerintah Amerika Serikat melalui NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) dan pemerintah Jepang melalui NASDA (*National Space Development of Japan*), sekarang bernama JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*) yang didedikasikan untuk mengobservasi curah hujan di wilayah tropis dan subtropis.<sup>6</sup> Produk data curah hujan hasil observasi satelit TRMM ada berbagai macam dimana salah satunya adalah data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7.

Data curah hujan hasil observasi satelit memiliki cakupan wilayah yang sangat luas namun datanya memiliki nilai bias yang cukup tinggi terhadap data hasil observasi permukaan sehingga masih kurang representatif digunakan sebagai alternatif pengganti data curah hujan observasi permukaan.<sup>7,8</sup> Bias data tersebut disebabkan karena masing-masing wilayah memiliki karakteristik curah hujan masing-masing dan satelit TRMM belum mampu melihat karakteristik lokal tersebut.<sup>9</sup>

Data curah hujan hasil observasi satelit harus dikoreksi nilai biasnya agar lebih representatif. Metode koreksi nilai bias data curah hujan hasil observasi satelit telah banyak dikembangkan dimana salah satunya adalah metode transformasi distribusi. Nilai bias dari data curah hujan hasil observasi satelit untuk wilayah sungai Mekong, China telah berhasil diminimalisasi dengan menggunakan metode transformasi distribusi tersebut.<sup>10</sup> Metode transformasi distribusi merupakan metode mengkoreksi distribusi statistik nilai rata-rata dan standar deviasi dari data observasi satelit menggunakan nilai rata-rata dan standar deviasi dari data observasi permukaan dalam waktu dan lokasi yang sama. Pendekatan dalam metode transformasi distribusi tersebut awalnya digunakan untuk melakukan *downscaling* data model iklim secara statistik.<sup>11</sup>

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan koreksi bias data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 agar datanya lebih representatif sebagai alternatif pengganti dari data curah hujan

observasi permukaan. Dalam penelitian ini, bias data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 dikoreksi menggunakan data curah hujan observasi permukaan dengan memanfaatkan metode transformasi distribusi.

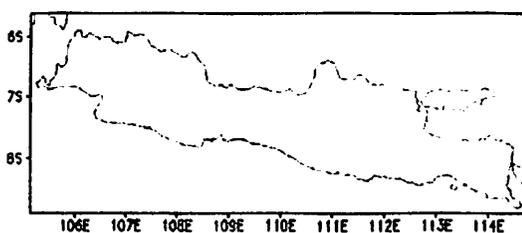
## METODOLOGI

Data curah hujan hasil observasi satelit yang dikoreksi nilai biasnya dalam kegiatan penelitian ini adalah data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7. Data tersebut merupakan produk versi ke-7 dari data curah hujan TRMM level 3 yang memiliki resolusi temporal bulanan dan resolusi spasial 0,25° x 0,25° dalam cakupan global 50° LS sampai 50° LU. Sebagai pengkoreksi nilai bias dari data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7, dalam kegiatan penelitian ini digunakan data curah hujan bulanan hasil observasi permukaan dari beberapa stasiun cuaca BMKG yang ada di pulau Jawa seperti yang terlihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa lokasi stasiun cuaca BMKG yang ada di pulau Jawa.

ID Stasiun	Koordinat Stasiun Cuaca	Nama Lokasi
96745	6° 11' LS ; 106° 49' BT	Jakarta
96783	6° 52' LS ; 107° 36' BT	Bandung
96835	6° 59' LS ; 110° 22' BT	Semarang
96933	7° 10' LS ; 112° 45' BT	Surabaya

Set data yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah data dari tahun 1998 hingga tahun 2009. Cakupan wilayah yang dikaji dalam penelitian ini adalah pulau Jawa yang memiliki lokasi geografis 105° BT sampai 115° BT dan 9° LS sampai 5.5° LU seperti yang terlihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Wilayah kajian (pulau Jawa).

Metode yang digunakan untuk melakukan koreksi bias data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 adalah metode transformasi distribusi yaitu metode mengkoreksi distribusi statistik nilai rata-rata dan standar deviasi dari data observasi satelit dengan nilai rata-rata dan standar deviasi dari data observasi permukaan dalam waktu dan lokasi yang sama. Metode

tersebut diterapkan untuk 4 wilayah kajian sehingga diperoleh data transformasi distribusi untuk 4 wilayah kajian. Penerapan metode transformasi distribusi adalah sebagai berikut, pertama ditentukan faktor koreksi dari rata-rata yang didefinisikan dalam Persamaan 1.

$$\mu_f = \frac{\mu_{obs}}{\mu_{trmm}} \quad (1)$$

Dengan  $\mu_f$  adalah faktor koreksi dari rata-rata,  $\mu_{obs}$  adalah rata-rata observasi permukaan, dan  $\mu_{trmm}$  adalah rata-rata TRMM. Langkah kedua ditentukan faktor koreksi dari standar deviasinya yang didefinisikan dalam Persamaan 2.

$$\tau_f = \frac{\tau_{obs}}{\tau_{trmm}} \quad (2)$$

Dengan  $\tau_f$  adalah faktor koreksi dari rata-rata,  $\tau_{obs}$  adalah rata-rata observasi permukaan, dan  $\tau_{trmm}$  adalah rata-rata TRMM. Langkah ketiga menghitung nilai curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 terkoreksi menggunakan Persamaan 3.

$$TRMM_c = (TRMM_0 - \mu_{trmm}) * \tau_f + \mu_{trmm} * \mu_f \quad (3)$$

Dengan  $TRMM_c$  adalah curah hujan TRMM terkoreksi dan  $TRMM_0$  adalah curah hujan TRMM yang belum terkoreksi.

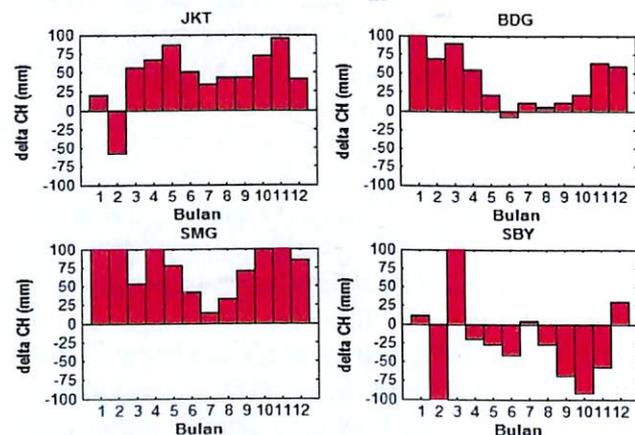
Selanjutnya metode transformasi distribusi diterapkan untuk seluruh wilayah pulau Jawa. Seberapa besar masing-masing lokasi kajian tersebut berkontribusi terhadap koreksi bias data di masing-masing wilayah di seluruh pulau Jawa ditentukan berdasarkan nilai pembobotan. Metode pembobotan yang digunakan berbasis teknik regresi multilinier yaitu nilai pembobotan ditentukan dengan melihat koefisien regresi dari hasil regresi multilinier yang dilakukan. Analisis regresi multilinier sendiri merupakan salah satu teknik analisis data dalam statistika yang digunakan untuk mengkaji hubungan antara beberapa variabel dan meramal suatu variabel.<sup>12</sup> Bentuk umum dari regresi multilinier adalah seperti yang terlihat dalam Persamaan 4.

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (4)$$

Dengan  $Y$  adalah variable terikat,  $\alpha$  adalah konstanta regresi,  $\beta_n$  adalah koefisien regresi,  $X_n$  adalah variable bebas, dan  $\varepsilon$  adalah error.

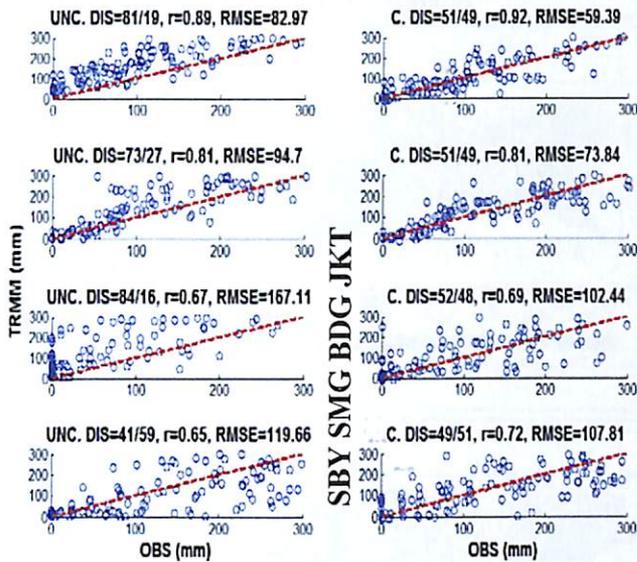
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bias data TRMM 3B43V7 sangat dipengaruhi oleh lokasi wilayah kajian dimana pulau Jawa bagian Timur memiliki nilai rata-rata bias dari tahun 1998 hingga 2009 yang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian Barat seperti yang terlihat dalam Gambar 2. Nilai rata-rata bias di Jakarta (JKT) relatif sama sepanjang tahun dengan nilai masih dibawah 100 mm. Nilai rata-rata bias tertinggi di wilayah kajian tersebut terjadi pada bulan peralihan (Maret, April, Mei dan September, Oktober, Nopember). Nilai rata-rata bias di Bandung (BDG) dan Semarang (SMG) hampir sama dengan nilai bias tertingginya pada bulan basah (Desember, Januari, Februari). Rata-rata nilai bias pada bulan basah untuk kedua wilayah kajian tersebut bisa mencapai hingga lebih dari 100 mm. Surabaya (SBY) yang merupakan wilayah kajian paling Timur memiliki kecenderungan data yang *underestimate*, berbeda dari wilayah kajian lainnya yang cenderung *overestimate*. Nilai rata-rata bias di wilayah kajian Surabaya terlihat tidak berpola.



Gambar 2. Nilai rata-rata bias data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 terhadap data observasi permukaan di 4 lokasi pengamatan.

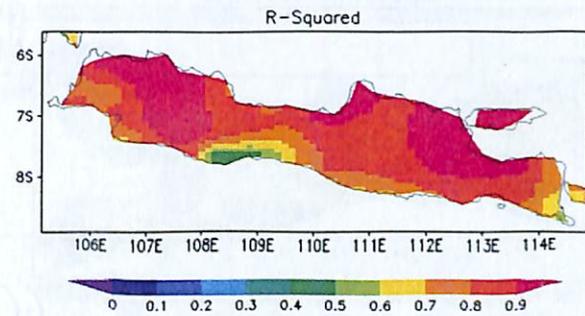
Pemanfaatan metode transformasi distribusi untuk koreksi bias data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 menunjukkan hasil yang cukup baik. Dalam Gambar 3 terlihat bahwa data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 yang telah terkoreksi nilai biasnya untuk 4 lokasi pengamatan, yaitu Jakarta, Bandung, Semarang, dan Surabaya menunjukkan nilai korelasi (r) yang semakin meningkat, sebaran distribusinya yang lebih merata (tidak terlalu *underestimate* maupun *overestimate*), dan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*)-nya yang semakin kecil jika dibandingkan dengan data curah hujan hasil observasi permukaan.



Gambar 3. Data sebelum dikoreksi (kiri) dan setelah dikoreksi (kanan) di 4 lokasi pengamatan.

Untuk melakukan koreksi bias data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 seluruh wilayah pulau Jawa berbasis data transformasi distribusi di 4 lokasi pengamatan, maka dilakukan pembobotan terlebih dahulu. Pembobotan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar keterkaitan nilai curah hujan di masing-masing lokasi sampling pengamatan terhadap curah hujan di masing-masing wilayah di pulau Jawa. Besarnya pembobotan ditentukan berdasarkan nilai koefisien regresi dari hasil regresi multilinear. Pembentukan model regresi multilinear dilakukan dengan menempatkan data curah hujan masing-masing wilayah di Pulau Jawa sebagai variable terikat dan curah hujan di 4 lokasi sampling pengamatan sebagai variabel bebas. Dalam Gambar 4 terlihat nilai *r-squared* dari model regresi multilinear yang dibentuk dimana hampir semua wilayah memiliki nilai *r-square* diatas 0.8 yang berarti hasil regresi multilinear cukup baik.

Setelah bobot pengaruh dari 4 lokasi sampling pengamatan terhadap masing-masing wilayah di pulau Jawa diketahui maka selanjutnya diterapkan metode transformasi distribusi dengan pembobotan untuk seluruh wilayah pulau Jawa. Pengaruh dari koreksi bias data TRMM 3B43V7 sangat terlihat jelas terutama untuk bulan-bulan basah seperti yang terlihat dalam Gambar 5. Gambar tersebut merupakan data rata-rata tahun 1998 hingga tahun 2009 curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 sebelum terkoreksi dan sesudah terkoreksi.

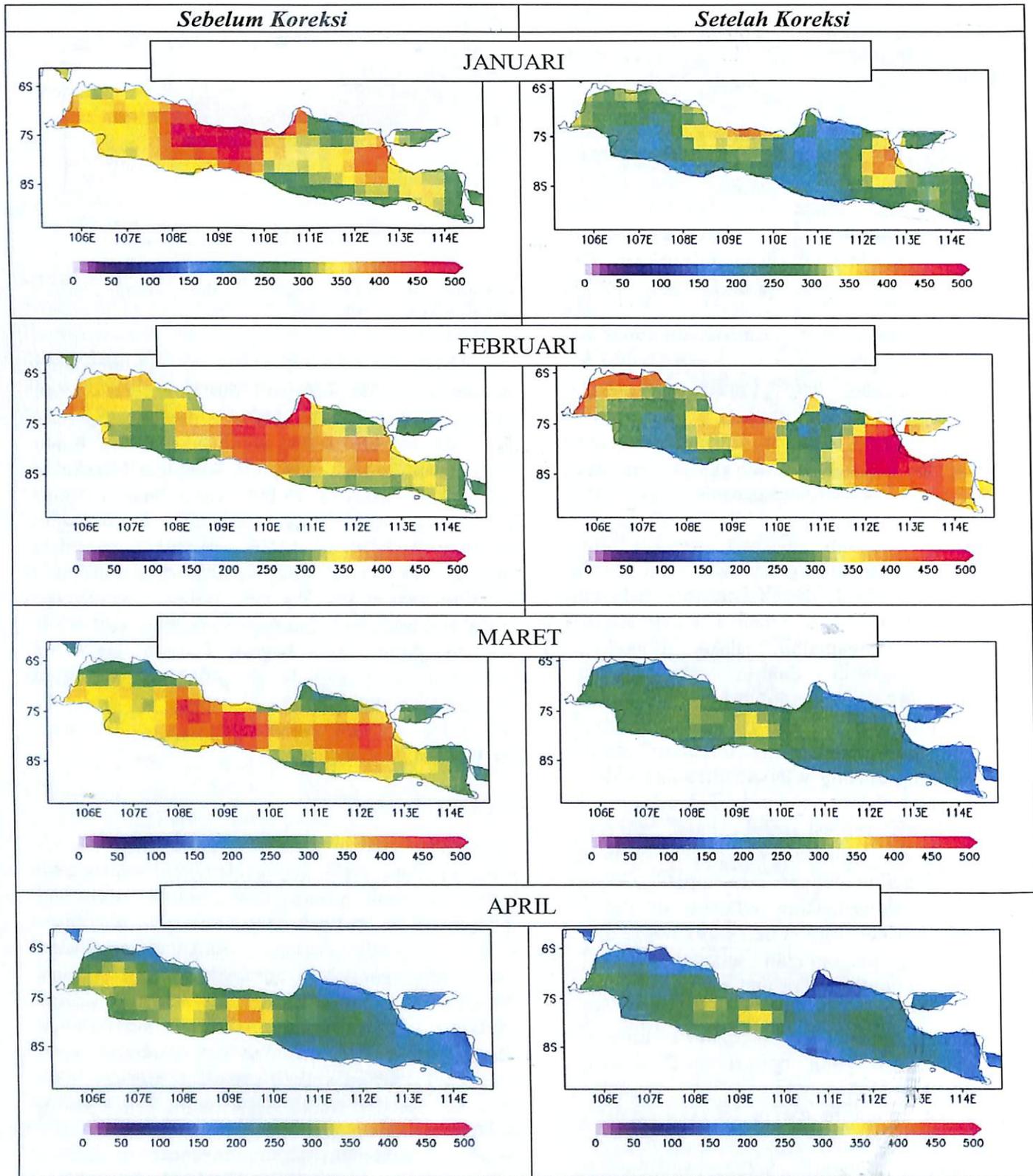


Gambar 4. Nilai *r-squared* dari model regresi multilinear yang dibentuk.

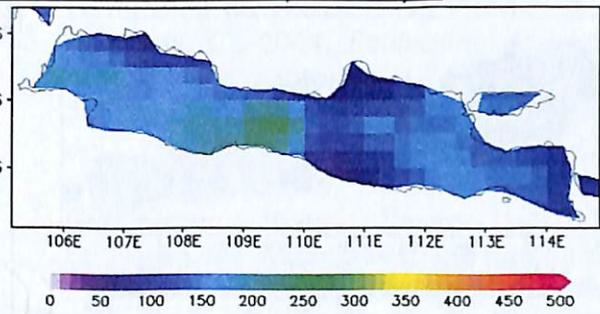
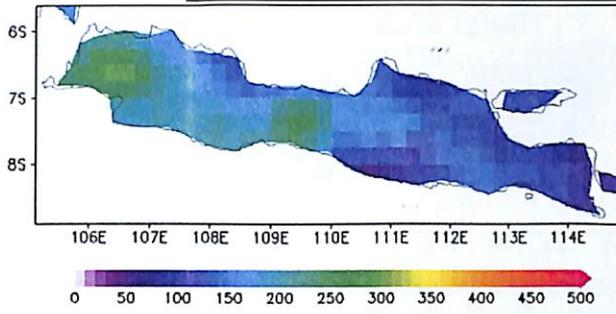
Secara keseluruhan, wilayah pulau Jawa bagian Barat dan Tengah terkoreksi negatif yang artinya nilai curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 terkoreksi memiliki nilai curah hujan yang lebih rendah daripada sebelum terkoreksi sedangkan wilayah Pulau Jawa bagian timur terkoreksi positif yang artinya nilai curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 terkoreksi memiliki nilai curah hujan yang lebih tinggi daripada sebelum terkoreksi. Wilayah pulau Jawa bagian Barat terkoreksi hingga mencapai lebih dari 40%, wilayah pulau Jawa bagian Tengah terkoreksi sekitar 10%, dan wilayah pulau Jawa bagian Timur terkoreksi hingga mencapai lebih dari 40% dari nilai rata-rata curah hujannya seperti yang terlihat dalam Gambar 6.

### KESIMPULAN

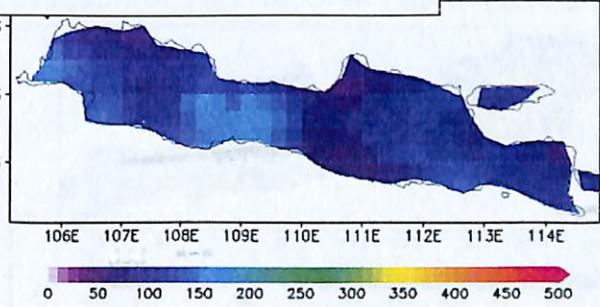
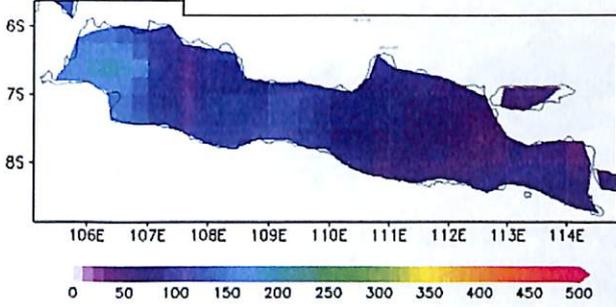
Bias data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 terhadap data curah hujan observasi permukaan untuk wilayah pulau Jawa dapat dikurangi menggunakan metode transformasi distribusi. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya yang juga berhasil mengurangi bias data satelit presipitasi untuk wilayah sungai Mekong, China. Bias data curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 terhadap data curah hujan observasi permukaan sangat dipengaruhi oleh karakteristik dari curah hujan di masing-masing wilayah. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa tingginya bias data satelit TRMM disebabkan karena ketidak mampuan satelit TRMM dalam melihat pengaruh lokal.



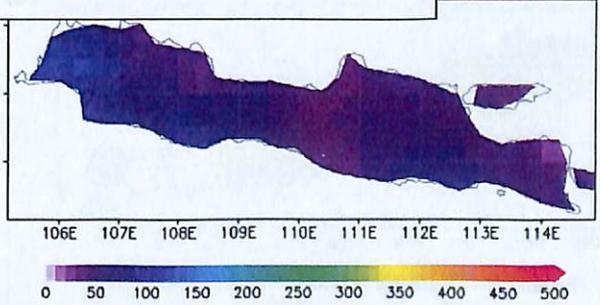
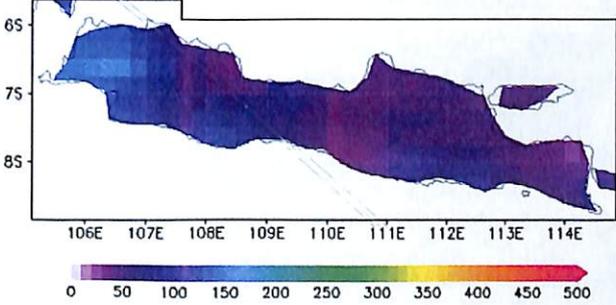
MEI



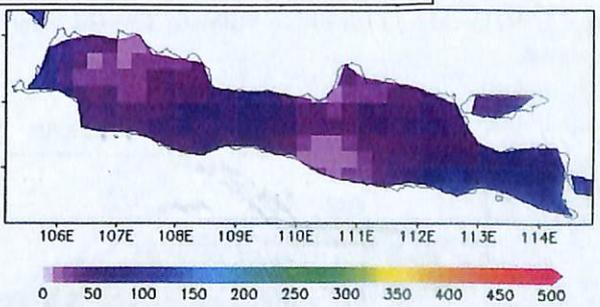
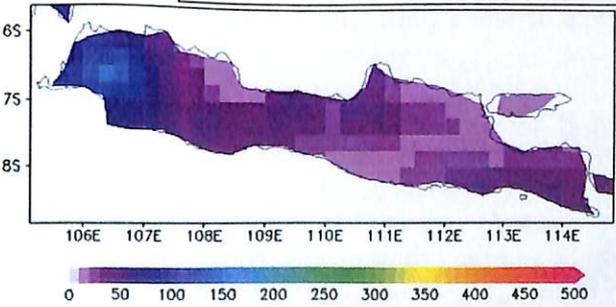
JUNI



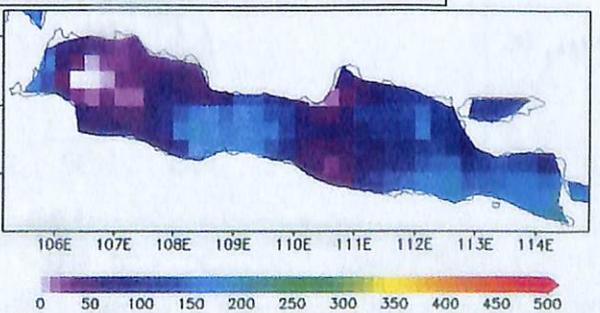
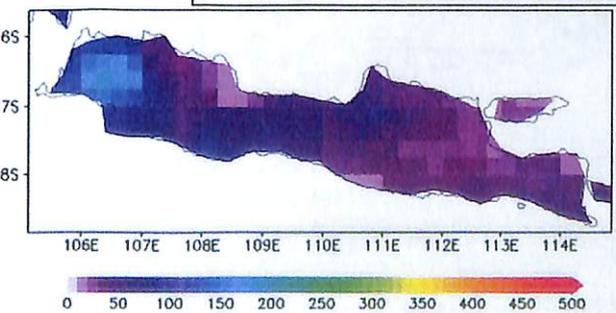
JULI

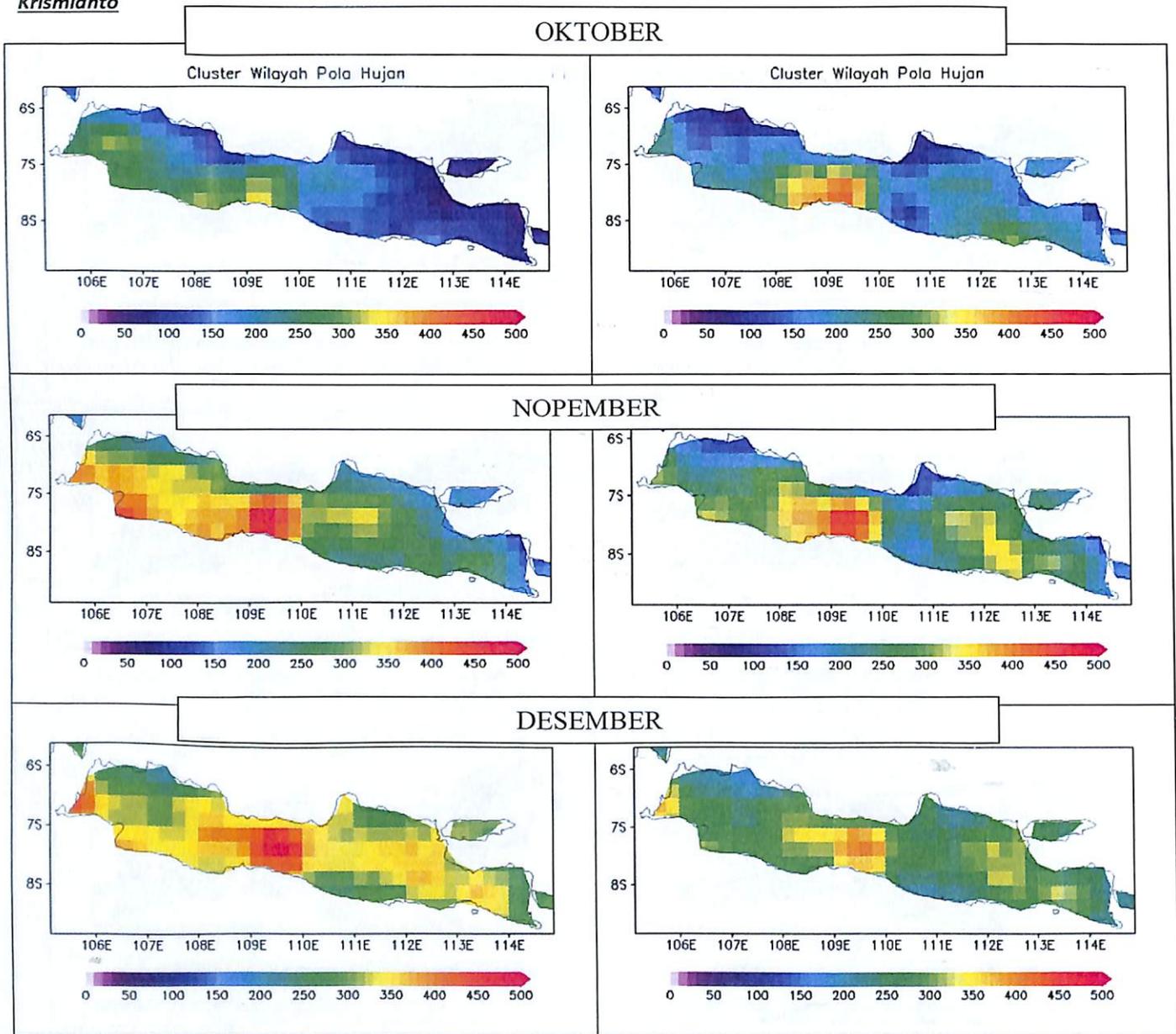


AGUSTUS

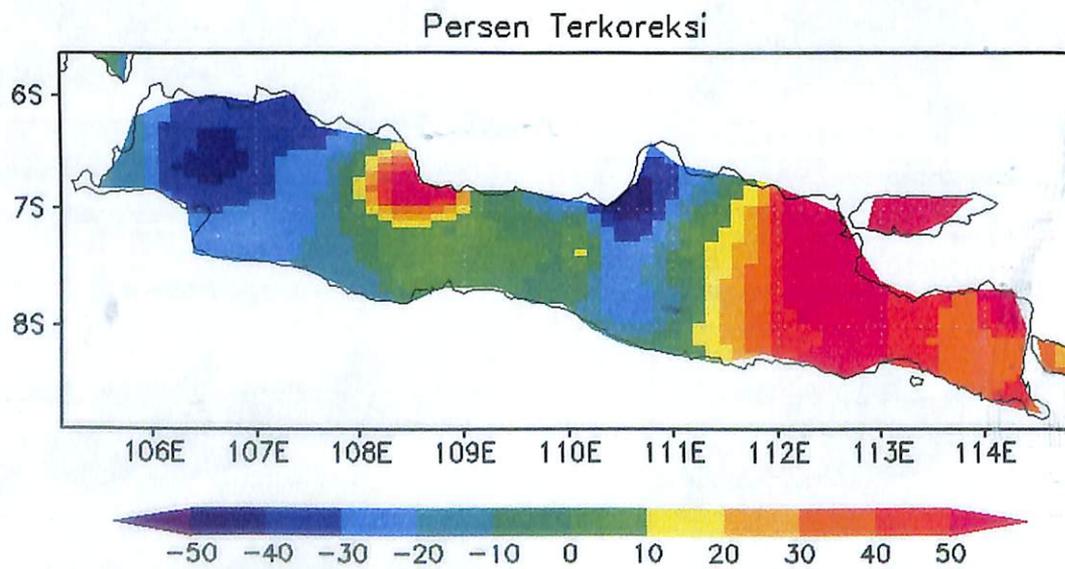


SEPTEMBER





Gambar 5. Rata-rata curah hujan bulanan TRMM 3B43V7 sebelum dikoreksi (kiri) dan setelah dikoreksi (kanan) nilai biasnya.



Gambar 6. Prosentase nilai terkoreksi untuk masing-masing wilayah di pulau Jawa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Tri Wahyu Hadi, Dr. Nurjanna Djoko Trilaksono, dan Dr. Rusmawan terkait dengan saran-sarannya tentang perlunya melakukan koreksai bias data satelit TRMM.

## DAFTAR PUSTAKA

- <sup>1</sup>Krismiyanto, 2015. *Identifikasi Awal Musim Berbasis Suhu Puncak Awan Untuk Pengembangan Sistem Informasi Awal Musim Wilayah Pulau Jawa*. Tesis. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- <sup>2</sup>BPS, 2013. *Tabel luas panen-produktivitas-produksi tanaman padi seluruh provinsi tahun 2013*. [http://www.bps.go.id/tnmn\\_pgn.php](http://www.bps.go.id/tnmn_pgn.php). Diakses 20 Des 2014.
- <sup>3</sup>Pramudia, A., 2012. *Mensikapi prakiraan iklim dan awal musim kemarau, serta implikasinya terhadap kalender tanam tanaman pangan pada MT-2 (MK-1) di sentra pertanian*. <http://balitklimat.litbang.deptan.go.id/>. Diakses 22 Des 2013.
- <sup>4</sup>Thapliyal, V., dan Rajeevan, M., 2003. *Monsoon Prediction*. Encyclopedia of Atmospheric Science. Elsevier Science Ltd.
- <sup>5</sup>Subarna, D., 2006. *Telekoneksi Antara Hujan Monsun di India dan curah Hujan di Indonesia Dari Data TRMM*. Prosiding Seminar Nasional Perubahan Iklim dan Lingkungan di Indonesia. Pusfatsatklm-LAPAN, Bandung. pp.:83-93.
- <sup>6</sup>NASDA, 2001. *TRMM Data Users Handbook*. Earth Observation Center. National Space Development Agency of Japan.
- <sup>7</sup>Wagner, S., Kunstmann, H., Bardossy, A., Conrad, C., Colditz, R.R., 2008. *Water Balance Estimation of a Poorly Gauged Catchment in West Africa using Dynamically Downscaled Meteorological Fields and Remote Sensing Information*. Phys. Chem. Earth 34(4-5):225-235.
- <sup>8</sup>Jianxin, W., dan David, B.W., 2009. *Evaluation of TRMM Ground-Validation Radar-Rain Errors using Rain Gauge Measurements*. J. Appl. Meteorol.Climatol.49(2):310-324.
- <sup>9</sup>Zhang, M., Chen, S., Qi, Y.C., Yang, Y., 2013. *Evaluation of TRMM Summer Precipitation over Huai-River Basin in China*. Advanced Materials Research. pp.: 726-731.
- <sup>10</sup>Immerzel, W.,W., 2010. *Bias Correction for Satellite Precipitation Estimation used by the MRC Mekong Flood Forecasting System*. Mission Report. Mekong River Commision.
- <sup>11</sup>Bouwer, L.M., Aerts, J.C.J.H., Van de Coterlet, G.M., Van de Giessen, N., Gieske, A., dan Manaerts, C., 2004. *Evaluating downscaling methods for preparing Global Circulation Model (GCM) data for hydrological impact modeling. Chapter 2, in Aerts, J.C.J.H. & Droogers, P.(Eds.), Climate Change in Contrasting River Basins: Adaptation Strategies for Water, Food and Environment*. Cabi Press, Wallingford, UK. pp.: 25-47.
- <sup>12</sup>Kutner, M.H., C.J. Nachtsheim., dan J. Neter., 2004. *Applied Linear Regression Models. 4<sup>th</sup> ed.* New York: McGraw-Hill Companies, Inc.