

## **PENGEMBANGAN MODEL ESTIMASI CURAH HUJAN DI JAWA BERBASIS DATA INDEKS MONSUN, SOI, DAN DMI**

**Krismianto**

Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer - LAPAN  
Jl. Dr. Junjunan 133, Bandung 40173  
email: krismianto.lapan@gmail.com

### **ABSTRACT**

*Indonesia is an agricultural country and located in the monsoon region so the agricultural sector is highly depends on rain water. In this regard, the accurate of rainfall prediction is very important. One of the centers of crop production in Indonesia is Java. In general, Java has a monsoonal rainfall patterns. Variability of rainfall on the island of Java is strongly influenced by the monsoon, ENSO and IOD. The purpose of this study is to develop a model of rainfall estimation using climate data that has low variability. Rainfall estimation model has been constructed and the results have a high correlation and RMSE values are quite small and are able to follow the pattern of TRMM 3B43 rainfall. Rainfall estimation models built through statistical relationship between predict and predictors where the statistical relationship is built using multiple linear regression techniques. In this study, the predict and is TRMM 3B43 rainfall data while the predictor is the Asian monsoon index (WYMI, IMI, WNPMI), the Australian monsoon index (AUSMI), SOI, and DMI. Although the resulting model is good enough to estimate rainfall generally in Java, but if applied to each region on the island of Java, the result was no less than excellent. After further analysis, it is known that areas that do not match the models that have been built are areas that have rainfall patterns tend towards the equatorial pattern.*

*Keywords: Rainfall estimation, Island of Java, Monsoon index, ENSO, IOD.*

### **ABSTRAK**

Indonesia merupakan negara agraris dan berada di wilayah monsun dimana sektor pertaniannya sangat bergantung dengan air hujan. Terkait dengan hal tersebut, maka prediksi curah hujan yang akurat sangatlah penting. Salah satu sentra produksi tanaman pertanian di Indonesia adalah Pulau Jawa. Secara umum, Pulau Jawa memiliki pola curah hujan monsun. Variabilitas curah hujan di Pulau Jawa sangat dipengaruhi oleh monsun, ENSO, dan IOD. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk

mengembangkan model estimasi curah hujan menggunakan data-data iklim yang lebih mudah untuk diprediksikan karena memiliki variabilitas yang relatif lebih kecil. Model estimasi curah hujan telah dibangun dan hasilnya memiliki korelasi yang tinggi dan nilai RMSE yang lebih kecil dari nilai standar deviasinya serta mampu mengikuti pola curah hujan TRMM 3B43. Model estimasi curah hujan dibangun melalui hubungan statistik antara prediktan dan prediktor dimana hubungan statistiknya tersebut dibangun menggunakan teknik regresi multi linier. Dalam penelitian ini, prediktannya adalah curah hujan TRMM 3B43 sedangkan prediktornya adalah indeks monsun Asia (WYMI, IMI, WNPMI), indeks monsun Australia (AUSMI), SOI, dan DMI. Meskipun model yang dihasilkan sudah memiliki performa yang sangat baik dalam mengestimasi curah hujan secara umum di Pulau Jawa, namun jika diterapkan untuk masing-masing wilayah di Pulau Jawa dan sekitarnya, ternyata hasilnya ada yang kurang baik. Setelah dilakukan analisis lebih lanjut, diketahui bahwa wilayah-wilayah yang tidak cocok dengan model yang telah dibangun adalah wilayah-wilayah yang memiliki pola curah hujan yang cenderung kearah pola ekuatorial.

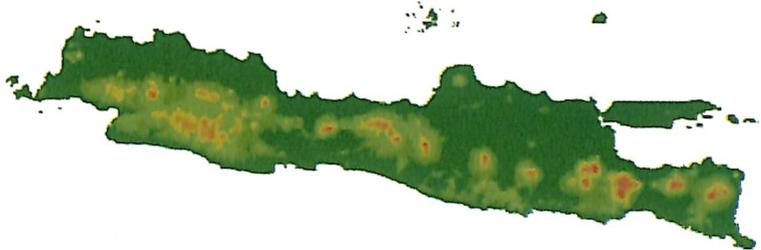
Kata kunci: Estimasi curah hujan, Pulau Jawa, Indeks monsun, ENSO, IOD

## **1. PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara agraris dimana sekitar 60% penduduknya hidup dari sektor pertanian [Al Farizy, 2012]. Berbagai tanaman dikembangkan di Indonesia, baik itu tanaman pangan maupun tanaman hortikultura. Sebagai salah satu negara yang terletak di wilayah monsun, satu-satunya sumber air yang dapat diperoleh adalah curah hujan. Keberhasilan sektor pertanian sangat bergantung dengan informasi prediksi ketersediaan air di suatu wilayah. Kebutuhan air untuk tiap-tiap tanaman berbeda-beda, misalnya adalah tanaman padi memerlukan banyak air sehingga cocok ditanam pada saat musim hujan sedangkan tanaman palawija tidak memerlukan banyak air sehingga cocok ditanam pada saat musim kemarau [Hermantoro, 2007]. Terkait dengan hal tersebut, maka informasi prediksi curah hujan yang akurat sangat penting untuk keberhasilan sektor pertanian.

Pulau Jawa merupakan salah satu kawasan terpenting di Indonesia yang berfungsi sebagai sentra produksi tanaman pertanian sehingga prediksi curah hujan yang akurat di wilayah

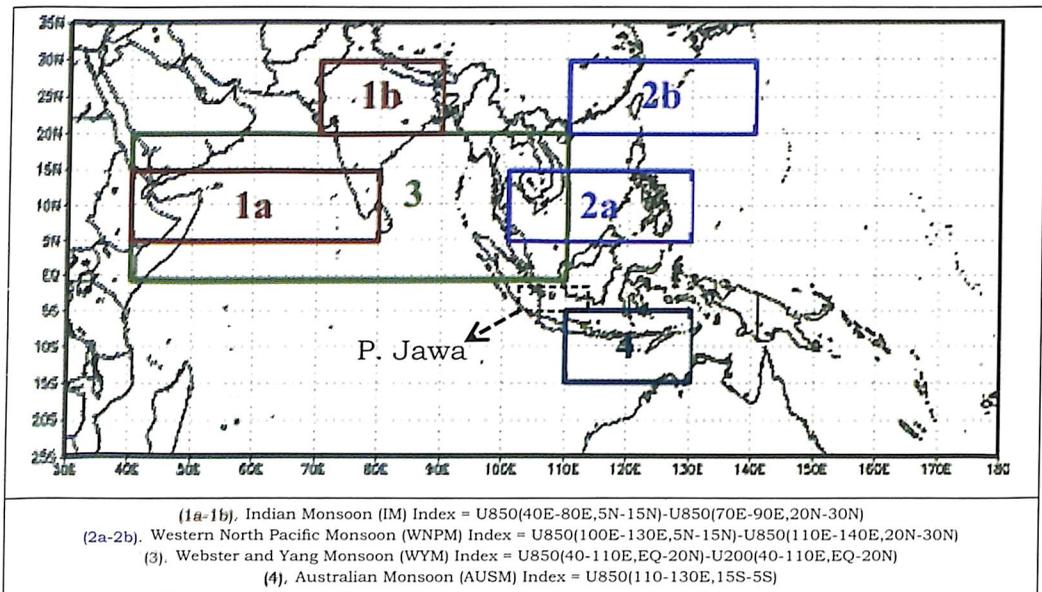
tersebut sangatlah penting. Pulau Jawa terletak di wilayah 1050 - 1150 BT dan 90 - 5.50 LS. Secara umum, Pulau Jawa memiliki pola curah hujan monsun, yaitu pola curah hujan dengan ciri-ciri satu puncak musim penghujan pada bulan Desember-Januari-Februari (DJF) dan satu puncak musim kemarau pada bulan Juni-Juli-Agustus (JJA).



**Gambar 1.1.** Pulau Jawa

Keakuratan prediksi curah hujan dapat menentukan keberhasilan pertanian di Pulau Jawa. Terkait untuk kebutuhan di bidang pertanian, terdapat dua pendekatan yang dapat digunakan untuk prediksi curah hujan, yaitu pendekatan statistik dan pendekatan dinamis. Meskipun pendekatan dinamis dianggap lebih baik karena sudah menggunakan rumusan numerik yang kompleks, namun karena curah hujan memiliki variabilitas yang sangat tinggi maka seringkali hasil dari pendekatan dinamis tersebut masih kurang representatif dalam menggambarkan curah hujan hasil observasi sehingga untuk mengatasi masalah tersebut perlu ditambahkan dengan pendekatan statistik [Thapliyal et al., 2003]. Tujuan penambahan pendekatan statistik adalah untuk mengukur hubungan antara elemen iklim yang diinginkan (prediktan) dengan elemen iklim lainnya yang dapat lebih mudah diperkirakan (prediktor).

Variabilitas curah hujan di Pulau Jawa sangat dipengaruhi oleh monsun Asia-Australia, yang onsetnya berlangsung dari barat laut ke tenggara selama musim semi di Australia [Aldrian et al., 2003]. Monsun Asia dapat diidentifikasi menggunakan IMI (Indian Monsoon Index) dan WNPMI (Western North Pacific Monsoon Index) [Wang et al., 2001] serta WYMI (Webster and Yang Monsoon Index) [Webster et al., 1992], sedangkan monsun Australia dapat diidentifikasi menggunakan AUSMI (Australian Monsoon Index) [Kajikawa et al., 2009].



**Gambar 1.2.** Wilayah indeks monsun Asia dan Australia

Meskipun pengaruh monsun paling besar, namun variabilitas curah hujan di Pulau Jawa juga dipengaruhi oleh interaksi Laut-Atmosfer yaitu ENSO (*El-Nino Southern Oscillation*) dan IOD (*Indian Ocean Dipole*) [Marjuki, 2011]. ENSO dapat diidentifikasi menggunakan data SOI (*Southern Oscillation Index*) dan IOD dapat diidentifikasi menggunakan data DMI (*Dipole Mode Index*). Selain itu, curah hujan di Pulau Jawa juga dipengaruhi oleh kondisi lokal seperti topografi serta fenomena lainnya seperti MJO, siklon tropis, dan QBO. Karena berbagai faktor tersebut, maka curah hujan di Pulau Jawa memiliki variabilitas yang sangat tinggi sehingga sangat sulit untuk diprediksi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan model estimasi curah hujan menggunakan data-data iklim yang lebih mudah untuk diprediksikan karena memiliki variabilitas yang relatif lebih kecil. Dalam pengembangan model ini, yang akan digunakan sebagai prediktornya adalah indeks monsun, SOI, dan DMI. Hubungan statistik antara curah hujan dan prediktornya akan dibangun menggunakan metode regresi multi linier. Model yang telah dibangun sebelumnya menggunakan prediktor yang sama namun metode yang digunakan berbeda yaitu menggunakan metode regresi linier biasa, sehingga masing-masing prediktor harus dianalisis satu-persatu [Hermawan et al.,

2010]. Diharapkan model yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki performa lebih baik dari model sebelumnya karena menggunakan prediktor lebih banyak.

Berdasarkan kesimpulan studi pustaka, curah hujan di Pulau Jawa memungkinkan untuk diprediksi menggunakan prediktor berupa data indeks monsun, SOI, dan DMI. Prediktor tersebut dapat lebih mudah untuk diprediksikan daripada curah hujan, baik itu menggunakan pendekatan dinamis maupun pendekatan statistik. Hubungan statistik antara curah hujan dan prediktornya memungkinkan untuk dibangun menggunakan metode regresi multi linier.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Variabilitas curah hujan di Pulau Jawa dipengaruhi oleh banyak faktor, namun yang paling mendominasi adalah monsun, ENSO, dan IOD [Hermawan et al., 2010]. Fenomena iklim seperti monsun, ENSO, dan IOD tersebut memiliki variabilitas yang lebih kecil dari curah hujan sehingga lebih mudah untuk diprediksikan baik itu menggunakan pendekatan dinamis maupun pendekatan statistik.

Terkait dengan pembentukan hubungan statistik antara prediktan dan prediktor, telah dilakukan prediksi curah hujan DJF untuk wilayah Nepal dengan prediktornya adalah data ketinggian geopotensial di 500 hPa di berbagai wilayah tertentu yang memiliki korelasi yang cukup tinggi terhadap curah hujan DJF di wilayah Nepal [Kadel, 2012]. Hubungan statistik antara prediktan dan prediktornya dibangun menggunakan regresi multi linier. Studi yang lain, prediksi curah hujan monsun untuk wilayah India dilakukan dengan prediktor berupa data curah hujan tahun sebelumnya [Bandyopadhyay, \_\_]. Hubungan statistik antara prediktan dan prediktornya juga dibangun menggunakan regresi multi linier. Curah hujan di India juga telah diprediksi menggunakan metode regresi multi linier dengan prediktor berupa suhu udara, angin zonal, dan angin meridional di beberapa ketinggian [Munot et al., 2007].

Dapat disimpulkan bahwa curah hujan di Pulau Jawa memungkinkan untuk diprediksi menggunakan prediktor berupa data indeks monsun, SOI, dan DMI. Hubungan statistik antara

curah hujan dan prediktornya dapat dibangun menggunakan metode regresi multi linier.

### 3 DATA DAN METODOLOGI

Dalam penelitian ini, prediktor yang digunakan untuk membangun model (periode training) berasal dari data observasi. Data yang akan digunakan dalam membangun model baik itu untuk data prediktan maupun prediktornya adalah data bulanan tahun 1998 sampai dengan tahun 2007. Untuk prediktannya akan digunakan data curah hujan bulanan TRMM 3B43 rata-rata wilayah Pulau Jawa, sedangkan untuk prediktornya akan digunakan data indeks monsun, SOI, dan DMI. Data indeks monsun yang akan digunakan adalah data indeks monsun Asia (WYMI, IMI, WNPMI) dan data indeks monsun Australia (AUSMI) yang diturunkan dari data NCEP/NCAR angin zonal pada ketinggian 850 mb dan 200 mb.

Wilayah yang dikaji dalam penelitian ini adalah Pulau Jawa dengan koordinat wilayah  $105^{\circ}$  -  $115^{\circ}$  BT dan  $9^{\circ}$  -  $5.5^{\circ}$  LS. Sebelum digunakan sebagai prediktan, data curah hujan bulanan TRMM 3B43 di wilayah Pulau Jawa dirata-ratakan terlebih dahulu sehingga akan dihasilkan satu set data curah hujan bulanan yang dapat mewakili data curah hujan seluruh Pulau Jawa.

Dalam penelitian ini akan dikembangkan model menggunakan metode regresi multi linier dengan prediktannya adalah CH TRMM 3B43 dan prediktornya adalah indeks monsun Asia (WYMI, IMI, WNPMI) dan Australia (AUSMI) serta SOI dan DMI.

**Tabel 3.1** Model dengan prediktan dan prediktornya.

<b>Prediktan</b>	<b>Prediktor</b>
CH TRMM 3B43	AUSMI ( $X_1$ ), WYMI ( $X_2$ ), IMI ( $X_3$ ), WNPMI ( $X_4$ ), SOI ( $X_5$ ), DMI ( $X_6$ )

Selanjutnya, model yang telah dibangun tersebut diuji performanya menggunakan data prediktor yang independen terhadap data yang digunakan dalam pembentukan model (periode validasi). Untuk validasi performa model akan digunakan

data yang sama dengan yang digunakan untuk membangun model namun tahunnya berbeda, yaitu tahun 2008 sampai dengan tahun 2012 sehingga data yang digunakan untuk validasi model tersebut sudah bisa dianggap independen terhadap model. Performa model dapat dilihat dengan mengamati koefisien korelasi ( $r$ ) antara hasil estimasi dengan curah hujan bulanan TRMM 3B43 rata-rata wilayah Pulau Jawa dan mengamati nilai-nilai RMSE (*Root Mean Square Error*)-nya [Kadel, 2012]. Semakin tinggi nilai koefisien korelasinya dan semakin kecil nilai RMSE dari nilai standar deviasinya, maka performa model tersebut dikatakan semakin baik. Setelah diketahui performa modelnya untuk rata-rata wilayah di Pulau Jawa, selanjutnya model juga diuji performanya untuk masing-masing wilayah di Pulau Jawa melalui uji performa model secara spasial.

**Tabel 3.2** Interval nilai korelasi dan interpretasinya [Sudjana, 1996].

<b>Interval nilai korelasi (<math>r</math>)</b>	<b>Interpretasinya</b>
0.00	Tidak ada korelasinya
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**

Data curah hujan TRMM 3B43 tahun 1998 hingga tahun 2012 untuk wilayah Pulau Jawa memiliki nilai standar deviasi sebesar 126 mm sehingga model yang dikembangkan harus memiliki nilai RMSE dibawah nilai tersebut. Model sebelumnya menggunakan metode regresi linier biasa dan memiliki performa model seperti yang terlihat dalam tabel 4.1. Hasil pengembangan model harus memiliki performa yang lebih baik dari model sebelumnya.

**Tabel 4.1** Performa model menggunakan metode regresi linier biasa.

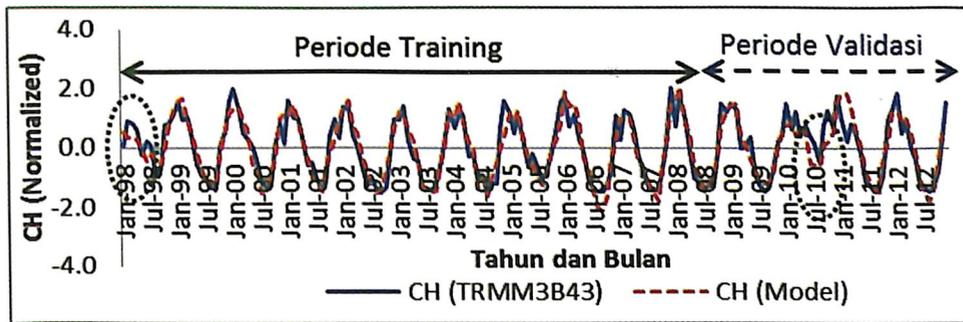
Formula	Training		Validasi	
	r	RMSE	r	RMSE
$CH=100.14 \cdot X_1 + 196.63$	0.80	74.24	0.73	89.17
$CH=-94.202 \cdot X_2 + 195.81$	0.79	75.66	0.75	86.70
$CH=-94.369 \cdot X_3 + 195.58$	0.80	74.12	0.74	88.42
$CH=-96.402 \cdot X_4 + 195.16$	0.79	74.94	0.83	74.85

Hasil pengembangan model menunjukkan bahwa pada saat periode training, koefisien korelasi antara curah hujan estimasi dengan curah hujan TRMM 3B43 adalah 0.92 dengan RMSE sebesar 47.77 mm sedangkan pada saat periode validasi menunjukkan nilai koefisien korelasi 0.89 dengan RMSE sebesar 60.33 mm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa performa model lebih baik dari model sebelumnya.

**Tabel 4.2** Performa model menggunakan metode regresi multi linier.

Formula	Training		Validasi	
	r	RMSE	r	RMSE
$CH = (35.13 \cdot X_1) + (-20.53 \cdot X_2) + (-28 \cdot X_3) + (-33.11 \cdot X_4) + (15.1 \cdot X_5) + (-54.48 \cdot X_6) + 191.7$	0.92	47.77	0.89	60.33

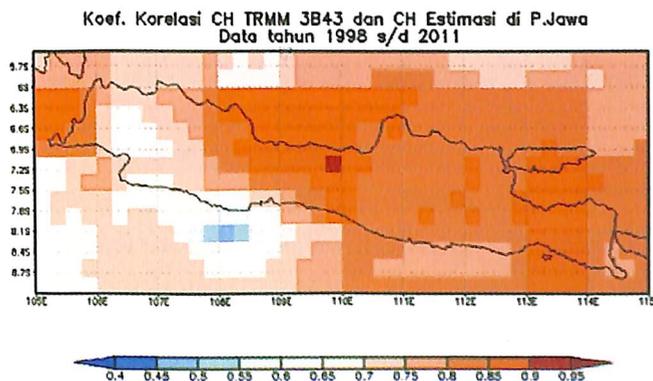
Performa model sudah dianggap sangat baik, karena pada saat periode training maupun validasi memiliki koefisien korelasi yang sangat kuat yaitu diatas 0.81 dan nilai RMSE dibawah nilai standar deviasinya. Selain memiliki performa model yang sangat baik, model yang telah dikembangkan ini juga mampu menggambarkan pola curah hujan TRMM 3B43 dengan baik seperti yang terlihat dalam Gambar 4.1. Model juga sudah mampu mengantisipasi kejadian ekstrem yang terjadi pada awal tahun 1998 (saat periode training) dan pertengahan 2010 (saat periode validasi).



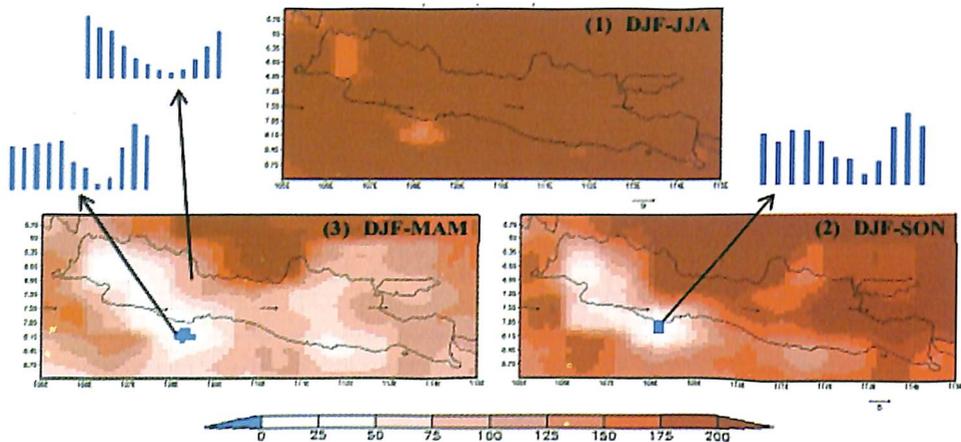
**Gambar 4.1** Time series CH TRMM3B43 dan CH estimasi

Hasil uji performa model secara spasial menunjukkan bahwa ternyata model tidak berlaku baik untuk seluruh wilayah Pulau Jawa. Analisis korelasi secara spasial menunjukkan bahwa jika model yang telah dibangun diterapkan untuk tiap-tiap wilayah di Pulau Jawa, maka terdapat sebagian wilayah yang memiliki koefisien korelasi antara curah hujan hasil estimasi dengan curah hujan TRMM 3B43 kurang dari 0.5 seperti yang terlihat dalam Gambar 4.2.

Setelah dilakukan analisis lebih lanjut, didapatkan bahwa wilayah yang memiliki korelasi rendah tersebut ternyata memiliki pola curah hujan yang berbeda dari wilayah Pulau Jawa lainnya. Berdasarkan analisis spasial data TRMM 3B43, diketahui bahwa wilayah-wilayah tersebut memiliki pola curah hujan yang cenderung kearah pola equatorial. Meskipun tidak terjadi di daratan, namun hal tersebut tetap dapat menjadi indikasi bahwa model menjadi lemah untuk wilayah-wilayah berpola curah hujan selain monsunal.



**Gambar 4.2** Koefisien korelasi antara hasil model dengan CH TRMM 3B43



**Gambar 4.3** Curah hujan DJF- JJA (1), DJF-MAM (2), DJF-SON (3) rata-rata tahun 1998 hingga 2012 di Pulau Jawa (Jika DJF-MAM dan DJF-SON bernilai (+) berarti monsunial, jika (-) berarti equatorial).

## 5 KESIMPULAN

Model yang telah dihasilkan memiliki performa yang lebih baik dari model sebelumnya karena memiliki nilai korelasi yang lebih tinggi terhadap data curah hujan TRMM 3B43 dan nilai RMSE-nya juga lebih kecil. Selain itu, model yang telah dihasilkan juga mampu mengikuti pola curah hujan TRMM3B43 dengan baik bahkan dalam kondisi yang ekstrem sekalipun.

Meskipun performa model yang dihasilkan sudah sangat baik dalam mengestimasi curah hujan di Pulau Jawa secara umum, namun jika diterapkan untuk masing-masing wilayah di Pulau Jawa dan sekitarnya, ternyata hasilnya ada yang kurang baik. Analisis spasial menunjukkan ada sebagian wilayah yang memiliki koefisien korelasi antara data estimasi dengan data TRMM 3B43 yang cukup kecil.

## DAFTAR RUJUKAN

- Al Farizy, N., 2012: Indonesia, antara negara agraris dan industri. <http://kem.ami.or.id/2012/03/indonesia-antara-negara-agraris-dan-industri/>. Diakses 6 Mei 2013.
- Aldrian, E., and Susanto, R. D., 2003: Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature. *Int. J. Climatol.*, vol.23, 1435-1452.

- Bandyopadhyay, G., \_\_: The prediction of Indian monsoon rainfall: A regression approach. [http://www-personal.umich.edu/~copyrgh/image/solstice/sum07/Solstice\\_GoutamiED.pdf](http://www-personal.umich.edu/~copyrgh/image/solstice/sum07/Solstice_GoutamiED.pdf). Diakses 6 Mei 2013
- Hermantoro, 2007: Kajian pengelolaan air irigasi dan penentuan tanggal tanam palawija menggunakan software cropwat di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Agroteknos*, vol. III no.2 tahun 2007.
- Hermawan, E., Visa, J., Trismidianto, Krismianto, Fathrio, I., 2010: Pengembangan expert system berbasis indeks ENSO, DMI, Monsun, dan MJO untuk penentuan awal musim. *Laporan Akhir Prog. Riset DIKTI 2010*.
- Kadel, I., 2012: Statistical prediction of seasonal rainfall in Nepal. APEC Climate Center.
- Kajikawa, Y., B. Wang and J. Yang, 2009: A multi-time scale Australian monsoon index, *Int. J. Climatol*, doi: 10.1002/joc.1955.
- Marjuki, 2011: Model Prediksi Awal Musim Hujan di Pulau Jawa dengan menggunakan Informasi Suhu Muka Laut di Kawasan Pasifik dan India. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Munot, A.,A., Kumar, K.,K., 2007: Long range prediction of Indian summer monsoon rainfall, *J. Earth Syst. Sci.*, Vol.116 , No. 1, 73-79.
- Sudjana, 1996: Teknik Analisis Regresi dan Korelasi. Penribit Tarsito. Bandung.
- Thapliyal V., and Rajeevan M., 2003: Monsoon Prediction. *Encyclopedia of Atmospheric Science*. Elsevier Science Ltd.
- Tjasyono, B., 1997: Mekanisme fisis pra, selama, dan pasca El-Nino. Paper disajikan pada Workshop Kelompok Peneliti Dinamika Atmosfer, 13-14 Maret.
- Wang, B., R. Wu, K.-M. Lau, 2001: Interannual variability of Asian summer monsoon: Contrast between the Indian and western North Pacific-East Asian monsoons. *J. Climate*, vol.14, 4073-4090.
- Webster, P. J. and S. Yang, 1992: Monsoon and ENSO: Selectively interactive systems. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, vol. 118, 877-926.