

PEMANFAATAN CITRA MTSAT-2R, TRMM-2A12, DAN ASTER GDEM-2 UNTUK ESTIMASI CURAH HUJAN DI JAWA BAGIAN TENGAH

Hamim Zaky Hadibasyir
hamim.zaky.h@mail.ugm.ac.id

Hartono
hartono.geografi@geo.ugm.ac.id

Abstract

The purposes of research are to study relationship of MTSAT-derived cloud top temperature (CTT) and TRMM-derived rainfall for acquiring MTSAT-TRMM rainfall estimation, to derive topographical variabel from ASTER GDEM-2 using zonal analysis for enhancing rainfall estimation, to know topographical variabel that can enhance the rainfall estimation, to estimate rainfall using stepwise linear regression by combining topographical variabel, and to study rainfall distribution in the peak of rainy season. Research shows that MTSAT-derived CTT with TRMM-derived rainfall has an inverse-exponential relationship. Southward slope proportion derived from ASTER GDEM-2 using zonal analysis enhances the rainfall estimation in February. Rainfall estimation using modified stepwise regression performed better than ordinary MTSAT-TRMM derived rainfall which was proven by lower RMSE. Low rainfall was distributed in southeastern part, medium rainfall was distributed from south to northeastern part, and high until very high rainfall was distributed in central and northern part of study area.

Keywords : MTSAT-2R, TRMM-2A12, ASTER GDEM-2, rainfall, stepwise linear regression

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengkaji hubungan suhu puncak awan (SPA) dari MTSAT-2R dengan curah hujan (CH) dari TRMM-2A12 supaya menghasilkan CH estimasi MTSAT-TRMM, menurunkan variabel topografi yang dapat menunjang estimasi CH dari ASTER GDEM-2 menggunakan analisis zona, mengetahui variabel topografi yang menunjang estimasi CH, mengestimasi CH menggunakan regresi linier stepwise dengan mengikutsertakan variabel topografi, dan mengkaji distribusi CH pada puncak musim hujan. Hasil penelitian menunjukkan hubungan berkebalikan eksponensial antara SPA dengan CH dari TRMM-2A12. Proporsi lereng menghadap selatan yang diturunkan dari ASTER GDEM-2 dengan teknik analisis zona dapat menunjang estimasi CH Februari 2014. Estimasi CH dengan regresi stepwise modifikasi memiliki nilai keakuratan yang lebih tinggi dibandingkan dengan CH estimasi MTSAT-TRMM tanpa regresi stepwise modifikasi yang dibuktikan dengan lebih rendahnya nilai rerata RMSE. CH rendah terdistribusi di bagian tenggara, CH sedang terdistribusi di bagian selatan hingga timur laut, CH tinggi hingga sangat tinggi terdistribusi di bagian tengah dan utara wilayah kajian.

Kata kunci : MTSAT-2R, TRMM-2A12, ASTER GDEM-2, curah hujan, regresi linier stepwise

PENDAHULUAN

Peran hujan yang sangat banyak dalam berbagai aspek kehidupan dan variabilitasnya yang tinggi menyebabkan dibutuhkan data mengenai curah hujan (CH) yang memadai. Pengukuran secara *in situ* yang dilakukan oleh berbagai instansi pemerintah belum mampu menyediakan data curah hujan secara memadai yang disebabkan oleh jumlah penakar hujan yang tidak mencukupi, jaring-jaring penakar hujan yang kurang rapat, kesulitan menempatkan penakar hujan pada area yang memadai, gangguan angin lokal, dan proses *updraft* (Tjasyono, 2003). Hal ini diperburuk oleh adanya kesalahan karena alat (*instrumental error*) dan kesalahan yang berhubungan dengan cara pengambilan sampel atau disebut *sampling error* (Asdak, 2010).

Adanya citra TRMM-2A12 yang mampu memberikan data mengenai besarnya curah hujan dalam satuan mm/jam sebanyak satu hingga dua kali perekaman dalam sehari untuk wilayah yang sama dan citra MTSAT-2R yang mampu memberikan data mengenai kondisi suhu kecerahan objek-objek di bumi atau dekat permukaan bumi (suhu puncak awan/SPA). Integrasi antara data CH dari TRMM-2A12 dan SPA dari MTSAT-2R mampu digunakan sebagai alternatif penyediaan data CH dengan resolusi spasial dan temporal yang tinggi. Selain itu, citra ASTER GDEM-2 yang memberikan informasi kondisi permukaan bumi dalam bentuk *digital surface model* (DSM) dapat digunakan untuk menurunkan data-data mengenai topografi seperti elevasi, kemiringan lereng, dan arah hadap lereng. Kemampuan CH estimasi dari pengideraan jauh memungkinkan untuk ditingkatkan kemampuannya apabila diintegrasikan dengan variabel topografi menggunakan regresi linier *stepwise* (Yin, dkk., 2004).

Jawa bagian tengah yang terdiri atas Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta menarik untuk dijadikan lokasi kajian estimasi curah hujan yang berkaitan dengan topografi karena reliefnya yang bervariasi. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk 1) melakukan estimasi CH melalui data SPA dari MTSAT-2R dan CH dari TRMM-2A12, 2) mengintegrasikan CH estimasi MTSAT-TRMM dengan variabel topografi (elevasi, kemiringan lereng, arah hadap lereng) dari ASTER GDEM-2 menggunakan regresi linier *stepwise*, 3) mengkaji distribusi hujan periode Desember 2013, Januari 2014, dan Februari 2014.

METODE PENELITIAN

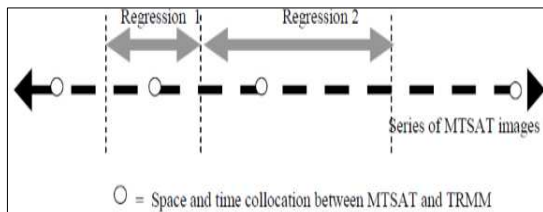
Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra MTSAT-2R, TRMM-2A12, ASTER GDEM-2, peta batas administrasi format *.shp dari Badan Informasi Geospasial, data CH bulanan (Desember 2013, Januari 2014, Februari 2014) dari stasiun hujan. Alat yang digunakan yaitu laptop, *printer*, *scanner*, dan *software* ArcGIS 9.3, SPSS 16, Ilwis 3.7, Curve Expert 1.4. Adapun tahapan penelitian sebagai berikut :

a. Pembuatan Peta CH Estimasi MTSAT-TRMM dari MTSAT-2R dan TRMM-2A12

Citra TRMM-2A12 memuat data tentang intensitas hujan (mm/jam) yang dalam sehari merekam wilayah yang sama sebanyak 1-2 kali sehari. Citra MTSAT-2R memuat data SPA dengan resolusi temporal 1 jam. Oleh karena itu diperlukan pembuatan persamaan regresi yang nantinya dapat diterapkan pada SPA MTSAT-2R setiap jamnya sehingga didapat peta CH estimasi dari MTSAT-TRMM. Adapun hubungan yang dibentuk yaitu model eksponensial $y=ae^{(b/x)}$ dengan y sebagai intensitas hujan (mm/jam) dari TRMM-2A12, a sebagai konstanta regresi, b sebagai *slope* regresi, e sebagai

bilangan natural, dan x sebagai SPA dari MTSAT-2R (Maathuis, 2012). Pembuatan model regresi dilakukan pada waktu dimana terdapat kolokasi ruang dan waktu antara citra MTSAT-2R dengan TRMM-2A12. Guna meningkatkan nilai korelasi antara SPA dari MTSAT-2R dengan CH dari TRMM-2A12 maka digunakanlah teknik perataan 1 K seperti yang dilakukan oleh Maathuis (2012).

Model regresi dari SPA dengan CH adalah persamaan empiris sehingga harus senantiasa diperbarui dengan persamaan empiris yang lebih aktual. Adapun batasan persamaan regresi layak digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jangka waktu persamaan regresi layak digunakan (Suseno, 2009)

Model regresi antara SPA dari MTSAT-2R dan curah hujan dari TRMM-2A12 hanya diterapkan pada piksel-piksel awan yang mempunyai potensi untuk menurunkan hujan. Hal tersebut dilakukan karena tidak semua awan yang terekam pada citra MTSAT-2R berpotensi menurunkan hujan. Adapun formula yang digunakan (Kidder, dkk., 2005) yaitu:

$$\text{Awan Potensi Hujan} = \text{IR1-IR3} < 11 \text{ K} \dots(1)$$

Setelah diterapkan pada seluruh waktu pengamatan, didapatkanlah CH estimasi MTSAT-TRMM per jam. Data curah hujan per jam tersebut selanjutnya diagregasikan sehingga menjadi data CH MTSAT-TRMM estimasi bulanan (bulan Desember 2013, Januari-Februari 2014) dan musiman (agregasi antara bulan Desember 2013, Januari-Februari 2014).

b. Pemilihan Sampel Stasiun Hujan

Stasiun hujan yang dijadikan sampel dibagi menjadi dua jenis. Pertama digunakan untuk membangun model regresi linier *stepwise* (50 stasiun) dan yang kedua digunakan sebagai stasiun untuk menguji akurasi (30 stasiun). Stasiun hujan yang telah terpilih menjadi stasiun untuk membangun model tidak akan dilibatkan menjadi stasiun untuk menguji akurasi, begitu pula sebaliknya sehingga stasiun-stasiun dari dua jenis sampel tersebut tidak identik satu sama lain.

c. Penurunan Variabel Topografi Dari ASTER GDEM 2

Variabel topografi diturunkan dari ASTER GDEM 2 menggunakan teknik statistik zona dilakukan guna menghasilkan peta rerata elevasi dan kemiringan lereng sedangkan teknik tabulasi area dilakukan guna menghasilkan peta proporsi arah hadap lereng. Variabel topografi dibuat dengan resolusi spasial yang sama dengan MTSAT-2R (4 km) sehingga dapat dilakukan proses integrasi. Dalam setiap piksel luasan area 4 km tersebut terdapat nilai rerata elevasi (mdpal), rerata kemiringan lereng (% dan derajat), dan proporsi arah hadap lereng yang terdiri atas utara (0° - $22,5^{\circ}$ atau $337,5^{\circ}$ - 360°), timur laut ($22,5^{\circ}$ - $67,5^{\circ}$), timur ($67,5^{\circ}$ - $112,5^{\circ}$), tenggara ($112,5^{\circ}$ - $157,5^{\circ}$), selatan ($157,5^{\circ}$ - $202,5^{\circ}$), barat daya ($202,5^{\circ}$ - $247,5^{\circ}$), barat ($247,5^{\circ}$ - $292,5^{\circ}$), barat laut ($292,5^{\circ}$ - $337,5^{\circ}$).

d. Estimasi CH Menggunakan Regresi Linier *Stepwise*

Setelah mendapatkan CH MTSAT-TRMM estimasi (bulanan dan musiman), pengolahan citra ASTER GDEM 2 (untuk mengekstraksi variabel-variabel yang berkaitan dengan topografi), pemilihan stasiun hujan sampel untuk membangun model maka

langkah selanjutnya yaitu membuat model estimasi curah hujan bulanan dan musiman dengan mengintegrasikan variabel topografi menggunakan regresi linier *stepwise*. Pemilihan metode regresi linier *stepwise* didasarkan atas banyaknya variabel independen yang diduga mempengaruhi variabel dependen namun masing-masing belum diketahui tingkat korelasinya secara parsial dengan variabel dependen sehingga perlu dilakukan seleksi terhadap variabel-variabel independen yang benar-benar memiliki korelasi tinggi dengan variabel dependen (Quadratullah, 2013).

Model estimasi curah hujan nantinya berupa persamaan matematis yang memuat berbagai koefisien variabel independen guna mengestimasi nilai variabel dependen (curah hujan estimasi), baik secara bulanan maupun musiman. Variabel dependennya yaitu CH stasiun hujan (bulanan dan musiman), sedangkan variabel independen yang diduga dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel independen yang digunakan

No	Nama Variabel	Keterangan
1	CH_MTSAT_TRMM	CH estimasi dari MTSAT dan TRMM
2	Mean_elev(mdpal)	Rerata elevasi
3	Mean_slpprs (%)	Rerata kemiringan lereng
4	Mean_slpdgr (°)	Rerata kemiringan lereng
5	Utara (%)	Proporsi lereng utara
6	Timurlaut (%)	Proporsi lereng timurlaut
7	Timur (%)	Proporsi lereng timur
8	Tenggara (%)	Proporsi lereng tenggara
9	Selatan (%)	Proporsi lereng selatan
10	Baratdaya (%)	Proporsi lereng baratdaya
11	Barat (%)	Proporsi lereng barat
12	Baratlaut (%)	Proporsi lereng barat laut
13	Datar (%)	Proporsi lereng yang datar

e. Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan pada CH estimasi MTSAT-TRMM (tanpa regresi linier *stepwise* dengan variabel topografi) dan pada CH estimasi hasil dari penerapan regresi linier *stepwise* terhadap data curah hujan dari stasiun yang telah terpilih sebagai stasiun sampel untuk uji akurasi,

pada bulan Desember 2013, Januari-Februari 2014, dan musiman (agregasi Desember, Januari, dan Februari). Adapun rumus yang digunakan yaitu *Root Mean Square Error* (RMSE) sebagai berikut (Stanski, dkk., 1989) :

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^N (E_i - O_i)^2 \right]}$$

Skor sempurna = 0(2)

N adalah jumlah data, E_i adalah nilai CH estimasi, sedangkan O_i adalah CH observasi dari stasiun hujan.

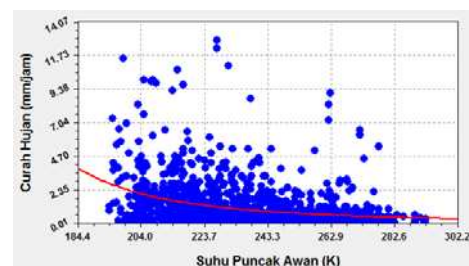
f. Analisis Distribusi CH

Setelah didapatkan CH estimasi dari MTSAT-TRMM dan CH estimasi hasil regresi linier *stepwise* serta dilakukan uji akurasi, maka dilakukan analisis distribusi CH estimasi dari hasil estimasi yang lebih baik diantara kedua jenis estimasi yang dilakukan. Analisis dilakukan untuk periode bulanan maupun musiman.

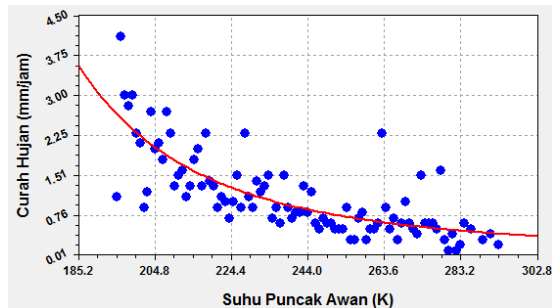
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. CH Estimasi MTSAT-TRMM

Hubungan antara SPA dari MTSAT dengan CH dari TRMM (tanpa perataan 1 K) dapat dilihat pada Gambar 2 sedangkan hasil perataan 1 K dapat dilihat pada Gambar 3. Terlihat bahwa korelasi meningkat drastis setelah dilakukan perataan 1 K. Hubungan antara SPA dari MTSAT dengan CH dari TRMM adalah berkebalikan eksponensial.



Gambar 2. Hubungan SPA dengan CH (tanpa perataan) dengan $r = -0,32$



Gambar 3. Hubungan SPA dengan CH (perataan 1 K) dengan $r = -0,77$

b. CH Estimasi Hasil Regresi Linier Stepwise

Hasil uji regresi untuk menghasilkan CH regresi linier *stepwise* dengan variabel dependen berupa CH stasiun hujan dan variabel independen berupa CH estimasi MTSAT-TRMM, rerata elevasi, rerata kemiringan lereng, proporsi arah hadap lereng dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji regresi linier *stepwise*

No	Periode	Variabel Bebas Terpilih*	Std Error of Estimate (mm)	STDEV CH stasiun hujan (mm)	Sig. ANOVA	r	R ²
1	Desember	-	-	188	-	-	-
2	Januari	MTSAT_TRMM_JAN14	251	352	0	0,709	0,503
3	Februari	Selatan	170	190	0,006	0,386	0,149
4	Musiman	MTSAT_TRMM_DJF	474	533	0	0,475	0,226
Persamaan regresi linier <i>stepwise</i> :							
Desember2013 = tidak ada							
Januari2014 = - 454,579 + 1,623*(MTSAT_TRMM_JAN14)							
Februari2014 = 527,124 - 15,674*(Selatan)							
MusimanDJF = - 1215,951 + 1,532*(MTSAT_TRMM_DJF)							
*Derajat kepercayaan yang digunakan adalah 95%							

Pada bulan Desember tidak ada variabel yang mempengaruhi variabel dependen dalam taraf 95%. Adapun pada bulan Februari ditemukan bahwa CH estimasi MTSAT-TRMM tidak signifikan pengaruhnya. Oleh karena itu, CH estimasi MTSAT-TRMM tetap dimasukkan pada model regresi bulan Desember dan Februari. Hal tersebut dilakukan karena pada dasarnya hujan turun dari awan dan kondisi perawanan itu sendiri direpresentasikan melalui CH estimasi MTSAT-TRMM. Hasil uji regresi *stepwise* modifikasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji regresi *stepwise* modifikasi

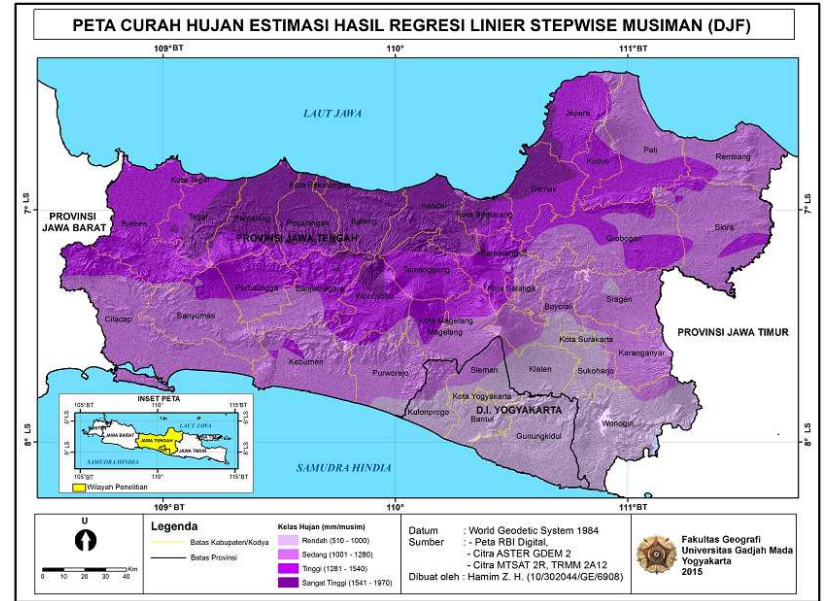
No	Periode	Variabel Bebas	Std Error of Estimate (mm)	STDEV CH stasiun hujan (mm)	Sig. ANOVA	r	R ²
1	Desember	MTSAT_TRMM_DES13	190	188	0,697	0,057	0,003
2	Januari	MTSAT_TRMM_JAN14	251	352	0	0,709	0,503
3	Februari	MTSAT_TRMM_FEB14, Selatan	175	190	0,006	0,440	0,193
4	Musiman	MTSAT_TRMM_DJF	474	533	0	0,475	0,226
Persamaan regresi linier <i>stepwise</i> dengan modifikasi:							
Desember2013 = 310,154 + 0,160*(MTSAT_TRMM_DES13)							
Januari2014 = - 454,579 + 1,623*(MTSAT_TRMM_JAN14)							
Februari2014 = 350,176 + 0,504*(MTSAT_TRMM_FEB14) - 16,352*(Selatan)							
MusimanDJF = - 1215,951 + 1,532*(MTSAT_TRMM_DJF)							

Model regresi *stepwise* modifikasi pada bulan Desember tidak layak digunakan karena nilai Sig. ANOVA bernilai $> 0,05$ dan nilai *standard error of estimate* yang lebih dari standar deviasinya sedangkan model regresi bulan Januari, Februari, dan musiman layak digunakan. Kemampuan model regresi dalam menggambarkan variabilitas variabel dependen dapat dianalisis berdasarkan nilai R².

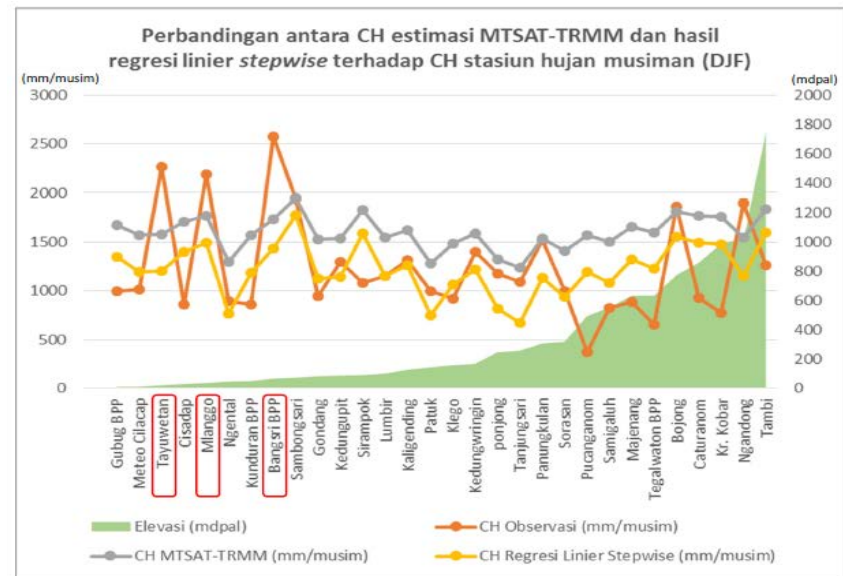
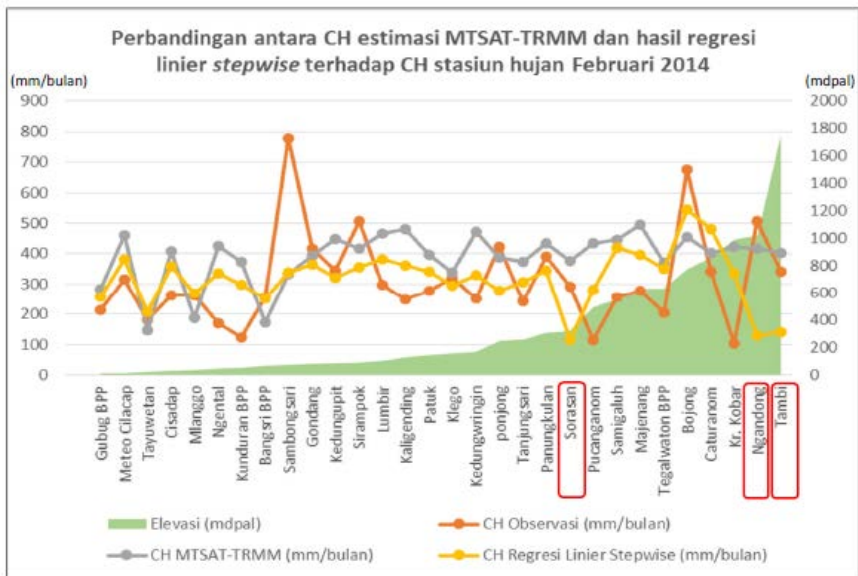
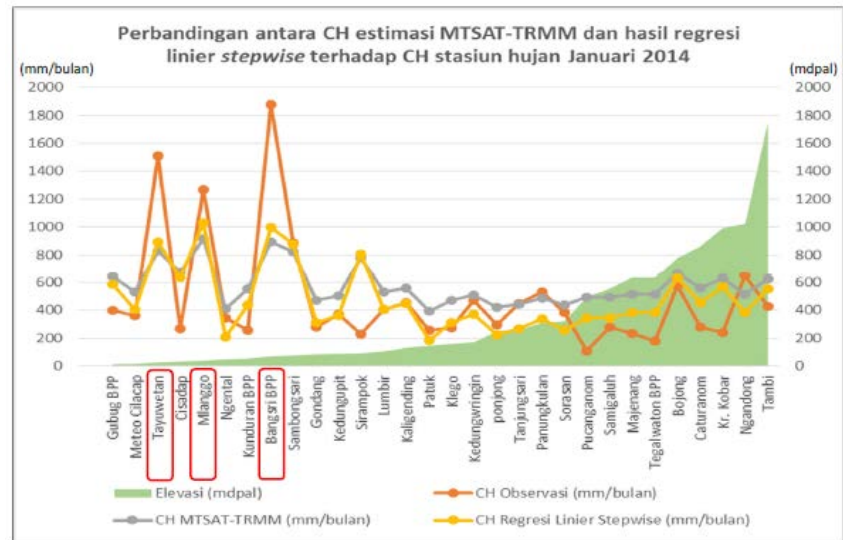
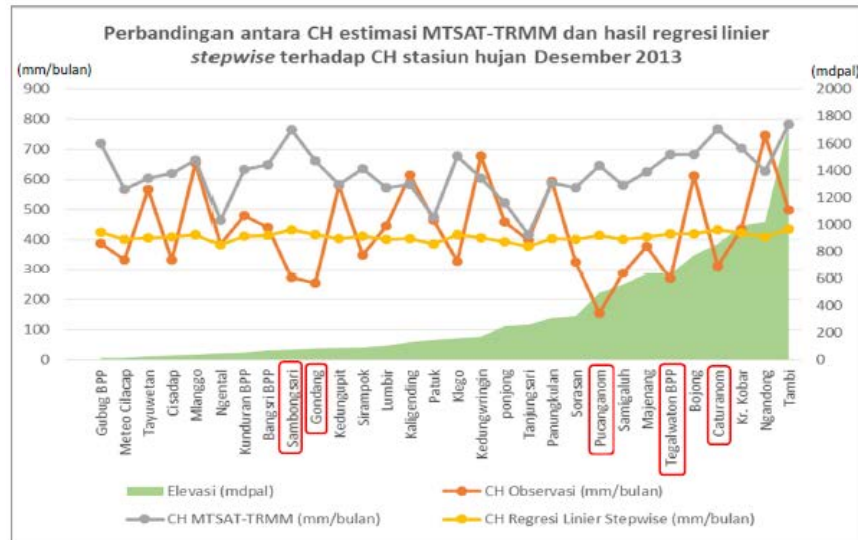
Nilai R² Desember hanya sebesar 0,3% sehingga dapat dikatakan model regresi hanya mampu menggambarkan variabilitas variabel dependen sebesar 0,3% sedangkan yang 99,7% dipengaruhi oleh variabel lain di luar model regresi. Adapun untuk bulan Januari, Februari, musiman dapat dilihat bahwa model regresi mampu menggambarkan variabilitas dari variabel dependen yang dalam hal ini adalah CH stasiun hujan sebesar 50,3%; 19,3%; 22,6% berturut-turut. Peta CH estimasi hasil regresi *stepwise* modifikasi dapat dilihat pada Gambar 4.

c. Uji Akurasi

Hasil uji akurasi dapat dilihat pada Gambar 5. Rerata RMSE dari CH estimasi MTSAT-TRMM adalah 204, 243, 147, 518 untuk periode Desember, Januari, Februari, dan musiman secara berturut-turut. Adapun rerata RMSE dari CH regresi *stepwise* modifikasi sebesar 72, 190, 124, 400 untuk periode yang sama secara berturut-turut.



Gambar 4. Peta CH estimasi hasil regresi modifikasi Desember, Januari, Februari, dan musiman



Gambar 5. Hasil uji akurasi Desember, Januari, Februari, dan musiman

Pada semua periode, terlihat bahwa rerata RMSE CH regresi *stepwise* modifikasi memiliki nilai yang lebih rendah dibanding rerata RMSE CH estimasi MTSAT-TRMM. Hal tersebut menunjukkan bahwa keakuratan CH regresi *stepwise* modifikasi lebih tinggi daripada CH estimasi MTSAT-TRMM.

Nilai *overestimate* pada beberapa pengamatan dapat disebabkan oleh banyaknya awan potensi hujan hasil algoritma Kidder, dkk. (2005) yang belum berpotensi menurunkan hujan namun sudah diidentifikasi sebagai awan berpotensi hujan. Hal ini telah dibuktikan oleh Suseno (2009) yang menunjukkan bahwa CH estimasi MTSAT-TRMM memiliki nilai *probability of detection* yang tinggi tetapi juga memiliki nilai *false alarm ratio* yang tinggi. Adapun nilai *underestimate* pada beberapa pengamatan dapat disebabkan oleh adanya hujan deras dengan durasi singkat (kurang dari 1 jam) sehingga penakar hujan tetap dapat merekam dengan baik namun MTSAT-2R gagal merekamnya karena resolusi temporalnya 1 jam.

d. Distribusi CH

Analisis distribusi CH dilakukan berdasarkan CH estimasi regresi *stepwise* modifikasi yang notabeneanya memiliki akurasi yang lebih tinggi dibanding CH estimasi MTSAT-TRMM. Pada Desember 2013, curah hujan hanya terdiri atas kelas tinggi dan sangat tinggi. Kelas tinggi cenderung terdapat di bagian selatan wilayah penelitian meliputi sebagian besar wilayah Wonogiri, Provinsi D.I. Yogyakarta, Kebumen, Purworejo, dan sebagian kecil Cilacap. Adapun kelas tinggi zona utara yang terdapat di sebagian Rembang. Selebihnya curah hujan termasuk kelas sangat tinggi.

Pada Januari 2014, curah hujan kelas sedang cenderung dominan pada bagian tenggara wilayah penelitian

meliputi Wonogiri, Sukoharjo, Karanganyar, Klaten, dan Provinsi D.I. Yogyakarta. Adapun curah hujan kelas tinggi terdapat di sebelah barat dan utara zona hujan kelas sedang dan ditambah dengan yang berada di bagian barat wilayah penelitian, tepatnya di rangkaian Pegunungan Serayu Selatan. Seperti pada periode Desember 2013, pada periode Januari 2014 curah hujan dominan kelas sangat tinggi.

Pada Februari 2014, curah hujan terdiri atas kelas 5 kelas yaitu di bawah nol, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Curah hujan sangat tinggi terdapat di bagian tengah wilayah penelitian sisi utara yang berupa rangkaian perbukitan dan pegunungan. Adapun curah hujan kelas sedang dan tinggi memiliki distribusi yang cukup merata hampir di seluruh bagian wilayah penelitian.

Curah hujan rendah banyak mendominasi zona tengah yang lerengnya menghadap ke selatan. Hal ini terjadi karena berdasarkan model regresi linier *stepwise* Februari 2014, proporsi arah hadap lereng selatan memiliki hubungan berbanding terbalik dengan curah hujan sehingga tempat yang dominan menghadap selatan akan memiliki curah hujan rendah. Curah hujan bernilai negatif dijumpai di lereng selatan Gunung Slamet dan Gunung Ungaran. Kesalahan estimasi tersebut dapat terjadi karena masih kurang kuatnya korelasi yang ditimbulkan (-0,386) sehingga masih kurang mampu menggambarkan variabilitas curah hujan aktual dengan cukup baik.

Pada periode musiman (puncak musim hujan), curah hujan rendah terdistribusi di bagian tenggara wilayah kajian sedangkan curah hujan kelas sedang terdistribusi di bagian selatan mulai dari Cilacap hingga Magelang dan di bagian timur yang meliputi Pati, Rembang, Blora, Sragen, Grobogan, dan Karanganyar. Curah hujan kelas tinggi

dan sangat tinggi mendominasi pada bagian utara wilayah kajian mulai dari Pematang hingga utara Demak dan juga pada zona tengah wilayah penelitian yang memiliki relief berbukit dan bergunung.

Efek orografis yang terlihat mencolok terdapat di sekitar Gunung Muria dimana sebelah barat laut hingga selatannya memiliki curah hujan lebih tinggi dibandingkan dengan yang terdapat di sisi timur. Berdasarkan kondisi angin, pada bulan Desember, Januari, Februari bertiup angin muson barat di Pulau Jawa. Dengan demikian hal tersebut dapat menjadi sebab Kabupaten Jepara dan Kudus cenderung menjadi wilayah tangkapan hujan sedangkan Kabupaten Pati sebagai bayangan hujan.

Pada puncak musim hujan terlihat bahwa curah hujan di zona utara wilayah kajian cenderung memiliki curah hujan yang relatif lebih tinggi dibanding zona selatan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh dua hal. Pertama, yaitu morfologi garis pantai di utara cenderung berbentuk cekung. Menurut Prawiwardoyo (1996) garis pantai yang cekung dapat memperkuat konvergensi angin darat. Konvergensi angin darat yang kuat tersebut dapat memungkinkan terjadinya kondisi perawanan di sisi utara yang lebih intensif dibandingkan zona selatan yang garis pantainya cenderung tidak berbentuk cekung. Alasan kedua yaitu zona utara merupakan dilewati jalur pantai utara yang notabeneanya menghubungkan kota-kota besar di Jawa. Adanya jalur pantura tersebut mengakibatkan perkembangan lahan terbangun dan aktivitas transportasi di zona utara lebih intensif dibandingkan zona selatan.

Intensifnya perkembangan lahan terbangun dapat mengakibatkan rendahnya nilai albedo sehingga banyak radiasi matahari yang diserap oleh permukaan sehingga proses pengangkatan

konvektif di zona utara lebih intensif dibandingkan zona selatan. Konvergensi yang diperkuat oleh angin darat pada garis pantai berbentuk cekung dan aktivitas konvektif yang intensif sebagai akibat dari perkembangan lahan terbangun dapat menyebabkan zona utara wilayah penelitian memiliki kondisi perawanan yang lebih intensif dan berimplikasi pada tingginya curah hujan.

Hubungan antara curah hujan dengan arah hadap lereng (yang dalam hal ini berkaitan dengan arah angin) dan elevasi cenderung belum terlihat dengan jelas. Alasan yang memungkinkan dapat terjadinya kondisi yang demikian yaitu karena durasi penelitian yang cukup singkat (3 bulan) dan resolusi hujan estimasi yang relatif kasar (4 km).

KESIMPULAN

1. SPA dari MTSAT-2R dengan CH dari TRMM-2A12 yang diregresikan secara non linier menghasilkan hubungan yang berbanding terbalik eksponensial. Adapun teknik agregasi nilai SPA sebesar 1 K dapat meningkatkan nilai korelasi. Persamaan hubungan yang diperoleh dapat digunakan untuk menghasilkan CH estimasi MTSAT-TRMM bulanan dan musiman.
2. Variabel topografi yang memenuhi tingkat signifikansi untuk menunjang proses estimasi CH menggunakan model regresi linier *stepwise* hanya proporsi arah hadap lereng di bulan Februari 2014. Pada periode Januari dan musiman bukan variabel topografi yang memenuhi tingkat signifikansi untuk masuk ke dalam model regresi linier *stepwise*, melainkan CH estimasi MTSAT-TRMM sedangkan pada periode Desember 2013 tidak ada variabel yang memenuhi tingkat signifikansi untuk masuk ke model regresi linier *stepwise*. Pada semua periode, terlihat bahwa rerata RMSE CH regresi *stepwise* modifikasi memiliki nilai yang

lebih rendah dibanding rerata RMSE CH estimasi MTSAT-TRMM.

3. Pada periode puncak musim hujan (agregasi Desember, Januari, Februari) CH rendah terdistribusi di bagian tenggara, CH sedang terdistribusi di bagian selatan hingga timur laut, CH tinggi hingga sangat tinggi terdistribusi di bagian tengah dan utara wilayah Jawa bagian tengah.

DAFTAR PUSTAKA

Asdak, Chay. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

Kidder, S.Q., Kankiewicz, J.A., dan Eis, K.E. 2005. *Meteosat Second Generation Cloud Algorithms for Use at AFWA*. Diakses 10 Agustus 2014 dari

http://cat.cira.colostate.edu/kidder/BACIMO_2005.pdf

Maathuis, B.H.P. 2012. *From Cloud Top Temperature to Rainfall : Blending MSG and TRMM*. Diakses 20 Februari dari 2015, dari

<http://www.itc.nl/Pub/WRS/WRS-GEONETCast/Application-manual.html>

Prawiwardoyo, Susilo. 1996. *Meteorologi*. Bandung : Penerbit ITB.

Qudratullah, M.F. 2013. *Analisis Regresi Terapan*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.

Stanski, H.R., Wilson, L.J., dan Burrows, W.R. 1989. *Survey of Common Verification Method in Meteorology*. Ontario : Atmospheric Environment Service.

Suseno, Dwi Prabowo Yuga. 2009. *Geostationary Satellite Based Rainfall Estimation for Hazard*

Studies and Validation : A Case Study of Java Island, Indonesia; Tesis. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM.

Tjasyono, Bayong. 2003. *Geosains*. Bandung : Penerbit ITB.

Yin, Z.-Y., X. Liu, X. Zhang, dan C.-F. Chung .2004. Using a geographic information system to improve Special Sensor Microwave Imager precipitation estimates over the Tibetan Plateau. *Journal of Geophysical Research*, 109. Diakses 22 April 2014, dari <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2003JD003749/pdf>