

**ESTIMASI CURAH HUJAN MENGGUNAKAN
CITRA MODIS
DI SEBAGIAN DAERAH JAWA TENGAH**

Fahrudin Indra Buana
fahrudinindrabuana@gmail.com

Hartono
hartono_ge@ugm.co.id

Abstract

Remote sensing nowadays can be used to obtain a continuous rainfall data since thermal infrared sensor and visible light sensor which can be used to determine cloud peak temperature is available. This research has two purposes. First, estimating the rainfall by analyzing clouds surface temperature and clouds Albedo. Second, knowing the accuracy of rainfall data which was intercepted from MODIS imagery with reference rainfall data. Finding the value of rainfall estimation from MODIS imagery was done by calculating clouds surface temperature from channel 31 and 32, while clouds Albedo value was calculated by using channel 1,3 and 4. Rainfall values which was obtained from MODIS imagery were mostly below the value of reference rainfall data. The accuracy of estimation data varies at each observation points. Therefore additional parameter and data such as rain hours, pressure, and wind speed and direction data will be needed for the upcoming research

Keywords : estimation, rainfall, MODIS

Abstrak

Perkembangan ilmu penginderaan jauh yang semakin cepat dapat dipergunakan untuk memperoleh data curah hujan secara kontinyu karena tersedianya fasilitas sensor inframerah termal dan sensor sinar tampak, untuk menentukan Suhu Puncak Awan dan Albedo Awan. Tujuan penelitian ini adalah mengestimasi curah hujan dengan analisis Suhu Permukaan Awan dan albedo awan, (2) Mengetahui tingkat keakuratan data curah hujan yang disadap dari citra MODIS dengan data curah hujan acuan. Untuk mencari nilai curah hujan hasil estimasi dari citra MODIS dilakukan dengan menghitung besarnya Suhu Permukaan Awan memanfaatkan kanal 31 dan 32 dan menghitung besarnya nilai Albedo Awan dengan memanfaatkan kanal 1, 3 dan 4. Nilai curah hujan yang dihasilkan dari data citra MODIS kebanyakan dibawah nilai data curah hujan acuan. Data hasil estimasi memiliki tingkat keakuratan yang beragam di setiap titik pengamatannya, sehingga untuk penelitian selanjutnya diperlukan parameter dan data tambahan seperti data jam terjadinya hujan, data tekanan, kecepatan dan arah angin.

Kata kunci : estimasi, curah hujan, MODIS

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan air merupakan hal yang sangat penting bagi kelangsungan kehidupan di muka bumi. Keberadaan air di bumi berkaitan erat dengan siklus hidrologi yang merupakan proses perubahan wujud bentuk air, proses perubahan tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor-faktor tersebut antara lain adalah kondisi meteorologi, topografi dan letak suatu tempat di permukaan bumi.

Selain sangat bermanfaat hujan juga menjadi ancaman munculnya bencana alam yang besar seperti banjir, tanah longsor, kekeringan hal ini selain dikarenakan akibat adanya pengaruh morfometri daerah aliran sungai (DAS), topografi, vegetasi, geomorfologi, kondisi iklim secara global seperti munculnya *La-Nina* juga dikarenakan curah hujan yang terlalu tinggi sehingga tanah tidak mampu menyerap air dan menimbulkan aliran limpasan yang tinggi, oleh sebab itu penyediaan data curah hujan baik historis maupun *realtime* menjadi sangat penting untuk berbagai perencanaan pembangunan dan antisipasi penanggulangan bencana. Berkaitan dengan penyediaan data hujan yang masih sulit dan terbatas data penginderaan jauh akan sangat bermanfaat sebagai alternatif untuk mendapatkan data curah hujan dikarenakan data penginderaan jauh memiliki lingkup liputan yang cukup luas dalam menyadap fenomena di muka bumi dan resolusi yang tinggi.

Citra satelit yang digunakan merupakan citra MODIS (*moderate resolution imaging spectroradiometer*) merupakan sensor yang dimaksudkan untuk menyediakan data darat, laut, dan atmosfer secara berkesinambungan sehingga kegunaan MODIS untuk kajian meteorologi sangat beragam. Untuk kajian meteorologi sensor MODIS dapat menyadap berbagai kenampakan seperti halnya pola pergerakan awan, pertumbuhan awan, luasan awan,

suhu permukaan awan. Hal ini menjadikan sensor MODIS memiliki beberapa keunggulan dalam kajian meteorologi antara lain yaitu, resolusi temporal dari satelit AQUA dan TERRA yang meliputi daerah yang sama setiap dua hari sekali (daerah dibawah lintang 30^0), sehingga monitoring akan mudah dilakukan dengan data dari sensor ini dikarenakan datanya yang terus *ter-update* selain itu cakupan wilayah yang dapat direkam juga sangat luas sekitar 2330 Km (Mustafa, 2004).

Penelitian ini bertujuan untuk estimasi curah hujan yang terjadi dengan analisis suhu permukaan awan, dan nilai albedo dan untuk mengetahui tingkat keakuratan data curah hujan yang disadap dari citra MODIS dengan data curah hujan acuan (data curah hujan Dinas Pertanian).

METODE PENELITIAN

a. Bahan

1. Citra TERRA MODIS Level 1 B daerah Jawa Tengah Tahun 2001 – 2011.
2. Data curah hujan daerah penelitian dari tahun 2001-2011.
3. Peta Digital Batas Administratif Daerah Jawa Tengah Skala 1 : 1.500.000 sumber RBI 1 : 25000 Tahun 1999 (Format shp)

b. Alat

1. Seperangkat komputer dengan prosesor intel core 2 duo, VGA 1 Gigabyte, memori 1,5 Gb, Hardisk 80 Gb
2. Scanner yang digunakan untuk pencanann gambar-gambar dengan tipe Canon MP 145, ukuran kertas A4.
3. Printer Canon ip 1980
4. Program Envi 4.7 yang digunakan untuk mengolah dan memproses citra
5. Program ArcGis versi 10 yang digunakan untuk pembuatan peta
6. Microsoft Word dan Exel 2010 yang digunakan untuk penulisan laporan

Cara Penelitian

Pemilihan lokasi penelitian

Pemilihan lokasi penelitian ditentukan berdasarkan ketersediaan data dan diharapkan lokasi tersebut dapat mewakili daerah di sekitarnya dengan adanya bentuklahan yang beraneka ragam. Lokasi penelitian penulis merupakan sebagian wilayah administratif Provinsi Jawa Tengah, pemilihan lokasi ini berdasarkan pada keadaan fisiografis Jawa Tengah yang beraneka ragam dan memiliki cakupan yang cukup luas sehingga memungkinkan diadakannya penelitian meteorologi pada daerah ini.

Data sekunder

Perolehan data sekunder dilakukan dengan menghubungi instansi yang bersangkutan untuk memperoleh data sekunder, dalam hal ini data sekunder yang dibutuhkan adalah data curah hujan yang akan digunakan sebagai data bandingan. Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pertanian Provinsi Jawa Tengah.

Pengumpulan data

Pengambilan data citra MODIS

Citra MODIS yang diunduh pada website milik NASA, data yang diambil merupakan data yang berasal dari satelit TERRA, citra ini diperoleh pada perekaman siang hari pukul 10.30. Citra ini berada pada level 1B dengan format hdf. Pada level 1B berupa file citra MODIS *calibrated radiances*. Pada level 1B untuk citra saluran 3 (saluran untuk diolah sebagai mask file awan), sedangkan saluran yang diolah menjadi suhu permukaan awan adalah saluran 31 dan 32. Untuk pengolahan Albedo awan menggunakan saluran 1,3 dan 4. Pemilihan citra MODIS ini dipilih pada kualitas citra yang baik yang memiliki prosentase tutupan awan tinggi.

Metode pengolahan data

Pengolahan awal

Sebelum di olah menjadi citra estimasi curah hujan citra MODIS perlu di koreksi terlebih dahulu, koreksi-koreksi yang diperlukan antara lain adalah : koreksi geometrik, koreksi bow-tie, koreksi radiometrik dan masking citra. Koreksi citra dimaksudkan agar citra yang digunakan memiliki kualitas yang baik dengan meminimalkan tingkat kesalahan pada citra. Saluran yang akan di koreksi adalah saluran-saluran yang akan digunakan oleh peneliti untuk kajian estimasi curah hujan, saluran-saluran tersebut antara lain saluran 1, 3, 4, 31 dan 32 untuk melihat suhu permukaan awan dan albedo awan sedangkan pada saluran RGB yang digunakan sebagai dasar interpretasi layak tidaknya citra di pakai koreksi tidak dilakukan karena citra yang ada merupakan level 1B yang sudah terkoreksi secara sistematis

Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik merupakan penempatan kembali piksel-piksel ke posisi semula hal ini dilakukan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan pada waktu perekaman citra yang diakibatkan oleh sensor, gerakan wahana dan rotasi bumi sehingga membuat citra bersifat peta (*planimetrik*). Pengubahan citra dari bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil dari transformasi ini. Tahapan ini diterapkan pada citra digital mentah (langsung hasil perekaman satelit). Koreksi ini juga meliputi 'penambahan' jumlah baris piksel, untuk menyamakan skala sepanjang baris dengan skala sepanjang kolom, perbedaan ini muncul dikarenakan adanya perbedaan kecepatan gerak putar cermin dengan kecepatan koding, sehingga pada tiap baris piksel berikutnya selalu menindih' piksel sebelumnya.

Koreksi ini mencangkup perujukan titik-titik tertentu pada citra ke titik-titik

yang sama pada medan maupun peta. Pasangan titik ini kemudian digunakan untuk membangun fungsi matematis yang menyatakan hubungan antara posisi sembarang titik pada citra dengan titik obyek yang sama pada peta maupun lapangan. Perlu diperhatikan bahwa posisi piksel yang dimaksud adalah posisi pusat piksel. Pada koreksi ini, telah dipertimbangkan bahwa perubahan posisi piksel itu juga mencakup perubahan informasi spektralnya. Untuk mengatasi hal itu, diperlukan interpolasi nilai spektral selama transformasi geometri (proses *resampling*), sehingga dihasilkan geometri baru dengan nilai baru.

Untuk interpolasi nilai spektral, dikenal algoritma *nearest neighbor*, *bilinear* serta *cubic convolution*. Masing-masing memberikan efek yang berbeda pada kenampakan citra. Algoritma *nearest neighbor* diterapkan dengan hanya 'mengambil kembali' nilai piksel yang telah tergeser ke posisi baru. Sedangkan algoritma *bilinear interpolation* mempertimbangkan keempat nilai piksel yang berdekatan, untuk kemudian dirata-rata secara proporsional, sesuai dengan jaraknya terhadap posisi baru.

Algoritma *cubic convolution* menggunakan prinsip interpolasi nilai seperti pada algoritma *bilinear interpolation*, tetapi dengan memperimbangan nilai 16 piksel disekitarnya. (Danoedoro, 1996). Koreksi ini menggunakan penerapan rumus polinomial dari sistem koordinat geografis ke koordinat citra, yang ditentukan menggunakan titik kontrol tanah (GCP) (*Ground Control Point*).

Koreksi bow-tie

Perbaikan citra yang overlap yang terjadi karena peningkatan *instantaneous field of view* (IFOV) dari 1x1 km pada titik terendah (nadir) menjadi hampir mendekati

2x5 km pada sudut scan maksimum. Sehingga koreksi bow-tie diperlukan untuk meminimalisir *overlap* yang terjadi pada liputan citra.

Koreksi radiometrik

Koreksi radiometrik diperlukan untuk memperbaiki kualitas citra dan juga memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral obyek yang sebenarnya. Koreksi radiometrik citra yang ditujukan untuk memperbaiki kualitas visual citra berupa pengisian kembali baris yang kosong karena *drop-out* baris maupun masalah awal pelarikan (Danoedoro, 1996).

Interpretasi data

Data penginderaan jauh dapat berupa data numerik maupun data visual. Oleh karenanya interpretasi datanya dilakukan secara digital untuk data numerik dan secara manual untuk data visual. Interpretasi data penginderaan jauh dilakukan dengan mengubah data numerik atau data visual menjadi informasi bagi keperluan tertentu.

Interpretasi secara digital

Bagian terkecil yang dapat di gambarkan oleh sistem penginderaan jauh disebut '*pixel*', yang merupakan kependekan dari '*picture elemen*' tiap *pixel* mempunyai nilai spektral tertentu. Nilai spektral ini sering disebut nilai *pixel*. Nilainya menunjukkan tingkat kegelapan atau rona yang di ukur secara numerik. Yaitu dengan julat tingkat kegelapan antara 0-63,0-127, dan 0-255. Berbeda dengan tingkat kegelapan yang dibedakan secara manual yang hanya dapat mencapai tiga atau lima tingkat kegelapan secara relatif, dengan menggunakan komputer dapat dibedakan menjadi 64, 128, atau 256 tingkat kegelapan secara lebih pasti dan lebih cepat pula

Interpretasi data penginderaan jauh secara digital pada dasarnya merupakan klasifikasi *pixel* berdasarkan nilai

spektralnya. Klasifikasi ini dapat dilakukan berdasarkan cara statistik, dimana setiap *pixel* dengan karakteristik sama akan dimasukkan kedalam satu kelompok, kemudian dari kelompok-kelompok *pixel* tersebut dicari kaitannya dengan obyek atau gejala di permukaan bumi, artinya tiap kelas itu mencerminkan obyek atau gejala apa.

Pengenalan obyek secara digital pada dasarnya dapat dilakukan dengan dua cara. Bila klasifikasi nilai *pixel* didasarkan atas daerah contoh yang diketahui jenis obyek dan nilai spektralnya, klasifikasinya disebut klasifikasi teracu (*supervised classification*). Daerah contoh ditetapkan sebelum klasifikasi *pixel*. Bila klasifikasinya dilakukan tanpa adanya daerah contoh disebut dengan klasifikasi tak teracu (*unsupervised classification*). (Sutanto, 1992). Jenis klasifikasi teracu inilah yang digunakan dalam interpretasi data kali ini.

Interpretasi secara visual

Lo (1976) menyatakan bahwa interpretasi citra menurut vink dilakukan melalui enam tahap yaitu. Deteksi, pengenalan dan identifikasi, analisis, deduksi, klasifikasi dan idealisasi. Deteksi adalah penyadapan data secara selektif atas obyek (tampak langsung) dan elemen (tak tampak langsung) dari citra. Obyek tersebut kemudian dikenali dan diidentifikasi, diikuti oleh proses analisis atau pemisahan dengan penarikan garis batas kelompok obyek atau elemen yang memiliki kesamaan wujud. Kemudian dilakukan proses deduksi yang didasarkan asas *konvergensi* bukti untuk prediksi terjadinya hubungan tertentu. *Konvergensi* bukti ialah penggunaan bukti-bukti yang masing-masing saling mengarahkan ke satu titik simpul. Klasifikasi dilakukan untuk menyusun obyek dan elemen ke dalam system yang teratur. Tahap terakhir berupa idealisasi atau penggambaran hasil interpretasi tersebut. Hasil interpretasi citra sangat tergantung

atas penafsiran citra beserta tingkat referensinya. Tingkat referensi adalah keluasan dan kedalaman pengetahuan penafsir citra. Ada tiga tingkat referensi yaitu tingkat referensi umum, lokal dan khusus. Tingkat referensi umum yaitu pengetahuan umum penafsir citra tentang gejala dan proses yang diinterpretasi. Tingkat referensi lokal ialah pengetahuan atau keakraban penafsir citra terhadap lingkungan setempat atau daerah yang diinterpretasikan. Tingkat referensi khusus ialah pengetahuan yang mendalam tentang proses dan citra yang diinterpretasi. (Sutanto, 1992)

Masking citra

Citra MODIS saluran 3 yang telah terkoreksi merekam obyek awan dan obyek lain, karena penelitian penulis mengenai awan sehingga obyek awan perlu dipisahkan. Tutupan awan memiliki batas nilai 0,0 hingga 0,2. Oleh karena itu pe-masking-an dilakukan pada nilai di atasnya sehingga obyek selain awan tidak ikut diolah menjadi suhu permukaan awan. Setelah obyek kajian dipisahkan maka dapat dilakukan proses pengolahan data selanjutnya yaitu pe-masking non daerah penelitian.

Pengolahan citra

Nilai digital yang diperoleh dari citra pada saluran 31 dan 32 dikalibrasi menjadi nilai radiansi dengan formula sebagai berikut (D'Souza, 1993 dalam Tjahjaningsih, dkk, 2005):

$$R = R_Scale_b (S_i - R_offset_b) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

R adalah nilai radiansi obyek awan,
 R_scale_b adalah R_scale pada kanal B
 R_Offset_b adalah nilai R_offset pada kanal b
 S_i adalah Scale interger

Setelah didapatkan nilai radiansi, nilai radiansi tersebut di olah lebih lanjut untuk mendapatkan suhu kecerahan obyek awan,

pengolahan untuk mendapatkan suhu kecerahan dengan menggunakan persamaan Planck sebagai berikut :

$$T_b = c_2 / (V_1 \cdot \ln(1 + c_1 / (V_1^5 \cdot R))) \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

T_b = suhu kecerahan obyek awan (°K)
 c₁ = 1,1910659 x 10⁸ W m⁻² sr⁻¹ (μm⁻¹)⁻⁴ (konstanta radiasi)
 c₂ = 1,438833 x 10⁴ K μm (Konstanta nilai surya)

V₁ adalah central wave number kanal 31 (9867,302 cm⁻¹) dan untuk kanal 32 (831.95 cm⁻¹) dan R adalah nilai radianansi

Kemudian, setelah T_b diketahui dilakukan pengolahan untuk mengetahui suhu permukaan awan dengan menggunakan formula sebagai berikut (Cool et.al, 1994 dalam Prasasti, 2001)

$$SP = T_{b31} + A (T_{b31} - T_{b32}) + B \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

A = 1.0 + 0,58 (T_{b31} - T_{b32}) B = 0.51 + 40 (1 - e)^{-pAe}
 e = (e₃₁ + e₃₂) / 2 Ae = /e₃₁ - e₃₂/ = 0.001,
 e₃₁ = 0.989 e₃₂ = 0.988

SP = suhu permukaan (obyek awan)
 T_{b31} = suhu kecerahan kanal 31
 T_{b32} = suhu kecerahan kanal 32
 P pada daerah tropis adalah 50°K

sedangkan formula untuk albedo awan sebagai berikut (Thuiller et.al, dalam Rumonang, 2011)

$$\alpha = \frac{L \pi D^2}{E_0 \cos(Q_s)} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

L = Spektral Radiasi (W/m₂ sr μm)
 D = Jarak Astronomi bumi - matahari (□)
 E₀ = nilai rata-rata solar spektral irradians kanal tertentu (W/m² μm)
 Cos Q_s = Sudut Zenith matahari

Spektral radiasi merupakan kisaran nilai radiasi yang dipantulkan oleh objek sedangkan solar spektral irradians merupakan kisaran nilai radiasi yang sampai ke permukaan bumi per unit area per unit panjang gelombang.

Tabel 1 Nilai rata-rata solar irradians pada kanal 1, kanal 3, dan kanal 4 MODIS level 1 B.

Kanal	E ₀
1	1606,17
3	2087,94
4	1865,94

(Sumber : Thuillier et all dalam Diana Rumonang, 2011)

Sudut zenith matahari merupakan sudut yang di bentuk antara garis normal dengan arah radiasi yang datang. Sudut zenith matahari akan berbeda setiap tanggal sehingga nilai albedo juga akan berbeda tiap tanggalnya. Nilai albedo tersebut pada citra MODIS level 1 B langsung dapat di peroleh pada kanal reflektan. Kanal yang digunakan adalah kanal 1, 3 dan 4.

Pengolahan data curah hujan

Data curah hujan harian diseleksi berdasarkan ketersediaan data citra dan waktu terjadinya hujan sehingga akan menghasilkan data titik curah hujan yang kemudian dapat dibandingkan dengan data curah hujan hasil estimasi dari citra MODIS per piksel (1 Km x 1 Km) per stasiun hujan.

Analisis hasil

Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel-tabel dan juga peta estimasi dan grafik, hasil disajikan dalam bentuk peta untuk memudahkan pembacaan hasil dan juga mengetahui dengan mudah pola persebaran curah hujan di daerah Jawa Tengah sedangkan hasil berupa tabel memudahkan analisis tingkat keakuratan dengan membandingkan nilai curah hujan hasil penelitian dengan nilai besarnya curah hujan berdasarkan data sekunder dari Dinas Pertanian. Hasil yang berupa grafik akan semakin memudahkan analisis perbedaan dari data acuan dengan data hasil estimasi selain itu grafik juga memberikan gambaran perkembangan pola curah hujan sehingga

aktual yang terjadi. Formula untuk melakukan perhitungan estimasi curah hujan ini dapat dilihat pada persamaan 5.

Model regresi berganda ini dipilih karena parameter yang digunakan ada dua parameter yaitu albedo awan dan suhu permukaan awan. Model regresi berganda yang digunakan juga pernah digunakan pada penelitian sebelumnya dengan parameter yang sama diaplikasikan pada tahun 1998 di daerah bandung. Hasil dari penelitiannya model ini memiliki koefisien korelasi sebesar 87,3 % dengan hasil koefisien korelasi 87,3% maka diasumsikan model ini dapat diterapkan pada penelitian estimasi curah hujan berdasarkan data MODIS karena parameter yang digunakan sama.

Estimasi curah hujan yang dihasilkan disajikan dalam bentuk peta estimasi, peta estimasi curah hujan yang dihasilkan disajikan dalam bentuk peta gradasi warna yang mengindikasikan besaran curah hujan yang terjadi. Semakin gelap warnanya maka akan semakin tinggi curah hujan yang dihasilkan. Estimasi curah hujan ini dilakukan per titik/stasiun pengamatan yang tersebar pada 27 titik selama sepuluh tahun terakhir. Peta estimasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai gambaran mengenai seberapa besar curah hujan yang terjadi pada bulan tertentu di setiap titik pengamatannya yang tersebar di sebagian daerah Jawa Tengah.



Gambar 2. Peta estimasi curah hujan rata-rata bulan Desember 2001.

Pada gambar 2. di atas dapat kita lihat besarnya curah hujan rata-rata yang terjadi di wilayah Jawa Tengah pada bulan Desember 2001. Estimasi ini dilakukan selama sepuluh tahun.

Pada gambar 2. nilai tertinggi curah hujan rata-rata yang terjadi pada bulan Desember 2001 sebesar 43,3 mm per rata-rata kejadian hujannya. Hasil pengamatan melalui peta tersebut menunjukkan daerah dengan curah hujan tinggi didominasi oleh daerah dengan topografi bergunung. Hal ini terlihat pada zona bagian tengah Jawa Tengah yang ditandai dengan warna yang semakin coklat dan juga di sekitar Gunung Muria yang juga memiliki warna coklat gelap.

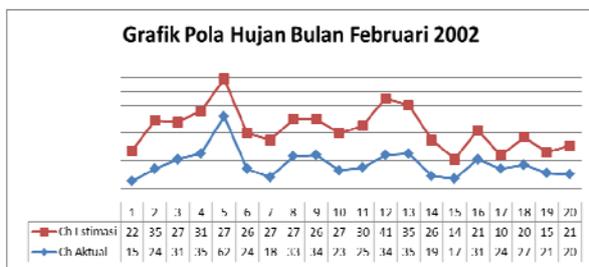
Curah hujan yang tinggi pada daerah bergunung mengindikasikan bahwa pada daerah Jawa Tengah faktor topografi sangat berpengaruh besar. Hujan karena faktor topografi disebut juga hujan Orografis, dimana hujan terjadi karena awan terperangkap oleh ketinggian topografi sehingga terjadi penurunan suhu yang cepat pada daerah tersebut. Semakin banyak awan yang terperangkap curah hujan juga akan semakin tinggi. Peta estimasi ini digunakan sebagai gambaran mengenai tingginya curah hujan yang terjadi.

Selain peta estimasi hasil berupa tabel sangat penting untuk mengetahui nilai curah hujan secara pasti pada setiap stasiunnya. Berikut ini adalah tabel yang menyajikan tingkat keakuratan rata-rata selama sepuluh tahun per stasiun penelitiannya dengan adanya tabel estimasi dapat diketahui apakah hasil estimasi berdasarkan citra MODIS *Under-estimate* atau *Over-estimate*.

Berdasarkan data tabel 2. di atas tingkat akurasi rata-rata terendah terdapat pada Stasiun Banyumas yang hanya memiliki tingkat keakuratan rata-rata sebesar 48 persen, selain dua stasiun ini terdapat beberapa stasiun yang memiliki tingkat keakuratan yang rendah yaitu stasiun Sragen dan Klaten yang memiliki akurasi rata-rata dibawah 60 persen. Untuk stasiun yang lain sudah memiliki tingkat akurasi rata-rata yang cukup tinggi. Jika dilihat secara seksama daerah yang memiliki tingkat akurasi rendah merupakan daerah dengan topografi bergunung. Pada daerah dengan topografi bergunung perubahan cuaca bisa sangat cepat terjadi. Hal seperti ini memungkinkan data aktual yang tercatat akan memiliki selisih yang besar dengan data perekaman dari sensor MODIS sehingga akurasi yang dihasilkan juga rendah.

Perbandingan pola curah hujan aktual dengan curah hujan hasil estimasi

Perbandingan antara pola hujan hasil estimasi dengan curah hujan aktual akan menunjukkan persamaan dan perbedaan pola hujan yang terbentuk. Bentuk pola hujan yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 3. Dibawah ini.



Gambar 3. Perbandingan pola curah hujan aktual dengan curah hujan estimasi.

Pada gambar 3. diatas dapat dilihat bahwa pola curah hujan aktual sama dengan pola curah hujan hasil estimasi menggunakan citra MODIS. Dari gambar 3. ini dapat ditarik analisis bahwa pola hujan hasil estimasi sangat mirip dengan pola

Tabel 2. Akurasi rata-rata selama 10 tahun per stasiun hujan

Nama Stasiun	Akurasi Rata-rata	Nama Stasiun	Akurasi Rata-rata
Brebes	72%	Rembang	71%
Tegal	75%	Blora	62%
Pemalang	75%	Banyumas	48%
Pekalongan	72%	Cilacap	70%
Batang	61%	Purbalingga	64%
Km. Semarang	73%	Banjarnegara	73%
Semarang	76%	Magelang	70%
Kendal	74%	Purworejo	66%
Demak	78%	Kebumen	66%
Grobogan	64%	Karanganyar	70%
Pati	62%	Wonogiri	70%
Kudus	64%	Sragen	50%
Jepara	72%	Klaten	57%
		Boyolali	65%

Sumber : Pengolahan Data

curah hujan aktual sehingga data curah hujan yang dihasilkan dari citra MODIS memiliki tingkat kelayakan yang memadai sebagai alternatif penyedia data curah hujan. Pola curah hujan yang mirip ini menunjukkan bahwa penyediaan data curah hujan menggunakan teknologi penginderaan jauh sangat memungkinkan walaupun nilai curah hujan yang dihasilkan tidak akan sama, tetapi ketelitian data penginderaan jauh cukup memadai sebagai sumber penyedia data curah hujan.

Kesimpulan

Setelah semua tahap dilakukan dan diperoleh hasil akhir berupa data estimasi curah hujan, maka dari penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan.

1. Citra MODIS pada satelit TERRA dapat digunakan untuk menyadap data suhu puncak awan dengan ketelitian per derajat Kelvin dan albedo awan dengan ketelitian yang memadai dapat diolah menjadi data curah hujan per titik pengamatan.
2. Data hasil estimasi dari sensor MODIS memiliki tingkat keakuratan yang sangat bervariasi apabila data acuan yang digunakan berupa data curah hujan dari Dinas Pertanian. Akurasi rata-rata berkisar antara 48% sampai 76% dengan akurasi rata-rata daerah Jawa Tengah sebesar 67%. Hasil ini cukup baik karena akurasinya diatas 60%.
3. Pengaruh topografi dan ketinggian sangat berperan dalam menentukan tinggi rendahnya curah hujan. Dalam suatu area yang berdekatan akan ditemukan curah hujan yang hampir sama karena faktor – faktor yang berperan dalam pembentukan hujan pada daerah tersebut berkembang dan berubah disaat yang hampir sama pula.

Saran

1. Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan untuk mengestimasi curah hujan menggunakan data yang berasal dari sensor MODIS, untuk itu diperlukan penelitian lanjutan dengan parameter tambahan berupa faktor angin, topografi dan tekanan agar hasil estimasi yang dihasilkan lebih baik.
2. Diperlukan penelitian tambahan dengan menggunakan data suhu puncak awan berdasarkan klasifikasi jenis awannya agar diperoleh data suhu puncak awan yang lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Danoedoro, Projo. 1996. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Lo, C.P,. 1986. *Penginderaan Jauh Terapan*. Jakarta: UI- Press.
- Mustafa, Adi J. 2004. MODIS, *Mengamati Lingkungan Global dari Angkasa. Jurnal*. Diambil 17 Mei 2011, dari <http://www.kamusilmiah.com/elektronik/MODIS-Mengamati-lingkungan-global-dari-angkasa>.
- Prasasti, Indah dkk. 2007. *Pengkajian Pemanfaatan Data TERRA MODIS Untuk Ekstrasi Data Suhu Permukaan Lahan Berdasarkan Beberapa Algoritma, Jurnal* : Lapan. Diambil 20 Mei 2011, dari www.perpustakaan.lapan.go.id.
- Prawirowardoyo, Susilo. 1996. *Meteorologi*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Rumonang, Diana. 2011. -- . *Jurnal*. Bogor : Institut Pertanian Bogor
- Sutanto. 1992. *Penginderaan Jauh*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Tjahjaningsih, Arum dkk. 2005. *Analisis Sensivitas Kanal-kanal MODIS Untuk Deteksi Titik Api dan Asap Kebakaran, Jurnal*. Surabaya : PIT MAPIN XIV Lapan. Diambil 20 Mei 2011, dari www.perpustakaan.lapan.go.id.
- Widodo, F.Heru. 1998. *Pemanfaatan Data Satelit Cuaca GMS untuk Estimasi Curah Hujan di Kabupaten Bandung, Tesis*. Yogyakarta : Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.