

PENDUGAAN CURAH HUJAN BULANAN WILAYAH DENGAN DATA OLR UNTUK MENUNJANG PEMANFAATAN IKLIM

Oleh :

M. Rokhis Khomarudin, S.Si. dan Parwati, S.Si.,
(Bidang Lingkungan Pusfatja-LAPAN dan Alumni Jurusan Agrometeorologi IPB)

Abstrak

Penelitian-penelitian mengenai pendugaan curah hujan dengan data satelit sebagai alternatif data permukaan telah banyak dilakukan. Namun hasilnya belum begitu dapat diterapkan dengan baik. Oleh karena itu penelitian-penelitian mengenai pendugaan curah hujan perlu ditindaklanjuti. Data Outgoing Longwave Radiation (OLR) merupakan salah satu alternatif untuk menduga curah hujan. Penelitian ini juga sudah banyak dilakukan oleh peneliti LAPAN. Namun kendala yang dihadapi adalah mengenai keglobalan data OLR yang mempunyai resolusi $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ membuat kesulitan dalam menduga data curah hujan titik/stasiun, sehingga diperlukan suatu pendekatan kewilayahan. Metode yang digunakan adalah menghubungkan antara curah hujan wilayah dengan data OLR yang dicropping dari batas kabupaten. Hasil yang diperoleh dari persamaan ini linear $CH = 1094 - 3.97 \text{ OLR}$ dengan koefisien determinasi (R^2) 56,2 % pada selang kepercayaan di atas 95 %. Hal tersebut berarti bahwa model yang diperoleh dapat mewakili 56,2 % dari data. Hasil ini cukup representatif untuk diterapkan karena lebih besar dari 50 %.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Curah hujan merupakan unsur cuaca yang paling berpengaruh terhadap berbagai unsur kehidupan. Jika curah hujan tidak terjadi maka akan timbul kekeringan dan sebaliknya jika hujan terjadi terus menerus akan terjadi banjir. Data curah hujan yang begitu penting menyebabkan di Pulau Jawa dipasang sekitar 2128 stasiun hujan, sehingga setiap titik yang ada di pulau ini akan terpantau curah hujannya. Namun dari sekitar 2128 stasiun hujan tersebut pencatatan data dan kondisi alat tidak begitu bagus, sehingga banyak data yang tidak tercatat pada setiap hari. Kondisi ini cukup memprihatinkan, sehingga jika tidak segera diatasi akan menimbulkan kesulitan dalam pemanfaatannya.

Untuk mengatasi kondisi tersebut, maka diperlukan observasi stasiun hujan dengan melihat kondisi peralatan dan pencatatan dari setiap stasiun. Biaya yang digunakan untuk kegiatan tersebut tentunya sangat mahal dan memerlukan waktu yang tidak sedikit. Alternatif data yang dapat dipergunakan adalah data satelit penginderaan jauh untuk menduga curah hujan. Irzaman (1986) melakukan penelitian dengan menggunakan data liputan awan satelit GMS menemukan model linear untuk pendugaan curah hujan dengan koefisien determinasi 0,67. Hal tersebut cukup baik untuk dilaksanakan. Akan tetapi penelitian serupa telah dilakukan Khomarudin(1996) menemukan model eksponensial dengan koefisien determinasi 0,10, sehingga model ini belum begitu bagus untuk diterapkan.

Penelitian lain untuk menduga curah hujan adalah menggunakan data Outgoing Longwave Radiation (OLR). OLR merupakan suatu radiasi gelombang panjang yang

mempengaruhi proses terjadinya hujan. Oleh karena itu Kustiyo (1999) menemukan model untuk menghitung curah hujan secara kuadratik. Hal ini jika diterapkan maka akan timbul dua nilai OLR yang berbeda akan menghasilkan nilai curah hujan yang sama. Adiningsih (1998) melakukan penelitian dengan menghubungkan nilai OLR di tiap titik stasiun, dan menghasilkan model linier. Akan tetapi penelitian tersebut masih berdasarkan basis titik, sedangkan data OLR memiliki resolusi yang global. Parwati (1999) juga telah melakukan penelitian dengan menghasilkan model linear untuk curah hujan di setiap tipe iklim dan tipe pola hujan.. Namun penelitian ini masih menggunakan titik stasiun tanpa memperhitungkan wilayah yang di lingkupinya. Penelitian tahap selanjutnya diharapkan dapat memperhitungkan curah hujan wilayah dengan nilai OLR yang terdapat dalam wilayah tersebut.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan menentukan model curah hujan dengan data OLR dengan melihat aspek kewilayahan.

Tinjauan Pustaka

OLR merupakan radiasi gelombang panjang yang dipancarkan oleh suatu obyek, satuan yang terukur oleh radiasi ini adalah Watt/m^2 . Pada lapisan bawah atmosfer (troposfer) berlangsung penyerapan berbagai spektrum radiasi gelombang panjang ($4.0 - 120 \mu\text{m}$) baik yang datang dari atas maupun dari pancaran radiasi permukaan bumi. Gas utama penyerap radiasi gelombang panjang terdiri dari uap (air dan es), CO_2 dan O_2 (Tabel 1). Uap air terutama awan merupakan gas yang cukup efektif menyerap radiasi gelombang panjang. Namun jumlah uap air di atmosfer selalu berubah karena terjadinya proses penguapan dan kondensasi secara terus menerus, sementara sumber uap air utama adalah lautan. Hasil kondensasi yang berupa awan merupakan sumber berbagai peristiwa, salah satunya adalah hujan.

Tabel 1. Penyerapan radiasi gelombang panjang oleh gas-gas atmosfer.

Gas Penyerap	Spektrum Terserap	Keterangan
H_2O	5 – 8 μm 17 – 24 μm	Berlangsung di awan dan sekitarnya
CO_2	4 – 5 μm 11 – 17 μm	Menyebabkan kenaikan suhu atmosfer
O_3	9 – 10 μm	Berlangsung di stratosfer

Sumber : Handoko, 1994

Data OLR diambil dari sensor TOVS (*TIROS Operational Vertical Sounding*) pada satelit NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). Besaran OLR ini menunjukkan suhu puncak dan kandungan uap air obyek, makin rendah suhu puncak obyek dan makin tinggi kandungan uap airnya maka makin rendah nilai OLR-nya, yang berarti makin besar kemungkinan hujan yang ditimbulkannya. Sebaliknya nilai OLR yang tinggi berarti suhu puncaknya tinggi dan kandungan uap airnya rendah sehingga kemungkinan hujan yang ditimbulkannya semakin kecil (Kustiyo *et al*, 1999).

Ankomah dan Cordery (1994) menyatakan adanya hubungan positif antara suhu permukaan laut yang tinggi dengan curah hujan yang tinggi dan suhu permukaan laut yang rendah dengan curah hujan yang rendah. Perpindahan panas dari laut ke atmosfer tergantung dari perbedaan suhu permukaan laut dan udara di atasnya serta kecepatan angin dekat permukaan. Suhu permukaan laut yang tinggi serta angin yang kuat akan

membawa panas dan uap air ke atmosfer. Aliran panas melalui atmosfer akan menurunkan stabilitas atmosfer dan menaikkan konveksi yang kuat serta hujan.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Data Inderaja (SPL dan OLR)
2. Data Permukaan terdiri dari 2128 stasiun hujan di Pulau Jawa
- a. Suhu Permukaan Laut (SPL) Pasifik Tropik
 - Lokasi : 30° LU – 30° LS , 150° BT – 90° BB
 - Resolusi spasial : $4^{\circ} \times 4^{\circ}$ (data OI), $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ (data BA)
 - Resolusi temporal : Bulanan (1980-1998)
 - Jenis data : *Optimum Interpolation* (OI), *Blended Analysis* (BA)
 - Sumber : Climate Analysis Center, Washington D.C. (USA)
- b. *Out-going Longwave Radiation* (OLR) Wilayah Tropik
 - Lokasi : 8° LU– 12° LS, 95° BT– 141° BT
 - Resolusi spasial : $5^{\circ} \times 5^{\circ}$
 - Resolusi temporal : Bulanan (1980-1998)
 - Sumber: Climate Analysis Center, Washington D.C. (USA)
- c. Curah hujan bulanan di Pulau Jawa (tahun 1966-1988)

Alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian ini terdiri dari komponen *hardware* dan *software* pengolah data maupun bahasa pemrograman komputer. Alat tersebut adalah

1. Seperangkat Personal Komputer (PC) dan modem
2. Matlab dan Program pengolah OLR
3. Minitab
4. Internet Explorer,

Metode

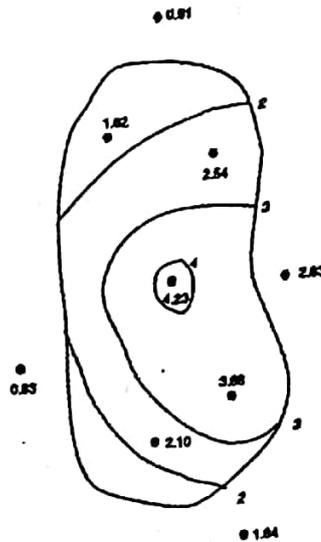
Metode penelitian dibagi menjadi 2 bagian:

- a. Metode isohyet untuk mengetahui rata-rata curah hujan wilayah
- b. Metode korelasi antara OLR dengan curah hujan wilayah

Metode Isohyet

Isohyet adalah garis yang menghubungkan tempat-tempat yang menerima curah hujan yang sama. Pada metode ini diperlukan jaringan stasiun yang cukup rapat dan peta kontur untuk menggambarkan peta isohyet. Langkah-langkah untuk menghitung curah hujan adalah sebagai berikut:

1. Membuat isohyet (Gambar 1)
2. Menghitung luas sub wilayah yang dibatasi oleh 2 isohyet (dalam % wilayah)
3. Menghitung rata-rata curah hujan antara 2 isohyet
4. Curah hujan rata-rata wilayah adalah jumlah total dari perkalian antara % luas setiap sub wilayah dikalikan rata-rata curah hujannya.



Gambar 1. Garis-garis isohyet yang mengelilingi setiap stasiun (Angka-angka tersebut dalam satuan meter)

Tabel 2. Contoh penggunaan metode isohyet

Isohyet (mm)	Luas wilayah (Km ²)	Luas Wilayah (%)	Rata-rata curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(3 X 4)
4000	1.11	2.96	4100	121
3000	12.47	33.00	3500	1155
2000	13.10	34.93	2500	873
1000	10.92	29.11	1500	437
Total	37.50	100	11600	2586

Sumber : Handoko, 1994

Berdasarkan hasil perhitungan di atas curah hujan wilayah di daerah pada Gambar 1 adalah 2586 mm. Dalam contoh di atas adalah perhitungan untuk curah hujan wilayah tahunan, sedangkan untuk curah hujan wilayah bulanan maka setiap daerah akan memiliki 12 isohyet.

Metode korelasi antara OLR dengan curah hujan wilayah

Outgoing Longwave Radiation (OLR) merupakan radiasi gelombang panjang yang dipancarkan oleh obyek dan satuan Watt/m². OLR merupakan data yang diambil dari sensor TOVS pada satelit NOAA. Besarnya OLR menunjukkan suhu puncak dan kandungan uap air obyek, makin rendah OLR berarti turunnya suhu puncak dan naiknya kandungan uap air, sehingga hal tersebut merupakan indikasi terjadinya curah hujan. Pernyataan inilah yang dipergunakan untuk pendugaan curah hujan dari OLR.

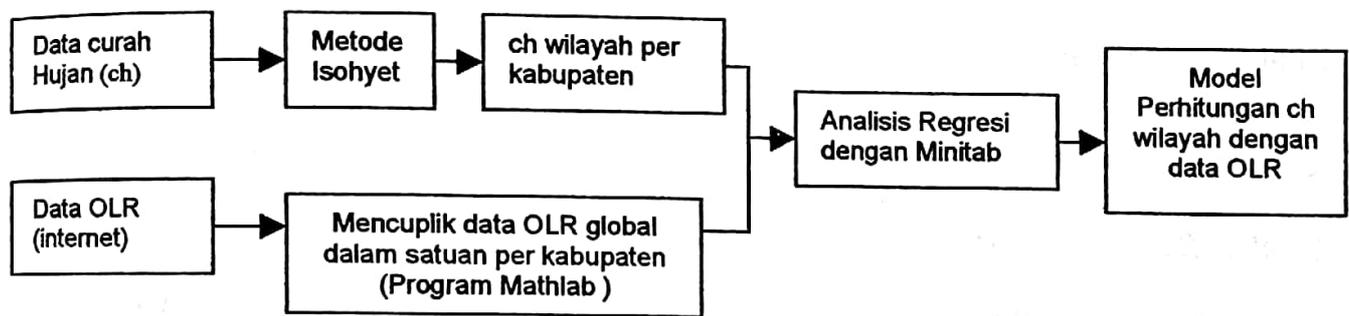
OLR yang diambil dalam penelitian ini merupakan titik pada setiap kabupaten di Pulau Jawa, sehingga data setiap titik mewakili kondisi pada tiap kabupaten. Sementara curah hujan yang digunakan merupakan curah hujan rata-rata wilayah dengan metode isohyet pada setiap kabupaten di Pulau Jawa. Dengan menggunakan analisis korelasi regresi antara curah hujan rata-rata wilayah dan OLR dapat dihasilkan persamaan

penduga curah hujan dari nilai OLR. Persamaan penduga curah hujan tersebut kemudian digunakan dalam program pengolah OLR yang telah dikembangkan oleh LAPAN sehingga didapatkan prediksi curah hujan bulanan pada setiap kabupaten di Pulau Jawa.

Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mencuplik data OLR bulanan untuk setiap kota yang menjadi kabupaten di Pulau Jawa (periode 1980-1998).
2. Menghitung rata-rata bulanan OLR untuk lokasi yang sama (periode 1980-1998).
3. Analisis regresi antara nilai rata-rata OLR bulanan (periode 1980-1998) untuk lokasi yang sama dengan curah hujan rata-rata wilayah Kabupaten di Pulau Jawa (periode 1966-1988).

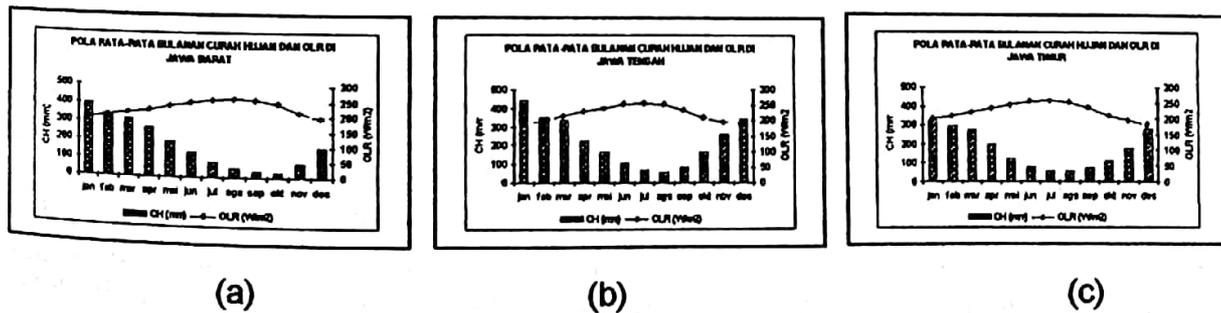
Secara lengkap metode dan langkah penelitian ini ditunjukkan dalam Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Struktur metode penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ditampilkan hasil rata-rata curah hujan wilayah per kabupaten di Propinsi Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur.



Gambar 3. Pola curah hujan dan OLR di Jawa Barat (a), Jawa Tengah (b), dan Jawa Timur (c)

Dari plot grafik antara data OLR dan curah hujan wilayah didapatkan bahwa curah hujan berbanding terbalik dengan OLR. Pola curah hujan di tiap propinsi di Pulau Jawa dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada ketiga gambar tersebut polanya hampir sama yaitu mengalami kekeringan pada Mei dan Oktober. Berdasarkan kriteria Oldeman, curah hujan pada bulan-bulan ini di Pulau Jawa mengalami kekeringan untuk tanam padi.

Penggambaran pola curah hujan oleh data OLR seperti diterapkan di atas menunjukkan bahwa data OLR dapat menerangkan kekeringan di suatu wilayah dan

dapat diketahui kondisi air di suatu wilayah. Kondisi air akan mempengaruhi kondisi tanam di setiap daerah. Data OLR yang global akan memungkinkan untuk meramalkan kondisi curah hujan seluruh Indonesia.

Hasil analisis regresi hubungan antara curah hujan (CH) dengan data Outgoing Longwave Radiation (OLR) diperoleh persamaan sebagai berikut :

The regression equation is
 $CH = 1094 - 3.97 OLR$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	1093.69	25.47	42.95	0.000
OLR	-3.9711	0.1127	-35.24	0.000

S = 88.23 R-Sq = 56.2% R-Sq(adj) = 56.1%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	9668670	9668670	1242.13	0.000
Error	970	7550404	7784		
Total	971	17219075			

Dari hasil analisis regresi tersebut diperoleh Koefisien Determinasi (R^2) = 56.2 %, sehingga dapat dikatakan bahwa 56,2 % dari model dapat menerangkan data. Dibandingkan dengan model curah hujan dan OLR yang telah diteliti model ini dapat menerangkan lebih banyak data, artinya ketelitian yang diperoleh untuk menerangkan data sebenarnya lebih tinggi. P value (α) yang diperoleh hampir mendekati nol, sehingga dapat dikatakan model ini dapat diterima untuk memprediksi curah hujan.

Hasil hitungan yang diperoleh dari data OLR, ternyata menunjukkan kisaran nilai curah hujan bulanan antara 0-350 mm. Hal ini sudah menunjukkan kisaran nilai curah hujan bulanan di Indonesia pada kondisi/daerah yang normal.

Walaupun model yang telah dibuat ini tidak bergantung pada titik tetapi perhitungan yang digunakan untuk prediksi curah hujan bulanan dapat dilakukan untuk suatu titik lokasi. Hal tersebut dikarenakan OLR memiliki hubungan langsung dengan curah hujan. Proses yang terjadi di suatu wilayah global dapat dikonversi ke dalam suatu titik. Perhitungan model ini dikarenakan cakupan wilayah OLR yang Global sehingga diperlukan suatu perhitungan wilayah. OLR yang mencakup wilayah tertentu yang luas tentunya tidak dapat dibandingkan dengan suatu titik lokasi curah hujan. Sehingga penelitian ini diperlukan karena curah hujan yang dihitung merupakan curah hujan wilayah dari suatu kabupaten.

KESIMPULAN

Hasil yang peroleh dari persamaan ini linear $CH = 1094 - 3.97 OLR$ dengan koefisien determinasi (R^2) 56,2 % pada selang kepercayaan di atas 95 %. Hal tersebut berarti bahwa model yang diperoleh dapat mewakili 56,2 % dari data. Hasil ini cukup representatif untuk diterapkan karena lebih besar dari 50 %. Walaupun model yang telah dibuat ini tidak bergantung pada titik tetapi perhitungan yang digunakan untuk prediksi curah hujan bulanan dapat dilakukan untuk suatu titik lokasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, E.S. dan Khomarudin, M. R. 1998. Analisis Pendugaan Curah Hujan dan Kerawanan Banjir dengan Data Satelit Studi Kasus Kota Semarang. Majalah LAPAN No.85
- Adiningsih, E.S., D. Kushardono, I. Prasasti, B. Sariwulan, dan Kustiyo. 1999. Verifikasi Model Prediksi Anomali OLR dan Curah Hujan di Indonesia Berdasarkan Anomali Suhu Permukaan Laut Pasifik Tropik Selama ENSO. LAPAN.
- Ankomah, Y.O. dan I. Cordery. 1994. *Atlantic sea surface temperatures and rainfall variability in Ghana. J. Climate* 7:551-558.
- Boer, R., I. Las dan K. Notodiputro. 1998. Analisis Resiko Kekeringan untuk Pengembangan dan Produksi Kedelai di Flores, Nusa Tenggara Timur. Laporan RUT IV. Kantor Meneg Ristek-DRN. Jakarta.
- Handoko, 1994. *Klimatologi Dasar*. Jurusan GFM IPB. Bogor.
- Kustiyo, H. Arief, E.S. Adiningsih, S. Harini, H. Gunawan. 1999. Model Prediksi Anomali OLR dan Curah Hujan di atas Wilayah Tropik dari Anomali Suhu Permukaan Laut Pasifik Tropik Selama ENSO. Majalah LAPAN No.1.
- NOAA Report. 1983. *US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Weather Service*.
- Parwati. 1999. Verifikasi Model Prediksi Anomali Konveksi/Curah Hujan di atas Indonesia Berdasarkan Anomali Suhu Permukaan Laut Pasifik Tropik. Skripsi. Jurusan Geofisika dan Meteorologi. FMIPA-IPB. Bogor.
- de Rozari, M.B. 1994. Membangun Kesiagaan Terhadap Kekeringan. Prosiding Diskusi Panel: Antisipasi & Penanggulangan Kekeringan Tanaman. Perhimpunan Meteorologi Pertanian, Malang, 26-27 Agustus 1994. Malang. 127-133pp.