

MODEL PREDIKSI IKLIM BERBASIS DATA PENGINDERAAN JAUH DAN APLIKASINYA DI INDONESIA

Erna Sri Adiningsih

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

Abstrak

Sebagai benua maritim Indonesia memiliki keadaan dan variabilitas iklim yang unik karena pengaruh sirkulasi global massa udara utara-selatan maupun timur-barat yang melintasinya. Dalam sirkulasi utara-selatan, Indonesia dipengaruhi oleh posisi zona konvergensi ITCZ (*Inter-Tropical Convergence Zone*) dan SPCZ (*South Pacific Convergence Zone*). Perubahan maupun penyimpangan posisi kedua zona mempengaruhi pembentukan awan dan hujan serta distribusinya di Indonesia. Model pemantauan posisi ITCZ dan SPCZ di atas wilayah Indonesia telah dikembangkan dengan data GMS harian berdasarkan analisis awan. Model yang relatif sederhana dengan persamaan regresi linier dengan masukan posisi pixel awan menengah dan awan konvektif pada daerah antara 20 °LU - 20 °LS dan 80 °BT - 160 °BT dapat menentukan posisi dan gerak kedua zona berdasarkan nilai koefisien pada persamaan tersebut (Adiningsih *et al.*, 1998). Model lain telah diteliti dengan menggunakan persamaan polinom orde dua dan tiga yang dapat menentukan posisi kedua zona secara lebih tepat tetapi kurang praktis untuk tujuan operasional (Adiningsih *et al.*, 1999). Kedua model telah divalidasi dengan data curah hujan untuk beberapa lokasi di Indonesia dengan hasil keakuratan yang agak tinggi untuk model linier dan sangat tinggi untuk model polinom yang ditunjukkan oleh penyimpangan posisi dari model linier terhadap model polinom sebesar 2 - 3° lintang. Metode analisis *cluster* dapat pula diterapkan untuk tujuan ini tetapi masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Model pemantauan posisi zona konvergensi dapat digunakan untuk evaluasi dan prediksi dengan skala waktu 1 bulan dan hasilnya bersifat kualitatif.

Dalam kaitannya dengan sirkulasi global timur-barat, Indonesia sangat dipengaruhi oleh keadaan di Pasifik Timur dan Tengah. Peristiwa El Nino dan La Nina merupakan bentuk penyimpangan (anomali) pada sirkulasi ini yang diawali oleh penyimpangan pada suhu permukaan laut (SPL) di wilayah Pasifik Tengah dan Timur. Untuk itu model prediksi oleh penyimpangan pada suhu permukaan laut (SPL) di wilayah Pasifik Tengah dan Timur. Untuk itu model prediksi anomali OLR (*Outgoing Longwave Radiation*) bulanan untuk waktu tunda (*time lag*) 0-5 bulan telah dikembangkan dengan menggunakan data anomali SPL Pasifik Tengah sebagai masukan. Parameter yang digunakan dalam model prediksi adalah korelasi kanonik antara anomali SPL dengan anomali OLR, komponen utama anomali SPL, eigenvektor anomali OLR dan jumlah *mode* anomali OLR (Roswintiarti, 1997; Adiningsih *et al.*, 1998). Luaran model adalah anomali OLR bulanan yang dapat digunakan untuk menduga besarnya curah hujan bulanan dengan persamaan multiregresi. Dengan demikian prediksi yang dihasilkan bersifat kuantitatif dan memiliki jangkauan waktu yang lebih panjang dibandingkan model penentuan zona konvergensi. Validasi model prediksi anomali OLR telah dilakukan untuk 51 stasiun hujan di Indonesia untuk periode 1982-1997 yang dikelompokkan dalam tahun normal, El Nino dan La Nina (Adiningsih dan Parwati, 1999). Pada tahun normal, prediksi OLR akan mempunyai keakuratan yang tinggi di bulan Oktober yang mewakili musim hujan dengan nilai

kisaran R^2 antara 0.883 - 0.937, sedangkan pada musim kemarau akurasi prediksi OLR yang tinggi terdapat di bulan Juli (R^2 antara 0.834 - 0.910). Sementara itu pada musim peralihan di bulan April yang mewakili peralihan musim hujan ke musim kemarau, akurasi prediksi OLR berkisar antara 0.582 - 0.694, sedangkan di bulan September yang mewakili peralihan musim kemarau ke musim hujan, akurasi prediksi OLR berkisar antara 0.846 - 0.926. Berdasarkan anomali suhu permukaan laut Pasifik Tropik dan indeks osilasi selatan didapatkan periode bulanan kejadian El Nino yaitu periode Juni - November dan periode November - April, serta periode kejadian La Nina yaitu Juli - Desember dan Desember - Mei. Pada kejadian El Nino, akurasi prediksi OLR mempunyai nilai yang tinggi pada periode Juni - November (R^2 antara 0.691 - 0.884), sedangkan pada kejadian La Nina akurasi tinggi terjadi pada periode Juli - Desember (R^2 antara 0.662 - 0.889).

Selain untuk memberikan informasi tentang prediksi curah hujan, model prediksi anomali OLR telah diaplikasikan ke dalam model prediksi kegagalan panen (Adiningsih *et al.*, 2000). Hal ini dimungkinkan dengan mempertimbangkan suplai air sebagai faktor utama bagi pertumbuhan tanaman padi dan palawija serta pengaruh curah hujan terhadap serangan hama tanaman dan dengan asumsi bahwa faktor-faktor lainnya dianggap optimal. Model aplikasi ini menghitung resiko penurunan produksi dan serangan hama tanaman berdasarkan kriteria ketersediaan air dan curah hujan. Dari pengujian untuk Pulau Jawa diperoleh bahwa untuk resiko penurunan produktivitas padi akurasi model aplikasi cukup baik ($> 60\%$) sedangkan untuk resiko serangan hama tanaman padi akurasi model masih kurang ($< 60\%$). Luaran model prediksi anomali OLR digabungkan dengan prediksi liputan awan dari data GMS telah diaplikasikan ke dalam model prediksi produksi padi (Adiningsih *et al.*, 1999) dan model ini telah diuji untuk Pulau Jawa dengan keakuratan yang cukup tinggi ($> 60\%$ dan beragam antar daerah). Aplikasi lainnya dari model prediksi anomali OLR adalah untuk memprediksi banjir dan kekeringan lahan pertanian di Indonesia (Komarudin *et al.*, 2000). Dengan memasukkan prediksi OLR bulanan ke dalam persamaan linier untuk prediksi banjir dan kekeringan, maka indikasi banjir dan kekeringan dapat ditentukan berdasarkan kriteria selang nilai Y dimana nilai Y yang rendah (< 2) berindikasi banjir dan Y tinggi (> 5) berindikasi kekeringan. Model ini dikembangkan dan telah diuji untuk Pulau Jawa dengan akurasi yang cukup tinggi ($> 70\%$).

Dalam pemanfaatan dan aplikasi model prediksi iklim berbasis data penginderaan jauh tersebut beberapa kendala masih dihadapi. Kendala utama adalah menyangkut resolusi spasial dari luaran yang dihasilkan. Untuk skala propinsi model-model tersebut memberikan ketelitian yang sangat baik, sedangkan untuk skala kabupaten hasilnya masih memadai. Namun pada skala yang lebih rinci lagi, misalnya kecamatan, model-model tersebut tidak direkomendasikan. Oleh sebab itu pemanfaatan model untuk pengambilan keputusan dan perencanaan pada skala nasional atau propinsi dapat memberikan informasi yang cukup baik, sedangkan untuk perencanaan dan praktek pada skala lokal model tersebut masih perlu dikembangkan lagi untuk memperoleh akurasi yang diinginkan. Kendala lainnya dalam aplikasi model-model diatas adalah resolusi temporal yang mencakup satuan waktu luaran model dan jangkauan waktu prediksi. Model penentuan posisi zona konvergensi memiliki luaran dengan satuan waktu yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan (misalnya harian, mingguan atau bulanan) tetapi jangkauan waktunya relatif pendek (sekitar 1 bulan). Model prediksi anomali OLR memiliki luaran dengan satuan waktu bulanan dan jangkauan 5 bulan. Demikian pula model-model aplikasi yang telah dikembangkan memiliki jangkauan 1 bulan hingga 1 musim (6 bulan). Sementara itu pengguna umumnya menginginkan informasi dengan

resolusi spasial yang tinggi (bila mungkin sampai tingkat kecamatan) dan dengan satuan waktu harian sampai dengan mingguan serta memiliki jangkauan waktu yang panjang (misalnya 1 tahun). Beberapa teknik telah dicoba untuk diterapkan guna mengatasi masalah ini, misalnya dengan teknik pembangkitan data dan Sistem Informasi Geografis (SIG), namun hasilnya masih belum memuaskan sehingga perlu diteliti teknik lainnya.

1. TUJUAN

Tulisan ini memiliki dua tujuan yaitu a). untuk mengetahui perubahan posisi ITCZ (Inter Tropical Convergency Zone) dan SPCZ, persentase liputan awan dan memprediksi keadaan cuaca/iklim umum di Indonesia dalam jangka waktu pendek, b). memprediksi anomaly OLR di wilayah Indonesia yang diakibatkan oleh fenomena El Nino dan La Nina berdasarkan anomali SST di Lautan Pasifik.

2. SASARAN

Tersedianya informasi cuaca/iklim di seluruh Indonesia berdasarkan analisis posisi ITCZ dan SPCZ serta liputan awan, OLR, SST dan prediksi pada bulan berikutnya dari data satelit GMS (dalam bentuk laporan bulanan).

3. METODA

Dari data satelit GMS yang berupa sensor infra merah berupa data harian dengan resolusi 20 km x 20 km yang mencakup wilayah antara 60° LU - 60° LS dan 80° BT - 160° BT akan diklasifikasi awannya menjadi daerah dengan bebas awan, awan menengah, dan awan tinggi. Lalu dilakukan penghitungan liputan awan per mingguan (Indonesia dan setiap propinsi) dan selanjutnya dilakukan analisa perkembangannya selama 1 bulan.

Penentuan posisi garis berat ITCZ/SPCZ dari posisi pixel awan menengah dan awan tinggi dengan menggunakan regresi linear : $y = ax + b$ serta analisa pergeseran posisinya. Evaluasi dilakukan terhadap keadaan yang berjalan dan membandingkan dengan keadaan bulan sebelumnya. Dari sini baru dilakukan prediksi posisi ITCZ/SPCZ dan curah hujan bulan berikutnya.

4. HASIL

Dari model prediksi anomaly OLR didapat hasil bahwa untuk model linear menyimpang 2 - 3 ° lintang tetapi relatif sederhana. Sedangkan untuk model polinom orde 2 dan 3 telah diteliti dengan ketepatan lebih baik, tetapi kurang praktis untuk operasional. Langkah alternatif dengan menggunakan analisis cluster yang dapat dihubungkan. Hasil validasi dari prediksi OLR untuk wilayah Indonesia ditunjukkan pada table 1.

Pemanfaatan penginderaan jauh dan SIG (Sistem Informasi Geografi) pada bidang pertanian adalah untuk sistem informasi produksi pangan di pulau Jawa dan resiko gagal panen, dan luas panen. Ketelitian untuk estimasi produksi dapat mencapai lebih besar dari 60 %, tetapi untuk resiko gagal panen ketelitian kurang dari 60%.

Terdapat kendala untuk pemanfaatan dan aplikasi yang timbul dari :

- resolusi spasial luaran model, untuk skala propinsi sangat baik, untuk skala kabupaten cukup baik sedangkan untuk skala kecamatan masih rendah.
- resolusi temporal luaran model ; untuk data mingguan sampai dengan bulanan, lag sampai dengan 1 musim sedangkan untuk kebutuhan sampai dengan harian, lag sampai dengan 1 tahun.

Model prediksi iklim berbasis data penginderaan jauh yang telah dikembangkan dapat memberikan informasi yang cukup akurat sampai dengan skala tertentu. Model telah diaplikasikan antara lain untuk pertanian dan bencana kekeringan/banjir dengan hasil yang cukup baik. Ketelitian model perlu ditingkatkan baik dalam skala spasial maupun waktu untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Terbuka peluang untuk mengembangkan model-model baru agar dapat memanfaatkan keunggulan data penginderaan jauh.

5. KESIMPULAN

Tabel 1. Validasi Prediksi OLR untuk Wilayah Indonesia

Periode	R ² untuk tiap waktu tunda					
	0	1	2	3	4	5
Normal						
April (peralihan)	0.694	0.609	0.621	0.582	-	-
Juli (kemarau)	0.910	0.859	0.854	0.834	0.873	0.866
September (peralihan)	0.846	0.926	0.889	0.916	0.905	0.916
Oktober (peralihan)	0.937	0.869	0.911	0.906	0.883	0.869
El Nino						
April (peralihan)	0.607	0.588	0.605	0.627	-	-
Juli (kemarau)	0.893	0.804	0.812	0.838	0.849	0.845
September (peralihan)	0.796	0.853	0.856	0.842	0.851	0.853
Oktober (peralihan)	0.854	0.798	0.852	0.752	0.706	0.808
La Nina						
April (peralihan)	0.785	0.744	0.752	0.732	-	-
Juli (kemarau)	0.926	0.889	0.889	0.889	0.888	0.884
September (peralihan)	0.945	0.936	0.933	0.922	0.924	0.922
Oktober (peralihan)	0.885	0.883	0.868	0.895	0.842	0.856