

SISTEM DAN TEKNOLOGI PERAMALAN IKLIM

Erwin E. S. Makmur¹⁾ dan Amsari M. Setiawan²⁾

^{1,2} Bidang Informasi Iklim, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
Jl. Angkasa I No. 2 Kemayoran, Jakarta 10720
Telp : (021) 4246321, Fax : (021) 4244710, 6540214
E-mail : erwin.makmur@bmet.go.id¹⁾, amsari.setiawan@bmet.go.id¹⁾

Abstrak

Iklim memberikan pengaruh yang signifikan dalam kehidupan manusia. Untuk dapat memahaminya, dibuat penyederhanaan melalui pendekatan fisis dan statistik berupa model iklim. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) telah memanfaatkan berbagai hasil keluaran model baik yang didasarkan statistik maupun dinamis dalam membuat prediksi iklim. Meskipun pemodelan iklim masih belum bisa menggambarkan secara tepat sistem iklim khususnya iklim tropis, akan tetapi dengan memahami perilaku iklim diharapkan dapat diperoleh gambaran kondisi iklim pada waktu yang akan datang.

Kata kunci: model, iklim, BMKG

1. PENDAHULUAN

Disadari ataupun tidak, iklim dan cuaca memberikan peranan penting dalam kehidupan manusia. Iklim adalah apa yang diharapkan, sedangkan cuaca adalah apa yang didapatkan. Faktanya, iklim di seluruh dunia memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Beberapa faktor yang mempengaruhi iklim di bumi antara lain ketinggian tempat, posisi lintang, topografi, laut dan danau serta angin global. Meskipun demikian, matahari merupakan mesin iklim dan cuaca yang dapat berinteraksi dengan faktor iklim lainnya membentuk sistem iklim yang tersendiri untuk masing – masing wilayah. Pembangunan suatu model iklim merupakan satu upaya penyederhanaan yang dilakukan dalam memahami sistem iklim. Iklim didefinisikan sebagai kondisi rata-rata cuaca berdasarkan waktu yang panjang untuk suatu lokasi di bumi atau planet lain. Iklim juga dapat didefinisikan sebagai keadaan udara rata-rata pada suatu wilayah yang luas dan dalam waktu yang lama (menurut pengamatan kurang lebih 30 tahun).

Model iklim merepresentasikan komponen utama dari sistem iklim dan saling interaksi serta umpan balik. Model iklim mempunyai “skill” mensimulasi iklim kekinian dan tren masa mendatang. Memberikan kita beberapa keyakinan untuk dapat memprediksi masa depan. Model merupakan rencana, representasi, atau deskripsi yang menjelaskan suatu objek, **sistem**, atau konsep, yang seringkali berupa penyederhanaan atau idealisasi. Sistem merupakan suatu kesatuan yang terbentuk dari beberapa unsur, atau komponen, atau bagian yang satu sama lain berada dalam keterikatan yang kait-mengait dan fungsional. Selain itu, sistem dapat diartikan pula sebagai suatu cara yang mekanismenya berpola dan konsisten, bahkan mekanismenya sering bersifat otomatis.

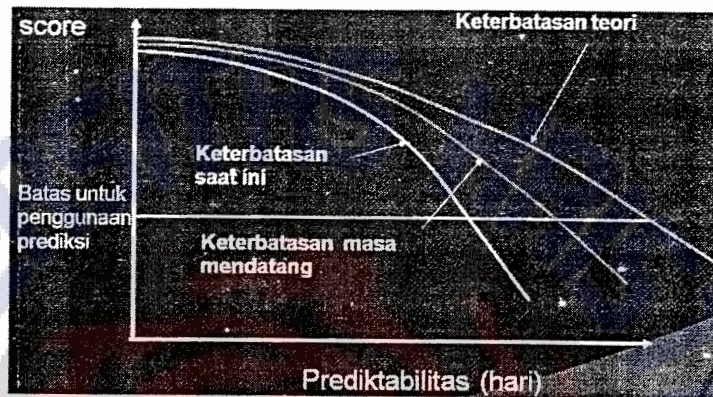
Terkait dengan prediksi cuaca dan iklim, Vilhelm Bjerknes memiliki pandangan bahwa kondisi atmosfer harus diketahui pada waktu tertentu (berdasarkan observasi), sehingga kondisi masa mendatang dapat dihitung dengan mempergunakan hukum kekekalan massa, energi dan momentum. Persamaan dasar merupakan persamaan diferensial non linier untuk memprakirakan aliran atmosfer global, yang terdiri dari:

- Kekekalan momentum: persamaan Navier-Stokes menjelaskan aliran hidrodinamik permukaan dengan asumsi gerakan vertikal lebih kecil dari gerakan horizontal dan ketebalan lapisan fluida lebih kecil daripada radius bola bumi
- Pers. Energi termal: berhubungan dengan suhu sistem untuk sumber panas dan kehilangan panas
- Pers. Kontinuitas: menggambarkan kekekalan massa

Pemodelan iklim berusaha mengakomodasi berbagai proses fisis di alam ke dalam berbagai macam persamaan matematis. Persamaan ini dibangun dengan asumsi yang menyederhanakan berbagai proses fisis dominan saja. Hal ini disebabkan karena tidak semua proses fisis di alam terkait cuaca dan iklim, mampu dinyatakan dalam suatu persamaan matematis. Solusi dari berbagai persamaan ini juga tidak semua dapat diperoleh secara analitik. Oleh karena itu, dikembangkan pula solusi numerik untuk

memecahkan permasalahan tersebut.

Perkembangan pemodelan iklim dinamis akhir – akhir ini menunjukkan arah yang lebih kompleks, dengan mulai mengakomodasi berbagai proses fisis maupun kimiawi di dalam atmosfer. Pada pertengahan tahun 1970-an, model iklim hanya memperhitungkan berbagai proses fisis yang terjadi di atmosfer saja. Interaksi antara atmosfer dan permukaan darat mulai ikut diperhitungkan pada model iklim yang dijalankan pada pertengahan 1980-an. Selanjutnya, pengaruh laut dan es beserta interaksinya terhadap atmosfer dan daratan mulai ditambahkan dalam perhitungan model iklim di awal 1990-an, serta aerosol sulfat di akhir 1990-an. Setelah tahun 1990-an sampai dengan awal 2000an, model iklim dinamis terus berkembang dengan memasukkan faktor aerosol non-sulfat, siklus karbon, dan juga memperhitungkan kandungan kimia di dalam atmosfer dalam perhitungannya.



Gambar 1. Grafik keterbatasan pada prediktabilitas cuaca

Semakin panjang rentang waktu yang diprakirakan, maka skor ketepatan dari prediksi tersebut akan semakin menurun. Oleh karena itu, prediksi cuaca ini dapat digunakan hanya jika skornya masih berada di atas batas penggunaan prediksi.

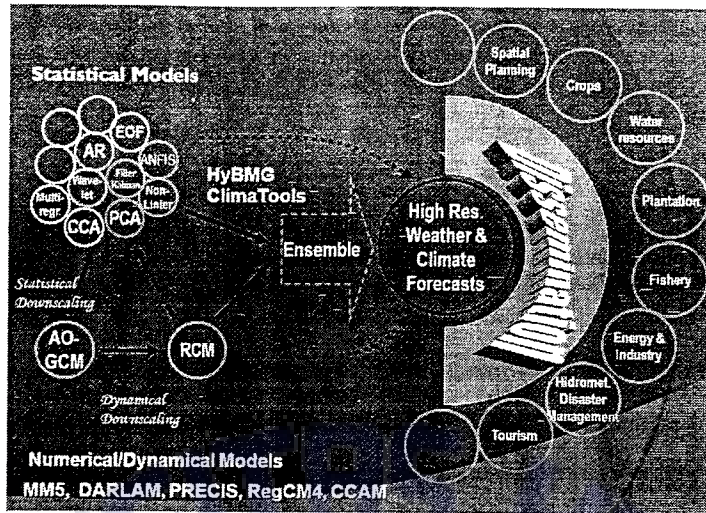
Kompleksitas iklim dengan prediktabilitas yang bervariasi secara spasial dan temporal inilah yang menyebabkan perlu terus dikembangkannya model iklim. Pulau Jawa dipilih sebagai salah satu contoh untuk pengembangan model iklim, baik yang digunakan untuk proyeksi beberapa puluh tahun ke depan maupun prediksi awal musim hujan, karena sebagian besar di wilayah ini merupakan sentra produksi padi nasional.

2. MODEL PREDIKSI IKLIM BMKG

Prediksi iklim yang dilakukan oleh BMKG terdiri dari dua kelompok besar, yaitu model statistik dan model dinamis. Model statistik umumnya didasarkan pada analisis deret waktu (*time series analysis*) terhadap unsur – unsur iklim, terutama curah hujan dari titik pengamatan (*observasi*) di Indonesia. Beberapa metode yang digunakan dalam model statistik ini antara lain ARIMA (*Auto Regressive Integrated Moving Average*), Wavelet, Multivariate, Regresi, Timeseries Analysis, dan lain sebagainya.

Sedangkan model dinamis didasarkan pada perhitungan numerik berbagai unsur iklim secara global di seluruh dunia sehingga menghasilkan gambaran secara umum kewilayahan (*spatial*). Beberapa model dinamis yang digunakan antara lain GPC WMO (*Global Prediction Center World Meteorological Organization*) serta model hasil keluaran berbagai institusi iklim luar negeri. Hasil yang diambil berupa prediksi SST (*Sea Surface Temperature*), hujan, angin, tekanan udara, dan berbagai unsur iklim lainnya.

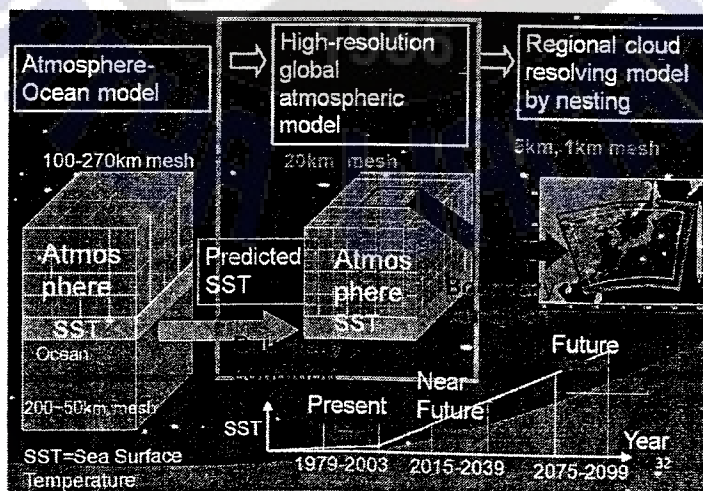
Selain menggunakan dua jenis model tersebut, kemampuan prakirawan dalam mengenali karakteristik iklim di suatu tempat juga memberikan kontribusi yang signifikan dalam pembuatan prediksi iklim. Pengaruh lokal juga turut diperhitungkan untuk menghasilkan prediksi dengan tingkat skor yang tinggi. Tak jarang pula, teknik analogi digunakan untuk melengkapi proses pembuatan prediksi iklim sehingga dapat dibandingkan antara kondisi iklim masa lalu dan kondisi terkini untuk memperoleh perbandingannya, sehingga kemudian dapat diperoleh gambaran prediksi iklim pada waktu yang akan datang.



Gambar 2. Gambaran umum model prediksi iklim.

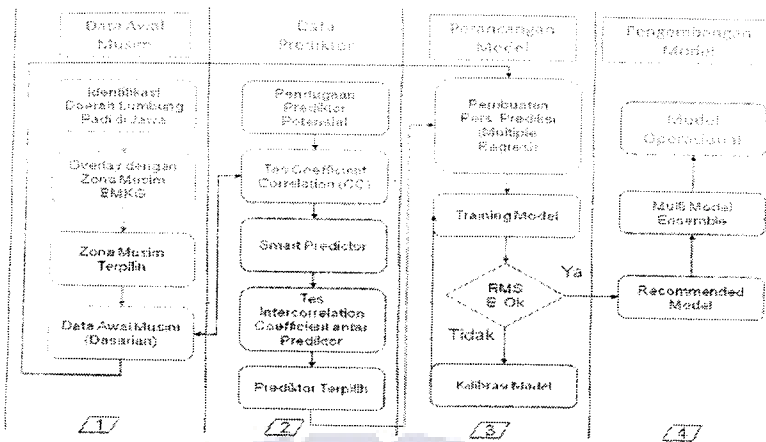
Selain digunakan untuk membuat prediksi iklim hingga 6 (enam) bulan yang akan datang, model iklim yang ada juga dapat digunakan untuk membuat proyeksi iklim dari puluhan hingga ratusan tahun yang akan datang. Model iklim saat ini berupa suatu sistem numerik yang merepresentasikan sistem iklim berdasarkan aspek sifat-sifat fisik, kimia dan biologi, komponen-komponen, interaksinya, proses timbal-balik, dan proses penghitungan untuk semua elemen-elemen tersebut. Dengan menggunakan IPCC *Special Report on Emission Scenarios* (SRES) berupa skenario emisi masa depan digunakan untuk menjalankan model sirkulasi global untuk mengembangkan skenario perubahan iklim. Dengan menggunakan hal tersebut, proyeksi iklim masa mendatang yang menjelaskan respon dari sistem iklim untuk emisi atau skenario konsentrasi dari *Green House Gasses* dan aerosol atau skenario radiative forcing untuk rentang waktu *near future* (2015-2039) dan *future* (2075-2099). Hasil dari proyeksi ini kemudian dilakukan proses downscaling, yaitu teknik utk mendapatkan informasi iklim resolusi tinggi. Hasilnya diperoleh informasi perubahan curah hujan, perubahan suhu, perubahan kejadian ekstrem, perubahan angin dan perubahan unsur cuaca/iklim lainnya.

Kerjasama dalam menjalankan model iklim salah satunya dilakukan dengan *Meteorological Research Institute* (MRI) Jepang, dengan koordinasi dengan *Japan International Cooperation Agency* (JICA) *project on Climate Change*. Kegiatan ini dilakukan selama kurang lebih satu bulan untuk mengevaluasi perubahan iklim yang terjadi pada tiap negara asal peserta menggunakan simulasi *Atmospheric Global Climate Model* (AGCM) dengan resolusi 20 Km.



Gambar 3. Gambaran umum model proyeksi iklim.

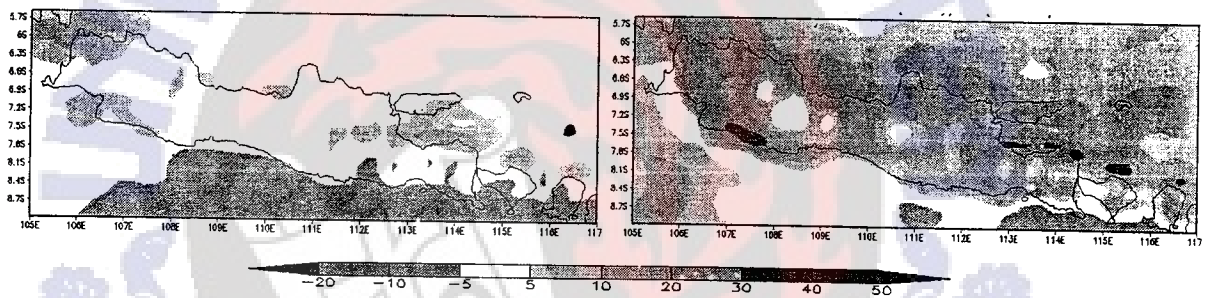
Prediksi awal musim hujan juga mengalami perkembangan. Salah satunya adalah penggunaan multi prediktor. Diagram alir pengerjaan model ini dapat diketahui dari gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Diagram alir prediksi awal musim hujan menggunakan multi prediktor.

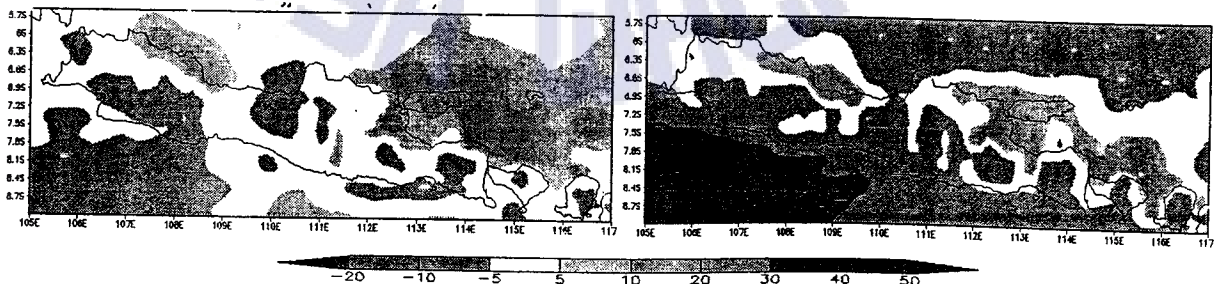
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu hasil yang diperoleh dengan menjalankan model ini berupa proyeksi kenaikan curah hujan selama musim hujan di Jawa pada tahun 2015-2039 dan 2075-2099, dibandingkan dengan tahun 1979-2003 seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 5. Proyeksi kenaikan curah hujan selama musim hujan di Jawa 2015-2039 (kiri) dan 2075 – 2099 (kanan) dibandingkan dengan tahun 1979-2003 (dalam %)

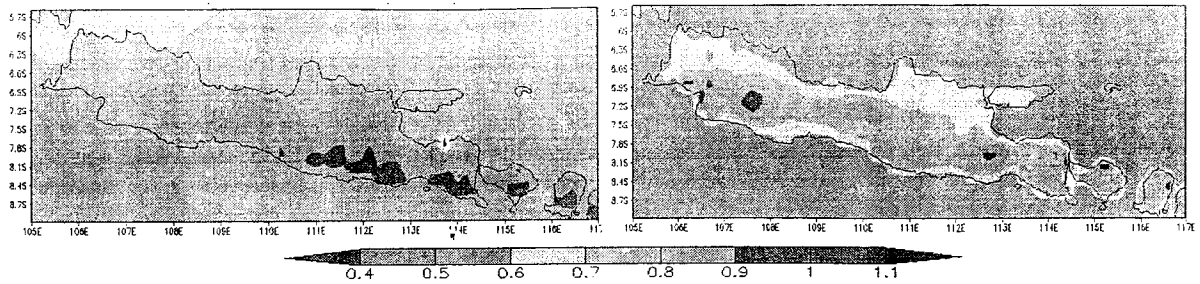
Perubahan atau kenaikan curah hujan selama musim hujan di Jawa selama tahun 2015 – 2039 dibandingkan dengan tahun 1979 – 2003 sebesar -5 s/d + 5 % di hampir seluruh pulau Jawa. Sedangkan jika dibandingkan dengan proyeksi tahun 2075 – 2099, curah hujan mengalami kenaikan antara 10% sampai 20% hampir di seluruh pulau Jawa. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa pada musim hujan (Desember, Januari dan Februari), beberapa puluh tahun yang akan datang akan lebih basah (curah hujan lebih banyak).



Gambar 6. Proyeksi kenaikan curah hujan selama musim kemarau di Jawa 2015-2039 (kiri) dan 2075 – 2099 (kanan) dibandingkan dengan tahun 1979-2003 (dalam %)

Perubahan berupa kenaikan curah hujan selama musim kemarau di Jawa selama tahun 2015 – 2039 dibandingkan dengan tahun 1979 – 2003 sebesar -5 s/d + 20 % terjadi di Pantura Jawa Barat, sedangkan pengurangan curah hujan terjadi di Banten bag. barat, Jawa Barat bag. tengah dan selatan. Jika dibandingkan dengan proyeksi tahun 2075 – 2099, curah hujan mengalami perubahan 10% di Pantura Jawa Barat dan pengurangan 10% sampai 20% di Pulau Jawa bag. barat, tengah dan selatan. Berdasarkan

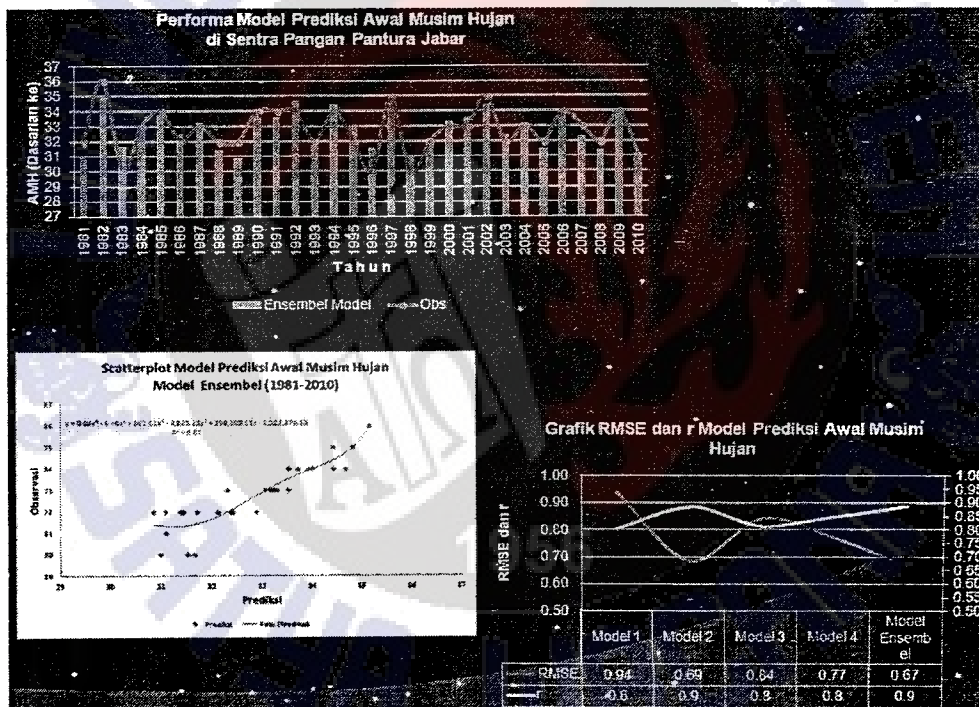
hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa pada musim kemarau (periode Juni, Juli dan Agustus), beberapa puluh tahun yang akan datang akan lebih kering (curah hujan lebih sedikit).



Gambar 7. Proyeksi kenaikan suhu selama 2015-2039 (kiri) dan 2075 – 2099 (kanan) dibandingkan periode tahun 1979-2003 (dalam °C)

Model ini juga menghasilkan proyeksi suhu dengan resolusi 20 x 20 km (luas cakupan kabupaten) dengan skenario A1B (keseimbangan dalam pemanfaatan energi dan teknologinya). Hasil yang diperoleh berupa proyeksi kenaikan suhu antara tahun 2015-2039 sebesar 0.7 – 1 °C dan antara tahun 2075-2099 sebesar 2.3 – 2.8 °C.

Prediksi awal musim hujan di sentra pangan wilayah pantai utara Jawa Barat menunjukkan performa seperti pada gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Performa model prediksi awal musim hujan di sentra produksi pangan Pantura Jawa Barat.

4. SIMPULAN

Berdasarkan uraian tersebut, dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut.

1. Perkembangan pemodelan iklim selaras dengan perkembangan teknologi komputer
2. Pemodelan iklim masih belum bisa menggambarkan secara tepat sistem iklim khususnya iklim tropis
3. Secara umum, seluruh model iklim tidak selalu tepat.tetapi bermanfaat.

5. DAFTAR PUSTAKA

Lorenz, Edward N, 1997, *Climate is What You Expect*, Colorado: Prepared for publication by NCAR.
 Gronas, Sigbjorn, 2005, Vilhelm Bjerknes' Vision for Scientific Weather Prediction, *The Nordic Seas: An Integrated Perspective Geophysical Monograph Series 158*, 10.1029/158GM22.