

PERBANDINGAN CURAH HUJAN HASIL SIMULASI MODEL SIRKULASI UMUM ATMOSFER DENGAN DATA OBSERVASI SATELIT TRMM

Didi Satiadi

Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, LAPAN
satiadi@bdg.lapan.go.id

ABSTRACT

Comparison between convective rainfall simulated by an atmospheric general circulation model and observational data have been carried out.

The general circulation model used was the CSIRO9 (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), whereas the observational data were obtained from the TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) satellite. Comparisons were carried out for monthly-average convective rainfall data for Januari to December 2004.

The results showed that simulated rainfall distribution patterns and their movement in general followed those shown by observational data, but in detail showed differences, probably caused by the model's relatively low resolution. Improvement of the model's resolution would be required to improve prediction accuracy in the Indonesian Continent-Maritime region.

ABSTRAK

Perbandingan antara curah hujan konvektif hasil simulasi Model Sirkulasi Umum Atmosfer (*Atmospheric General Circulation Model*, atau disingkat AGCM) dengan data pengamatan telah dilakukan.

Model Sirkulasi Umum yang digunakan adalah CSIRO9 (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*), sedangkan data pengamatan diperoleh dari satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*). Data yang dibandingkan adalah curah hujan konvektif rata-rata bulan Januari s.d Desember tahun 2004.

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa pola-pola distribusi curah hujan hasil simulasi model dan pergerakannya secara umum mengikuti pola-pola yang diperlihatkan data pengamatan, namun secara rinci memperlihatkan perbedaan-perbedaan, yang diperkirakan antara lain akibat dari resolusi model yang relatif rendah. Peningkatan resolusi model diperlukan untuk meningkatkan ketepatan prediksi di wilayah benua-maritim Indonesia.

Kata kunci: *Model, GCM, TRMM, Hujan konvektif, Validasi*

1 PENDAHULUAN

Informasi prakiraan cuaca dan iklim yang akurat sangat dibutuhkan sebagai dasar pengambilan keputusan pada sektor-sektor pembangunan. Informasi ini antara lain diperoleh dari keluaran model-model operasional prediksi cuaca dan iklim numerik. Selain itu, model-model seperti ini juga dapat berfungsi sebagai model-model riset

untuk mendukung kegiatan penelitian mengenai fenomena atmosfer dan iklim.

Sebelum model-model ini digunakan untuk keperluan operasional maupun riset, verifikasi dan validasi terhadap model-model ini harus dilakukan terlebih dahulu untuk memastikan bahwa model-model ini merupakan representasi yang cukup baik dari alam

yang sesungguhnya. Verifikasi biasanya dilakukan hanya terhadap keluaran akhir dari model, sedangkan validasi dilakukan secara lebih teliti juga terhadap seluruh proses yang dilakukan oleh model dalam menghasilkan keluaran akhir tersebut.

Model sirkulasi umum atmosfer (*Atmospheric General Circulation Model*, atau disingkat AGCM) menggambarkan sirkulasi atmosfer secara global. Model seperti ini biasanya digunakan dalam mempelajari fenomena atmosfer yang bersifat global atau digunakan sebagai masukan penggerak, kondisi awal atau kondisi batas bagi model-model regional atau model-model wilayah terbatas (*Limited Area Model*, atau disingkat LAM), suatu proses yang dikenal dengan istilah membuat sarang (*nesting*). Proses nesting dapat dilakukan satu arah dimana model global menjadi penggerak (*forcing*) terhadap model regional, atau dua arah dimana model regional juga memberikan umpan balik terhadap dan mengubah kondisi model global secara terus-menerus.

Dalam makalah ini, keluaran dari model sirkulasi umum CSIRO9 telah dibandingkan dengan data pengamatan dari satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) yang dioperasikan oleh NASA (*National Agency for Space Administration*). Data yang dibandingkan adalah curah hujan konvektif rata-rata bulanan (Januari s.d Desember) untuk tahun 2004. Perbandingan ini hanya dilakukan secara kualitatif dan visual terhadap pola-pola umum distribusi hujan konvektif global setiap bulan.

Proses verifikasi dan validasi terhadap model sirkulasi umum sangat penting untuk dilakukan karena ketepatan prediksi sebuah model regional atau model area terbatas sangat bergantung antara lain pada ketepatan prediksi dari model global yang menggerakkannya.

2 LANDASAN TEORI

Model sirkulasi umum CSIRO9 menjalankan integrasi ke depan dalam waktu dari persamaan-persamaan primitif yang menggambarkan gerakan dari atmosfer global. Persamaan-persamaan tersebut menggambarkan gerakan, sumber-sumber (*source*) dan tempat-tempat lenyapnya (*sink*) berbagai besaran fisis, termasuk panas, uap air dan gas-gas telusur (*trace gases*). Model ini mensimulasikan sejumlah proses-proses fisika termasuk radiasi dan presipitasi yang menjadi penggerak dari persamaan-persamaan dinamika. Model ini ditujukan untuk simulasi iklim secara umum sehingga menggambarkan siklus tahunan dan harian. Kondisi batas bawah atmosfer ditentukan oleh skema interaktif permukaan daratan, tetapi suhu permukaan laut ditentukan di dalam model versi ini. Semua variabel utama yang lain seperti jumlah awan, salju, laut-es dihitung sendiri.

Model ini menggunakan bentuk fluks dari persamaan-persamaan dinamika daripada bentuk advektif. Formulasi fluks memastikan bahwa konservasi massa dan energi dapat dicapai dengan cepat. Konservasi ini sangat penting dalam AGCM yang digunakan untuk integrasi banyak-tahun yang dibutuhkan dalam penelitian-penelitian iklim.

Model ini telah digunakan untuk menghitung transport panas di laut yang diperlukan untuk dapat menghitung suhu laut dengan model lempeng (*slab*) laut daripada menggunakan suhu yang tetap. Penggunaan "lapisan-campuran" laut yang sederhana ini mengizinkan kondisi batas yang meliputi permukaan daratan, permukaan es kutub, dan laut untuk dapat ditentukan sendiri. Dalam model slab ini arus laut belum diperhitungkan, sehingga perlu ada koreksi yang disebut sebagai koreksi Q-fluks.

Model ini menggunakan koordinat sigma pada arah vertikal. Interval antara tingkat ketinggian tidak harus seragam. Variabel-variabel prognostik ditulis dalam bentuk spektral (kompleks atau split riil/imajiner) kecuali untuk kelembaban yang ditulis dalam bentuk variabel grid. Variabel prognostik utama ditulis dalam tingkat penuh, sedangkan kecepatan vertikal diagnostik dan tinggi geopotensial ditulis dalam tingkat setengah; tingkat penuh berada di tengah-tengah antara tingkat setengah.

Model ini telah ditulis dalam variabel spektral resolusi horisontal. Model ini dijalankan pada resolusi spektral R21 (rhomboidal terpotong pada 21 gelombang) yang menggunakan 64 grid timur-barat dengan interval yang sama dan menggunakan 28 grid kutub-katulistiwa dengan interval yang tidak sama. Skema waktu semi-implisit lompat-katak (*leap-frog*) digunakan (waktu kini dan sebelumnya disimpan) dengan filter waktu. Interval waktu model adalah 30 menit.

Seluruh model ditulis dalam bahasa pemrograman fortran77 dan terbagi atas subrutin-subrutin. Masing-masing subrutin menghitung suatu proses atau sub-proses. Selain itu ada satu file yang digunakan untuk mengkompilasi model menurut mesin yang digunakan dan resolusi yang diinginkan, sebuah file yang digunakan sebagai pengontrol dalam menjalankan model, dan file-file yang diperlukan untuk menjalankan suatu eksperimen.

3 DATA DAN METODOLOGI

3.1 Data

Data keluaran model hujan konvektif rata-rata bulan Januari s.d

Desember 2004 diperoleh dari simulasi GCM CSIRO9 Mark 2 (*Global Circulation Model – Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization – Versi 2*), yang dikembangkan oleh Badan Pemerintah Australia.

Sedangkan data observasi satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) yang digunakan adalah dataset 3A12 gridded dengan resolusi $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$ yang dapat diperoleh dari internet website <http://trmm.gsfc.nasa.gov>. Variabel yang digunakan adalah curah hujan konvektif rata-rata global bulan Januari s.d Desember 2004.

3.2 Metodologi

Model GCM CSIRO9 dijalankan dengan konfigurasi eksperimen sebagai berikut:

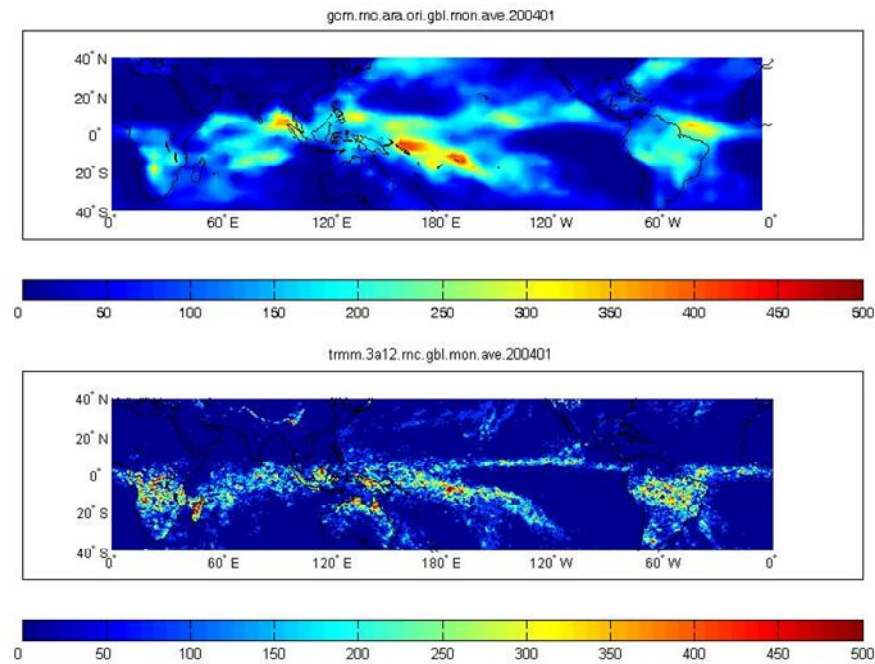
- Domain fisik global dengan resolusi $3,2^{\circ} \times 5,6^{\circ}$.
- Ukuran grid $56 \times 64 \times 9$ level.
- *Time step* 30 menit.
- Suhu Permukaan Laut (SST) *slab ocean* klimatologi.
- Skema konveksi Arakawa.
- Waktu simulasi bulan Januari s.d. Desember tahun 2004.

Post-processing data keluaran model dan data pengamatan satelit TRMM dilakukan dengan menggunakan software Matlab R12.

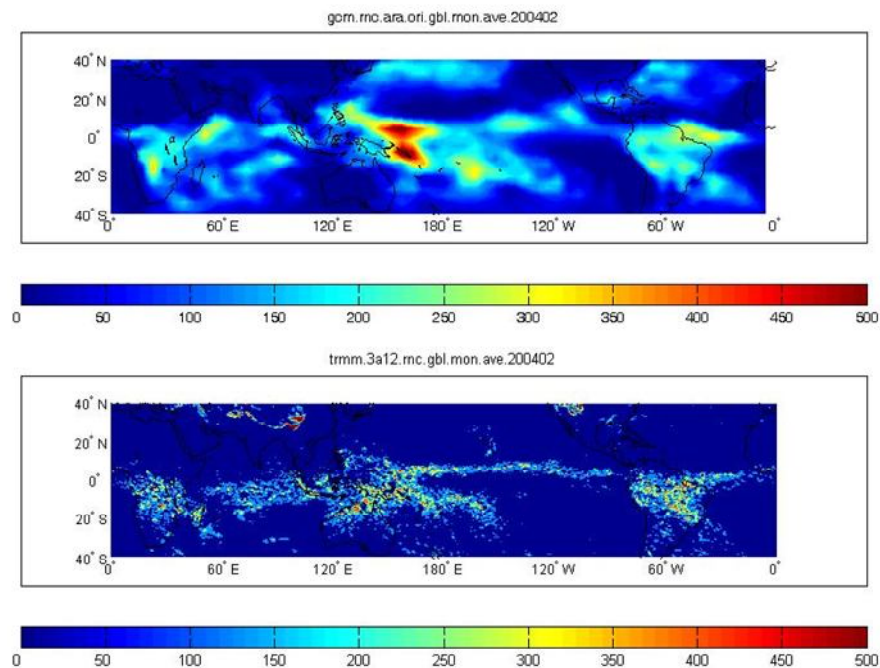
4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perbandingan antara Hasil Simulasi dengan Data Pengamatan Satelit

Gambar 4-1 memperlihatkan hujan konvektif rata-rata bulan Januari tahun 2004, perbandingan antara keluaran model CSIRO9 (atas) dengan data observasi satelit TRMM (bawah).



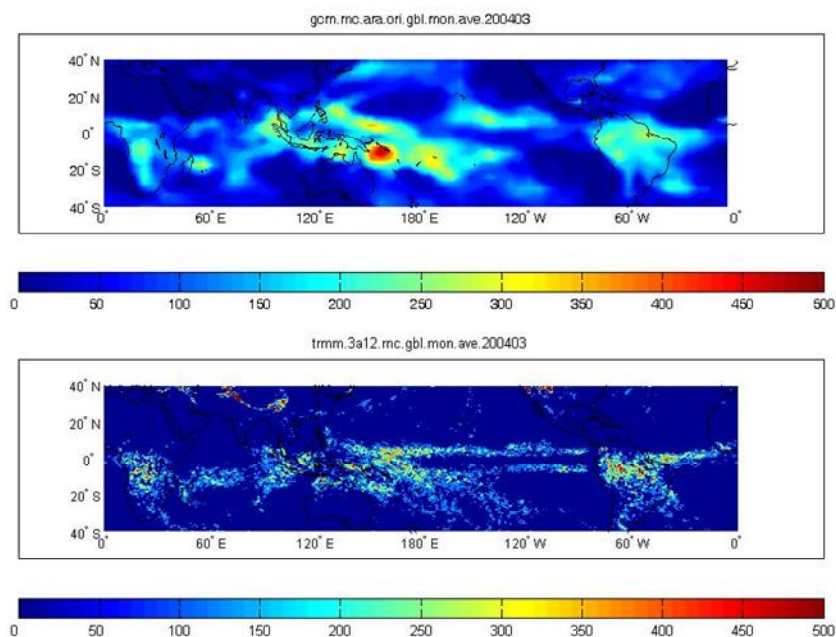
Gambar 4-1: Hujan Konvektif Rata-Rata Bulan Januari 2004: Model (Atas) vs Observasi (Bawah)



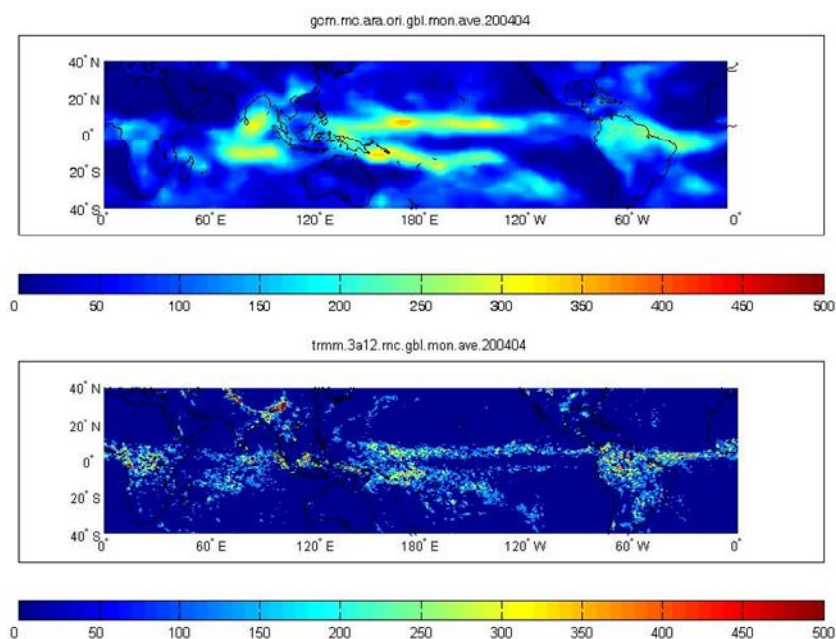
Gambar 4-2: Hujan Konvektif Rata-Rata Bulan Februari 2004: Model (Atas) vs Observasi (Bawah)

Gambar 4-2 memperlihatkan hujan konvektif rata-rata bulan Februari tahun 2004, perbandingan antara keluaran model CSIRO9 (atas) dengan data observasi satelit TRMM (bawah).

Gambar 4-3 memperlihatkan hujan konvektif rata-rata bulan Maret tahun 2004, perbandingan antara keluaran model CSIRO9 (atas) dengan data observasi satelit TRMM (bawah).



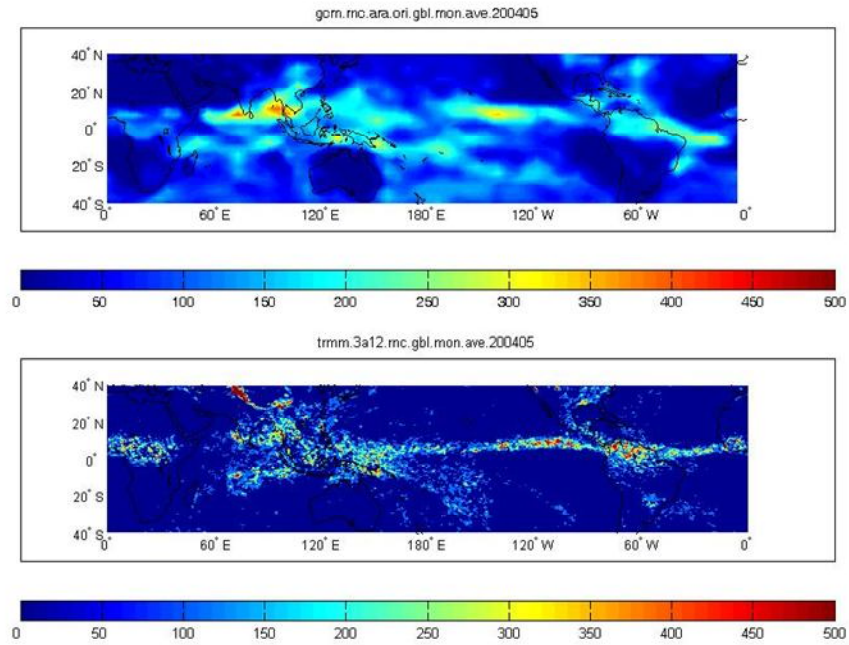
Gambar 4-3: Hujan Konvektif Rata-Rata Bulan Maret 2004: Model (Atas) vs Observasi (Bawah)



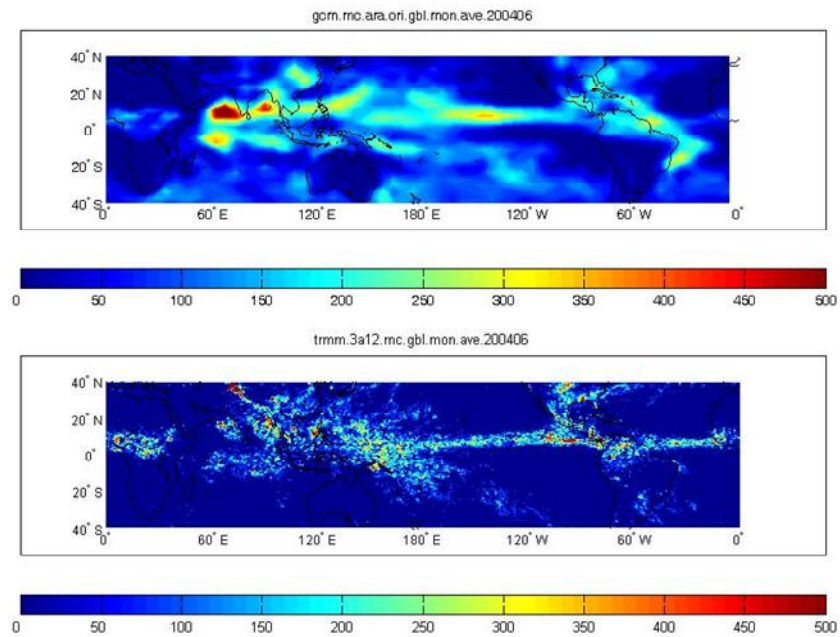
Gambar 4-4: Hujan Konvektif Rata-Rata Bulan April 2004: Model (Atas) vs Observasi (Bawah)

Gambar 4-4 memperlihatkan hujan konvektif rata-rata bulan April tahun 2004, perbandingan antara keluaran model CSIRO9 (atas) dengan data observasi satelit TRMM (bawah).

Gambar 4-5 memperlihatkan hujan konvektif rata-rata bulan Mei tahun 2004, perbandingan antara keluaran model CSIRO9 (atas) dengan data observasi satelit TRMM (bawah).



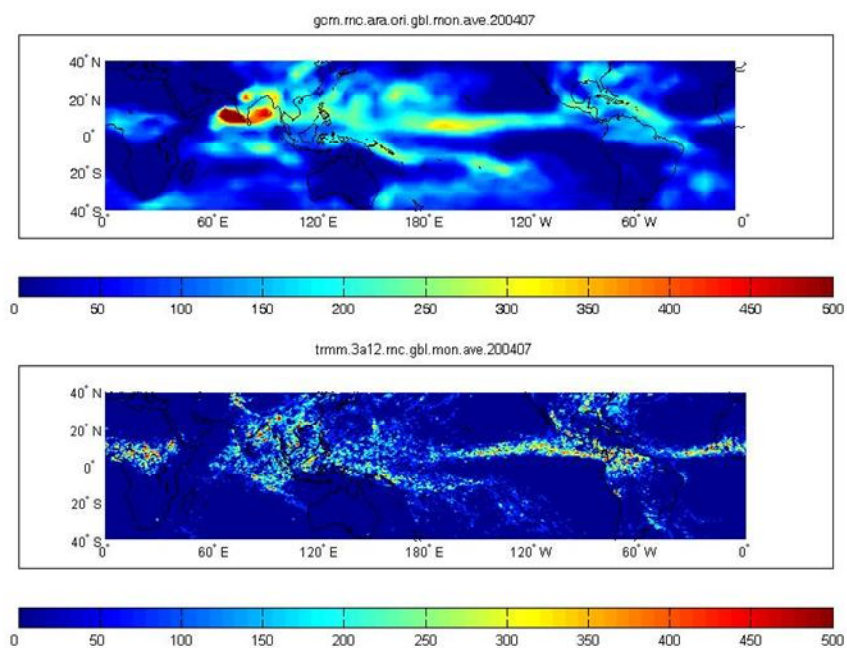
Gambar 4-5: Hujan Konvektif Rata-Rata Bulan Mei 2004: Model (Atas) vs Observasi (Bawah)



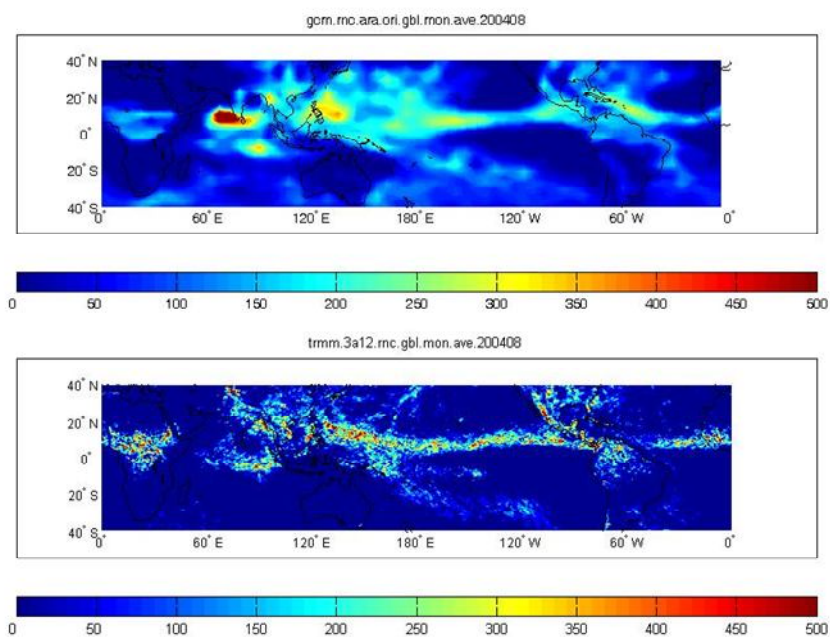
Gambar 4-6: Hujan Konvektif Rata-Rata Bulan Juni 2004: Model (Atas) vs Observasi (Bawah)

Gambar 4-6 memperlihatkan hujan konvektif rata-rata bulan Juni tahun 2004, perbandingan antara keluaran model CSIRO9 (atas) dengan data observasi satelit TRMM (bawah).

Gambar 4-7 memperlihatkan hujan konvektif rata-rata bulan Juli tahun 2004, perbandingan antara keluaran model CSIRO9 (atas) dengan data observasi satelit TRMM (bawah).



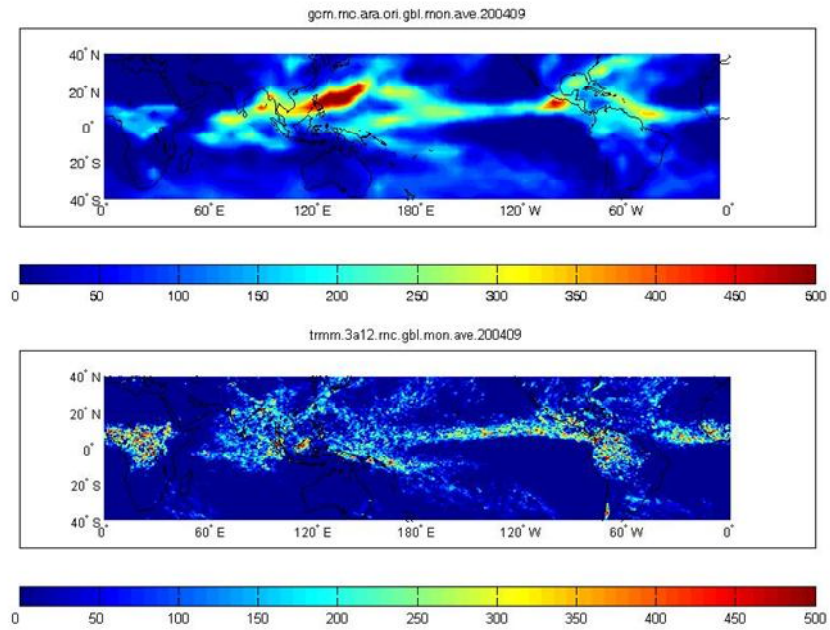
Gambar 4-7: Hujan Konvektif Rata-Rata Bulan Juli 2004: Model (Atas) vs Observasi (Bawah)



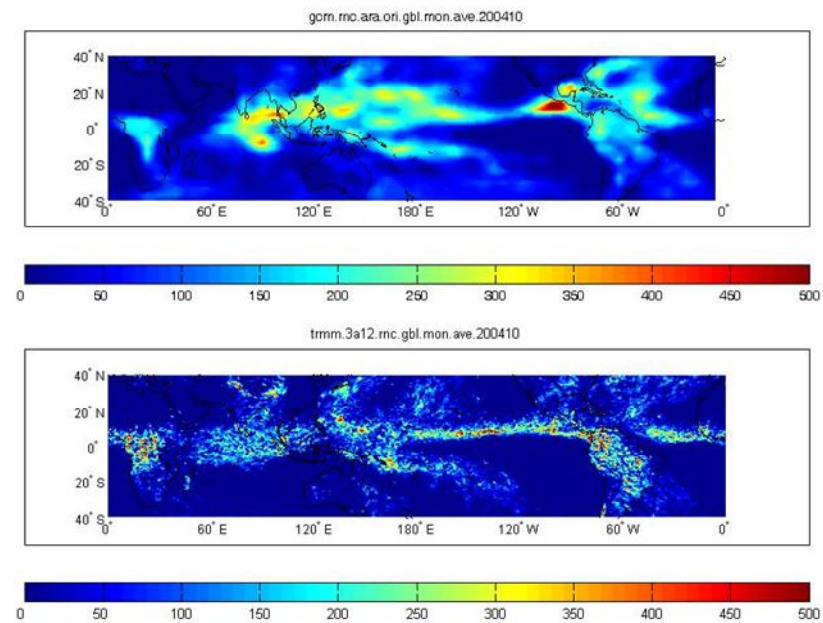
Gambar 4-8: Hujan Konvektif Rata-Rata Bulan Agustus 2004: Model (Atas) vs Observasi (Bawah)

Gambar 4-8 memperlihatkan hujan konvektif rata-rata bulan Agustus tahun 2004, perbandingan antara keluaran model CSIRO9 (atas) dengan data observasi satelit TRMM (bawah).

Gambar 4-9 memperlihatkan hujan konvektif rata-rata bulan September tahun 2004, perbandingan antara keluaran model CSIRO9 (atas) dengan data observasi satelit TRMM (bawah).



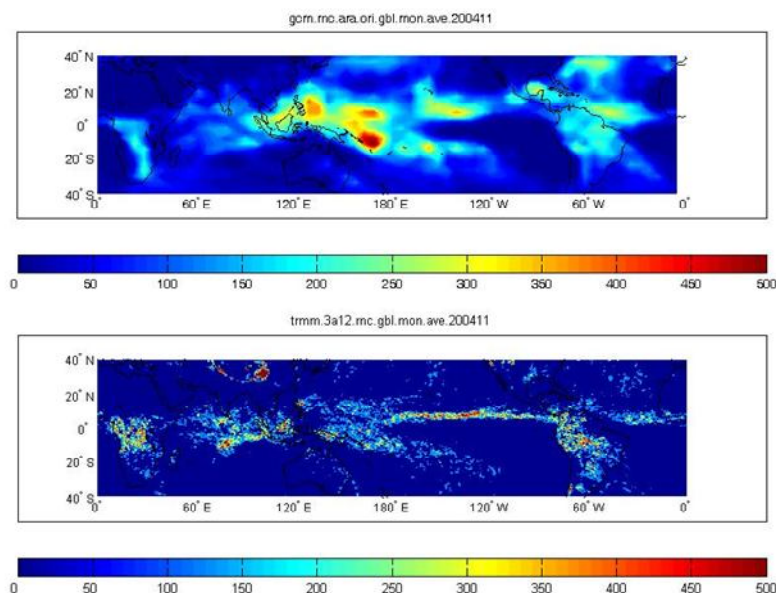
Gambar 4-9: Hujan Konvektif Rata-Rata Bulan September 2004: Model (Atas) vs Observasi (Bawah)



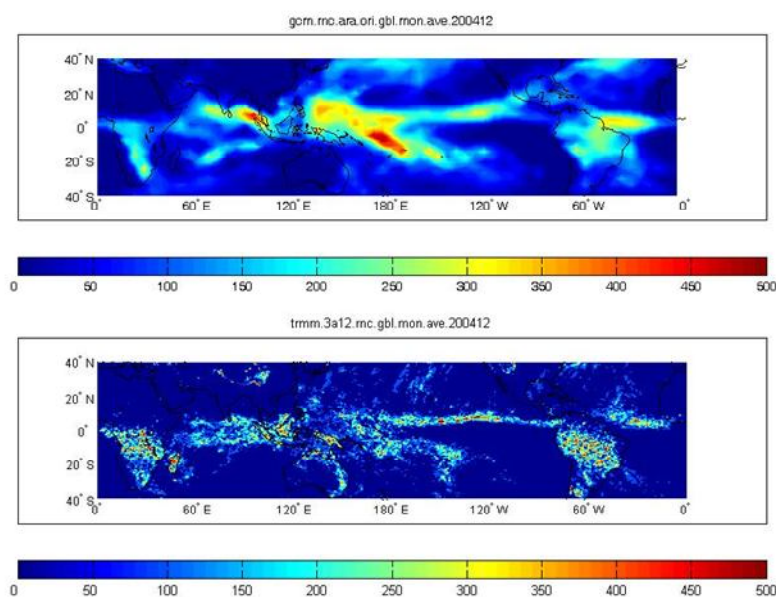
Gambar 4-10: Hujan Konvektif Rata-Rata Bulan Oktober 2004: Model (Atas) vs Observasi (Bawah)

Gambar 4-10 memperlihatkan hujan konvektif rata-rata bulan Oktober tahun 2004, perbandingan antara keluaran model CSIRO9 (atas) dengan data observasi satelit TRMM (bawah).

Gambar 4-11 memperlihatkan hujan konvektif rata-rata bulan November tahun 2004, perbandingan antara keluaran model CSIRO9 (atas) dengan data observasi satelit TRMM (bawah).



Gambar 4-11: Hujan Konvektif Rata-Rata Bulan November 2004: Model (Atas) vs Observasi (Bawah)



Gambar 4-12: Hujan Konvektif Rata-Rata Bulan Desember 2004: Model (Atas) vs Observasi (Bawah)

Gambar 4-12 memperlihatkan hujan konvektif rata-rata bulan Desember tahun 2004, perbandingan antara keluaran model CSIRO9 (atas) dengan data observasi satelit TRMM (bawah).

4.2 Pembahasan/Analisis

Dari Gambar 1 s.d 12 dapat dilihat bahwa secara umum pola-pola distribusi curah hujan konvektif menurut keluaran model CSIRO9 mengikuti pola-pola yang diperlihatkan oleh data

observasi TRMM, misalnya konsentrasi curah hujan di wilayah katulistiwa, terutama di wilayah Afrika Tengah, Benua-Maritim Indonesia, dan Amerika Selatan, demikian pula pola-pola curah hujan yang cenderung mengikuti garis *Inter-tropical Convergence Zone* (ITCZ), serta pergerakan ITCZ ke arah utara-selatan mengikuti posisi matahari. Namun apabila diperhatikan secara lebih teliti akan tampak perbedaan-perbedaan yang penting.

Curah hujan menurut model memperlihatkan pola-pola yang cenderung kontinu dibandingkan dengan data observasi yang memperlihatkan pola-pola yang cenderung diskontinu. Hal ini diperkirakan terjadi antara lain karena resolusi model yang lebih kasar (sekitar 300 km x 500 km) dibandingkan dengan resolusi data TRMM yang lebih halus (sekitar 50 km x 50 km). Model juga kurang sensitif terhadap efek daratan dari Benua-Maritim Indonesia, Pantai Utara Benua Australia, dan Pegunungan Himalaya. Di beberapa tempat yang cenderung berpindah-pindah, model juga memperlihatkan over-prediksi curah hujan yang cukup tinggi.

5 KESIMPULAN

Dalam makalah ini, perbandingan antara keluaran model sirkulasi umum CSIRO9 dengan data observasi satelit TRMM dalam hal curah hujan konvektif rata-rata bulan Januari s.d. Desember 2004 telah dilakukan. Hasil-hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa secara umum dari bulan Januari s.d. Desember 2004 keluaran model memperlihatkan pola-pola distribusi curah hujan konvektif yang mengikuti pola-pola yang

diperlihatkan oleh data observasi termasuk pergerakannya. Namun ada perbedaan-perbedaan yang diperkirakan terjadi antara lain karena perbedaan resolusi antara data keluaran model dengan data observasi. Model juga kurang dapat menangkap pengaruh dari daratan seperti benua-maritim Indonesia.

Ketepatan prediksi model global sangat penting karena menentukan ketepatan prediksi model regional yang digerakkannya. Oleh karena itu, peningkatan resolusi model global perlu dilakukan terutama untuk meningkatkan ketepatan prediksi model di wilayah benua-maritim Indonesia.

DAFTAR RUJUKAN

- General Circulation Model CSIRO9 Technical Paper, CSIRO Division of Atmospheric Research, Australia, 1993.
- Siswanto B. & Ratag M. A., 1999. *Manual Menjalankan GCM-CSIRO9 Mark II*, Lapan Bandung, April 1999.
- Data dan informasi satelit TRMM diperoleh dari internet website <http://trmm.gsfc.nasa.gov>, di download pada tanggal 21 Juni 2007.