

KONFIRMASI TEMPERATUR PERMUKAAN LUARAN MODEL GCM CSIRO-9 TERHADAP DATA HASIL PENGAMATAN DI WILAYAH INDONESIA

Halimurrahman, Mezak A. Ratag
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

Abstrak

Konfirmasi luaran model iklim GCM-CSIRO9 adalah salah satu rangkaian pengembangan dan penggunaan model iklim. Temperatur permukaan (TSU) dan screen (TSC) adalah luaran model yang dikonfirmasi terhadap data temperatur hasil pengamatan. Dipilih 5 titik kisi sebagai lokasi kajian. Temperatur permukaan (TSU) adalah variabel yang memiliki standar kesalahan dan koefisien korelasi lebih baik dari pada temperatur screen (TSC). Titik 1 adalah titik yang memiliki karakteristik statistik paling bagus untuk konfirmasi temperatur luaran model iklim GCM-CSIRO9 terhadap data hasil pengamatan dibandingkan dengan 4 titik yang lain. Koefisien korelasi di titik 1 yaitu +80.5% dan standar kesalahannya adalah 23.4%.

1. PENDAHULUAN

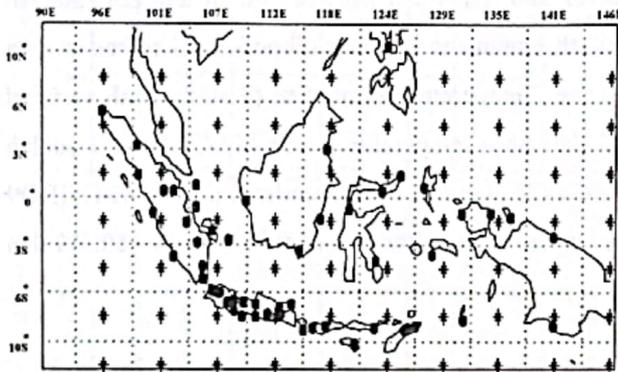
Kehidupan manusia di bumi mempunyai kaitan erat dengan keadaan global seperti perubahan iklim global. Perubahan iklim global ini ditandai dengan peningkatan gas rumah kaca yang sampai saat ini merupakan kajian penting dan populer. Selain itu, pengaruhnya terhadap hidrologi permukaan (mis. perubahan *runoff* air dan kelembaban tanah) adalah kajian penting lain dari pengaruh perubahan iklim terhadap sumber air bumi dan pertanian [Diaz, R.A., et.al.: 1997]. Alat bantu yang dapat digunakan untuk mengkaji pengaruh sistem iklim dan dampaknya adalah model iklim global (*Global Climate Model* – GCM). Salah satu model iklim global adalah GCM-CSIRO9 yaitu model iklim yang dibuat oleh CSIRO *Division of Atmospheric Research* (DAR) – Australia. Model CSIRO tersebut adalah model spektral sembilan level yang dikembangkan dari model spektral sebelumnya yaitu dua-level dan empat-level dengan dasar persamaan primitif dinyatakan dalam bentuk fluks konservatif [McGregor, et.al.: 1993]. LAPAN

BANDUNG bekerja sama dengan CSIRO–DAR memiliki model iklim GCM-CSIRO9 tersebut.

Salah satu penelitian yang dilakukan dengan model iklim adalah mengkonfirmasi luaran model iklim terhadap data pengamatan. Konfirmasi (didefinisikan sebagai penentuan tingkat keakuratan luaran model iklim terhadap data pengamatan) model GCM adalah langkah yang perlu dilakukan dalam satu rangkaian pengembangan dan penggunaan model untuk prediksi dan skenario iklim. Program konfirmasi model GCM meliputi kajian mean dan varians data. Sebagai tahap awal dilakukan konfirmasi salah satu luaran GCM-CSIRO9 yaitu temperatur bulanan untuk wilayah Indonesia. Sementara data pengamatan yang digunakan adalah dari *Climatic Research Unit, University of East Anglia, Norwich, UK*.

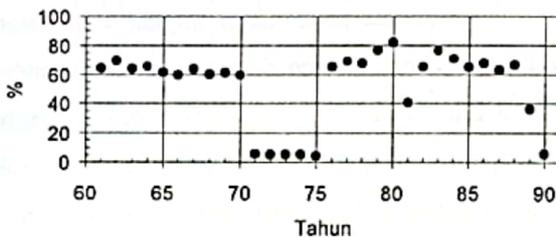
Karena data pengamatan yang tidak tersebar rata di seluruh wilayah Indonesia, maka konfirmasi hanya dilakukan di 5 titik kisi luaran GCM. Koordinat 5 titik tersebut dapat dilihat di Tabel 1. Titik-titik tersebut mewakili daerah Sumatera, Jawa, Bali dan Nusa Tenggara (Gambar 1). Selain itu ketersediaan data

pengamatan untuk 57 stasiun pengamat di wilayah Indonesia antara tahun 1960 dan 1991 bervariasi dari 4% sampai dengan 81% (Gambar 2). Dari Gambar 2 tampak bahwa tahun 1980 mempunyai ketersediaan data pengamatan yang paling baik dibanding dengan tahun-tahun yang lain. Oleh sebab itu tahun 1980 dipilih sebagai tahun kajian.



Keterangan:
 * posisi luaran model iklim GCM-CSIRO9 ;
 • posisi stasiun pengamat cuaca.

Gambar 1. Lokasi stasiun pengamat cuaca dan luaran model iklim GCM-CSIRO9 di wilayah Indonesia



Gambar 2. Kualitas ketersediaan data 57 stasiun pengamat cuaca di wilayah Indonesia.

Luaran GCM dinyatakan di setiap kisi yang berarti nilai luaran tersebut berlaku di seluruh luasan kisi tersebut. GCM-CSIRO9 memiliki resolusi kisi horisontal berukuran 3.2 x 5.6 derajat terhadap lintang dan bujur (350 km x 625 km) [McGregor, et.al. 1993]. Sementara satu data pengamatan untuk satu titik lokasi, jadi di satu luasan kisi model meliputi lebih dari satu stasiun pengamatan. Agar luaran model GCM dapat dikonfirmasi dengan data pengamatan, data pengamatan yang berada di luasan kisi model GCM

Tabel 1. Koordinat 5 titik kisi GCM kajian.

Nomor Titik	Lintang	Bujur
I	1.59287	101.25
II	-1.59287	101.25
III	-7.9643	106.875
IV	-7.9643	112.5
V	-7.9643	118.125

harus dihitung rata-rata untuk mendapat satu data pengamatan yang mewakili di luasan kisi model. Sebelum dihitung, agar data terdistribusi rata di seluruh luasan kisi model, data pengamatan diinterpolasi pada posisi-posisi baru. Metoda interpolasi yang digunakan adalah metoda kriging. Gambar 3 memberi gambaran tentang langkah-langkah penyamaan data pengamatan terhadap data luaran model iklim GCM.

Metoda statistik yang digunakan untuk memkonfirmasi luaran GCM terhadap data pengamatan menggunakan metoda standar kesalahan dan koefisien korelasi. Standar kesalahan akan mendapatkan perbedaan nilai antara luaran model iklim GCM-CSIRO9 dengan data hasil pengamatan sementara koefisien korelasi akan mendapatkan hubungan antara data pengamatan dengan luaran model iklim.

Parameterisasi konveksi awan dalam model dan menggunakan skema konveksi Kuo. Dan luaran model dipilih temperatur permukaan (TSU) dan *screen* (TSC). Temperatur permukaan adalah temperatur yang didefinisikan sebagai temperatur di atas permukaan daratan dan temperatur *screen* adalah temperatur di ketinggian 2 meter dari permukaan daratan. Alasan dua macam temperatur tersebut yang dipilih adalah untuk mengkaji apakah data temperatur berasal dari hasil pengamatan sebagai temperatur permukaan atau temperatur *screen*.

2. DATA DAN METODA

Data pengamatan

Data pengamatan untuk konfirmasi luaran model iklim GCM-CSIRO9 diperoleh dari *Climatic Research Unit, University of East Anglia, Norwich, UK* melalui kompilasi dari sumber di internet. Data tersebut dikumpulkan dari 11800 stasiun cuaca di seluruh dunia yang diperoleh dari Global Historical Climatology Network di Arizona State University, USA. Data asli hasil kompilasi dari sumber internet selanjutnya di ekstrak untuk wilayah Indonesia dan disimpan serta disusun dalam format MS. Excell.

Sebelum digunakan, data pengamatan diverifikasi dengan menggunakan perangkat lunak berbasis program Visual-Basic. Program verifikasi tersebut berupa uji konsistensi numerik untuk format data dan uji kelengkapan data yaitu dengan memberi nilai satu (= 1) untuk data tersedia dan nilai nol (= 0) jika tidak ada atau bernilai -9999. Selanjutnya kualitas ketersediaan data dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$(Kualitas)_{THN} = \frac{\sum_{t=1}^{Z=nSP} \sum_{j=1}^{12} x}{nSP \times 12} \times 100\% \quad (1)$$

dimana *THN* adalah tahun data pengamatan, *x* adalah nilai uji yang berharga 0 atau 1, *t* adalah bulan, *nSP* adalah jumlah stasiun. Hasil uji kelengkapan data dapat dilihat pada Gambar 2.

Metoda Interpolasi Kriging

Data temperatur pengamatan pada kisi tertentu diinterpolasi spasial untuk posisi – posisi baru (dipilih 6 titik terdistribusi rata). Metode interpolasi statistik yang berdasar pada informasi jarak antar stasiun menggunakan skema interpolasi Kriging. Skema ini sering digunakan untuk kasus-kasus meteorologi, hidrologi dan tambang (Jounel & Huijbregts, 1978;

Medatlas, 1989). Setelah data interpolasi terdistribusi rata didapat, selanjutnya dihitung nilai rata-rata temperatur *T* di kisi tersebut. Nilai inilah yang akan dibandingkan dengan data luaran model iklim.

Kata Kriging sama dengan “prediksi optimum”, yang merupakan metoda interpolasi untuk memprediksi nilai tak diketahui dari data pengamatan di lokasi tertentu. Metode ini menggunakan variogram untuk menyatakan variasi spasial. Untuk ordinary Kriging, estimasi nilai tak diketahui menggunakan kombinasi linear terboboti dari sample yang ada.

$$\hat{v} = \sum_{j=1}^n w_j * v_j \quad \sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (2)$$

Kesalahan estimasi ke-*i*, adalah beda antara nilai estimasi dan nilai sebenarnya pada lokasi yang sama:

$$r_i = \hat{v}_i - v_i \quad (3)$$

Kesalahan rata-rata dari *k* set estimasi adalah:

$$m_r = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k r_i = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \hat{v}_i - v_i \quad (4)$$

Error variansnya adalah:

$$\sigma_R^2 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (r_i - m_r)^2 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \left[\hat{v}_i - v_i - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\hat{v}_i - v_i) \right]^2 \quad (5)$$

Akan tetapi, persamaan persamaan tersebut tidak bisa digunakan karena nilai sebenarnya v_1, \dots, v_k belum diketahui. Untuk menyelesaikan masalah ini, kita menggunakan fungsi acak stasioner(*a stationary random function*) yang terdiri dari beberapa variabel acak, $V(x_i)$. x_i adalah lokasi dari data hasil pengamatan untuk $i > 0$ dan $i \leq n$ (*n* adalah jumlah total data hasil pengamatan). Nilai yang tidak diketahui di lokasi x_0 didapat dengan mengestimasi $V(x_0)$. Nilai estimasi dinyatakan dengan fungsi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\tilde{V}(x_o) &= \sum_{i=1}^n w_i * V(x_i) \\ R(x_o) &= \tilde{V}(x_o) - V(x_o)\end{aligned}\quad (6)$$

Varians kesalahannya adalah :

$$\begin{aligned}\tilde{\sigma}_R^2 &= \tilde{\sigma}^2 + \\ &\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \tilde{C}_{ij} - 2 \sum_{i=1}^n w_i \tilde{C}_{io} + 2\mu \left(\sum_{i=1}^n w_i - 1 \right)\end{aligned}\quad (7)$$

$\tilde{\sigma}^2$ adalah covariance dari variabel acak $V(x_o)$ untuk dirinya sendiri dan diasumsikan bahwa semua variabel acak mempunyai varians yang sama. μ adalah parameter Lagrange.

Untuk meminimalkan varians kesalahan, dihitung turunan parsial pertama dari persamaan (6) untuk setiap w sama dengan 0 dan $\sum w_i = 1$. Persamaan (7) adalah turunan dari persamaan (6) dengan mengacu pada w_i :

$$\frac{\partial(\tilde{\sigma}_R^2)}{\partial w_i} = 2 \sum_{j=1}^n w_{ij} \tilde{C}_{ij} - 2 \tilde{C}_{io} + 2\mu = 0 \quad (8)$$

Semua bobot w_i dapat dinyatakan sebagai:

$$\sum_{j=1}^n w_{ij} \tilde{C}_{ij} + \mu = \tilde{C}_{io} \quad (9)$$

untuk setiap $i, 1 \leq i \leq n$

Bobot setiap w_i dapat diperoleh melalui persamaan (8). Setelah mendapatkan nilai tersebut, kita bisa mengestimasi nilai di lokasi x_o .

Nilai covarian dapat diganti dengan nilai variogram untuk menghitung setiap bobot persamaan (8), yaitu:

$$\gamma_{ij} = \tilde{\sigma}^2 - \tilde{C}_{ij} \quad (10)$$

Varians estimasi diminimalkan menjadi:

$$\tilde{\sigma}_R^2 = \sum_{i=1}^n w_i \gamma_{io} + \mu \quad (11)$$

Persamaan (8) bisa ditulis dalam notasi matriks sebagai

$$V * W = D \quad (12)$$

V adalah matriks $(n+1) \times (n+1)$ yang memiliki variogram setiap data yang diketahui. Komponen terakhir dari kolom dan baris adalah 1 dan komponen terakhir matriks adalah 0. W adalah matriks $(n+1)$ bobot yang berhubungan dengan setiap lokasi. Komponen terakhir matriks adalah parameter Lagrange. D adalah matriks $(n+1)$ yang berisi variogram dari data yang diketahui dan data estimasi. Komponen terakhir matriks adalah 1.

Jika V dan D diketahui, kita dapat memperoleh matriks W yaitu dengan:

$$W = \text{invert}(V) * D \quad (13)$$

Dengan menerapkan persamaan (5), kita bisa mendapatkan nilai estimasi pada lokasi tertentu.

Variogram data sampel didekati dengan model variogram teoritis. Persamaan variogram data sample adalah:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{(i,j) \in h} (Z_i - Z_j)^2 \quad (14)$$

dimana h_{ij} adalah jarak antara lokasi data, yaitu $h_{ij} = |t_i - t_j|$; $t_i = (X_i, Y_i)$ lokasi ke- i .

Running model iklim GCM-CSIRO9

Model iklim GCM CSIRO9 di-running dengan data input *Sea Surface Temperature* – SST eksperimen

bulan Desember tahun 1979 dan skema konveksi yang digunakan adalah skema konveksi Kuo. Dan variabel model yang dikeluarkan adalah temperatur permukaan dan *screen* (2 meter diatas permukaan). Selanjutnya variabel luaran model dicuplik untuk daerah Indonesia, yaitu batas lintang antara 11.15°S dan 11.15°N serta batas bujur antara 90°E dan 146.25°E.

Skema konveksi adalah bentuk parameterisasi proses pembentukan awan kumulus di atmosfer. Dalam model iklim global parameterisasi ini berlaku saat uap air mulai naik dari permukaan bumi. Proses pembentukan awan adalah proses konveksi udara yang rumit. Proses-proses fisis dan skala gerak vertikal dalam proses konveksi uap air berkisar dari ukuran mikron sampai dengan beberapa kilometer. Skala jarak ini lebih kecil dari skala jarak dalam model iklim. Dari sini, pengaruh gerak konveksi terhadap perubahan panas, uap air dan sifat-sifat fisis dinamis dalam model atmosfer harus diparameterisasi [Kevin, 1989]. Skema konveksi Kuo adalah model matematika sirkulasi atmosfer yang melibatkan pengaruh awan cumulus pada skala temperatur luas dan struktur uap air dalam integral kolom konvergen uap air.

Metoda statistik

Standar kesalahan adalah ukuran kesalahan nilai prediksi y untuk setiap nilai x . Persamaan standar kesalahan tersebut adalah:

$$\sqrt{\left[\frac{1}{n-2} \left[n \sum y^2 - (\sum y)^2 - \frac{[n \sum xy - (\sum x)(\sum y)]^2}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \right] \right]} \quad (15)$$

Sementara koefisien korelasi mengukur hubungan antara dua set data. Persamaan koefisien korelasi adalah:

$$\rho_{x,y} = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (16)$$

dimana $-1 \leq \rho_{x,y} \leq 1$, $Cov(X,Y) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (x_j - \mu_x)(y_j - \mu_y)$

adalah covariant set data X dan Y , sedangkan σ_x, σ_y adalah standar deviasi setiap set data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari tabel 2 tampak bahwa perbedaan nilai antara luaran model iklim GCM-CSIRO9 terhadap data pengamatan di 5 titik penelitian dapat dibagi atas 2 kelompok besar, yaitu untuk perbedaan nilai mulai dari 50% dan diatas 50%. Sementara untuk korelasi data antara luaran model iklim GCM-CSIRO9 terhadap data pengamatan juga dapat dibagi atas 2 kelompok besar yaitu nilai korelasi positif dan negatif. Jika perbedaan nilai melebihi 50% dapat dikatakan bahwa perbedaan dua set data tersebut adalah kurang bagus sementara untuk mulai dari 50% perbedaannya adalah bagus. Demikian juga untuk korelasi dua set data dapat dikatakan bagus jika mempunyai korelasi positif dan kurang bagus jika mempunyai korelasi negatif.

Di titik 1, standar kesalahan temperatur permukaan luaran model iklim GCM-CSIRO9 (TSU) terhadap data pengamatan (OBS) lebih kecil dari 50% yaitu 23.3%. Demikian juga dengan standar kesalahan temperatur *screen* luaran model iklim GCM-CSIRO9 (TSC) terhadap data OBS mempunyai nilai 31%. Ini menunjukkan bahwa kedua temperatur luaran model iklim GCM-CSIRO9 mempunyai perbedaan yang relatif kecil terhadap data pengamatan. Dan korelasi data TSU - OBS dan TSC - OBS adalah positif walaupun nilai korelasi dua pasang data tersebut mempunyai perbedaan cukup besar, yaitu TSU - OBS sebesar 81% dan TSC - OBS sebesar 60%. Perbedaan nilai korelasi dua pasang data ini mempengaruhi pola datanya. Gambar 3a(i) adalah pola dua set data antara TSU dan OBS, sementara Gambar 3a(ii) adalah antara TSC dan OBS. Dari kedua gambar tersebut tampak

bahwa di Gambar 3a(i) data TSU hampir mengikuti pola data OBS sementara di Gambar 3a(ii) data TSC mengikuti pola data OBS pada bulan Mei sampai dengan Desember 1980.

Di titik 2, korelasi data antara temperatur pengamatan (OBS) terhadap temperatur luaran GCM-CSIRO9, masing-masing yaitu TSU dan TSC menunjukkan nilai positif yaitu sekitar 26%. Dan perbedaan nilai antara dua pasang data tersebut juga hampir sama yaitu sekitar 50%. Sementara di titik 3, korelasi data TSU - OBS dan TSC - OBS mempunyai harga negatif. Perbedaan nilai kedua pasang data TSC - OBS dan TSU - OBS adalah sekitar 47%, yang berarti lebih baik dari di titik 2.

Untuk titik 4 dan 5, perbedaan nilai di dua pasang data TSU - OBS dan TSC - OBS cukup besar yaitu sekitar 60%. Dan seluruh korelasi datanya mempunyai nilai negatif, yaitu TSU - OBS sebesar -11% (titik 4) dan -40% (titik 5) sementara TSC - OBS sebesar 7% (titik 4) dan -40% (titik 5).

Dari uraian tersebut diatas tampak bahwa temperatur permukaan luaran model iklim GCM-CSIRO9 (TSU) lebih mendekati ke temperatur hasil pengamatan dari pada temperatur *screen* (TSC). Perbedaan ini sangat tampak di titik 1. Dan titik 1 adalah titik yang menunjukkan luaran model iklim GCM-CSIRO9 mempunyai kesalahan kecil terhadap data hasil pengamatan, disamping itu koefisien korelasinya juga mempunyai harga positif terbesar.

Standar kesalahan dan koefisien korelasi antara temperatur pengamatan dengan luaran model iklim GCM-CSIRO9 di 5 titik penelitian tidak seragam. Ketidak seragaman tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu:

a. Perbandingan luas daratan terhadap lautan di kisi 5 titik penelitian berbeda.

Di setiap titik penelitian terdapat daratan dan lautan. Sifat atmosfer permukaan diatas daratan mempunyai perbedaan dengan di atas lautan. Data temperatur hasil pengamatan yang digunakan di penelitian ini adalah data temperatur atmosfer permukaan di daratan. Sehingga untuk mendapatkan nilai temperatur rata-rata hasil pengamatan di luasan kisi titik penelitian, data temperatur pengamatan (di daratan) harus diinterpolasi ke lokasi lautan. Hal ini akan memberikan kesalahan rata-rata temperatur hasil pengamatan di titik pengamatan. Semakin besar perbandingan daratan terhadap lautan maka kesalahannya juga akan bertambah besar. Sementara luasan kisi GCM di titik penelitian meliputi daratan dan lautan.

Dari gambar 1 tampak bahwa titik 1 dan 2 mempunyai perbandingan luasan daratan terhadap lautan yang paling kecil dibanding dengan titik-titik yang lain, yaitu titik 3, 4 dan 5. Ini adalah salah satu alasan yang dapat menjelaskan mengapa di titik 1 dan 2 luaran model iklim GCM-CSIRO9 mendekati data hasil pengamatan dibandingkan dengan di titik-titik yang lain.

b. Nilai awal di *restart file* untuk model iklim GCM.

Nilai awal di *restart file* untuk model iklim GCM yang digunakan dalam penelitian ini adalah temperatur permukaan laut (*sea surface temperature - SST*). Temperatur ini digunakan untuk mendapatkan variabel-variabel di model iklim termasuk temperatur di atas daratan di setiap bulan berikutnya. Saat model iklim di *running*, temperatur di atas daratan di bulan pertama belum stabil. Hal ini akan menghasilkan temperatur luaran model yang jauh dari data pengamatan. Dengan melihat Gambar 3, tampak bahwa pada bulan pertama di seluruh titik pengamatan, temperatur luaran model iklim GCM-CSIRO9

mempunyai perbedaan yang menyolok terhadap temperatur hasil pengamatan dibandingkan dengan bulan-bulan yang lain. Kesalahan ini memberi sumbangan kesalahan yang cukup besar terhadap nilai standar kesalahan di setiap titik.

c. Model iklim GCM-CSIRO9 di running 1 kali.

Model iklim GCM-CSIRO9 adalah model global, sehingga untuk mendapatkan nilai stabil, model harus *dirunning* beberapa kali. Pada penelitian ini, model *dirunning* hanya 1 kali. Sehingga luaran model belum mencapai kestabilan yang optimum. PCMDI melakukan running model lebih dari 12 kali untuk mendapatkan nilai dari satu model yang dikaji.

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa untuk tahun kajian 1980,

Perbedaan nilai temperatur permukaan (TSU) luaran model iklim GCM-CSIRO9 terhadap temperatur hasil pengamatan (OBS) lebih kecil dari temperatur screen (TSC) luaran model iklim GCM-CSIRO9.

Standar kesalahan dan koefisien korelasi antara temperatur hasil pengamatan dengan luaran model iklim GCM-CSIRO9 bervariasi di setiap titik-titik penelitian.

Titik 1 adalah titik penelitian yang memiliki perbedaan paling kecil antara data hasil pengamatan dengan temperatur luaran model iklim GCM-CSIRO9 dibanding dengan titik 2, 3, 4 dan 5. Dimana standar kesalahannya di titik 1 adalah 23.4% dan koefisien korelasinya adalah +80.5%.

Variasi perbedaan nilai temperatur hasil pengamatan dan luaran model iklim GCM-CSIRO9 di 5 titik penelitian disebabkan oleh faktor-faktor sebagai berikut:

- Perbandingan luas daratan terhadap lautan di kisi 5 titik penelitian berbeda.
- Nilai awal di *restart file* untuk model iklim GCM.
- Model iklim GCM-CSIRO9 di running 1 kali.

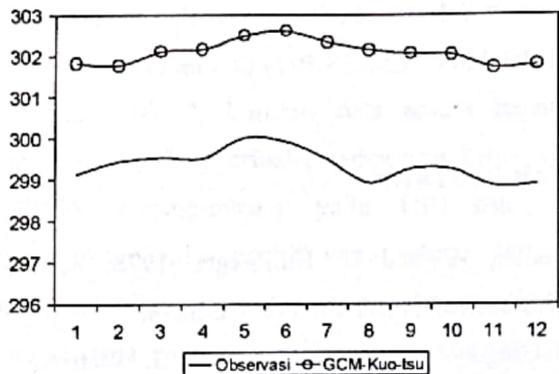
DAFTAR PUSTAKA

1. Journel, A. and C. Huijbregts, 1978. *Mining Geostatistics*. Academic Press, London .
2. McGregor, J.L., H.B. Gordon, I.G. Watterson, M.R. Dix, and L.D. Rotstayn. *The CSIRO 9-level Atmospheric General Circulation Model*. CSIRO Division of Atmospheric Research Technical Paper No. 26, CSIRO, PMB1, Mordialloc, Victoria 3195, Australia, 89 pp. URL: <http://www.dar.csiro.au/pub/programs/climod/>
3. Jon Graham. *Spatial Statistics*. Publication Online, <http://lennes.math.umt.edu/~jgraham/>
4. Kevin, 1989. *Climate Model*.
5. W. Lawrence Gates, 1992. *The Validation of Atmospheric Models*. PCMDI Report No. 1, Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison, University of California, Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, California 94550.

LAMPIRAN.

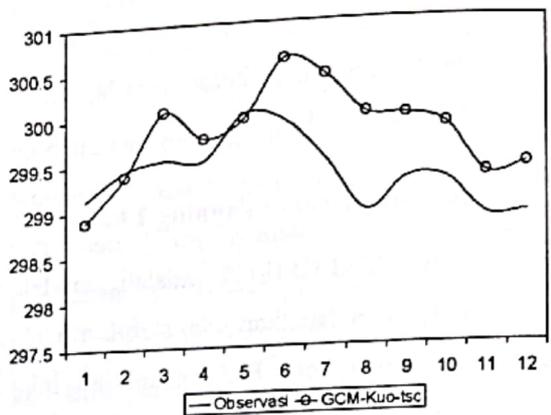
Tabel 2. Parameter Statistik Antara Data Temperatur Hasil Pengamatan (OBS) dengan Temperatur Permukaan (TSU) serta Temperatur Screen Luaran GCM-CSIRO9.

	Standar Kesalahan		Koefisien Korelasi	
	TSU-OBS	TSC-OBS	TSU-OBS	TSC-OBS
Titik 1	0.233546	0.316108	0.805491	0.597185
Titik 2	0.503495	0.50228	0.254713	0.263408
Titik 3	0.474271	0.465654	-0.20714	-0.27816
Titik 4	0.647161	0.649337	-0.10792	-0.07063
Titik 5	0.626956	0.625449	-0.39619	-0.40127

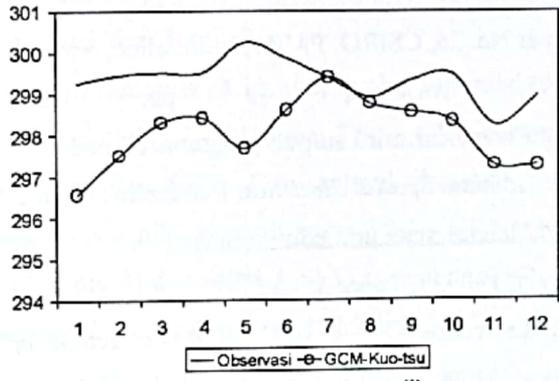


(i)

a. Titik 1

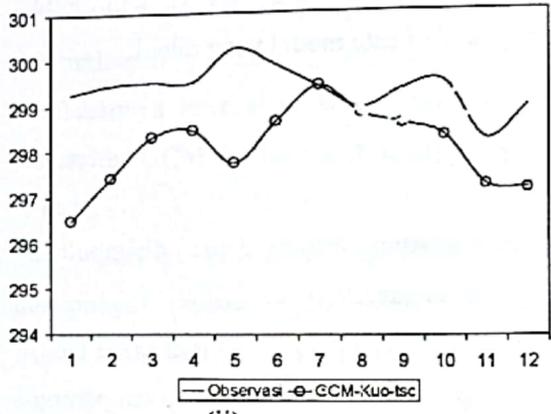


(ii)

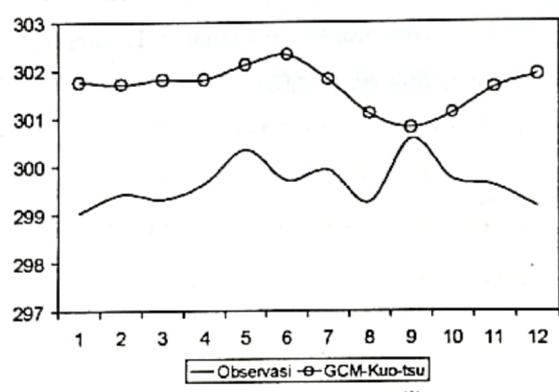


(i)

b. Titik 2

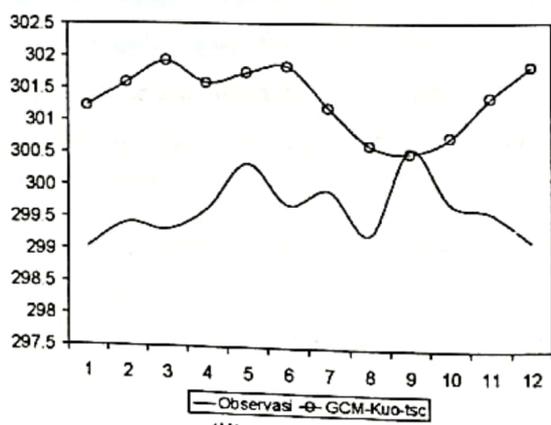


(ii)

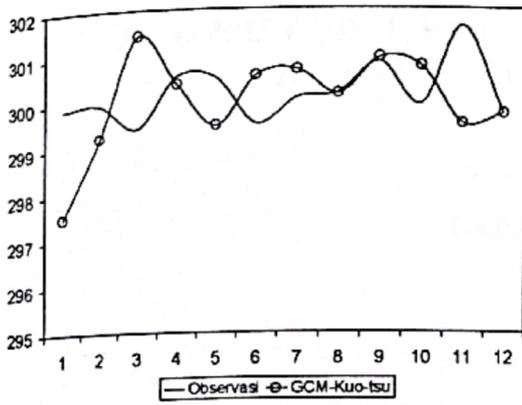


(i)

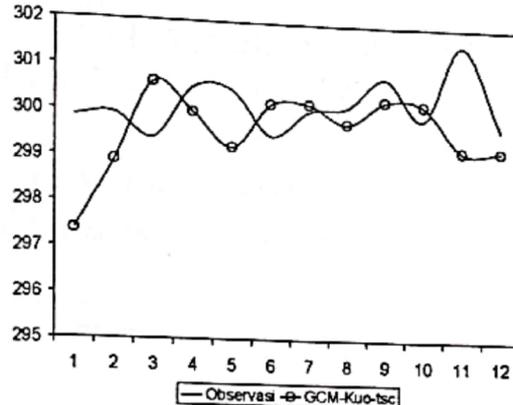
c. Titik 3



(ii)

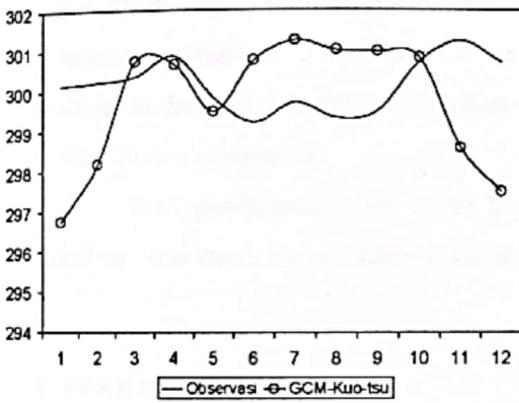


(i)

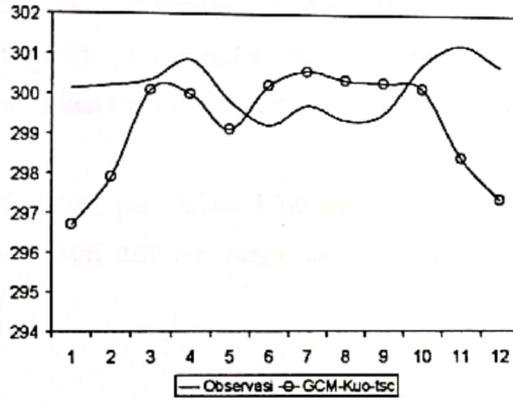


(ii)

d. Titik 4



(i)



(ii)

e. Titik 5

Gambar 3. Plot temperatur luaran model iklim GCM-CSIRO9 dengan data hasil pengamatan di 5 titik penelitian. (i) adalah permukaan (TSC) dan (ii) adalah temperatur *screen* (TSC). Satuan temperatur adalah °K.