

# Kajian Dampak Pemanasan Global Terhadap Pola Curah Hujan Indonesia dengan Menggunakan Statistik Downscaling

SINTA BERLIANA S<sup>(1)</sup> DAN SUTIKNO<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>(Center for the Application of Atmospheric Sciences and Climate), LAPAN,

<sup>(2)</sup>Institute Technology of Sepuluh November, Surabaya

email : s\_berlianasipayung@yahoo.com, Sinta@bdg.lapan.go.id

## ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian dampak pemanasan global terhadap perubahan pola hujan bulanan di Indonesia dengan menggunakan data luaran model GCM -CSIRO (Mk 3.0) dan CGCM3.1 (T47). Wilayah kajian Aceh, (tipe hujan monsun), Solok (tipe hujan ekuatorial) dan Ambon (tipe hujan lokal), periode 1900-2000. Persoalan utama dalam kajian dengan luaran Global Circulation Model (GCM) adalah resolusi yang terlalu rendah, sehingga digunakan statistical downscaling (SD) untuk meningkatkan informasi (resolusi tinggi). Berbagai metode SD digunakan dengan tujuan untuk mendapatkan luaran dengan akurasi tinggi, diantaranya regresi komponen utama (RKU), jaringan syaraf tiruan (JST), dan regresi splines adaptif berganda (RSAB). Berdasarkan hasil validasi model, metode RSAB mempunyai tingkat akurasi yang relatif stabil tinggi diberbagai wilayah kajian.

*Kata kunci: Iklim, GCM, Statistical downscaling*

## 1. Pendahuluan

Perubahan gas di atmosfer selain terjadi secara alami dapat juga terjadi sebagai akibat aktivitas manusia (antropogenik). Setelah era revolusi industri (1850 hingga sekarang), penggunaan bahan bakar fosil (minyak bumi dan batubara) meningkat secara signifikan. Akibat penggunaan bahan bakar tersebut maka konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang terlalu cepat di atmosfer bumi dikhawatirkan akan menimbulkan dampak besar terhadap perubahan iklim global. Oleh karena itu, Negara peratifikasi konvensi perubahan iklim mengusulkan agar upaya penurunan laju emisi harus segera dilakukan dengan ketentuan yang lebih mengikat. Pemanasan global dapat mengakibatkan perubahan iklim seperti pada curah hujan dan temperature secara global. Dari Protokol Kyoto adalah pengurangan emisi dari gas-gas rumah kaca dari tahun-tahun sebelumnya. Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) adalah salah satu gas rumah kaca terbesar diantara gas rumah kaca yang lain seperti metan (CH<sub>4</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), dan nitrousoksida (NO<sub>x</sub>). Kenaikan CO<sub>2</sub> adalah peristiwa yang sangat bertentangan sekali dengan isi dari Protokol Kyoto, karena dampak yang diakibatkan oleh kenaikan CO<sub>2</sub> adalah perubahan pada sumberdaya air yang akan mengakibatkan terjadinya pemanasan Global dan berdampak terhadap perubahan iklim global seperti kenaikan suhu dan perubahan curah hujan.

Unsur-unsur iklim yang umumnya dipelajari dalam penelitian perubahan iklim sebagai akibat peningkatan CO<sub>2</sub> adalah suhu dan curah hujan. Perubahan pola hujan pada berbagai skenario emisi dievaluasi dengan melakukan teknik interpolasi terhadap luaran GCM, sebagaimana telah dilakukan oleh Kaimuddin (2000), dan Boer et al. (1999). Penelitian lain yang dilakukan oleh CRU (1999) sama seperti penelitian Boer et al., (1999) dan Kaimuddin (2000) tetapi evaluasi perubahan suhu dan hujan pada beberapa skenario emisi dilakukan pada satuan grid-grid GCM (tidak dilakukan interpolasi).

Penggunaan dengan teknik ini dianggap oleh banyak ahli tidak memuaskan karena adanya ketidak sesuaian antara skala GCM yang beresolusi rendah (beberapa ratus km) dan kajian dampak regional yang seringkali menghendaki resolusi ruang satu atau dua orde lebih tinggi. Untuk daerah dengan topografi kompleks, di sepanjang garis pantai, dan daerah dengan tutupan lahan yang sangat heterogen, penggunaan luaran GCM akan memberikan hasil yang kurang sensitif (Wilby et al., 2004). Oleh karena itu penggunaan teknik interpolasi tidak disarankan untuk kajian yang tingkat skalanya regional (Noguer et al., 2002).

## 6 Sinta Berliana S dan Sutikno

Untuk mengatasi permasalahan di atas, telah dikembangkan beberapa teknik regionalisasi, yaitu teknik untuk mendapatkan informasi dengan resolusi yang lebih tinggi dengan menggunakan luaran dari GCM. Teknik tersebut secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga yaitu (i) pendekatan berbasis statistik atau disebut dengan statistical downscaling, (ii) pendekatan berbasis dinamik atau disebut dengan dynamic downscaling dan (iii) pendekatan campuran, yaitu gabungan statistik dan dinamik atau disebut dengan statistical-dynamic downscaling (Noguer et al., 2002).

Khusus dalam penelitian ini teknik statistical downscaling telah digunakan dan pengertian dari teknik ini adalah mendapatkan informasi pada skala titik dan spasial dengan cara membangun hubungan statistik antara informasi tingkat global (luaran dari GCM) dengan data iklim observasi di permukaan. Beberapa teknik regionalisasi dikembangkan untuk menjembatani perbedaan antara informasi skala-besar yang dihasilkan model couple (GCM) dan skala-spasial yang dibutuhkan untuk regional dan studi dampak lingkungan. Teknik ini seringkali disebut "downscaling" yang terdiri atas dua pendekatan yaitu dinamik dan statistik (Giorgi et al. 1990; Hewitson dan Crane 1996 diacu dalam Timbal et al. 2003). Statistical downscaling (SD) didasarkan pada pandangan bahwa iklim regional dipengaruhi dua faktor (kondisi) yakni kondisi iklim skala besar dan regional dan kondisi lokal. Informasi iklim lokal didapatkan dengan mengembangkan model statistik yang pada awalnya menghubungkan antara peubah skala-besar (penjelas) dan regional atau lokal "prediktan" (McAvaney et al. 2001).

Sejak perubahan iklim anthropogenik menjadi isu penting, kebutuhan penyediaan informasi perubahan iklim regional meningkat, yang digunakan untuk studi perkiraan dampak dan penentuan kebijakan (Mearns et al. 2001).

Iklim regional dipengaruhi oleh interaksi iklim skala global, regional, dan lokal. GCM dibangkitkan pada resolusi yang terlalu besar untuk memberikan gambaran interaksi regional dan lokal yang akurat. Sampai sejauh ini, model GCM masih belum dapat menduga perubahan iklim yang konsisten pada skala lokal (Giorgi et al. 2001).

Keuntungan utama teknik SD adalah biaya komputasi yang murah dan dapat digunakan untuk berbagai keluaran studi dengan berbagai GCM yang berbeda. Beberapa penelitian di berbagai belahan dunia dengan menggunakan SD menunjukkan hasil yang baik, diantaranya di Afrika (Hewitson dan Crane 1996); Oceania (Kidson dan Watterson 1995; Schubert dan Henderson-Sellers 1997; Schubert 1998; Timbal dan McAvaney 1999); Eropa (Conoway et al 1996; Sept 1998); Asia (Cui dan Zorita 1998). Daftar peneliti dengan berbagai teknik SD, jenis penjelas, prediktan dan periode selengkapnya dapat dibaca di Georgi et al. 2001. Penelitian tersebut sebagian besar dilakukan di negara-negara dengan lintang tinggi, sedangkan untuk negara-negara dengan lintang rendah, tropis (seperti Indonesia) masih sangat sedikit.

Secara umum teknik SD terdiri atas tiga kategori yaitu (1) pengklasifikasian pola cuaca, (2) pembangkitan cuaca, dan (3) analisis regresi. Metode weather classification schemes (WSC) adalah mengelompokkan hari ke dalam bentuk tipe cuaca diskrit atau status menurut kesamaan sinoptiknya. Status cuaca didefinisikan dengan mengelompokkan kondisi atmosfer menggunakan analisis kelompok (cluster analysis) (Corte-Real, 1999; Huth, 2000; Kidson, 2000; Hewitson dan Crane (2002) diacu dalam Wilby (2004) atau menggunakan klasifikasi pola sirkulasi secara subjektif (Bardossy dan Caspary, 1990; Jones et al. (1993) diacu dalam Wilby, 2004). Model ini berdasarkan pada kejadian presipitasi melalui proses Markov untuk hari hujan/kering atau musim transisi. Peubah lain (secondary variables) seperti jumlah hari hujan (basah), temperatur, radiasi yang sering dimodelkan pada kejadian kondisi presipitasi. Analisis regresi adalah menggambarkan hubungan linier atau nonlinier antara peubah prediktan dan peubah penjelas (GCM). Secara umum penerapan metode ini adalah regresi berganda, analisis korelasi kanonik (von Storch et al, 1999), dan jaringan syaraf tiruan yang mana sama dengan regresi non-linier (Hewitson dan Crane, 1996).

Dalam tulisan ini akan dikaji metode SD dengan menggunakan analisis regresi. Beberapa permasalahan yang muncul dalam SD adalah: (1) menentukan domain (grid) dan reduksi dimensi, (2) mendapatkan peubah penjelas yang mampu menjelaskan keragaman peubah lokal, dan (3) mendapatkan metode statistik yang sesuai karakteristik data, sehingga bisa menggambarkan hubungan antara peubah prediktan dan peubah penjelas, serta dapat mengakomodasi kejadian ekstrim.

Dalam SD, khususnya fungsi transfer melibatkan banyak peubah penjelas (x), peubah respon (y), data runtun waktu dan spasial dalam jumlah besar, serta berbagai lapisan/level

## Kajian Dampak Pemanasan Global Terhadap Pola Curah Hujan Indonesia 7 dengan Menggunakan Statistik Downscaling

atmosfir. Banyaknya peubah  $x$  dan peubah  $y$  meningkatkan kompleksitas model yang memungkinkan terjadinya kasus kolinieritas antar peubah  $x$  dan antar peubah  $y$  serta kasus autokorelasi. Untuk melakukan pereduksian dimensi peubah  $x$  akan digunakan analisis komponen utama. Bentuk fungsi yang seringkali tidak diketahui dan pelanggaran asumsi dasar metode statistik baku (sisaan tidak berdistribusi normal, ragam sisaan tidak homogen, dan sisaan tidak saling bebas), sehingga metode ini diperkirakan belum mampu menghasilkan ramalan/prediksi dengan akurasi tinggi. Metode-metode statistik dengan pendekatan non-parametrik yang tidak terlalu ketat asumsi (soft modelling) akan digunakan dan diperkirakan akan meningkatkan hasil akurasi peramalan/prediksi. Metode-metode statistik non-parametrik yang digunakan adalah regresi splines adaptif berganda (RSAB) dan jaringan syaraf tiruan.

### 2. Data dan Metoda

Data pengamatan permukaan yang digunakan adalah curah hujan bulanan wilayah Solok (1974-1999), yang mewakili pola hujan equatorial sedangkan Aceh (1900-1941), adalah pola hujan monsunial dan Ambon (1900-1940) adalah pola hujan lokal, yang diperoleh dari BMG. Berdasarkan data yang tersedia dan untuk keperluan pemodelan, periode data dibagi menjadi dua bagian yaitu untuk pembangunan model (verifikasi model) dan pengujian model validasi model (Tabel 1).

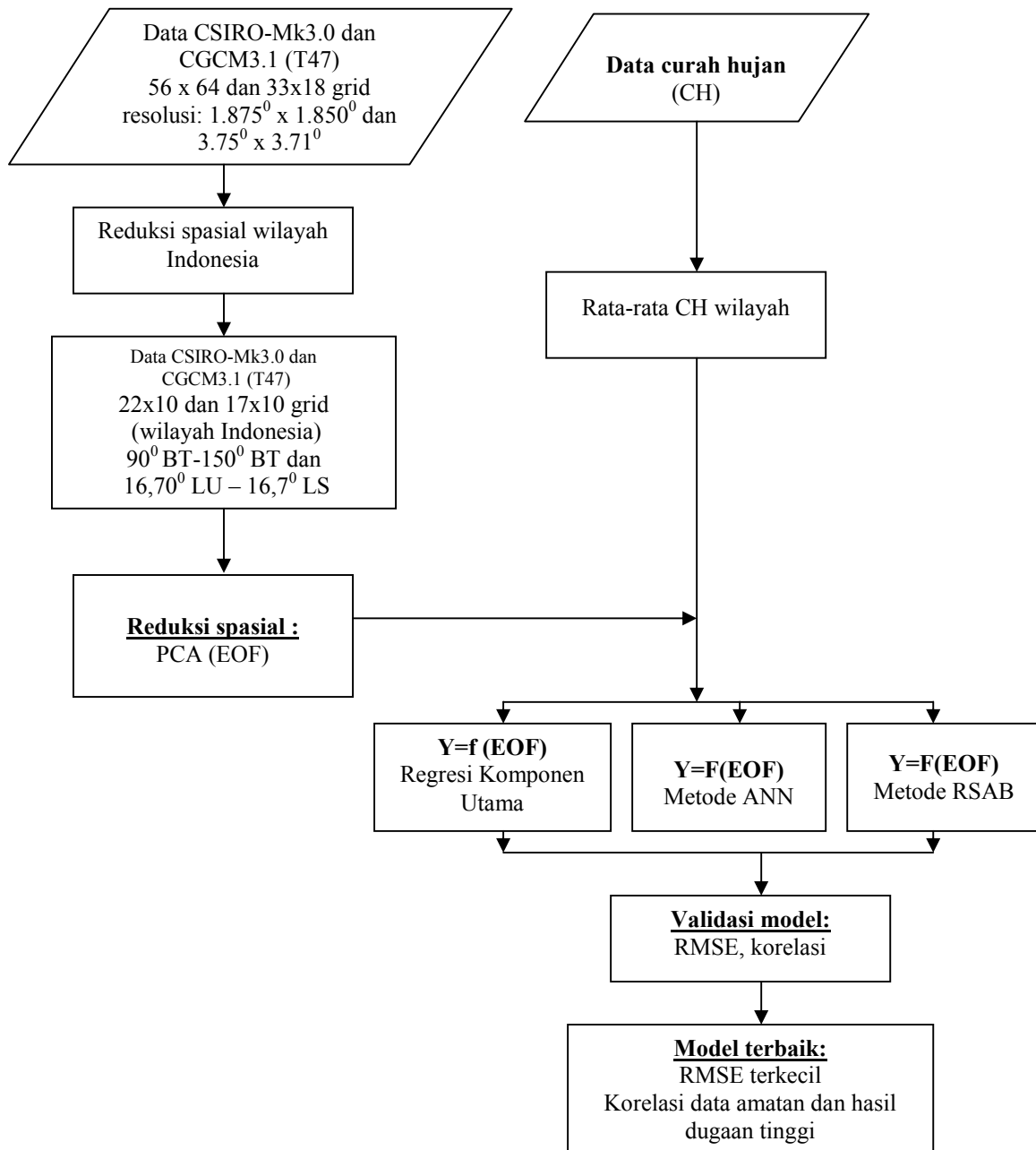
Data GCM yang digunakan adalah CSIRO-Mk3.0 dan CGCM3.1 (T47) untuk periode 1900 hingga 2000 yang di-download melalui website: <http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/>, dengan eksperimen "20th century in coupled models" (20C3M). Peubah/parameter yang digunakan adalah precipitable water ( $\text{kg m}^{-2}$ ) dalam bulanan. Selanjutnya data tersebut dikonversi dari format NetCDF ke ASCII kemudian transformasi satuan untuk parameter precipitable water ( $\text{prw} / \text{kg m}^{-2}$ ) ke dalam satuan mm. Data GCM di extracted menjadi wilayah Indonesia ( $90^{\circ}\text{E} - 149.06^{\circ}\text{E}$  dan  $9.76^{\circ}\text{N} - 15.34^{\circ}\text{S}$ ) dengan metode Downscaling dengan menggunakan Principle Component Regression (PCR/RKU), jaringan syaraf tiruan (JST) atau Artificial Neural Networks (ANN), dan Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS/RSAB).

Tabel 2.1. Periodesasi data untuk verifikasi dan validasi model

Lokasi/wilayah	Periode verifikasi model	Periode validasi (testing) model
▪ Aceh	1900-1939	1940-1941
▪ Solok	1974-1997	1998-1999
▪ Ambon	1900-1938	1939-1940

Tabel 2. 2. Resolusi GCM, periodesasi data dan negara pembuat menurut nama GCM

Nama GCM	Resolusi (bujur /lintang)	Periode data	Negara Pembuat
CSIRO-Mk3.0	$1.875^{\circ} \times 1.850^{\circ}$	1871-2000	Australia
CGCM3.1 (T47)	$3.75^{\circ} \times 3.71^{\circ}$	1850-2000	Canada



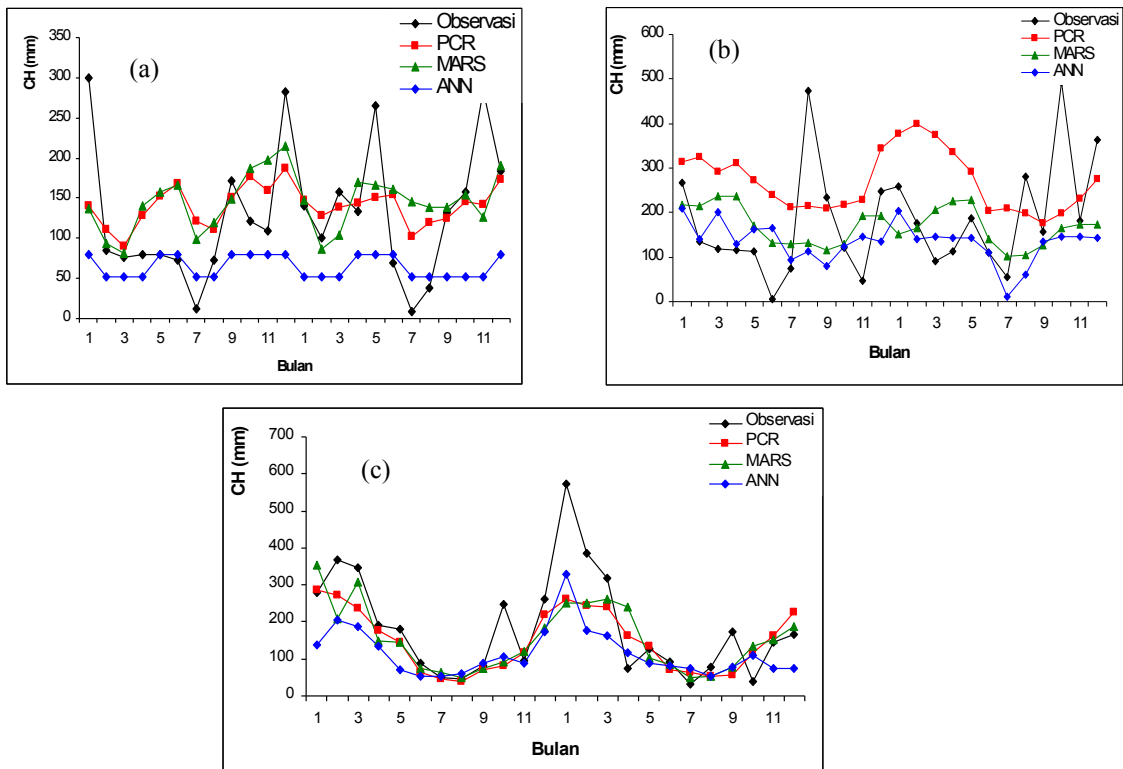
Gambar 2.1 Diagram alir metodologi penelitian

Tahap pertama, penyiapan data GCM. Diawali dengan transformasi data dari format grad ke dalam format text dengan menggunakan piranti NetCDF. Kemudian dilakukan transformasi satuan peubah/parameter GCM dari  $\text{kg m}^{-2}$  ke satuan mm. Pereduksian dimensi/ grid/ peubah (domain) GCM secara spasial untuk wilayah Indonesia, yaitu Indonesia  $90^{\circ}$  BT- $150^{\circ}$  BT dan  $15,855^{\circ}$  LU -  $15,855^{\circ}$  LS untuk GCM CSIRO-Mk3 dan  $90^{\circ}$  BT- $150^{\circ}$  BT dan  $16,70^{\circ}$  LU -  $16,7^{\circ}$  LS untuk CGCM3  $90^{\circ}$  BT- $143,44^{\circ}$  BT. Pereduksian dimensi grid selanjutnya dengan pendekatan statistik yaitu analisis komponen utama.

Tahap kedua, membuat model hubungan antara peubah GCM (peubah penjelas) dan peubah curah hujan wilayah (peubah prediktan). Metode yang digunakan adalah regresi komponen utama, regresi splines adaptif berganda dan jaringan syaraf tiruan. Dalam membuat model data dibagi menjadi dua bagian untuk kepentingan verifikasi dan validasi model.

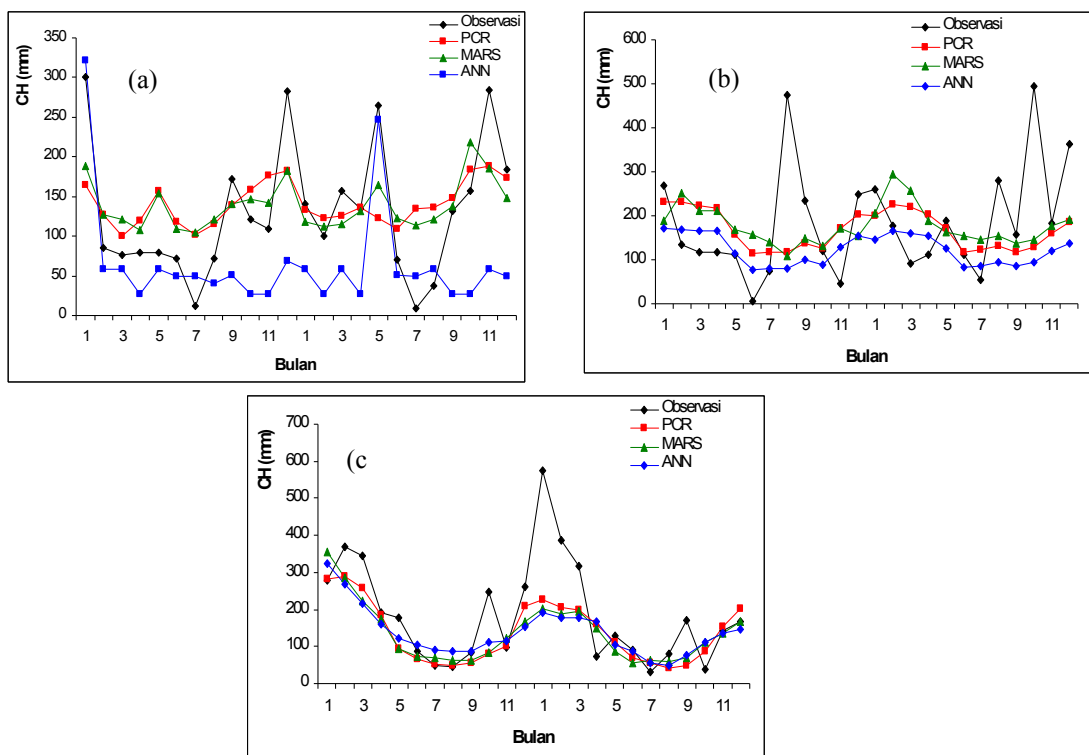
Tahap ketiga, Validasi model. Hasil model dari kedua metode di atas (hasil tahap tiga), selanjutnya dilakukan validasi model. Data untuk validasi model merupakan data baru. Model terbaik akan ditentukan dengan kriteria nilai korelasi antara data amatan dan dugaan tinggi dan nilai root means square error (RMSE) rendah.

### 3. Hasil



Gambar 3.1. Plot antara nilai observasi dan hasil dugaan menurut metode dan menurut wilayah curah hujan (GCM CSIRO (a), Aceh, Solok dan Ambon)

Hasil reduksi spasial grid (domain) GCM CGCM3 untuk wilayah Indonesia diperoleh 170 grid dan 594 grid untuk GCM CSIRO-Mk3. Reduksi dimensi grid selanjutnya dengan menggunakan analisis komponen utama diperoleh masing-masing 6 - 8 komponen utama untuk GCM CGCM3 dan CSIRO-Mk3 di wilayah Aceh, Solok, dan Ambon, dengan total keragaman data masing-masing di atas 90% (Tabel 1). Keragaman data yang bisa dijelaskan oleh komponen utama pertama setiap wilayah masing-masing di atas 65%. Keragaman data untuk komponen utama lainnya selengkapnya disajikan pada Tabel 1. Hasil ini menunjukkan bahwa antar grid terdapat keterkaitan yang cukup erat dan saling berinteraksi, karena hanya 6-8 komponen utama mampu menjelaskan lebih dari 90% keragaman data dari 170 grid dan 594 grid.



Gambar 3. 2. Plot antara nilai observasi dan hasil dugaan menurut metode dan menurut wilayah curah hujan (GCM CGCM3); (a), Aceh, Solok (c) dan Ambon

Tabel 3.1. Keragaman yang dapat diterangkan setiap komponen utama dan total menurut wilayah

Wilayah	Keragaman yang diterangkan								Total keragaman
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	
	CGCM3								
Aceh	0.656	0.141	0.032	0.028	0.022	0.020	0.012	0.010	0.921
Solok	0.660	0.146	0.037	0.023	0.021	0.017			0.904
Ambon	0.657	0.140	0.032	0.028	0.022	0.020	0.013	0.010	0.921
	CSIRO-Mk3								
Aceh	0.676	0.141	0.047	0.030	0.020	0.014			0.929
Solok	0.669	0.135	0.052	0.033	0.024	0.018			0.930
Ambon	0.676	0.142	0.047	0.030	0.020	0.014			0.930

## Kajian Dampak Pemanasan Global Terhadap Pola Curah Hujan Indonesia 11 dengan Menggunakan Statistik Downscaling

Tabel 3.2. Nilai RMSE, korelasi (r) validasi model menurut metode regresi komponen utama (PCR), RSAB, dan ANN dan wilayah

Lokasi/wilayah	CGCM3		CSIRO	
	PCR			
	RMSE	r	RMSE	r
Aceh	69.599	0.603	73.374	0.494
Solok	133.023	-0.055	166.640	-0.089
Ambon	219.342	0.529	226.275	0.455
	MARS			
Aceh	63.136	0.749	78.514	0.330
Solok	138.199	-0.206	134.424	-0.099
Ambon	195.891	0.647	203.090	0.644
	ANN			
Aceh	95.113	0.582	101.238	0.365
Solok	142.489	-0.047	136.355	0.069
Ambon	201.896	0.556	193.236	0.599

Tabel 3. 3 Model dugaan regresi komponen utama, nilai R<sup>2</sup> dan R<sup>2</sup> Terkoreksi menurut wilayah dan GCM

Wilayah	Model	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> terkoreksi
<b>CGCM3</b>			
Aceh	CH = 95 - 0.0081 PC1 - 0.680 PC2 + 0.930 PC3 + 0.030 PC4 - 0.111 PC5 + 0.057 PC6 + 0.105 PC7 + 0.766 PC8	8.5%	7.0%
Solok	CH = 95 + 0.490 PC1 + 0.171 PC2 - 0.272 PC3 + 0.443 PC4 + 0.205 PC5 - 0.503 PC6	15.5%	13.7%
Ambon	CH = - 159 - 1.45 PC1 + 3.83 PC2 - 1.71 PC3 - 2.59 PC4 + 0.012 PC5 - 0.402 PC6 - 4.56 PC7 + 1.25 PC8	41.0%	39.9%
<b>CSIRO-Mk3</b>			
Aceh	CH = 82 + 0.00004 PC1 + 0.235 PC2 + 0.386 PC3 - 0.646 PC4 - 0.486 PC5 - 0.420 PC6	8.4%	7.2%
Solok	CH = 280 + 0.295 PC1 - 0.0129 PC2 + 0.195 PC3 - 0.201 PC4 - 0.420 PC5 - 0.230 PC6	15.1%	13.2%
Ambon	CH = - 470 - 0.898 PC1 - 1.09 PC2 - 1.47 PC3 + 1.52 PC4 + 2.87 PC5 - 2.00 PC6	31.4%	30.5%

#### 4. Perbandingan Metode

Berdasarkan nilai RMSE dan korelasi antara observasi dan hasil dugaan model pada tahap validasi model, model dengan metode RSAB (MARS) dan PCR mempunyai performance yang lebih baik jika dibandingkan dengan jaringan syaraf tiruan (ANN) (Tabel 2 dan Gambar 2 dan 3). Nilai RMSE metode RSAB dan PCR relatif lebih kecil untuk berbagai wilayah. Demikian juga nilai korelasi, metode RSAB dan PCR mempunyai nilai korelasi yang relatif besar untuk berbagai wilayah penelitian. Namun demikian terdapat wilayah yang ketiga metode mempunyai RMSE besar dan korelasi kecil, seperti Aceh dan Solok. Hasil ini menunjukkan bahwa curah hujan wilayah tersebut lebih didominasi faktor (forcing) lokal, seperti topografi, keheterogenan tataguna lahan dan sebagainya. Demikian juga terdapat wilayah dimana ketiga metode mempunyai hasil yang relatif baik yaitu Ambon. Terdapat indikasi bahwa metode PCR mempunyai performance hasil dugaan yang hampir sama dengan metode RSAB terutama untuk wilayah dengan curah tipe monsun dan lokasi wilayahnya datar seperti Aceh. Berbeda dengan metode ANN, metode ini mempunyai performance yang sangat baik pada tahap verifikasi model, namun pada tahap validasi data seringkali hasilnya kurang memuaskan.

## 5. Kesimpulan

Hasil reduksi grid GCM dengan menggunakan analisis komponen utama diperoleh masing-masing 6 dan 8 komponen utama untuk wilayah Aceh, Solok dan Ambon, dengan total keragaman data masing-masing di atas 90%. Berdasarkan nilai RMSE dan korelasi antara observasi dan hasil dugaan model pada tahap validasi model, model dengan metode RSAB (MARS) mempunyai performance yang lebih baik jika dibandingkan dengan metode regresi komponen utama (PCR) dan jaringan syaraf tiruan (ANN). Nilai RMSE metode RSAB relatif lebih kecil untuk berbagai wilayah. Demikian juga nilai korelasi, metode RSAB mempunyai nilai korelasi yang relatif besar untuk berbagai wilayah penelitian.

## Daftar Pustaka

1. Boer, R., Kaimuddin, M.A. Ratag., dan A. Bey. 2002. Impact of doubling CO<sub>2</sub> on forest productivity. Proceeding of the Second International Conference on Science and Technology for the Assessment of Global Climate Change and Its Impacts on Indonesian Maritime Continent, 29 November-01 December 1999.
2. CRU. 1999. Climate change scenarios for Indonesia. Climatic Centre Research Unit, UEA, Norwich, UK. [www.cru.uea.ac.uk](http://www.cru.uea.ac.uk).
3. Giorgi F, Hewitson B, Christensen J, Hulme M, Von Storch H, Whetton P, Jones R, Mearns L, Fu C. 2001. The scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. University Press. Cambridge. UK.
4. Hewitson and Crane (1996) : Climate Downscaling : Techniques and Application. Climate Research 7, 85-95.
5. IPCC. 2000. Emission scenarios. A Special Report of Working Group III of the IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
6. Kaimuddin, 2000. Dampak perubahan iklim dan tataguna lahan terhadap keseimbangan air wilayah Sulawesi Selatan: Studi kasus DAS Walanae Hulu dan DAS Saddang. Disertasi Program Pasca Sarjana, IPB, Bogor.
7. Mearns LO, Hulme M, Carter TR, Leemans R, Lal M, Whetton P. 2001. The scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. University Press. Cambridge. UK.
8. McAvaney BJ, Covey C, Joussaume S, Kattsov V, Kitoh A, Ogana W, Pitman AJ, Weaver AJ, Wood RA, Zhao ZC. 2001. The scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. University Press. Cambridge. UK.
9. Noguer, M., R. Jones, D. Hassell, D. Hudson, S. Wilson, G. Jenkins and J. Mitchell. 2002. Workbook on generating high resolution climate change scenarios using PRECIS. Hadley Centre for Climate Prediction and Research, Met Office, Bracknell, UK
10. Timbal B, Dufour A, McAvaney B. 2003. An estimate of future climate change for western France using a statistical downscaling technique. Climate Dynamics. 20:807-823.
11. Wilby RL, Charles SP, Zorita.E, Timbal B, Whetton P, Mearns. L.O. 2004. Guidelines for use of climate scenarios developed from statistical downscaling methods. [http://www.ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/guidelines/dgm\\_no2\\_v1\\_09\\_2004.pdf](http://www.ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/guidelines/dgm_no2_v1_09_2004.pdf) [8 Desember 2004].
12. Von Storch H. 1999. On the Use of "Inflation" in Statistical Downscaling. Journal of Climate 12:3505-350.