

# PEMBAGIAN IKLIM INDONESIA BERDASARKAN POLA CURAH HUJAN DENGAN METODA “DOUBLE CORRELATION”

Edvin Aldrian<sup>1</sup>

## Intisari

*Pembagian wilayah atau region iklim Indonesia berdasarkan pola curah hujan tahunan dibahas disini. Sebuah metoda yang dinamakan metoda “double correlation” diperkenalkan untuk tujuan di atas. Dengan metoda regionalisasi yang dipakai dihasilkan tiga region iklim berdasarkan pola curah hujan tahunan. Region pertama adalah region A yang terletak di wilayah selatan Indonesia yang disebut region monsun Australia karena region ini lebih banyak dipengaruhi oleh monsun Australia. Region kedua adalah region B di wilayah barat laut Indonesia, yang disebut sebagai region monsun passat tenggara karena dipengaruhi oleh monsun ini. Region terakhir adalah region C atau region arus lintas laut Indonesia (arlindo) karena terletak pada daerah aliran arlindo. Pola hasil dari regionalisasi ini dibandingkan dengan pola pada region yang sama pada keluaran model reanalisa ECMWF dan ECHAM.*

## Abstract

*A regionalization of Indonesian climate based on its annual rainfall patterns has been done. A new method called the “double correlation method” was introduced and used for such purpose. With this regionalization method there are three climate regions based on their annual rainfall patterns. The first region or region A lies in south Indonesia and is called the Australian monsoon region because it is much affected by the Australian monsoon. The second region or region B lies in northwest Indonesia, which is called as the NE Passat region because it is much affected by that monsoon. The last region or region C lies over the Indonesian Throughflow and is called as the Indonesian Throughflow region. Patterns resulted from this regionalization method are compared to those of their corresponding regions from the output of ECMWF reanalysis and a Global Circulation Model ECHAM.*

**Kata kunci:** pembagian iklim, regionalisasi, pola hujan tahunan, ECMWF, ECHAM

## 1. PENDAHULUAN

Ada berbagai teori pembagian iklim yang dipakai oleh peneliti seperti pembagian berdasarkan diversifikasi tanaman, letak geografis, temperatur dan kelembaban, serta pola curah hujan. Untuk yang terakhir saja (dengan pola curah hujan) telah berbagai cara dikembangkan seperti berdasarkan jumlah akumulatif curah hujan dalam skala mm, jumlah hari hujan dalam setahun dan pola curah hujan tahunan. Untuk wilayah Indonesia beberapa

peneliti telah menuliskan pembagian pola iklim berdasarkan pola curah hujan tahunan. Keuntungan pembagian iklim berdasarkan pola curah hujan adalah konsistensi setiap bagian atau wilayah hanya pada pengontrol iklim yang berlaku sama. Region dengan pola curah hujan tahunan yang serupa memiliki pengaruh dari pengontrol iklim yang sama sehingga sangat berguna untuk dilakukan analisa yang spesifik untuk sifat-sifat pengontrol iklim yang ada. Braak (1921 - 1929) dan Preedy (1966) telah melakukan pembagian wilayah iklim (di

---

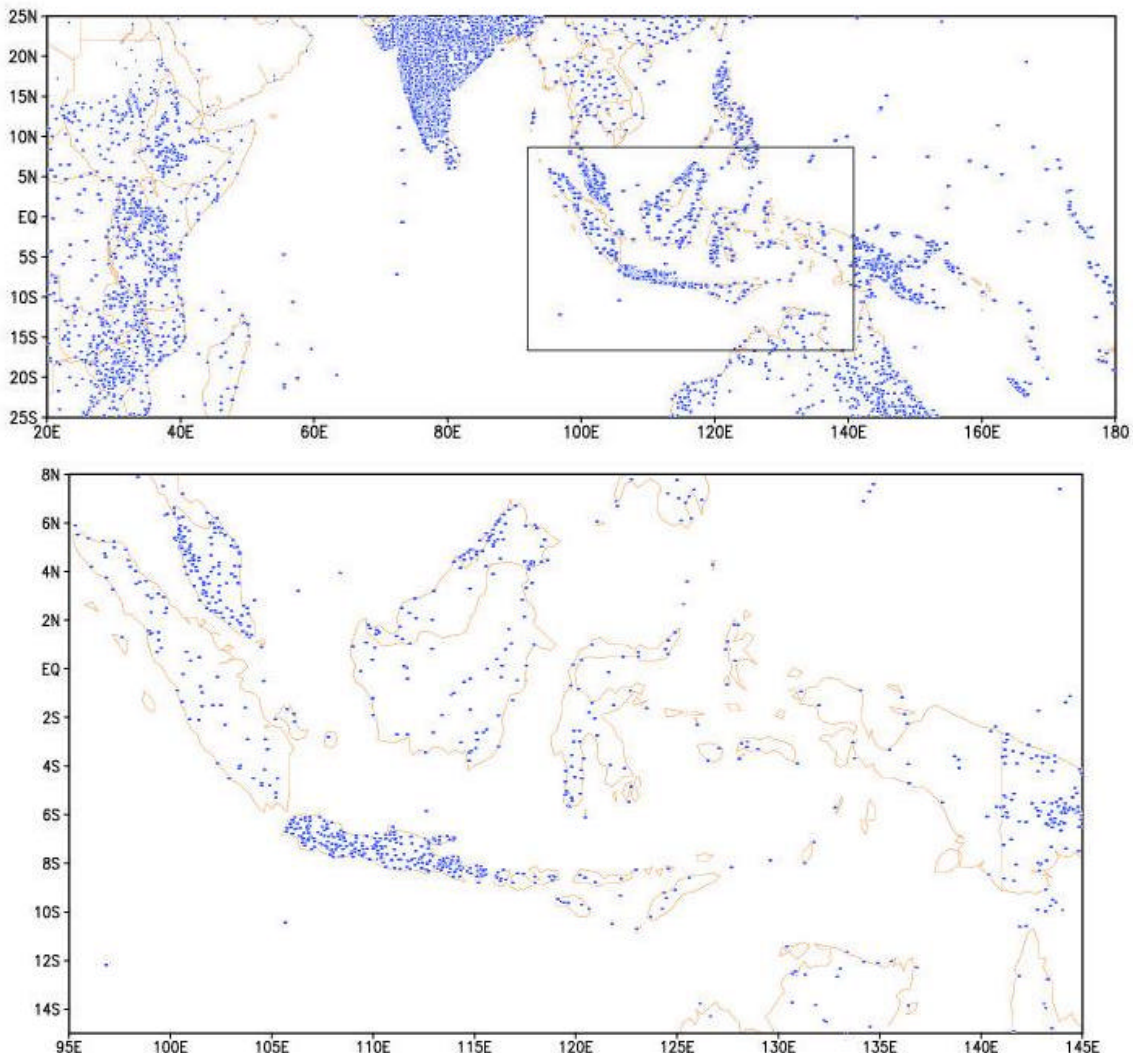
<sup>1</sup> Max Planck Institut für Meteorologie, Hamburg, Jerman

Indonesia) berdasarkan pola curah hujan bulanan. Daerah yang mereka pilih adalah pulau-pulau kecil yang dikelilingi oleh pulau-pulau besar Indonesia. Penelitian dengan memanfaatkan data pulau kecil juga dilakukan oleh Wyrski (1956) yang juga memberikan asumsi bahwa perbedaan terbesar antara curah hujan di pulau besar dan lautan terpusat di daerah pantai. Sebagai kelanjutannya, Wyrski (1956) membagi wilayah Indonesia menjadi 9 daerah sub region.

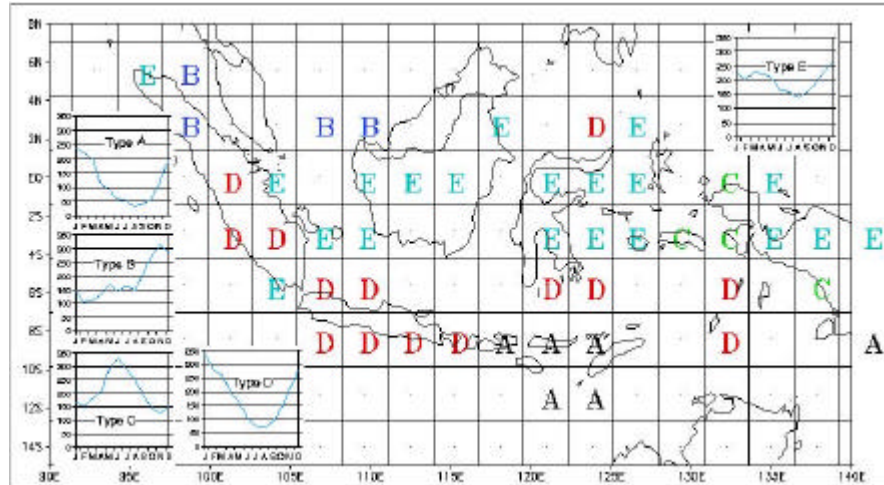
Tulisan ini merupakan pengembangan dari berbagai pembagian wilayah dengan pola curah hujan untuk wilayah Indonesia yang dikembangkan dari Wyrski (1956) hingga Aldrian, 1999 (selanjutnya disingkat A99). Hasil dari pembagian region ini dapat dipakai sebagai indikator iklim Indonesia berdasarkan pola curah hujan.

## 2. DATA dan METODA

Data curah hujan yang dipakai dalam tulisan ini adalah data rata rata bulanan tahun 1961 – 1993 dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) sebanyak 526 stasiun penakar yang tersebar diseluruh Indonesia. Selain itu ditambah dengan data rata rata bulanan dari World Meteorological Organization-National Ocean and Atmospheric Administration (WMO-NOAA) dengan sebuah proyek yaitu Global Historical Climatology Network (GHCN). Total jumlah penakar yang dipakai ditambah dengan data BMG pada area antara  $20^{\circ}\text{BT}$  -  $180^{\circ}\text{BT}$  dan  $25^{\circ}\text{LS}$  -  $25^{\circ}\text{LU}$  adalah 5419 stasiun penakar hujan. Untuk wilayah lokal Indonesia atau antara  $19^{\circ}\text{LS}$  –  $8^{\circ}\text{LU}$  dan  $90^{\circ}\text{BT}$  –  $140^{\circ}\text{BT}$ , ada sebanyak 884 penakar hujan. Gambar 1



Gambar 1. Peta penyebaran penakar di wilayah (atas)  $25^{\circ}\text{LS}$  –  $25^{\circ}\text{LU}$  dan  $20^{\circ}\text{BT}$  –  $180^{\circ}$  dengan total jumlah penakar 5419 stasiun dan (bawah; lihat kotak kecil pada gambar atas) pembesaran dari kotak kecil untuk wilayah Indonesia ( $15^{\circ}\text{LS}$  –  $8^{\circ}\text{LU}$  dan  $95^{\circ}\text{BT}$  –  $145^{\circ}\text{BT}$  dengan jumlah penakar 884 buah).



Gambar 2. Peta penyebaran dan pola pembagian iklim menurut Aldrian, 1999 dengan metoda visual dan resolusi T42.

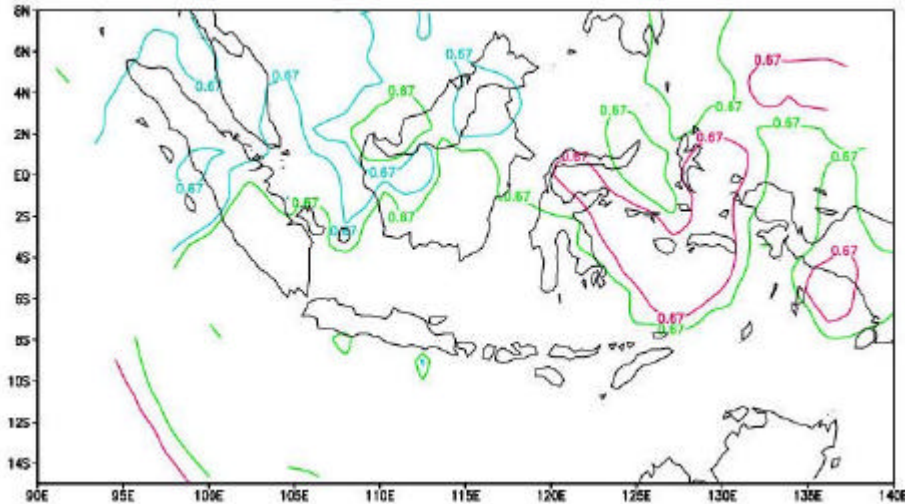
menunjukkan peta penyebaran penakar hujan yang dimaksud.

Data stasiun penakar tersebut dikonversikan menjadi data grid dengan resolusi T106 menurut Global Circulation Model (GCM) atau setara dengan  $1.125^{\circ}$  atau sekitar 110 km disekitar equator. Pemilihan resolusi ini mengingat resolusi ini adalah resolusi tertinggi pada GCM dan juga pada tulisan ini hasil dari metoda yang dipakai akan dibandingkan dengan hasil dari sebuah GCM yaitu model ECHAM (Roeckner *et al.* 1992) dan reanalisa keluaran European Center for Medium-range Weather Forecast (ECMWF; Gibson *et al.* 1997) pada resolusi yang sama. ECHAM adalah model iklim global yang dikembangkan oleh Max Planck Institut yang saat ini sudah mencapai versi 4 (Roeckner *et al.* 1996). Secara vertikal model ini memakai 19 lapisan koordinat hybrid ( $\sigma$ ) dan memakai perhitungan vertikal second order finite difference.

Analisa data iklim pada data dengan jumlah grid yang besar sangat sulit dilakukan. Untuk menyederhanakannya perlu dibuat pembagian region berdasarkan pada pola curah hujan tahunan. Cara ini dikenal dengan regionalisasi. Semua grid yang memiliki pola curah hujan tahunan yang serupa merupakan satu region. Metoda ini dilakukan dengan asumsi bahwa grid dengan pola yang sama tentu menerima efek iklim yang sama pula. Metoda yang dikembangkan pada tulisan ini merupakan kelanjutan dari tulisan sebelumnya oleh A99. Dalam A99 jumlah stasiun yang dipakai terbatas hanya 100 buah dengan unsur subyektivitas yang tinggi (perbandingan visual). Hasil dari metoda pada A99 ditampilkan pada gambar 2. Dalam tulisan tersebut telah dihasilkan 5 buah region yang mewakili pola hujan tahunan yang berbeda. Pada tulisan ini dengan jumlah stasiun yang jauh lebih banyak, resolusi grid yang lebih

tinggi (sebelumnya dengan resolusi T42 atau setara dengan  $2.825^{\circ}$  atau sekitar 300 km horisontal) dan metoda yang aman secara statistik. Metoda yang akan diperkenalkan disini dinamakan metoda "double correlation".

Dengan metoda "double correlation", pertama tama dipilih grid tengah pada kelima region dalam A99. Selanjutnya pola curah hujan tahunan semua grid lain dikorelasikan dengan pola pada grid (tengah) tersebut. Semua grid yang berkorelasi dengan grid ini dengan nilai ambang korelasi tertentu adalah satu region. Dengan cara ini kita memilah seluruh grid dengan pola curah hujan tahunan yang serupa. Untuk meningkatkan obyektivitas metoda ini dilakukan korelasi kedua dimana seluruh grid kembali dikorelasikan, kali ini dengan pola hujan tahunan rata-rata dari region yang dihasilkan dengan korelasi pertama. Demikianlah istilah metoda "double correlation" diperkenalkan. Dengan korelasi kedua kita juga menghilangkan lebih banyak faktor subyektivitas pemilihan grid tengah. Pemilihan batas ambang korelasi juga mempertimbangkan dua batasan; batas ambang yang tinggi tanpa adanya tumpang tindih antara dua region. Sebagai batasan lain adalah pemilihan grid tengah yaitu grid daratan karena data yang dipakai adalah data dari stasiun penakar hujan di darat. Karena stasiun penakar tidak terdistribusi secara merata khususnya di lautan maka pilihan grid harus di darat. Pada tulisan ini dipakai nilai ambang batas korelasi 0.67 yang mewakili 99% nilai signifikan statistik. Nilai 99% signifikan ini berlaku baik untuk data hujan pengamatan (33 tahun dari tahun 1961-1993), dan data dari model ECHAM dan ECMWF (15 tahun dari tahun 1979-1993). Nilai signifikan sebesar 99% adalah untuk satu kali korelasi, sehingga dengan dua kali korelasi didapat tingkat signifikan secara statistik yang sangat tinggi. Dengan nilai signifikan



Gambar 3. Peta penyebaran menurut metoda “double correlation” yang menghasilkan tiga region. Region A di selatan Indonesia, Sumsel, Kalteng dan Kalsel, sebagian barat Serawak, Sulsel, Sulut dan daerah kepala burung Irian. Region B di utara Sumatera, Kalbar dan sebagian Serawak. Region C di Maluku, sebagian Irian dan utara Irian.

yang tinggi ini pemilihan grid tengah menjadi tidak penting dan sulit karena dengan seluruh kriteria diatas, grid manapun yang dipilih selama berada didalam region yang dimaksud pada A99, region yang dihasilkan akan serupa.

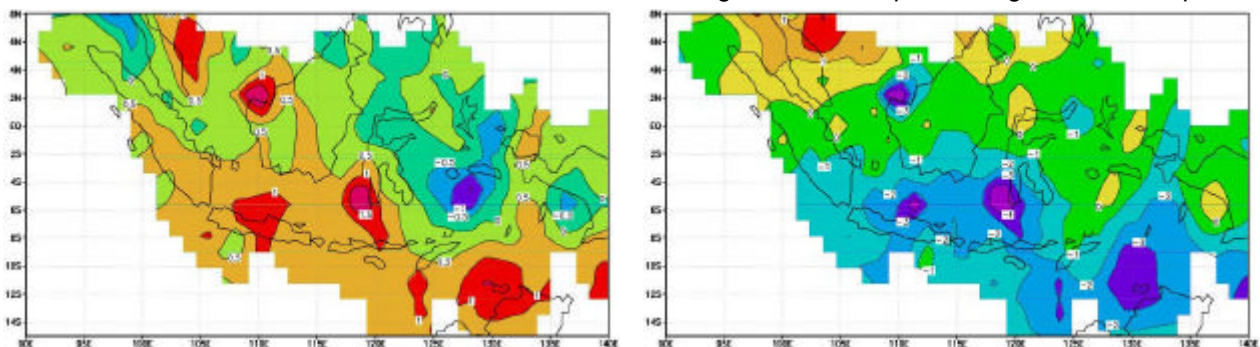
### 3. HASIL

Hasil dari metoda ini terlihat pada gambar 3 yang menunjukkan hanya tiga region dibandingkan dengan lima region pada A99 sebelumnya (gambar 2). Tiga region ini dihasilkan dengan mengambil tiga grid tengah di Timor timur, Sumatera Utara bagian tengah dan pulau Ambon untuk region A, B dan C berturut turut. Region A adalah duplikat dari region A dan D pada A99. Karena region ini lebih banyak dipengaruhi oleh monsun Australia, kita dapat menyebut region ini sebagai region monsun Australia. Sebenarnya, dari pola curah hujan tahunannya, tipe A dan D sangat serupa.

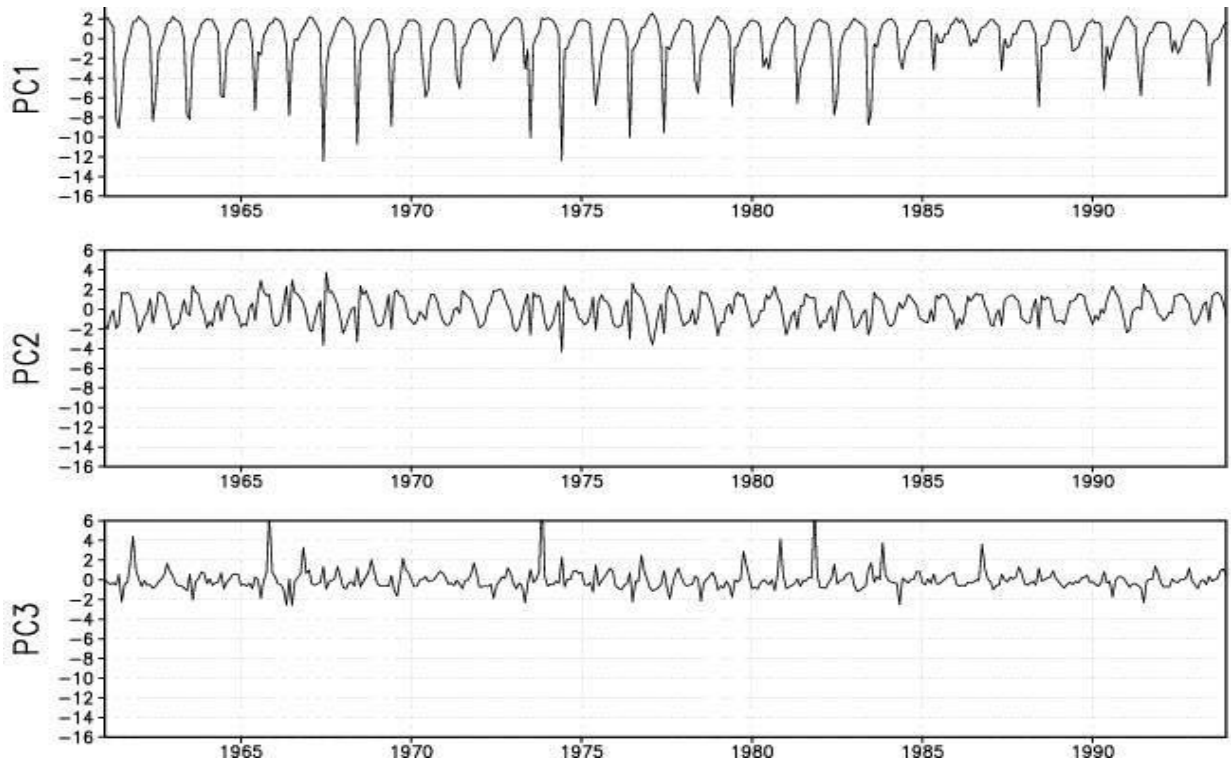
Perbedaan diantara mereka adalah panjang dari musim kering dan intensitas hujan pada puncak musim penghujan. Ternyata region A dan D sangat berkorelasi. Sehingga kita tetap mendapatkan region yang serupa dengan metoda “double correlation” jika kita memakai batas ambang korelasi hingga 0.91. Sehingga sangat sulit memisahkan antara region A dan D pada A99 dengan memakai hanya perbedaan intensitas curah hujan dan panjang perioda musim.

Kedua region berikutnya adalah duplikat dari region serupa untuk region B dan C. selanjutnya kita menyebut region B sebagai region monsun passat sebagaimana region ini mewakili daerah tempat datangnya angin passat tenggara. Region C dapat dinamakan sebagai region arus lintas laut Indonesia (Arlindo). Region E sebagaimana terdapat pada metoda A99 menghilang dengan metoda baru ini karena region ini adalah region perantara yang terdapat diantara region A dan B.

Sebagai hasil perbandingan dari proses



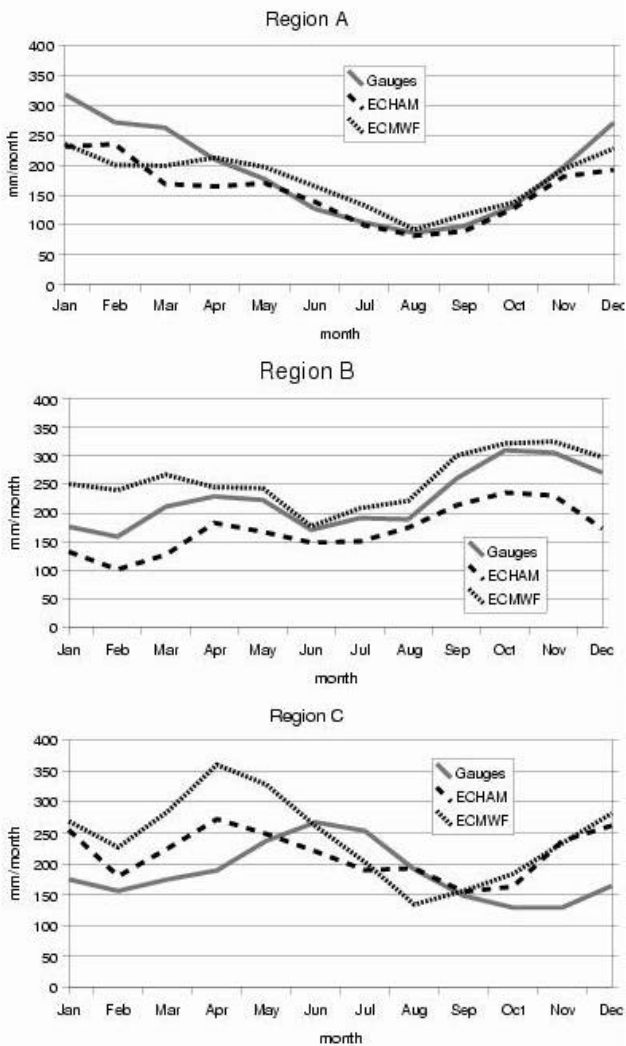
Gambar 4. Komponen utama (PC) pertama dan kedua dari metoda EOF dengan nilai 30.08 % dan 8.09% dari total seluruh varian berturut turut.



Gambar 5. Variasi penampakan bulanan sepanjang 33 tahun dari tiga komponen utama (PC) hasil metoda EOF. Gambar ini menunjukkan bahwa variasi tahunan hanya terdapat pada PC1 dan PC2. Selain itu juga menunjukkan semakin lemahnya variasi penampakan bulanan dari PC1 ke PC3. Pada PC1 variasi penampakan antara  $-12$  hingga  $2$  sedangkan variasi PC3 hanya antara  $-2$  hingga  $6$ . Hal ini menunjukkan berkurangnya dominasi komponen utama dari PC1 ke PC3

regionalisasi dengan “double correlation method”, Gambar 4 memperlihatkan kedua Principle Components (PC) pertama atau komponen utama dari metoda analisa Empirical Orthogonal Function (EOF; von Storch, 1999). Untuk metoda EOF ini dipakai seluruh data pada wilayah  $20^{\circ}\text{BT} - 180^{\circ}$  dan  $25^{\circ}\text{LS} - 25^{\circ}\text{LU}$ . PC pertama yang mewakili 30.08% dari total varian menunjukkan region C di perairan Maluku. Penyebaran dari region ini serupa dengan region C pada “double correlation method”. PC kedua yang mewakili 8.09% dari total varian, menunjukkan region B yang terletak di barat laut Indonesia. Region B juga terlihat sebagai daerah positif pada PC pertama dan juga region A yang ditunjukkan jelas pada PC pertama. Total varian yang dijelaskan oleh kedua PC tersebut kurang dari setengah keseluruhan varian karena pada analisa EOF ini kita mengambil keseluruhan dataset dari 33 tahun atau 396 bulan. Sehingga hanya 2 dari total 396 PC dapat menjelaskan total 39% varian yang merupakan nilai capaian yang tinggi. Sisa dari varian lainnya menjelaskan pola non tahunan, sementara dalam hal ini kita hanya tertarik pada penjelasan pola tahunan. Gambar 5 menunjukkan bahwa hanya PC1 dan PC2 yang memiliki variasi penampakan dengan siklus tahunan yang jelas. Mulai dari PC3 dan seterusnya variasi tahunan tidak

jelas. Variasi penampakan pada gambar 5 dihasilkan dengan melakukan perkalian “dot product” yaitu sebuah perkalian aljabar antara PC yang bersangkutan dengan pola spasial hujan bulanan. Pola curah hujan tahunan dari ketiga region ini sangat berbeda satu sama lain sebagaimana terlihat pada gambar 6. Pola tahunan pada region A dengan puncak atas pada bulan DJF dan puncak bawah pada bulan JAS menunjukkan aktivitas dua buah monsun yaitu monsun passat tenggara atau musim hujan pada bulan NDJFM dan monsun Australia atau musim kemarau pada bulan MJJAS. Penjelasan spatial dan temporal mengenai kedua monsun ini diulas pada Aldrian, 2001. Pola tahunan dari region B memiliki dua puncak atas, sebuah pada bulan ND dan puncak kecil yang lain pada bulan MAM. Kedua puncak ini terjadi ketika Inter Tropical Continental Zone (ITCZ) melewati daerah ini. Tidak ada penjelasan lebih jauh kenapa puncak atas pada ND lebih tinggi daripada pada MAM. Pola tahunan pada region C memiliki puncak atas pada bulan MJJ. Pola tahunan pada region C adalah sebuah anomaly dibandingkan dengan dua pola lainnya, terutama jika melihat adanya kedua monsun dan posisi ITCZ. Salah satu kemungkinan penjelasan dari konvektivitas tinggi pada MJJ adalah hangatnya suhu permukaan laut pada region itu



Gambar 6. Pola rata-rata tahunan untuk ketiga region dan perbandingan masing masing dengan pola dari region yang sama dari model sirkulasi global ECHAM dan reanalisa ECMWF. Semua data yang dipakai menggunakan resolusi T106.

karena arlindo. Arus laut hangat pada bulan bulan tersebut memancing aktivitas konvektif pada bulan bulan tersebut. Pada periode ini belahan bumi utara memiliki suhu permukaan laut yang lebih hangat dari belahan bumi selatan dan arlindo mengalir dari utara ke selatan Indonesia. Pada periode setengah tahun yang berikutnya (NDJFM) dimana wilayah Indonesia lainnya mengalami musim hujan, region ini menerima arus arlindo yang lebih dingin yang menghalangi proses konveksi. Keterangan detail lebih jauh tentang gejala alam ini memerlukan riset lebih lanjut yang diluar dari cakupan tulisan ini. Bersamaan dengan pola tahunan dari penakar, pada gambar 6 juga ditampilkan pola tahunan perbandingan dari data reanalisa ECMWF dan keluaran model sirkulasi global ECHAM pada resolusi T106. Pola perbandingan tersebut ditampilkan pada region yang sama seperti pada hasil pengamatan. Pada region A dihasilkan

simulasi pola tahunan yang cukup baik dengan nilai korelasi terhadap pengamatan adalah 0.93 (ECHAM - penakar) and 0.91 (ECMWF - penakar). data penakar. Pola pada gambar 6 dapat digunakan untuk menilai kinerja dari model reanalisa dan model GCM pada masing masing region, dimana mereka diharapkan memberi response yang sama terhadap kontrol iklim seperti ITCZ, monsun dan response terhadap arlindo. Pola dari region A menunjukkan bahwa ECHAM dan ECMWF memiliki, kesesuaian pengamatan, puncak bawah pada JAS dan puncak atas NDJ. Puncak dari musim penghujan dari kedua model lebih rendah dari pengamatan. Walaupun demikian, kinerja dari GCM dan reanalisa pada region B cukup baik, hasil reanalisa dan GCM memberikan pola tahunan yang sesuai dengan nilai korelasi dengan penakar adalah 0.88 pada keduanya. Pada region ini pula, reanalisa ECMWF menghasilkan lebih banyak hujan sepanjang tahun yang bertolak belakang dengan kurang hujan oleh ECHAM. Pada region C, kinerja dari keduanya sangat menurun. Keduanya memiliki puncak atas pada MAM dan bukan pada MJJ sesuai pola penakar. Ada dua kemungkinan dari hasil ini, kemungkinan model tidak dapat membuat simulasi dari pengaruh arlindo pada waktu yang tepat (maju dua bulan) atau kedua puncak atas tersebut (pada NDJ dan MAM menunjukkan kedatangan dan kepergian ITCZ pada region tersebut.

#### 4. DISKUSI

Kejanggalan gejala pada pola iklim di region C dapat diterangkan dengan gejala arlindo. Arlindo merupakan kanal hubungan aliran laut dari samudra Pasifik tropis dan samudra Indonesia (WCRP, 1998). Menurut Wyrтки (1987) perbedaan tekanan permukaan dari samudra Pasifik dan samudra Indonesia adalah pemicu utama dari arlindo. Arlindo terutama mengalir melalui selat Makasar (Hirst and Godfrey, 1993; Godfrey et al., 1993) dan perairan Maluku (Rodgers et al., 2000). Hirst and Godfrey (1993) berpendapat bahwa peningkatan kehangatan permukaan di samudra Indonesia oleh arlindo tidak cukup untuk menyebabkan perturbasi iklim secara signifikan di tengah dan bagian utara dari samudra Indonesia. Sayangnya Godfrey et al. (1993) dan kemudian Godfrey (1996) tidak membahas tentang kemungkinan perturbasi iklim di perairan Maluku. Namun demikian Godfrey et al. (1993) tidak mengesampingkan kemungkinan bahwa perairan Maluku memegang kunci dari perbedaan hasil model mereka dan data pengamatan. Pada bulan bulan MJJ, suhu permukaan laut di Pasifik barat di timur laut Indonesia lebih hangat daripada suhu di

selatan Indonesia. Arlindo membawa aliran hangat ke perairan Maluku tempat region C. Suhu permukaan laut yang lebih hangat ini memicu zona konvektif. Ketika arlindo mencapai daerah laut dalam yaitu laut Banda di selatan Maluku (kedalaman > 7000 m), suhu permukaan yang lebih dingin mengatasi aliran hangat ini. Sehingga kita memiliki batas selatan dari region C. Gejala kebalikannya terjadi pada bulan bulan NDJ, dimana arlindo membawa aliran lebih dingin ke perairan Maluku dan suhu permukaan yang lebih dingin pada perioda tersebut menghalangi terbentuknya zona konvektif. Sehingga dalam setahun, pada pola region C terdapat puncak atas pada MJJ dan puncak bawah pada NDJ. Kedua klimaks dari puncak tersebut terjadi pada klimaks peredaran bumi dan matahari. Ide dari penjelasan pola region C ini masih membutuhkan dukungan melalui penyelidikan menyeluruh dari interaksi laut-udara di perairan.

Keseluruhan analisa pada tulisan ini terfokus pada pemakaian metoda "double correlation". Kebanyakan penulis memakai sebuah kotak persegi dengan batas bujur dan lintang tertentu untuk menyatakan sebuah region iklim. Metoda yang ditampilkan pada tulisan ini jauh lebih baik daripada metoda kotak sederhana. Region yang dihasilkan dapat berbentuk apa saja. Metoda ini sangat sederhana, dapat disesuaikan pengontrolnya (nilai batas ambang batas), dapat diulang ulang dan dilakukan pada parameter lainnya. Metoda ini telah diuji aman secara statistik (memiliki nilai signifikan yang sangat tinggi) dan perbandingan hasilnya dengan metoda lain seperti metoda EOF. Perlu dilakukan kajian untuk melakukan pembuktian apakah dengan metoda ini dapat dilihat konsistensi pengaruh pengontrol iklim seperti yang dijanjikan.

## 5. KESIMPULAN

Salah satu hasil terpenting dari tulisan ini yang juga hasil dari pemakaian metoda "double correlation" adalah tiga region iklim Indonesia berdasarkan pola curah hujan tahunan. Ketiga region tersebut menyederhanakan regionalisasi sebelumnya oleh Wyrski (1956). Hasil pembagian region ini dapat digunakan lebih lanjut untuk mempelajari efek dari masing masing kontrol iklim pada berbagai situasi. Selain itu seperti juga sedikit ditampilkan pada tulisan ini, pembagian region tersebut juga dapat dipakai untuk pemilahan dan pencarian kesalahan sistematis dari model iklim yang diterapkan di Indonesia.

Untuk pengembangan kedepan, region-region yang dihasilkan dapat dipakai untuk mempelajari pengaruh monsun Asia dan Australia, pengaruh ITCZ, El-Nino Southern Oscillation (ENSO) dan

Madden Julian Oscillation (MJO) atau gejala atmosfer lainnya terhadap curah hujan Indonesia atau interaksi diantara mereka. Juga nilai variasi tahunan dari masing masing region dapat dipakai sebagai indeks hujan tahunan untuk menentukan besaran kuantitas pengaruh dinamis kontrol iklim diatas dan hubungan antara curah hujan Indonesia dengan besaran atmosfer yang lazim dipakai.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilakukan di Max Planck Institut fur Meteorologie dengan biaya dari Menristek Jerman (BMBF) atas kerjasama dengan tim CLIVAR BPPT dan sebagian juga didanai oleh DAAD. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Dr. Lydia Dumenil Gates. Juga kepada Dra. Tien Sri Bimawati sebagai menanggung jawab program CLIVAR Indonesia dan seluruh anggota tim CLIVAR terutama Drs. F. Heru Widodo.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., 1999: Division of Climate Type in Indonesia based on Rainfall Pattern, *Oceanica - J. of Marine Sci. and Tech, BPPT*, **5**, 165-171
- Aldrian, E., 2001: Pola hujan rata-rata bulanan wilayah indonesia; Tinjauan hasil kontur data penakar dengan resolusi ECHAM T 42, *Jurnal Sains and Teknologi modifikasi Cuaca*, **1**, no 2, 2000, 113-123
- Boerema, J., Rainfall types in Nederlands Indie. *Verhandelingen No 18*
- Braak, C.:1921-29, Het Climaat van Nederlandsch Indie, *Magnet. Meteor. Obser, Batavia, Verhand, No 8*
- Gibson, J.K., P. Kallberg, S. Uppala, A. Hernandez, A. Nomura dan E. Serrano, 1997, The ECMWF Re-Analysis (ERA). 1. ERA description. ECMWF Re-Analysis Project Report Series No. 1, European Center for Medium Range Weather Forecast, Reading, UK., 71 pp
- Godfrey, J.S., A. C. Hirst and J. Wilkin, 1993: Why does the Indonesian throughflow appear to originate from the North Pacific?, *J. Phys. Ocean.*, **23** 1087-1098
- Godfrey, J.S., 1996: The effect of the Indonesian throughflow on ocean circulation and heat exchange with the atmosphere: A review, *J. Geophys. Res.*, **101**, 12217-12237
- Hirst, A. C., J. S. Godfrey, 1993: The Role of

- Indonesian throughflow in a global ocean GCM, *J. Phys. Ocean.*, **23**, 1057-1086
- Preedy, B.H., 1966, Far East Air Force Climatology. Headquarters, Far East Air Force, Singapore
- Rodgers, K.B., M Latif, S. Legutke, 2000: Sensitivity of Equatorial Pacific and Indian Ocean Watermasses to the Position of the Indonesian Throughflow, *Geophys. Res. Letter*, **27**, 2941-2944
- Roeckner, E., K Arpe, L. Bengtsson, M. Christoph, M. Claussen, L. Dumenil, M. Esch, M. Giorgetta, U. Schlese, U. Schulzweida, 1992: The Atmospheric General Circulation Model ECHAM-4: Model Description and Simulation of Present-Day Climate., Max-Planck Institut für Meteorologie Report No. 6, 184 pp
- Roeckner, E., K Arpe, L. Bengtsson, M. Christoph, M. Claussen, L. Dumenil, M. Esch, M. Giorgetta, U. Schlese, U. Schulzweida, 1996: The Atmospheric General Circulation Model ECHAM-4: Model Description and Simulation of Present-Day Climate., Max-Planck Institut für Meteorologie Report No. 218, 90 pp
- Von Storch, H dan F.W. Zwiers, 1999: Statistical Analysis in Climate Research. Cambridge University Press, Cambridge. 550p
- World Climate Research Programme, 1998: CLIVAR Initial Implementation Plan, WCRP report no 103, June 1998, 314pp
- Wyrтки, K., 1956: The Rainfall over the Indonesian waters. Kementrian Perhubungan Lembaga Meteorologi dan Geofisik, Verhand. No 49
- Wyrтки, K., 1987: Indonesian throughflow and the associated pressure gradient, *J. Geophys. Res.*, **92**, 12941-12946

## DATA PENULIS

**Edvin Aldrian.** Lahir di Jakarta, 2 Agustus 1969, meraih gelar sarjana Teknik Fisika di McMaster University, Kanada, 1993, gelar Magister Sains di Earth Science bidang Radar Meteorology di Nagoya University Jepang, 1998. Saat ini sedang menempuh program Doktor di Max Planck Institut für Meteorologie, Jerman. Menjadi staff UPT Hujan Buatan, BPPT sejak Nopember 1993. Mengikuti beberapa kursus singkat diantaranya program STMDP persiapan, 1988-1989; kursus singkat meteorologi di UI, Maret 1995; training analisa data wind profiler radar di Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University, Jepang, Nopember 1995; training dasar Sistem Informasi Geografi, Geografi UI, Juni 1996; International Hydrology Programme Training Course dengan topik Ice and Snow Hydrology, IHAS, Nagoya University dan UNESCO, Maret 1998; Visiting scientist di Max Planck Institut für Meteorologie, Hamburg, mempelajari variasi iklim Indonesia dan model global ECHAM, Jan-Maret dan Juli-Sept 1999. Kursus singkat Advanced Course: climate change in the mediterranean region part I: physical aspects, The Abdus Salam International Center for Theoretical Physics, Trieste, Italy, Maret 2001, 12941-12946

