

# POLA HUJAN RATA-RATA BULANAN WILAYAH INDONESIA; TINJAUAN HASIL KONTUR DATA PENAKAR DENGAN RESOLUSI ECHAM T-42

Edvin Aldrian<sup>1</sup>

## Intisari

*Kajian temporal dari sifat iklim Indonesia berdasarkan pola curah hujan rata-rata bulanan telah dilakukan dengan mengacu pada beberapa parameter ECMWF seperti angin 850 mb, OLR dan suhu permukaan. Parameter ECMWF tersebut dapat menjelaskan hampir semua pola kecuali daerah yang terdapat pola gangguan lokal. Dengan kajian temporal ini, penulis menemukan ITCZ, daerah siklon di utara Australia dan aktivitas monsun yang dominan pada beberapa bulan. Hasil lainnya menunjukkan adanya perioda transisi pada bulan April dan Oktober yang dapat dimengerti dari pola angin 850 mb dan suhu permukaan. Juga dijelaskan bahwa puncak hujan tahunan di Bali ke Timor lebih banyak dipengaruhi oleh siklon tropis di utara Australia daripada monsun Asia.*

## Abstract

*Temporal assesment of Indonesian climate characteristic based on monthly rainfall pattern was done with several ECMWF (European Center for Medium Range Weather Forecast) parameters; i.e. wind field of 850 mb, Outgoing Longwave Radiation (OLR) and surface temperature. Those ECMWF parameters could explain almost all rainfall pattern with some exceptional areas which are due to their local disturbances. With this temporal assesment, the author found Inter Tropical Continental Zone (ITCZ), cyclonic area in north of Australia and monsoon activities which are dominant in some specific months. One results of this research shows transitional period existence in April and October which are fully understood by analysis of 850 mb wind and surface temperature. It is also explained that peak of rainfall pattern in Bali - Timor area are much characterized by tropical cyclones in north of Australia rather than by Asian monsoon.*

Kata kunci: model iklim, pola iklim, ITCZ, monsun Asia dan monsun Australia

## 1. PENDAHULUAN

Penelitian mengenai karakteristik iklim Indonesia sangat menarik untuk dikaji. Beberapa peneliti mulai abad ini sudah mulai melakukan pengkajian tentang hal ini. Braak (1921); Boerema (1938); Depperman (1941); Wyrcki (1956); Preedy (1966); Sribimawati dan Purwandani (1999); dan

Aldrian (1999). Hampir sebagian besar tulisan tersebut terfokus pada pola pembagian iklim Indonesia. Pembagian iklim dapat dimengerti dari pembagian secara spasial (region) seperti dalam beberapa tulisan diatas atau secara temporal. Tulisan mengenai karakteristik iklim Indonesia secara temporal dilaporkan secara spesifik suatu daerah oleh Braak (1921); Depperman (1941);

---

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

Preedy (1966).

Tulisan ini memberikan gambaran secara temporal dalam arti perjalanan waktu rata-rata bulanan (monthly march) dari karakteristik iklim Indonesia yang dikaji secara regional. Tulisan ini memberikan analisis curah hujan rata-rata bulanan wilayah Indonesia dengan memakai data model ECMWF. Pembagian grid data penakar dilakukan dengan memakai grid model iklim global ECHAM. Kajian ini dapat berguna untuk memahami atau menguji berbagai pembagian pola iklim Indonesia seperti yang dituliskan sebelumnya (Aldrian 1999). Penelitian dalam tulisan ini merupakan bagian dari program (Aldrian dan Widodo, 1999) validasi model ECHAM dengan memakai data penakar Indonesia.

ECHAM adalah model iklim global yang dikembangkan oleh Max Planck Institut (Roeckner *et al.* 1992) 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. Beberapa bagian dari model ini merupakan pengembangan dari reanalisis model oleh ECMWF (Gibson *et al.* 1997). Model ini bekerja pada resolusi T21, T42, T63 dan T106. Sebagai sumber masukan utama model ECHAM adalah nilai SST global pengamatan.

## 2. TEORI

Outgoing Longwave Radiation (OLR) adalah ukuran atau nilai radiasi bumi yang memiliki panjang gelombang panjang yang terdeteksi dari luar angkasa. Deteksi ini biasa dilakukan dengan peralatan satelit. Nilai yang diukur ini menggambarkan seberapa besar perawanan menghambat keluarnya radiasi bumi tersebut. Nilai OLR merupakan nilai negatif yang menunjukkan besarnya hambatan tersebut. Semakin kecil nilai dalam skala negatif menunjukkan semakin besarnya hambatan sehingga dapat divisualisasi sebagai semakin tingginya awan yang menghambat tersebut yang biasanya adalah awan konvektif. Secara umum pola OLR menggambarkan pola daerah daerah konvektif potensial.

Perbedaan antara perhitungan daerah awan bebas radiasi dan lainnya adalah nilai cloud radiative forcing. Nilai ini akan mengubah perhitungan energi dari atmosfer atas. Hal ini telah dibahas oleh berbagai peneliti seperti Charlock dan Ramanathan, 1985; Harrison *et al.*, 1989; Ramanathan, 1987; Ramanathan, *et al.*, 1989. Bony *et al.* (1997) menjelaskan bahwa daerah dengan nilai SST tinggi, terutama antara 26–29.5°C, adalah daerah pertumbuhan awan konvektif. Daerah SST tinggi merupakan warm-pool tempat mengalirnya masa udara basah dan di warm-pool terdorong

keatas. Sedangkan precursor angin 850mb terhadap konvektif di daerah tropis telah dibahas oleh Graham dan Barnett (1987) dimana dibutuhkan kecepatan angin sedang untuk mendorong tumbuhnya awan konvektif. Angin ini membawa suplai udara basah yang dibutuhkan awan konvektif. Jika kecepatan angin terlalu tinggi akan menghalangi pertumbuhan awan konvektif, sedangkan jika terlalu lemah maka akan menyebabkan berlakunya gangguan lokal. Dalam tulisan ini gangguan lokal tidak dibahas.

## 3. METODE

Data curah hujan tahunan yang dipakai adalah data curah hujan rata-rata bulanan tahun 1961 – 1993 dari 100 stasiun penakar hujan. Pembagian wilayah dilakukan dengan bantuan grid ECHAM dengan resolusi T42. Dengan resolusi ini satu grid memiliki luasan  $2.8125^0 \times 2.8125^0$ . Dengan grid ECHAM, penakar tersebut tersebar dalam 48 grid. Penyebaran lokasi penakar sangat tidak merata dan tiap-tiap grid memiliki penakar 1 hingga 12 buah.

Data tiap grid kemudian dirata-rata kembali untuk mendapatkan pola bulanan. Hasil ini digambarkan dengan pola konturing. Tulisan ini menyajikan hasil kajian bulanan dengan memakai data keluaran model ECMWF. Model ECMWF yang dipergunakan adalah model untuk tahun 1979 – 1993. Meskipun terdapat perbedaan rentang waktu tetapi untuk analisis rata-rata bulanan dapat dipakai. Parameter model ECMWF yang dipergunakan adalah

- Angin ketinggian 850 mb (zonal dan meridional)
- Outgoing long wave radiation (OLR)
- Suhu permukaan

## 4. HASIL

Berikut ini adalah kajian curah hujan rata-rata bulanan wilayah Indonesia.

### 4.1. Januari

Hampir seluruh wilayah Indonesia memiliki curah hujan rata-rata bulanan diatas 150 mm. Daerah yang memiliki curah hujan maksimum terdiri dari Lampung dan Jawa dengan curah hujan diatas 300 mm. Keberadaan monsun Asia dan Australia tidak terlihat jelas pada bulan ini. Dalam pengertian iklim klasik Indonesia, bulan ini semestinya termasuk dalam periode monsun asia. Kenyataannya, berdasarkan analisis angin

ECMWF 850 mb. Monsun Asia ada pada bulan NDJFM. Daerah yang paling berdekatan dengan asal monsun Asia (Riau kepulauan) justru memiliki curah hujan yang lebih rendah. Kalau dilihat dari analisis angin, daerah ini memang mensuplai massa udara basah tetapi kecepatan angin terlalu tinggi sehingga mengurangi kemungkinan hujan di daerah ini.

Daerah anomali hujan tinggi, selain di Riau kepulauan juga terjadi di utara Sulawesi dan Maluku tengah. Anomali lainnya juga terlihat jelas pada kontur hujan di Sulawesi selatan atau tepatnya di sebelah barat kota Makasar. Tingginya curah hujan kota Makasar pada bulan ini harus dipahami dengan situasi kota ini yang terletak dipinggir pantai sebuah semenanjung Sulawesi selatan yang di tengahnya terdapat barisan bukit. Pada barisan pada bulan membawa udara basah yang memberikan efek orografis bayangan hujan (Fohn effect). Sebagai hasilnya curah hujan di kota ini jauh lebih tinggi dari nilai kontur yang tergambar. Terkadang terdapat data dengan curah hujan diatas 1500 mm. Faktor kesalahan lainnya adalah kurangnya titik observasi di grid ini. Pada grid ini terdapat satu stasiun penakar di kota Makasar. Apabila ingin didapat pola iklim berdasar hujan yang lebih mewakili maka grid ini membutuhkan jauh lebih banyak data penakar terutama dari timur semenanjung Sulawesi selatan.

Hasil analisis angin menunjukkan bahwa terjadi konvergensi masa udara di daerah yang memiliki curah hujan maksimum yaitu selatan Indonesia mulai dari Lampung hingga pulau Timor. Di daerah sebelah utara Australia terjadi daerah pusaran angin yang menunjukkan daerah yang sering terjadi siklon tropis. Apabila kita melihat bahwa monsun asia sudah melemah, maka dapat disimpulkan sementara bahwa curah hujan tinggi di selatan Indonesia terjadi bukan karena monsun Asia tetapi karena daerah pertemuan masa udara dari belahan bumi utara dan selatan (daerah ITCZ) dan keberadaan siklon tropis di sebelah utara Australia. Secara khusus dapat dibagi lagi bahwa di daerah Lampung hingga Jawa pengaruh ITCZ lebih besar ketimbang siklon tropis, tetapi daerah Nusa Tenggara mendapat pengaruh siklon tropis yang besar pula. Hal ini jelas terlihat pada grid di daerah selatan laut Banda, yang paling berdekatan dengan lokasi siklon di utara Australia, memiliki curah hujan mencapai > 350 mm.

Dari pola OLR, daerah yang berpeluang terjadinya hujan adalah daerah pesisir barat Sumatera dan Jawa. Selain itu Maluku utara hingga Sulawesi utara serta tengah pulau Irian. Daerah di tengah Irian dengan nilai OLR tinggi dapat dimaklumi secara orografis yaitu daerah puncak Jayawijaya. Pola OLR tinggi di Maluku tengah dan Sulawesi Utara bertentangan dengan data hujan yang menunjukkan daerah ini memiliki curah hujan minimum. Secara umum daerah OLR juga mewakili

letak posisi ITCZ yang tepat di daerah khatulistiwa. Dari pola OLR ini juga terlihat bahwa daerah yang dekat dengan asal monsun Asia tidak memiliki potensi awan konvektif sebagaimana analisis kita sebelumnya.

Analisis suhu permukaan dari ECMWF menunjukkan bahwa kemungkinan aliran angin sesuai dengan pola angin ketinggian 850 mb. Arah angin berasal dari laut Cina selatan menuju daerah benua australia. Kalau dilihat sepintas, keberadaan ITCZ sulit diramalkan dari pola suhu permukaan yang ada ini. Daerah disebelah utara Australia memiliki suhu permukaan yang tinggi hingga ada yang mencapai 303<sup>o</sup>K yang menunjukkan besarnya potensi terjadinya siklon di daerah ini.

## 4.2. Februari

Pola hujan secara umum pada bulan ini tidak jauh berbeda dengan Januari dengan penurunan intensitas hujan terjadi di semua wilayah. Penurunan juga terjadi di Maluku dan utara Sulawesi, sementara efek orografis di kota Makasar masih terlihat.

Dari analisis angin 850 mb ECMWF dapat terlihat bahwa pola angin masih sangat serupa dengan pola angin bulan Januari. Hasil ini dapat dimengerti apabila kita memperhatikan pola suhu permukaan keluaran ECMWF yang mana untuk seluruh wilayah Indonesia, polanya sangat serupa dengan pola bulan Januari kecuali di daerah Maluku selatan. Perubahan ini juga terlihat dari pola pusaran angin di utara benua Australia yang berpindah lebih ke arah Indonesia. Sementara pola pusaran disebelah barat pulau Sumatera tetap bertahan pada bulan ini. Dengan melihat hasil keluaran angin 850 mb, dapat juga dimengerti penurunan intensitas curah hujan di sebelah selatan Indonesia karena terjadinya kenaikan kecepatan angin di daerah ini, sehingga awan konvektif sulit terbentuk. Jadi meskipun ITCZ masih ada dan berpengaruh, aktivitas konvektif lebih berkurang dibandingkan bulan Januari.

Dari pola OLR, terlihat penyebaran daerah konvektif terutama di daerah barat Sumatera berkurang jauh. Yang masih bertahan serupa dengan pola sebelumnya adalah daerah Irian Jaya. Pengurangan daerah konvektif di selatan Indonesia ini dapat dimengerti dari analisis angin 850 mb yang mulai memperlihatkan adanya kenaikan kecepatan angin.

## 4.3. Maret

Pola curah hujan rata rata bulan Maret masih menunjukkan pola serupa seperti bulan

Februari dan Januari. Dengan intensitas dan pola penyebaran yang serupa dengan pola bulan Februari, penjelasan penyebaran pola tidak jauh beda dengan bulan Februari. Penurunan pengaruh Fohn effect di Makasar lebih diakibatkan terlalu lemahnya angin di daerah tersebut ( $< 2$  m/s). Pada bulan ini, meskipun pola angin masih seragam dengan pola NDJFM yang menunjukkan pola monsun Asia, tetapi justru pengaruh monsun paling kecil pada bulan ini.

Dari analisis angin ECMWF, terlihat bahwa daerah pusaran angin di daerah sebelah utara Australia lebih mendekati ke arah Indonesia. Secara umum kecepatan angin sangat lemah ( $< 2$  m/s) sehingga pola hujan yang mungkin terjadi bukanlah pola musiman tetapi lebih disebabkan oleh faktor gangguan lokal. Pola angin yang sangat mirip dengan bulan Februari tetapi dengan kecepatan yang jauh lebih rendah ini dapat dimengerti dari analisis pola suhu permukaan yang masih seragam dengan pola di bulan Februari. Di sebelah selatan Indonesia penyebaran daerah bersuhu tinggi menyebabkan daerah ini mengalami penurunan kecepatan angin karena penyebaran daerah ini meluas hingga sebelah barat Sumatera utara.

Pola OLR menunjukkan bahwa daerah konvektif masih terdapat di sebelah barat Sumatera yang mana terjadinya lebih disebabkan oleh karena terdapatnya daerah perputaran arah angin disini. Daerah potensial konvektif juga terjadi di daerah Maluku tengah. Interpretasi yang logis dari hasil di daerah Maluku ini masih belum jelas.

#### 4.4. April

Bulan ini ditandai dengan menurunnya curah hujan rata-rata di Indonesia bagian selatan. Terlebih di daerah Nusa Tenggara dimana mulai terlihat kedatangan musim kemarau atau monsun Australia yang kering. Sebagian besar daerah Jawa berpotensi hujan antara 150 – 200 mm/bulan. Hampir seluruh Indonesia memiliki peluang yang serupa seperti ini. Sementara sebagian daerah Sumatera, seluruh Kalimantan dan Irian Jaya, masih memiliki hujan relatif tinggi. Daerah hujan rendah di daerah kedatangan monsun Asia semakin mengecil.

Dari analisis angin 850 mb, dapat disimpulkan bahwa bulan April merupakan bulan transisi dari musim basah menuju musim kering. Pola angin yang jauh dari seragam hampir terjadi di semua daerah terutama Indonesia bagian barat. Keberadaan ITCZ yang terletak tepat di khatulistiwa jelas terlihat di pola angin di atas Maluku dan Irian Jaya. Pada bulan ini angin tidak lagi berasal dari daerah monsun Asia, malahan angin kuat mulai mengalir dari benua Australia. Keberadaan daerah

siklon tropis di utara benua Australia juga menghalangi. Arah angin yang mulai mengarah dari Australia ini dapat dilihat dari pengaruhnya pada pola hujan di daerah Nusa Tenggara yang intensitasnya sangat menurun ( $< 100$  mm). Arah angin pada periode transisi ini yang tidak homogen dapat dimengerti dari pola suhu permukaan yang menggambarkan pola suhu tinggi hampir diseluruh wilayah Indonesia, dengan ini dapat dimengerti bahwa pada bulan ini pola hujan terjadinya lebih dikarenakan faktor gangguan lokal. Karena suplai udara basah sudah jauh berkurang. Pola suhu permukaan, dalam bulan JFM menunjukkan daerah bersuhu tinggi di selatan Indonesia atau utara Australia yang menjadi faktor pendorong aliran udara dari Asia ke daerah tersebut. Dengan meratanya penyebaran suhu tinggi permukaan maka tidak mungkin tampil daerah yang arah anginnya homogen seperti periode tersebut.

Dari pola OLR terlihat bahwa penyebaran daerah konvektif masih terjadi di sebelah barat Sumatera, Maluku tengah dan Irian Jaya. Hal ini tidak jauh beda dengan kondisi tiga bulan sebelumnya. Kedatangan monsun Australia yang sudah mulai jelas, juga terlihat daerah bernilai OLR rendah di Nusa Tenggara. Walau kedatangan monsun Australia sudah mulai terdeteksi secara umum Indonesia pada bulan ini ada dalam periode transisi.

#### 4.5. Mei

Pola hujan bulan ini menunjukkan daerah intensitas cukup merata (150 – 200 mm) hampir diseluruh Indonesia. Kecuali di sebelah barat Sumatera, Kalimantan dan Irian Jaya. Daerah kering meluas hingga Jawa Tengah dan Sulawesi selatan. Dapat dikatakan bahwa pada bulan ini Indonesia bagian selatan sudah memasuki musim kemarau.

Dari pola angin 850 mb, kondisi transisi masih bertahan terutama di Kalimantan. Dominasi angin dari Australia semakin menyeruak masuk dan ITCZ mulai tidak jelas keberadaannya. Selain dominasi angin dari Australia yang kering ternyata selatan Indonesia juga dipengaruhi oleh kondisi angin kencang yang menghambat terjadinya hujan. Kondisi transisi tidak jelas terutama terlihat dari suhu permukaan, maksimumnya bergeser ke belahan utara pada bulan ini. Sebagian besar daerah Indonesia mengalami angin kecepatan "sedang" hingga "rendah" yang memungkinkan timbulnya hujan akibat gangguan lokal.

Dari pola OLR terlihat bahwa daerah konvektif juga berkurang dan daerah kering semakin meluas di Indonesia bagian selatan. Daerah konvektif di barat Sumatera dan Maluku meluas ke utara.

#### 4.6. Juni

Pola hujan pada bulan ini ditandai dengan makin meluasnya musim kemarau hingga Sumatera utara. Se-luruh Jawa telah masuk musim kemarau dengan beberapa daerah memiliki curah hujan dibawah 100 mm. Daerah hujan tinggi masih terdapat di sebelah barat Sumatera dan Kalimantan utara. Sedangkan di Maluku tengah terdapat daerah dengan curah hujan tinggi. Daerah lainnya, curah hujan merata dengan intensitas 150 – 200 mm. Daerah musim kemarau memiliki intensitas hujan hingga 0 mm.

Pola angin pada bulan ini lebih kurang homogen. Angin berkecepatan tinggi datang dari benua Australia menuju Asia dan sangat berpengaruh pada kondisi musim kemarau terutama pada daerah Nusa Tenggara dan Maluku selatan. Dilihat dari pola suhu permukaan, pemisahan daerah 30<sup>o</sup>K mulai tampak antara belahan bumi selatan dan utara. Hal inilah yang membantu memperkuat angin dominan di Indonesia yang berasal dari Australia. Suhu permukaan ditengah benua Australia telah turun jauh hingga mengakibatkan angin berkecepatan tinggi.

Pola OLR bulan ini menunjukkan daerah konvektif hanya terdapat di barat Sumatera dan umumnya di sebelah utara Indonesia. Pola musim kemarau di selatan Indonesia tidak berubah hingga daerah Kalimantan selatan sebagaimana pola hujan bulan ini.

#### 4.7. Juli

Pola hujan bulan Juli menunjukkan peningkatan daerah musim kemarau dalam hal daerah yang intensitas curah hujan < 100 mm. Secara umum pola yang digambarkan serupa dengan bulan Juni. Daerah musim kemarau meluas hingga Sulawesi utara. Pola angin pada bulan ini juga tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan bulan sebelumnya. Hal ini dapat dimengerti karena dari pola suhu permukaan juga tidak terlihat pola yang berubah jelas jika dibandingkan dengan bulan sebelumnya. Semen-tara dari pola OLR kita melihat bahwa daerah musim kemarau semakin mendesak keatas dan meluas. Seluruh Jawa telah menjadi daerah non-konvektif.

#### 4.8. Agustus

Pada bulan Agustus ini seluruh pulau Sulawesi memasuki musim kemarau. Hanya daerah sebelah barat Sumatera curah hujan tinggi masih bertahan. Dapat dikatakan bahwa puncak musim

kemarau terjadi pada bulan ini. Kemarau terjadi hampir diseluruh wilayah Indonesia kecuali Sumatera bagian barat, sebagian Kalimantan, Maluku tengah dan Irian Jaya. Pergerakan monsun Australia atau musim kemarau berjalan teratur dan mencapai maksimum pada bulan ini. Di daerah nusa teng-gara, intensitas hujan mencapai 0 mm.

Dari pola angin, tidak tampak perubahan dibandingkan dengan bulan sebelumnya. Dapat dikatakan selama lima bulan MJJAS, pola angin berlangsung secara homogen. Bertahannya curah hujan tinggi di sebelah barat Sumatera, sebagian Kalimantan dan Irian Jaya adalah karena perputaran angin di daerah ini. Dari pola suhu permukaan sebenarnya belahan bumi utara pada bulan ini tidak terlalu hangat (>302<sup>o</sup>K), tetapi suhu di belahan bumi selatan terlalu rendah (<298<sup>o</sup>K) sehingga angin yang mengalir di Indonesia tetap kencang.

Serupa dengan pola hujan rata rata bulanan, dari pola OLR dapat dilihat bahwa pada bulan ini daerah musim kemarau mencapai daerah terluas atau bulan ini adalah puncak dari musim kemarau. Daerah konvektif hanya terlihat di sebelah barat Sumatera dan daerah daerah di utara Indonesia.

#### 4.9. September

Bulan september merupakan awal dari peluruhan monsun Australia yang digambarkan dengan pe-ngurangan daerah musim kemarau. Daerah musim kemarau disebelah utara Sumatera menghilang. Musim kemarau masih ada di Sumsel, Jawa hingga Timor, Sulawesi dan Maluku. Daerah Maluku utara dan Irian tetap bertahan dengan curah hujan sedang. Daerah hujan minimum di sebelah selatan Indonesia juga mulai menampakkan peningkatan intensitasnya. Daerah minim hujan di Sumatera juga sudah mulai menampakkan peningkatan intensitas.

Pola angin bulan ini menunjukkan pola yang serupa dengan pola angin MJJAS. Bertahannya secara homogen pola angin ini selama lima bulan me-nunjukkan kuatnya pengaruh monsun Australia di Indonesia. Dari pola suhu permukaan, terlihat bah-wa di selatan Indonesia suhu permukaan mulai meningkat. Terutama hilangnya kontur suhu < 298<sup>o</sup>K di utara Australia yang dapat diartikan mulai berkurangnya suplai udara kering dari benua ini.

Pola OLR menunjukkan adanya peningkatan daerah konvektif di sebelah barat Sumatera. Daerah ini menunjukkan nilai OLR yang tinggi yang menandakan tingginya aktivitas konveksi disini. Dari pola bulan ini juga mulai terlihat pindahnya aktivitas konvektif ke wilayah Indonesia dari utara. Secara umum, Indonesia masih

mengalami pola monsun Australia. Hal ini jelas terlihat dari pola angin yang masih serupa dengan pola MJJAS.

#### 4.10. Oktober

Dari pola hujan bulanan, terjadi pergerakan daerah musim kemarau yang beralih ke Indonesia timur. Batas musim kemarau mulai dari Jawa timur hingga menutupi seluruh Indonesia timur kecuali Irian Jaya. Hal yang menarik lainnya adalah datangnya pengaruh monsun Asia yang nampak dengan timbulnya daerah hujan di utara Kalimantan yang dekat dengan Asia. Daerah lainnya yang memiliki curah hujan tinggi adalah sebelah barat Sumatera dengan penyebab klasiknya yaitu pusaran angin di barat Sumatera.

Pola angin 850 mb pada bulan ini tetap menggambarkan pola monsun Australia. Kalau dibandingkan dengan pola hujan hasil pengamatan, tidak dapat dikatakan bahwa hanya monsun Australia yang berpengaruh pada bulan ini. Dari data angin mulai terlihat pindahnya daerah ITCZ di utara Indonesia. Dari pola suhu permukaan, terlihat peningkatan suhu permukaan di Australia utara. Secara umum, seperti bulan April, suhu permukaan hampir di seluruh wilayah Indonesia seragam. Sehingga memperkuat hipotesis bahwa bulan ini dikategorikan sebagai masa transisi.

Sesuai dengan gambar pola hujan bulan Oktober, dari pola OLR terlihat juga bahwa musim kemarau masih terbentang di Indonesia bagian selatan meskipun wilayahnya jauh lebih kecil daripada sebelumnya.

#### 4.11. Nopember

Pola hujan bulan ini menunjukkan pudarnya pengaruh monsun Australia dan masuknya monsun Asia dengan udara basah sehingga di wilayah utara tampak peningkatan curah hujan bulanan. Daerah seperti Kalimantan menerima curah hujan hingga lebih dari 350 mm. Daerah musim kemarau seperti Sulawesi dan Jawa juga mulai menerima peningkatan curah hujan. Daerah penurunan intensitas hujan malah terjadi di Irian Jaya bagian selatan. Meskipun masih terdapat musim kemarau, daerah nusa tenggara menerima curah hujan sedang antara 50 – 150 mm. Sehingga dapat dikatakan, pada bulan ini musim kemarau telah lenyap dan digantikan oleh kehadiran monsun Asia yang basah.

Kondisi pola angin bulan Nopember sangat menarik untuk disimak, terlihat daerah ITCZ mulai berpindah ke khatulistiwa. Munculnya kembali daerah ITCZ ini lebih diakibatkan tekanan monsun

Asia karena perpindahan posisi lintang matahari. Selain ITCZ, hampir diseluruh wilayah Indonesia terjadi penurunan kecepatan angin yang mendorong timbulnya aktivitas gangguan lokal untuk mempengaruhi intensitas hujan.

Dari pola OLR terlihat pengurangan luas daerah konveksi di sebelah selatan Indonesia. Selain itu daerah konvektif di Sumatera dan Riau kepulauan juga mengalami peningkatan nilai OLR. Hal ini dapat dimengerti dari pola hujan bulan ini.

#### 4.12. Desember

Dalam bulan terakhir ini dapat dilihat bahwa pola monsun Asia dominan di bagian barat Indonesia hingga Sulawesi selatan. Data penakar di Makasar menunjukkan timbulnya pengaruh Fohn effect. Sedangkan situasi monsun Australia sudah menghilang sama sekali. Peningkatan intensitas hujan terjadi hampir di seluruh wilayah. Mengikuti pola sebelumnya daerah yang intensitas hujan minimal terjadi di Maluku dan Irian.

Dari pola angin terlihat perpindahan lokasi ITCZ lebih ke selatan dan semakin dominannya aliran angin dari Asia. Kecuali Nusa Tenggara, maka seluruh wilayah Indonesia dipengaruhi oleh monsun Asia. Perlu dicatat juga mulai timbulnya pengaruh siklon tropis di utara Australia. Mulai dominannya angin dari Asia juga dapat dijelaskan dengan pola suhu permukaan. Dari pola suhu permukaan terlihat bahwa di belahan bumi selatan suhu permukaan lebih tinggi dari belahan bumi utara. Malah di benua Australia, suhu permukaan lebih tinggi dari 303°K. Dari pola OLR juga terlihat tidak adanya daerah non konvektif. Wilayah dengan nilai OLR rendah sudah menyingkir jauh dari wilayah Nusa Tenggara. Angin di selatan Indonesia juga berkecepatan rendah, yang memudahkan timbulnya pengaruh gangguan lokal. Wilayah dengan nilai OLR tinggi meluas, seperti di Irian Jaya dapat dimengerti dengan melihat pola hujan bulanan pada bulan ini dimana intensitas curah hujan turut meningkat.

## 5. DISKUSI

Selain pola musiman atau pola bulanan diatas, banyak terdapat pola tetap seperti tingginya curah hujan di barat Sumatera dan di Kalimantan. Kedua lokasi ini diuntungkan dengan adanya daerah perputaran angin dari kedua. Data ECMWF belum dapat menjelaskan pola hujan di daerah Maluku dan Irian Jaya yang kebanyakan menyimpang dari pola angin dan OLR pada umumnya. Secara umum data ECMWF dapat dipakai untuk menjelaskan pola hujan bulanan yang ada (Gambar 1).

Pola musim secara umum dapat dilihat dari

pola NDJFM dan MJJAS. Pembagian lima bulanan ini mengacu pada kenyataan bahwa bulan April dan Oktober dinyatakan sebagai bulan transisi. Dari pola NDJFM terlihat bahwa Indonesia bagian barat, Sumatera, Jawa dan Kalimantan serta Sulawesi selatan (kecuali Sumatera utara) mengalami curah hujan diatas 250 mm. Lokasi intensitas hujan tinggi terjadi di barat pulau Sumatera. Daerah hujan minimum terjadi di Sulut dan Maluku. Terlihat pola angin yang homogen dari laut Cina selatan menuju timur. Juga terlihat jelas adanya pusaran angin di utara Australia yang membuktikan pola itu bertahan sela-ma 5 bulan. Dari data suhu permukaan, suhu tinggi terdapat di tenggara Indonesia terutama di utara Australia. Nilai maksima dan mimima rata-rata hujan bulanan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Rata-rata hujan bulanan seluruh Indonesia

Bulan	Minimum (mm)	Maksimum (mm)
Januari	100	>700
Februari	50	500
Maret	50	400
April	50	300
Mei	0	300
Juni	0	300
Juli	0	300
Agustus	0	300
September	0	300
Oktober	0	400
Nopember	50	450
Desember	150	500

Dalam analisis pola hujan bulanan observasi, semua pola bulanan dapat dijelaskan dengan data ECMWF terutama data angin 850mb, OLR dan suhu permukaan. Daerah yang masih sulit untuk dijelaskan adalah daerah Maluku tengah dan utara yang masuk ke dalam tipe C (Aldrian, 1999). Tipe C ini merupakan anomali dibandingkan dengan tipe lainnya dimana puncak curah hujan bukan terjadi pada pergantian tahun (DJ) melainkan pada pertengahan tahun (AMJ). Kejanggalan atau ketidakmampuan model ECMWF mendeteksi keadaan tipe C ini dapat dimengerti karena pola keluaran ECMWF terutama untuk wilayah Indonesia merupakan proyeksi dari data input SST global.

Kajian temporal yang disajikan pada tulisan ini memberikan justifikasi menyeluruh terhadap pola pembagian iklim menurut Aldrian (1999). Selain itu juga menjelaskan justifikasi masa transisi menurut Ramage (1971) tentang masa transisi bulan April dan Oktober. Hal yang sangat menarik adalah kejelasan mengenai sifat siklonik daerah di utara Australia pada JFM yang memberikan karakteristik tipe pola A (Aldrian, 1999). Kajian yang dilakukan dalam tulisan ini masih terbatas pada resolusi T-42.

Dengan memakai resolusi yang lebih tinggi T-106 diharapkan dapat menemukan daerah daerah yang memiliki faktor lokal dengan lebih baik.

## 6. KESIMPULAN

Model ECMWF dapat dipakai sebagai acuan untuk membangun pengertian pola hujan bulanan Indon-esia yang pada akhirnya memberikan karakteristik iklim Indonesia. Keberadaan faktor lokal, lokasi ITCZ dan monsun dapat diterangkan dengan mengacu pada tiga parameter dalam model ECMWF tersebut. Daerah saddle poin yang terdapat di daerah Kalimantan dan sebelah barat Sumatera memberikan kejelasan mengenai pola hujan diatas rata-rata pada daerah tersebut. Hasil kajian ini telah menjustifikasi berbagai pembagian pola iklim berdasar curah hujan yang telah diteliti. Berbeda dengan pengertian selama ini, ternyata pola hujan pada daerah tipe iklim A (Bali - Timor; selatan Irian) bukan karena pengaruh monsun Asia tetapi karena faktor siklon tropis di utara Australia.

## 7. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilakukan di Max Planck Institut fur Meteorologie dengan biaya dari Menristek Jerman (BMBF) atas kerjasama dengan tim CLIVAR BPPT. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Dr. Lydia Dumenil. 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., H. Widodo, 1999, "Laporan Kegiatan Penelitian bersama dengan tim Max Planck Inst. Fur Meteorologie", Program Variability Iklim di Indonesia, UPT Hujan Buatan, BPPT, unpublished
- Aldrian, E., 1999, Division of Climate Type in Indonesia based on Rainfall Pattern, *Oceanica - J. of Marine Sci. and Tech*, BPPT, **5**, 165-171
- Boerema, J., 1938, Rainfall types in Nederlands Indie. *Verhandelingen No 18*
- Bony, S., K. M. Lau and Y. C. Sud, 1997, Sea Surface Temperature and Large-Scale Circulation Influences on Tropical Greenhouse Effect and Cloud Radiative Forcing, *J. Climate*, **10**, 2055-77
- Braak, C., 1921-29, *Het Climaat van Nederlandsch Indie*, Magnet. Meteor. Obser, Batavia,

## Verhand, No 8

- Charlock, T.P. dan V. Ramanathan, 1985, *J Atmos Sci.*, **42**, 1408-1429
- Depperman, C.E., 1941, On the Occurrence of dry stable maritime air in equatorial regions., *Bull Amer. Meteor. Soc.*, **22**, 143-149
- 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
- Graham, N. E. dan T. P. Barnett, 1987, Sea Surface Temperature, surface wind divergence, and convection over the tropical oceans, *Science*, **238**, 657-659
- Harrison, E.F., P. Minnis, B.R. Barkstrom, V. Ramanathan, R.D. Chess dan G.G. Gibson, 1989, *J Geophys. Res.*, **94**, 18687 – 18703
- Preedy, B.H., 1966, Far East Air Force Climatology. Headquarters, Far East Air Force, Singapore
- Ramage, C.S., 1971, *Monsoon Meteorology*, Academic Press, new York & London, 296 pp
- Ramanathan, V., 1987, *J Geophys. Res.*, **92**, 4075-4095
- Ramanathan, V., R.D. Cess, E.F. Harrison, P. Minnis, B.R. Barkstrom, E. Ahmad dan D.L. Hartmann, 1989, *Science*, **243**, 57-63
- 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 fur 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 fur Meteorologie Report No. 218, 90 pp
- Sribimawati, T., A. Purwandani, 1999, Climate Variability in Indonesia and Sea-Air-Land Interaction (ILUDWINA) Program., *Oceanica - J. of Marine Sci. and Tech*, BPPT, **5**, 35-44
- Wyrski, K., 1956, The Rainfall over the Indonesian waters. Kementrian Perhubungan Lembaga Meteorologi dan Geofisik, Verhand. No 49

## DATA PENULIS



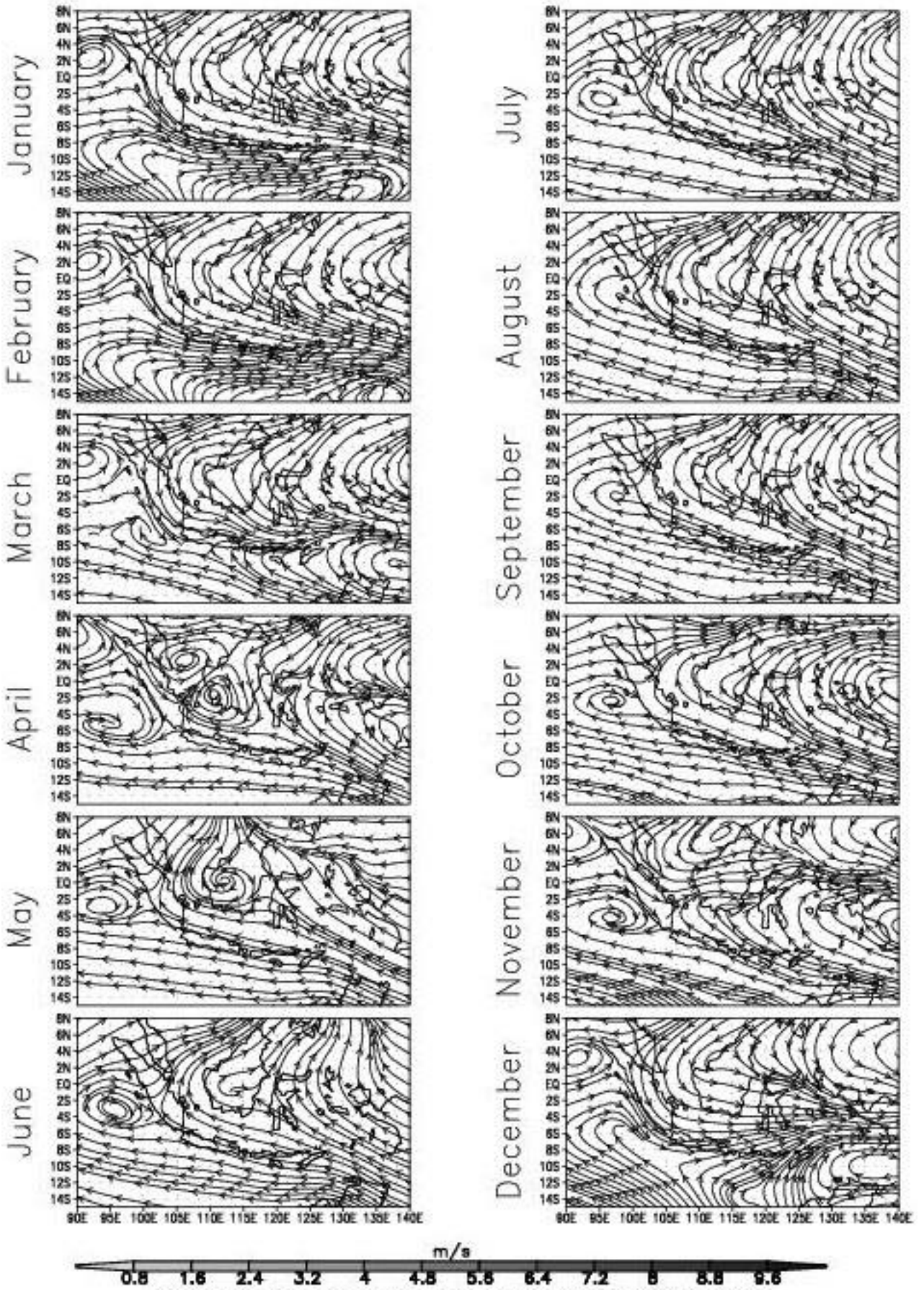
**Edvin Aldrian.** Lahir di Jakarta, 2 Agustus 1969, meraih gelar sarjana Teknik Fisika di McMaster University, Kanada, 1993, gelar Magister Sains di Earth Science bidang Radar Meteorology di Nagoya University Jepang, 1998. Sekarang sedang menempuh program Doktor di Max Planck Institut fur Meteorologie, 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 Sistim 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 fur Meteorologie, Hamburg, mempelajari variasi iklim Indonesia dan model global ECHAM, Jan-Maret dan Juli-Sept 1999.

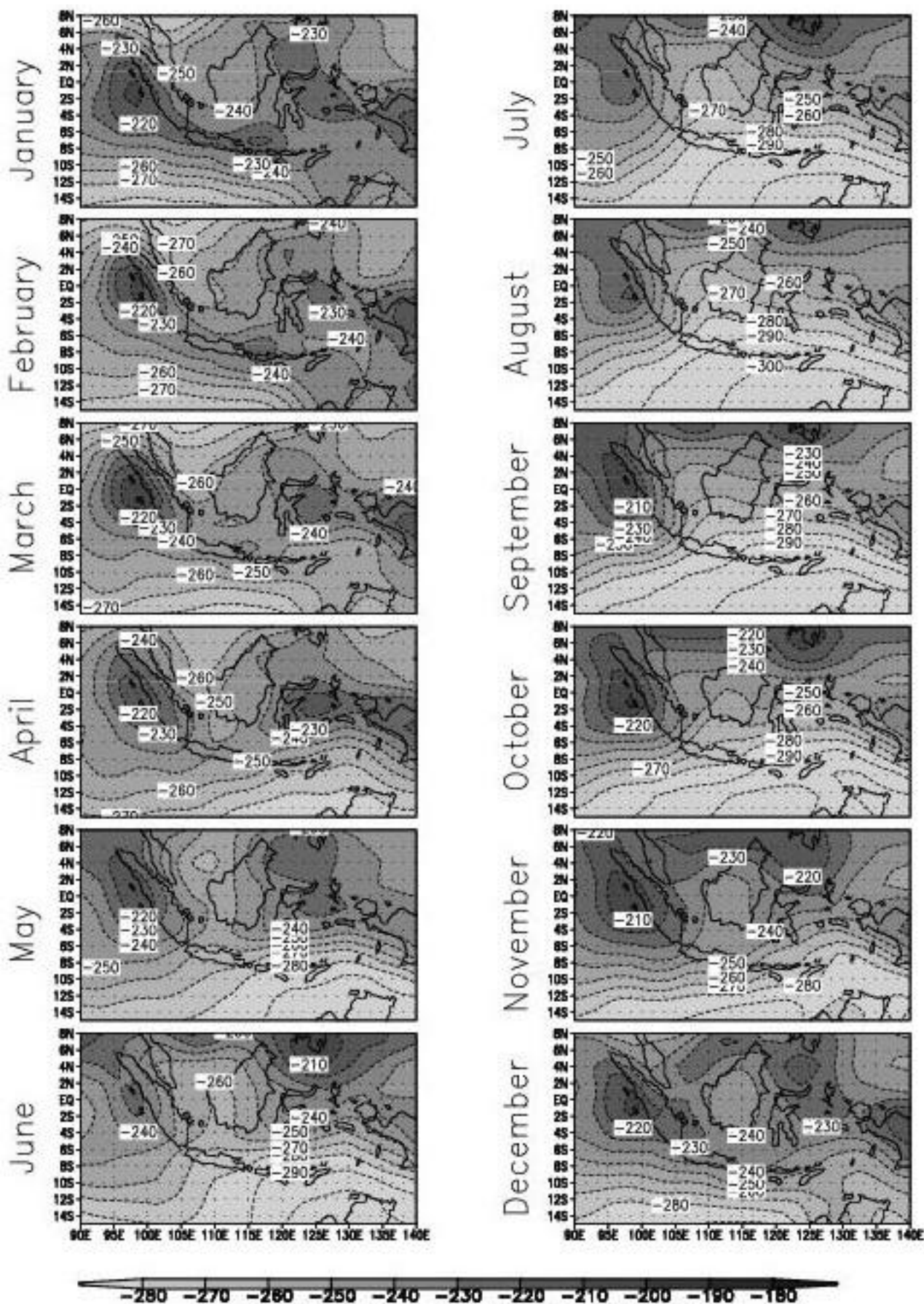




Gambar 1. Pola hujan rata-rata bulanan Indonesia (1961–1993)



Gambar 2. Pola angin rata-rata ECMWF 850mb (1979-1993)



Gambar 3. Pola bulanan OLR ECMWF (1979-1993)