

HUBUNGAN PEMANASAN GLOBAL DENGAN KONDISI SUHU UDARA DAN CURAH HUJAN DI INDONESIA

Nur Febrianti

Peneliti Bidang Aplikasi Klimatologi dan Lingkungan
PUSFATSATKLIM, LAPAN Bandung
nfebrianti@gmail.com

Abstrak. Pemanasan global diduga terjadi semenjak awal revolusi industri (akhir abad ke-18 dan awal abad ke-19) yang menyebabkan terjadinya peningkatan suhu udara di permukaan bumi. Pengaruh pemanasan global tidak sama di setiap tempat, untuk itu perlu diteliti lebih lanjut sejauh mana pengaruhnya terhadap suhu udara dan curah hujan di Indonesia. Penggunaan data CRU tahun 1901 sampai 2000 bertujuan untuk melihat perubahan anomali suhu udara rata-rata tahunan dan anomali curah hujan rata-rata tahunan di Indonesia pada abad ke-20. Perubahan iklim yang terjadi di Indonesia tidak terlalu besar, dimana suhu udara rata-rata tahunan mengalami peningkatan hampir mencapai $0,1^{\circ}\text{C}$ per tahun. Curah hujan tahunan telah berkurang 2 hingga 3 persen per tahun di seluruh Indonesia sejak abad ke-20. Pada dasarnya curah hujan di berbagai wilayah Indonesia masih sangat dipengaruhi oleh kejadian ENSO terutama Jawa dan Bali.

Kata kunci : *Pemanasan global, anomali suhu udara, anomali curah hujan*

1. PENDAHULUAN

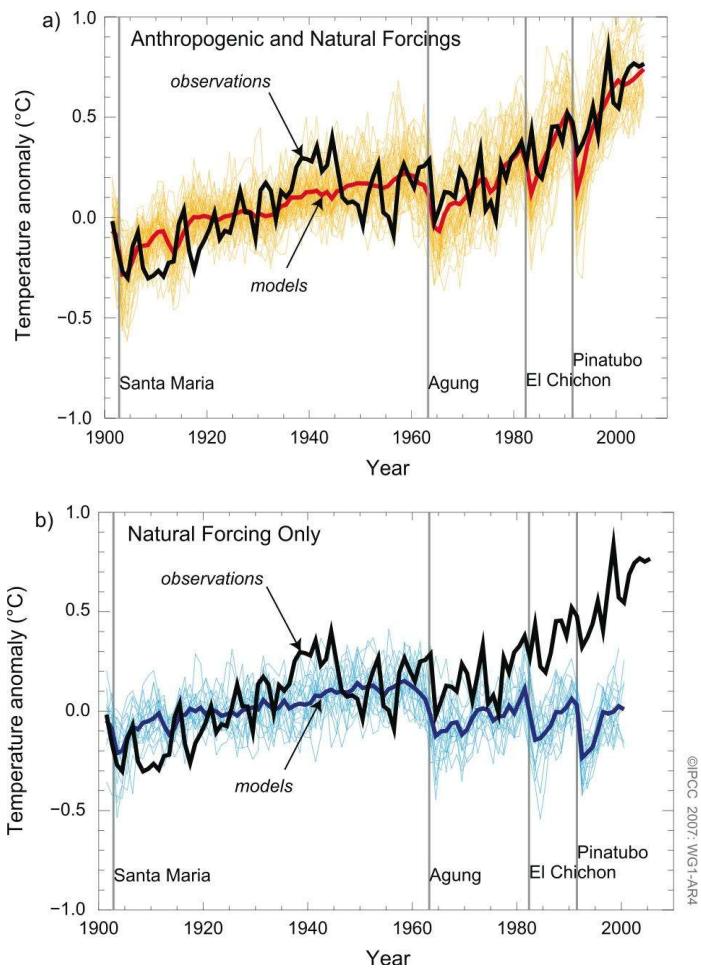
Pemanasan global (*global warming*) diduga mulai terjadi semenjak awal revolusi industri yaitu sekitar akhir abad ke-18 dan awal abad ke-19. Setelah James Watt menemukan mesin uap pada 1769, terjadi peningkatan jumlah emisi gas rumah kaca (*greenhouse gases*) di atmosfer yang mengakibatkan peningkatan suhu udara di permukaan bumi.

Pemanasan global yang terjadi akan diikuti oleh perubahan iklim (*climat change*), seperti meningkatnya curah hujan di beberapa belahan dunia sehingga menimbulkan banjir dan erosi. Sedangkan di belahan bumi lain akan mengalami musim kering yang berkepanjangan akibat dari meningkatnya suhu udara.

Anomali suhu udara global pada permukaan Bumi telah meningkat $0,74 \pm 0,18^{\circ}\text{C}$ ($1,33 \pm 0,32^{\circ}\text{F}$) selama seratus tahun terakhir (IPCC WG1 Report, 2007). Bahkan ada yang menyatakan peningkatan suhu udara akan mencapai $1,5 - 4,5$ derajat Celsius pada akhir abad 21. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menyimpulkan bahwa, "sebagian besar peningkatan suhu udara rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20 kemungkinan besar disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca akibat aktivitas manusia (*anthropogenic*)" melalui efek rumah kaca. Hal ini dapat dilihat dari Gambar 1a dimana hasil model dengan indikator *anthropogenic* dan proses alami memperlihatkan pola yang sama dengan hasil observasi yaitu terjadinya peningkatan suhu udara. Namun apabila tidak ada peran manusia dalam peningkatan suhu udara, maka suhu udara di bumi ini cenderung akan tetap stabil (Gambar 1b). Gambar 1 juga menjawab pertanyaan mengapa terjadinya penurunan suhu secara drastis pada tahun 1900an, 1960an, 1980an, dan 1990an dimana ternyata pada saat itu sedang terjadi letusan gunung merapi yang sangat besar.

Proses terjadinya cuaca dan iklim merupakan kombinasi dari variabel-variabel atmosfer yang disebut unsur iklim. Unsur-unsur iklim ini terdiri dari radiasi surya, suhu udara, kelembaban udara, awan, hujan, evaporasi, tekanan udara dan angin. Unsur-unsur ini berbeda dari waktu ke

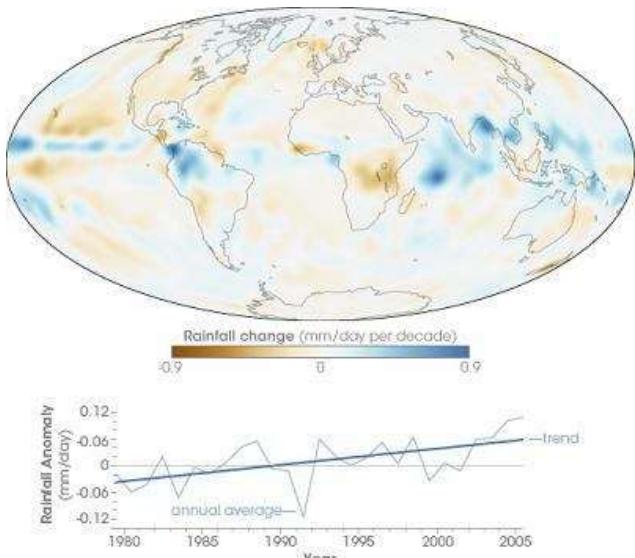
waktu dan dari tempat ke tempat yang disebabkan adanya pengendali iklim. Pengendali iklim atau faktor yang dominan menentukan perbedaan iklim antara wilayah yang satu dengan wilayah yang lain yaitu posisi relatif terhadap garis edar matahari (posisi lintang), keberadaan lautan atau permukaan airnya, pola arah angin, rupa permukaan daratan bumi, serta kerapatan dan jenis vegetasi (Lakitan, 2002). Dengan terjadinya perubahan iklim, maka akan berpeluang menyebakan terjadinya perubahan pada unsur-unsur iklim juga.



Gambar 1. Anomali suhu udara global 1900 sampai 2006, a) model dengan peningkatan GRK, b) model temperatur tanpa ada peningkatan GRK (Shuckburgh, 2009)

Pemanasan global yang akan memicu perubahan iklim berdampak kepada naiknya permukaan air laut, meningkatnya intensitas fenomena cuaca yang ekstrim, serta perubahan jumlah dan pola curah hujan. Gambar 2 memperlihatkan bahwa curah hujan diseluruh dunia mengalami perubahan yang tidak seragam akibat dari pemanasan global yang terjadi. Sebagian Indonesia bagian tengah hingga timur mengalami sedikit peningkatan curah hujan, sedangkan bagian lainnya mengalami penurunan curah hujan.

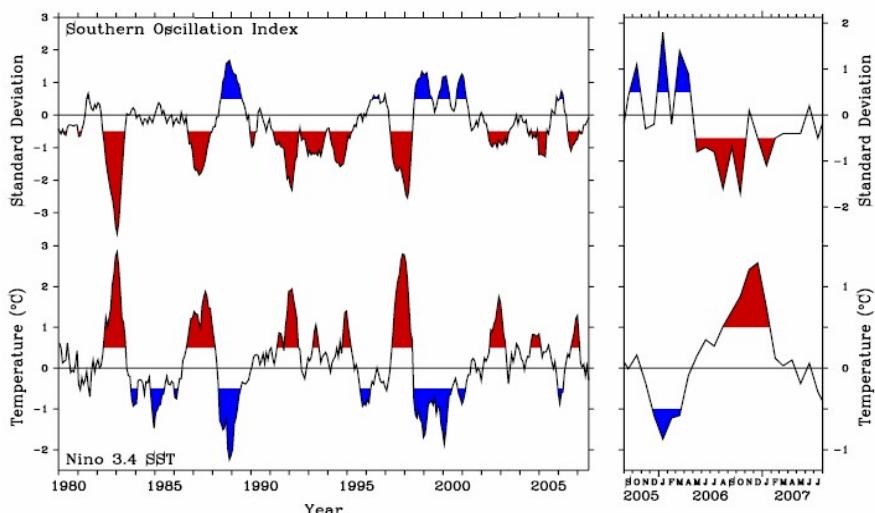
Berdasarkan rata-rata tahunan antara 1980 sampai 2005 untuk anomali curah hujan global terlihat adanya trend yang terus meningkat, walau perubahan curah hujan yang terjadi berkisar antara $\pm 0,12$ mm per hari.



Gambar 2. Anomali curah hujan global tahun 1980 sampai 2005

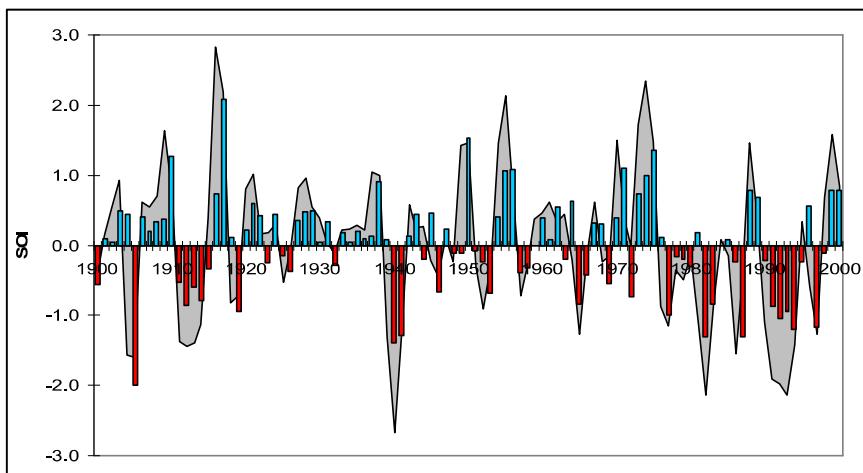
Untuk mengetahui apakah kondisi perubahan suhu udara dan curah hujan itu benar-benar terjadi atau hanya kondisi sesaat, maka perlu di dukung dengan kondisi suhu permukaan laut sebagai pemicu terjadinya El Nino. Kondisi *El Nino-Southern Oscillation* (ENSO) sangat mempengaruhi cuaca daerah beriklim tropis, termasuk Indonesia. Gabungan antara interaksi laut dan atmosfer yang menimbulkan variasi ENSO, dimana wilayah Indonesia lebih dipengaruhi oleh Nino-3.4. Indeks Nino-3.4 merupakan gabungan dari SST anomali bulanan di wilayah $5^{\circ}\text{LU} - 5^{\circ}\text{LS}$, $120^{\circ} - 170^{\circ}\text{BB}$.

Anomali positif lebih dari $0,5^{\circ}\text{C}$ menunjukkan aktivitas El Nino dan anomali negatif kurang dari $-0,5^{\circ}\text{C}$ menunjukkan kejadian La Nina. Periode Indeks Osilasi Selatan (SOI) lebih besar dari pada 0,5 yang berbayang menekankan hubungan dengan El Nino dan La Nina. Di sebelah kiri panel, bulanan nilai telah *smoothed* dengan 5 bulan berjalan berarti untuk kejelasan. Sebelah kanan panel menunjukkan 2 tahun terakhir yang direkam (*unsmoothed*) untuk mengamati El Nino 2006 – 2007. Dengan kata lain SOI berbanding terbalik dengan suhu permukaan laut (SST) (Gambar 3).



Gambar 3. Indeks Osilasi Selatan (SOI) dan indeks SST Nino-3.4 untuk Januari 1980 sampai Juli 2007 (McPhaden MJ., 2008)

Selain itu juga penting untuk memahami bagaimana kuat dan lemahnya peristiwa ENSO di masa lalu dan bagaimana pemanasan global akan mempengaruhi ENSO. Sebagai contoh, Gambar 4 menunjukkan bahwa sejak sekitar 1976 telah ada kecenderungan SOI negatif (El Nino) fase ENSO hangat yang dominan. Periode ini sangat kuat terjadi pada 1982/83 dan 1997/98 dan El Nino yang berkepanjangan antara 1991 dan 1994. SOI bernilai rendah (merah) adalah indikasi kejadian El Nino (seperti 1993/94), sedangkan nilai tinggi (biru) merupakan indikasi kejadian La Nina (seperti 1974/75).



Gambar 4. *The Southern Oscillation Index (SOI)* tahun 1900-2000 pada Samudera Pasifik.

Untuk itu tulisan ini bertujuan untuk melihat variasi perubahan suhu udara di Indonesia dan seperti apa pengaruhnya terhadap kondisi curah hujan yang terjadi di Indonesia apakah mengalami peningkatan atau bahkan mengalami penurunan sehubungan terjadinya pemanasan global.

2. BAHAN DAN METODE

Suhu udara dan curah hujan bulanan di dapatkan dari *Climatic Research Unit* (CRU) selama 102 tahun (1901 – 2002) yang bisa diunduh secara gratis melalui www.cru.uea.ac.uk. Data yang disediakan merupakan data seluruh dunia dengan ukuran grid $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ lintang /bujur. Dari data yang mencakup seluruh dunia, kemudian diambil grid-grid data yang termasuk kedalam wilayah Indonesia.

Perhitungan anomali suhu udara rata-rata tahunan ditentukan berdasarkan formula sebagai berikut :

$$Ta = Tt - Tr \quad (1)$$

dimana

Ta : anomali suhu udara hujan tahunan

Tt : suhu udara hujan tahunan

Tr : suhu udara hujan rata-rata tahunan (klimatologi 1931 – 1960)

Seperti halnya perhitungan anomali suhu udara tahunan, perhitungan anomali curah hujan rata-rata tahunan ditentukan berdasarkan formula berikut ini:

$$CHa = CHt - CHr \quad (2)$$

dimana

CHa : anomali curah hujan tahunan

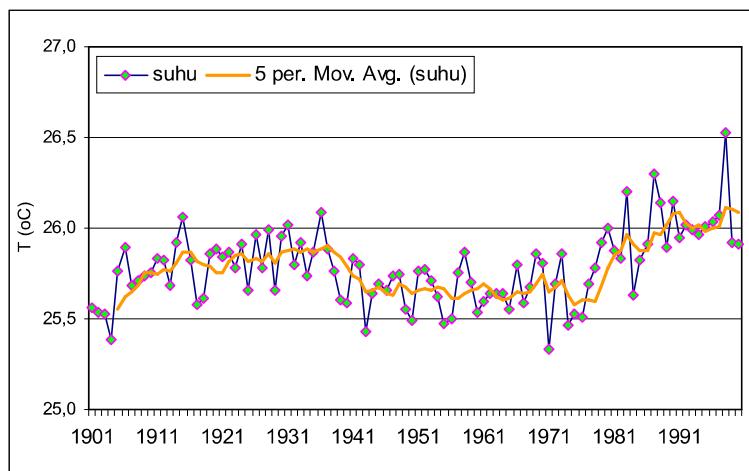
CHt : curah hujan tahunan

CHr : curah hujan rata-rata tahunan (klimatologi 1931 – 1960)

Setelah diperoleh rata-rata dan anomali untuk suhu udara dan curah hujan untuk wilayah Indonesia selama 102 tahun, kemudian dicari *moving average* per 5 tahunannya.

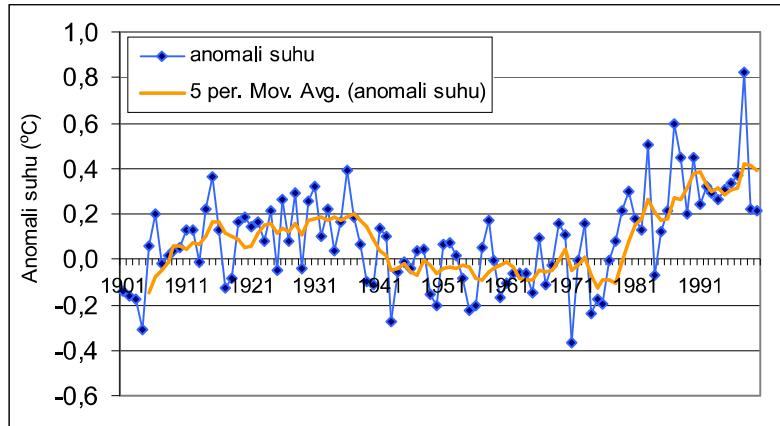
3. HASIL DAN ANALISA

Iklim Indonesia sudah menjadi lebih hangat selama abad ke dua puluh. Suhu udara rata-rata tahunan meningkat sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$ sejak 1900, sejak 1990an dasawarsa yang paling hangat adalah tahun 1998 hampir $0,8^{\circ}\text{C}$ di atas rata-rata 1931-60. Rata-rata suhu udara tahunan di Indonesia mengalami peningkatan suhu udara dari $25,3^{\circ}\text{C}$ di awal 1900an menjadi sekitar $26,5^{\circ}\text{C}$ di akhir abad ke-20, dengan rata-rata tahunannya sebesar $25,8^{\circ}\text{C}$ (Gambar 5).



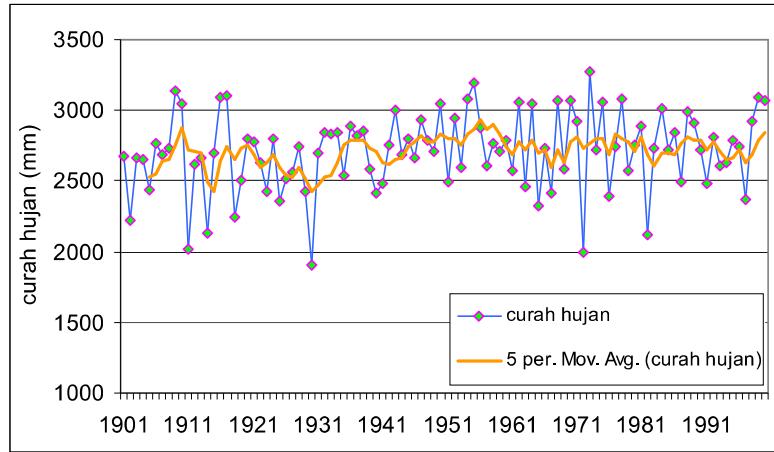
Gambar 5. Suhu udara rata-rata tahunan Indonesia 1901 sampai 2000

Pada Gambar 6 terlihat bahwa suhu udara rata-rata lima tahunan mengalami peningkatan semenjak awal abad ke-20 dan pada tahun 1976. sedangkan pada 1942 hingga 1975 terjadi penurunan suhu udara atau pendinginan global (*global cooling*). Hal ini mungkin terjadi karena kurangnya sinar matahari yang sampai ke permukaan bumi sehubungan terjadinya gunung meletus di beberapa negara pada rentan waktu tersebut.



Gambar 6. Anomali suhu udara tahunan dan rata-rata lima tahunan Indonesia 1901 sampai 2000 relatif terhadap 1931 – 1960

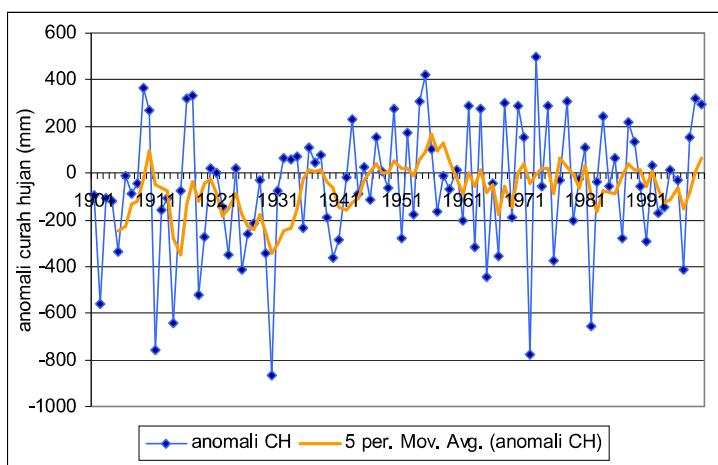
Pada Gambar 7 memperlihatkan curah hujan rata-rata tahunan di Indonesia yang tidak memperlihatkan adanya perubahan yang berarti. Curah hujan rata-rata tahunan berkisar antara 1906 mm per tahun hingga 3270 mm per tahun dengan rata-rata sebesar 2710 mm per tahun (atau 98 persen dari curah hujan rata-rata normalnya).



Gambar 7. Curah hujan rata-rata tahunan Indonesia 1901 sampai 2000

Perubahan variasi curah hujan berkisar antara -868 mm sampai 496 mm, dengan rata-rata penurunan sebesar 64 mm per tahun atau penurunan sebesar 2,3 persen setiap tahun dari kondisi normalnya (Gambar 8). Pola rata-rata lima tahunan memperlihatkan bahwa di Indonesia umumnya mengalami penurunan jumlah curah hujan dari kondisi normalnya. Namun apabila dibandingkan antara anomali curah hujan rata-rata tahunan sebelum 1950 dengan anomali curah hujan rata-rata tahunan sesudah 1960 terlihat bahwa penurunan curah hujan sudah mendekati nol, dengan kata lain curah hujan rata-rata tahunannya hampir sama dengan curah hujan rata-rata klimatologinya (1931 – 1960). Ini berarti setelah tahun 1960 mulai terjadi peningkatan jumlah curah hujan tahunan di Indonesia.

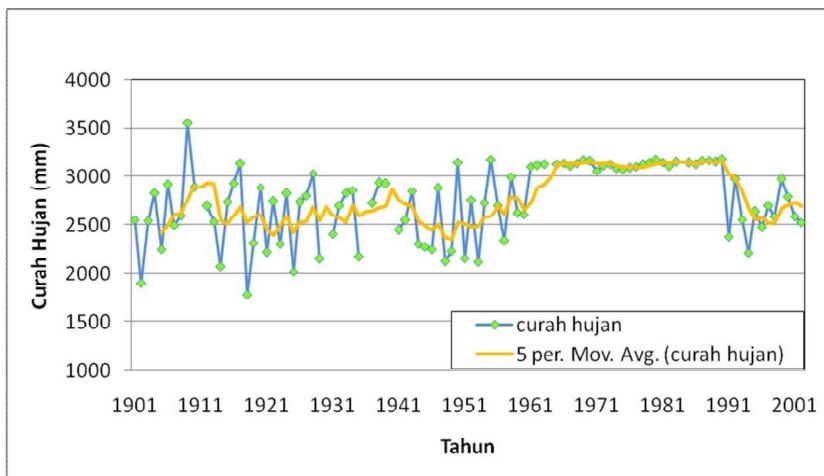
Gambar 8 juga dapat diketahui bahwa curah hujan di Indonesia sangat dipengaruhi oleh kondisi ENSO. Pada saat El Nino semakin sering terjadi yaitu berkisar antara tahun 1980 sampai 2000, terlihat bahwa wilayah Indonesia sedang mengalami penurunan curah hujan. Namun pada saat sedang terjadi La Nina tahun 1950 sampai 1960, ternyata curah hujan di Indonesia juga meningkat.



Gambar 8. Anomali curah hujan dan rata-rata 5 tahun di Indonesia 1901 sampai 2000 relatif terhadap 1931 – 1960

Jawa dan Bali merupakan daerah yang sangat dipengaruhi oleh kejadian iklim ekstrim seperti ENSO serta MJO (*Median Julian Date*). Terlihat jelas bahwa pada saat kondisi El Nino, curah hujan di Pulau Jawa dan Bali menurun, sedangkan sekitar awal 1970 hingga akhir 1989 terlihat curah hujan cukup tinggi dan konstan. Hal ini mungkin ada peristiwa alam lainnya seperti MJO, yang membuat wilayah Jawa dan Bali masih memiliki cukup curah hujan sepanjang tahun.

Kejadian curah hujan yang relative konstan ini mungkin juga dikarenakan terjadinya letusan Gunung Agung sehingga mengakibatkan banyak terjadi hujan ditahun tersebut. Karena banyak partikel-partikel halus yang dikeluarkan, lalu berikatan dengan uap air yang kemudian membentuk awan dan terus berkebang menjadi awan yang banyak mengandung uap air dan akhirnya jatuh menjadi hujan (Gambar 9).



Gambar 9. Curah hujan tahunan di Jawa dan Bali

4. KESIMPULAN

Perubahan iklim yang sedang terjadi di dunia saat ini ternyata terjadi juga di Indonesia walaupun perubahan itu tidak terlalu besar. Dimana suhu udara rata-rata tahunan mengalami peningkatan hampir mencapai $0,1^{\circ}\text{C}$ per tahun. Curah hujan tahunan telah berkurang 2 hingga 3 persen per tahun di seluruh Indonesia pada abad ini. Pada dasarnya curah hujan di berbagai wilayah Indonesia masih sangat dipengaruhi oleh kejadian ENSO terutama Jawa dan Bali.

DAFTAR PUSTAKA

- IPCC WG1 Report. 2007. Climate Change 2007 The Physical Science Basin. IPCC. Diakses 2008.
- Jones PD. and Moberg A. 2003. Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2001. *Journal of Climate*, 16, 206-223.
- Lakitan B. 2002. Dasar-Dasar Klimatologi. Cetakan Ke-dua. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- McPhaden MJ. 2008. Evolution of the 2006–2007 El Nino: The role of intraseasonal to interannual time scale dynamics. *Adv. Geosci.*, 14, 219–230. Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union.
- Shuckburgh E. 2009. Climate Change: The Scientific Basis. Presentation the IMS Spring School Singapore.