

# AWAN HUJAN DI SERPONG : PENGAMATAN DENGAN BOUNDARY LAYER RADAR

*Findy Renggono<sup>1</sup>*

## Intisari

Kebanyakan kejadian hujan di Serpong, Indonesia (6.4°S, 106.7°E) terjadi setelah lewat tengah hari, walaupun demikian hasil pengamatan dengan penakar hujan otomatis selama 6 tahun menunjukkan adanya puncak hujan di pagi hari. Dari struktur awannya yang dipantau oleh BLR menunjukkan bahwa awan di pagi hari yang muncul adalah kebanyakan dari jenis awan Stratiform. Pada tulisan ini akan disajikan kajian statistik dari jenis awan yang muncul di wilayah ini.

## Abstract

Most of the precipitation in Serpong (6.4°S, 106.7°E), Indonesia were occurred in the afternoon, however from the 6 years observation by using automatic rain gauge shows another peak of precipitation in the morning. In this paper, the vertical structure of the precipitating cloud appeared in this area will be analyzed statistically using the data from Boundary Layer Radar (BLR) observation. The result shows that for the morning precipitation, the occurrence of the stratiform-type clouds were dominant.

**Kata Kunci:** awan, hujan, radar

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara maritim yang terletak di garis khatulistiwa, dikelilingi oleh laut yang terhangat di dunia, yang menyebabkan awan-awan konvektif besar dapat tumbuh di wilayah ini. Kemunculan awan-awan konvektif di

wilayah tropis ini dapat mempengaruhi sirkulasi global, karena dengan adanya awan-awan tersebut, panas dari boundary layer dapat bergerak ke lapisan troposfir atas.

Penelitian tentang awan hujan dengan mengamati curah hujan di wilayah Indonesia sudah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya [Yasunari, 1981; Hamada, 1995; Eguchi, 1983].

---

<sup>1</sup> UPT Hujan Buatan – BPP Teknologi, Jakarta. Email: findy@bppt.go.id

Penelitian tentang tutupan awan dengan GMS (Geostationary Meteorological Satellite) menunjukkan bahwa topografi Indonesia berpengaruh pada distribusi awan [Nitta et al., 1992].

Karena GMS hanya dapat mengamati distribusi awan secara horizontal, sedangkan penggunaan radiosonde untuk pengamatan intensif dengan jangka panjang membutuhkan biaya yang sangat mahal, maka radar jenis UHF dapat digunakan sebagai suatu alat alternatif untuk mengamati struktur vertikal dari sistem konvektif [Gage et al., 1994]. Williams [1995] melakukan penelitian tentang awan hujan dengan menggunakan 915 MHz wind profilers di kepulauan Manus, sedangkan Ohno et al. [1998] dengan menggunakan radar jenis yang sama melakukan penelitian di pulau Biak, Christmas dan Galapagos. Tetapi kebanyakan penelitian dengan radar jenis UHF ini dilakukan di pulau kecil yang terletak di Samudera Pasifik sehingga pengaruh dari topografi hampir tidak ada.

Dalam tulisan ini akan dibahas tentang awan hujan yang muncul di Serpong, yang terletak di pantai utara pulau Jawa, berdasarkan hasil pengamatan dengan BLR.

## 2. DATA PENGAMATAN

### 2.1. Pengamatan dengan BLR

BLR adalah sebuah Lband Doppler radar yang mempunyai daya sebesar 1 kW dengan resolusi jarak dan waktu masing-masing adalah 100 m dan 1 menit. BLR ini menggunakan 3 buah antena parabola yang diarahkan ke 3 titik berbeda untuk mendapatkan 3 komponen dari vektor angin. Spesifikasi lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Sebenarnya radar ini dirancang untuk dapat mengamati pergerakan atmosfer pada udara

cerah, namun pada penelitian sebelumnya ditemukan bahwa radar yang beroperasi dengan frekuensi UHF seperti ini dapat pula digunakan untuk mengamati butir hujan [Gage et al., 1994]. Penggunaan frekuensi 1357.5 MHz pada BLR menyebabkan radar ini lebih sensitif terhadap butir hujan daripada terhadap turbulensi pada atmosfer, sehingga diharapkan bahwa BLR dapat mendeteksi butir hujan 60 dB lebih peka dibandingkan echo dari turbulensi [Hashiguchi et al., 1995]. Oleh karena itu, pada saat terdeteksi adanya partikel hujan, daya jangkauan pengamatannya akan semakin baik. Karena dalam pengamatan ini data hujan dapat diperoleh hingga ketinggian 6.4 km, *melting layer* yang biasa muncul di ketinggian sekitar 4-5 km dari permukaan, dapat terpantau oleh radar ini.

Pengamatan dengan BLR di Serpong telah dimulai sejak November 1992 dan masih tetap beroperasi sampai sekarang. Pada dasarnya, karena pengamatan dilakukan secara terus menerus (kontinyu), data BLR dapat diperoleh setiap menit, tetapi pada beberapa bagian, ada data yang kosong karena BLR berhenti beroperasi yang disebabkan oleh gangguan listrik atau karena pada saat itu BLR

**Tabel 1.** Daftar spesifikasi BLR

BLR Specification	
Radar System	Monostatic Pulse Radar
Operating Freq.	1357.5 MHz
Antenna	Parabolic Antenna
Aperture	3.1m <sup>2</sup> (φ : 2m)
Beam width	7.6
Beam Directions	(0°,0°),(0°,15°),(90°,15°)
Peak Power	1000 W
Average Power	20 W
Bandwidth	4 MHz
Pulse length	0.67, 1.0, 2.0 μs
IPP	50, 100, 200 μs
Range Resolution	100 m
Time Resolution	~1 min

sedang menjalani proses kalibrasi di Jepang. Walaupun demikian, kekurangan data tersebut tidak terlalu berpengaruh pada penelitian ini.

## 2.2. Pengamatan dengan penakar hujan otomatis

Pengamatan curah hujan dengan menggunakan penakar hujan otomatis yang dibangun di dalam lokasi BLR, dimulai bersamaan dengan dimulainya pengamatan atmosfer bawah dengan BLR, yaitu sejak bulan Nopember 1992. Jenis penakar hujan yang digunakan adalah jenis *tipping bucket* dengan kemampuan pengukuran sebesar 0.5 mm/menit (IKEDA, RT-5). Data curah hujan yang terukur setiap menit disimpan dalam sebuah data logger .

## 3. METODA ANALISA

Untuk mengamati struktur vertikal dari awan hujan, digunakan data BLR dari antena yang mengarah tegak lurus saja. Data yang dianalisa hanya data pada saat ada kejadian hujan yang dirata-rata 30 menitan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, kejadian hujan dapat ditentukan dari besarnya nilai reflektifitas dan kecepatan Doppler hasil pengukuran dengan BLR [Renggono, 2000]. Jika nilai reflektifitas radar dan kecepatan Doppler-nya masing-masing lebih besar atau sama dengan 18 dBz dan 3 m/s, maka data rata-rata dari sejak saat itu sampai 30 menit kemudian dianggap sebagai data hujan.

Dari seluruh data hujan tersebut kemudian dikelompokkan menjadi 2 jenis awan yaitu jenis awan stratiform, yang dapat berupa anvil dari awan Nimbostratus atau sejenisnya; dan jenis awan convective, berdasarkan ada atau tidaknya *radar bright band* pada *melting level* (ketinggian

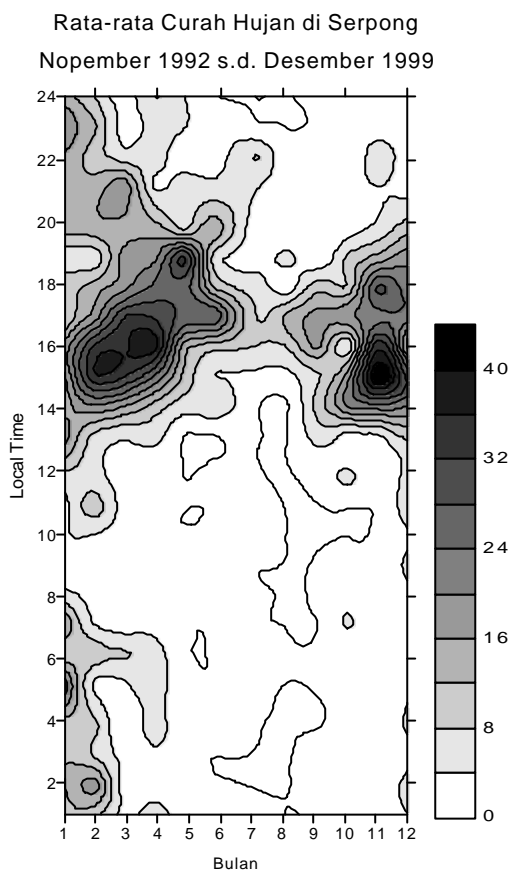
dimana temperatur udara isoterm adalah 0°C). Adanya radar bright band, selain dapat dilihat dari menguatnya reflektivitas radar pada ketinggian sekitar 45 km dari permukaan tanah, dapat pula dilihat dari perubahan yang drastis dari kecepatan jatuh butir hujan/es pada saat butir es mencair menjadi butir hujan. Jika perubahan kecepatan jatuh yang drastis dari partikel hujan ini terdeteksi, maka 30 menit data hujan tersebut dianggap sebagai hujan dari awan hujan jenis stratiform, dan jika tidak ada, dianggap sebagai hujan yang turun dari awan hujan jenis convective.

Pemilihan rata-rata waktu selama 30 menit didasari oleh anggapan bahwa kemunculan awan convective adalah sekitar 10-30 menit, sedangkan awan stratiform lebih dari 20 menit.

## 4. HASIL PENGAMATAN

Wilayah Serpong yang terletak sekitar 50 km dari pantai utara pulau Jawa masih dipengaruhi oleh *sea-breeze* [Tri, 2000], selain itu lokasi BLR yang relatif terbuka di bagian Utara (arah pantai) dan dihalangi gunung di sebelah Selatannya memungkinkan adanya pertumbuhan awan di wilayah ini. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa terdapat 2 musim di wilayah ini, yaitu musim hujan (Desember-Maret) dan musim kering (April-Nopember) sedangkan dari variasi hariannya, kejadian hujan banyak terjadi pada siang hari sekitar pukul 1500 LT [Hamada, 1995].

Pengamatan hujan di Serpong dengan menggunakan penakar otomatis selama lebih dari 6 tahun menunjukkan hasil yang sama dengan hasil yang diperoleh oleh Hamada (1995) (lihat Gambar 1). Kontur pada gambar ini adalah variasi harian dari rata-rata bulanan curah hujan yang diukur di permukaan pada bulan Desember 1992 sampai Nopember 1999. Tampak pada gambar ini



**Gambar 1.** Rata-rata curah hujan di Serpong antara bulan Nopember 1992 s.d. Desember 1999. Masing-masing warna arsir ditulis dalam satuan mm/jam

bahwa pada waktu musim hujan, hujan terjadi pada jam 1100 LT yang terus berlangsung sampai pagi hari, dan puncaknya terjadi sekitar pukul 1500-1600 LT. Pada musim kering, kejadian hujan di pagi hari sangat sedikit sekali, khususnya pada bulan Juli dan Agustus, hujan hanya terjadi sekitar pukul 1500-1900 LT dengan intensitas bulanan kurang dari 15 mm/jam.

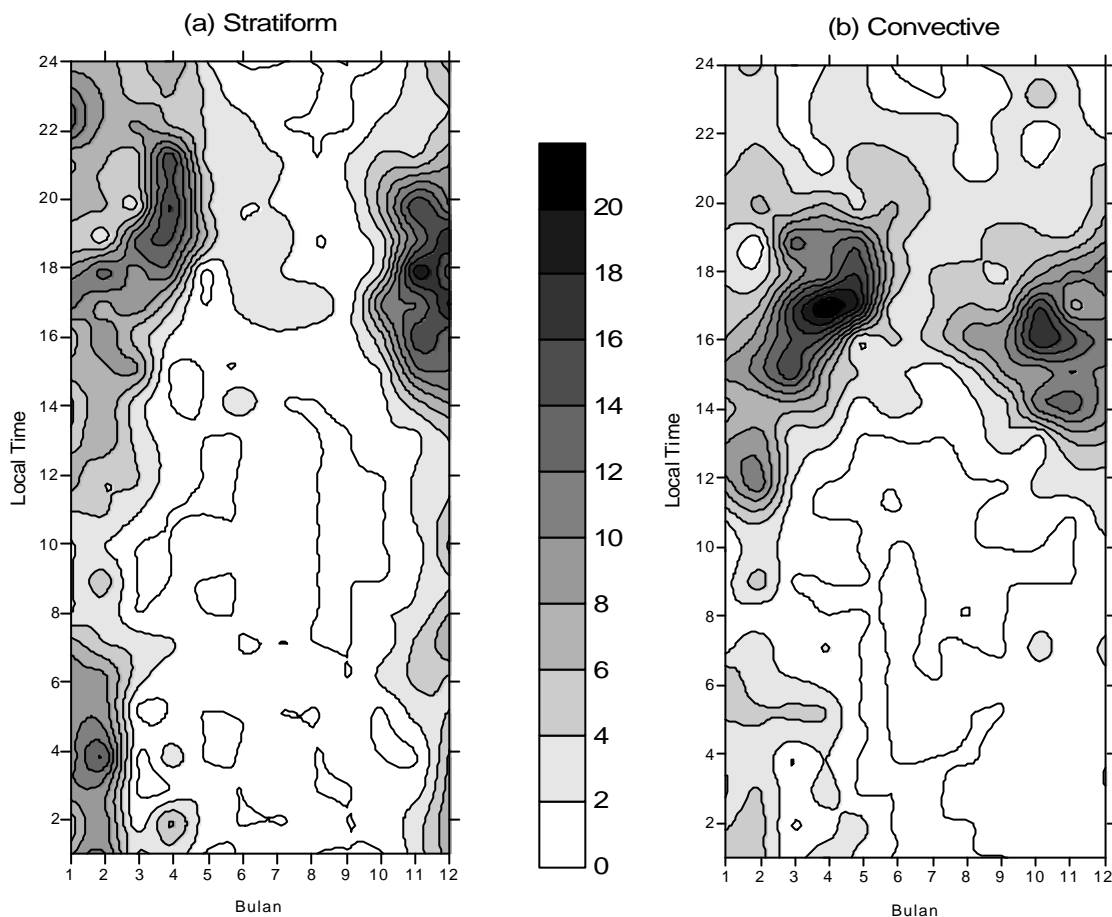
Gambar 2 adalah variasi harian dari rata-rata bulanan frekuensi kejadian hujan hasil pengamatan dengan BLR. Dengan mengamati ada tidaknya radar bright band, awan hujan yang diamati dengan BLR dikelompokkan menjadi awan jenis stratiform (Gmb. 2a) dan awan jenis convective (Gmb. 2b). Frekuensi kemunculan awan hujan hasil pengukuran dengan BLR ini hampir sama dengan pengukuran curah hujan dipermukaan dengan penakar otomatis, kejadian

hujan kebanyakan muncul setelah tengah hari dan mencapai puncaknya pada pukul 1600-1700 LT. Hujan yang muncul di pagi hari, seperti yang terlihat dari hasil pengukuran dengan penakar hujan otomatis, hanya tampak pada musim hujan. Dari gambar 2 ini dapat diketahui bahwa hujan pagi banyak didominasi oleh awan hujan dari jenis awan stratiform.

Awan hujan dari jenis stratiform muncul hampir sepanjang hari di musim hujan dan puncaknya adalah pukul 1900 LT. Selain itu pada bulan Januari dan Pebruari, tampak puncak kemunculan awan jenis ini di pagi hari, sekitar pukul 0400 LT. Pada musim kemarau, khususnya pada bulan Juni-Agustus, hujan dari awan jenis ini sangat sedikit sekali. Untuk awan hujan jenis convective, mempunyai variasi musiman dan harian yang sedikit berbeda dengan jenis stratiform. Awan jenis ini kebanyakan muncul setelah lewat tengah hari dengan puncak kemunculannya sekitar pukul 1700 LT. Kejadian hujan pagi hari sangat sedikit, dan itupun hanya muncul di puncak musim hujan. Puncak kejadian hujan dari jenis awan convective ini tampak berada pada awal dan akhir musim hujan, sedangkan pada musim kering, kejadian hujan dari awan jenis ini agak sedikit lebih banyak dibandingkan pada waktu yang sama untuk jenis awan stratiform.

## 5. DISKUSI

Gambar 3 adalah variasi harian dari rata-rata tahunan kejadian hujan di Serpong dari bulan Nopember 1992 s.d. Desember 1999. Puncak kejadian hujan untuk awan jenis convective (garis tebal putus-putus) terjadi pada pukul 1700 LT, sedangkan untuk awan jenis stratiform (garis tipis) muncul lebih lambat dan lebih lama. Hal ini dapat diterangkan dengan proses hidup dari awan

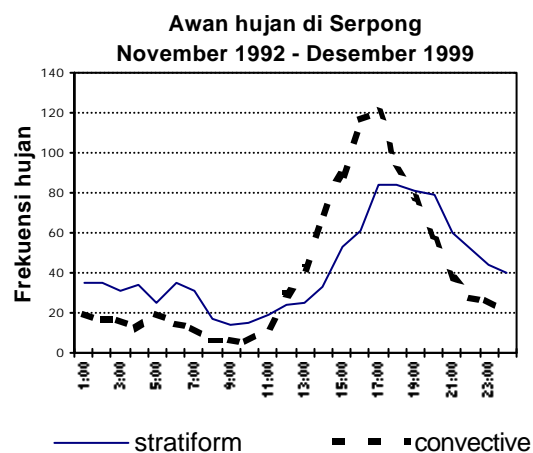


**Gambar 2.** Rata-rata bulanan frekuensi kemunculan awan hujan jenis stratiform (a) dan jenis convective (b) hasil pengamatan dengan BLR di Serpong bulan Nopember 1992 s.d. Desember 1999.

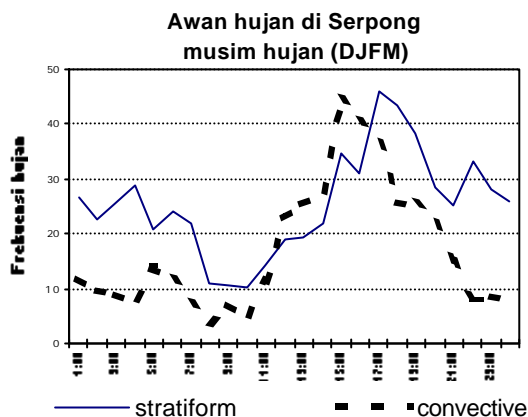
convective yang pada akhir proses hidupnya, ketika gaya angkat (*updraft*) hilang, maka kumpulan butir es yang ada di atas akan membentuk awan jenis stratiform, atau dapat juga terjadi karena kuatnya gaya angkat, butir es/hujan yang keluar dari sebuah awan convective yang bergerak maju membentuk anvil dibelakangnya.

Variasi harian dari kejadian hujan di Serpong untuk musim hujan (Desember-Maret) ditunjukkan pada gambar 4. Pada musim hujan, puncak kejadian hujan terjadi pada pukul 1500 LT (convective) dan 1700 LT (stratiform). Pada kejadian hujan di pagi hari, tampak ada puncak hujan di kedua jenis awan tersebut. Puncak awan convective di pagi hari muncul sekitar pukul 0600 LT sedangkan jenis awan stratiform terjadi sejak tengah malam.

Kejadian hujan dari awan stratiform di pagi hari, kemungkinan terjadi dari awan yang muncul tengah malam sebelumnya dan bertahan sampai



**Gambar 3.** Variasi harian dari rata-rata tahunan awan hujan jenis stratiform (garis tipis) dan awan convective (garis tebal putus-putus) hasil pengamatan dengan BLR di Serpong bulan Nopember 1992 s.d. Desember 1999.



**Gambar 4.** Variasi harian rata-rata kejadian hujan untuk musim hujan (Desember s.d. Maret) di wilayah Serpong hasil pengamatan dengan BLR bulan November 1992 s.d. Desember 1999.

keesokan paginya, atau terjadi karena konvergensi dari awan-awan kecil yang muncul di pantai Utara pulau Jawa.

## 6. KESIMPULAN

Variasi tahunan dari kejadian hujan di Serpong tampak terlihat jelas dari hasil pengamatan dengan BLR. Pada musim hujan, jenis awan stratiform tampak lebih banyak daripada jenis awan convective, sedangkan pada akhir dan awal musim hujan, jenis awan convective tampak lebih banyak muncul.

Dari variasi hariannya, hujan banyak terjadi setelah lewat tengah hari. Puncak kejadian hujan dari awan jenis stratiform muncul lebih lambat dan lebih lama dibandingkan jenis awan convective. Awan hujan yang muncul di pagi hari kebanyakan dari jenis awan stratiform.

Untuk meneliti lebih jauh terhadap penyebab dari kejadian hujan di pagi hari atau kejadian hujan di musim kemarau yang lebih banyak dari jenis awan convective, diperlukan lebih banyak lagi data pendukung seperti misalnya data dari weather radar, radiosonde atau data dari GMS.

## Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Dr. Hiroyuki Hashiguchi dan Professor Shoichiro Fukao dari RASC, Kyoto University, Japan atas saran, komentar dan diskusi-diskusinya. Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Edi Santoso, Mimin Karmini, Jon Arifian, dan Samsul Bahri atas segala saran dan komentarnya.

Ucapan terimakasih juga ditujukan kepada seluruh rekan-rekan di UPTHB-BPPT, atas bantuannya dalam menjaga dan merawat BLR sehingga selalu beroperasi dengan baik.

## Daftar Pustaka

- Ecklund, W. L., K.S. Gage and C.R. Williams, 1995: Tropical precipitation studies using 915 MHz wind profilers. *Radio Sci.*, **30**, 1055-1064.
- Eguchi, T., 1983: Rainfall distribution and air streams over Indonesia. *Geographical Review of Japan*, **56**, 151-170, [in Japanese].
- Gage, K.S., C.R. Williams, and W.L. Ecklund, 1994: UHF wind profilers : A new tool for diagnosing tropical convective cloud systems. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **75**, 2289-2294
- Hamada J., 1995: Interannual differences of rainy season over Indonesia, *J. meteor. Soc. Japan*, *in review*.
- Hashiguchi, H., S. Fukao, T. Tsuda, M.D. Yamanaka, D.L. Tobing, T. Sribimawati, and Sriworo B.H., 1995: Observation of the planetary boundary layer over equatorial Indonesia with an L band clear-air Doppler radar: initial results. *Radio Sci.*, **30**, 1043-1053.
- Nitta T., T. Mizuno and K. Takahashi, 1992: Multi-scale convective systems during the initial phase of the 1986/87 El Nino. *J. meteor. Soc. Japan*, **70**, 447-466.

- Renggono, F, 2000: Study on precipitating clouds based on boundary layer radar observations in equatorial Indonesia, Master's thesis, Kyoto university geophysical institute master thesis.
- Tri W Hadi, T. Tsuda, H. Hashiguchi, and S. Fukao, 2000: Tropical sea-breeze circulation and related atmospheric phenomena observed with Lband boundary layer radar in Indonesia, *J. Meteor. Soc. Japan*, 78-2, 123-140
- Williams, C.R., W.L. Ecklund and K.S. Gage, 1995: Classification of precipitating clouds in the tropics using 915 MHz wind profilers. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **12**, 996-1012.
- Yasunari T., 1981: Temporal and spatial variations of monthly rainfall in Java, Indonesia. *Southeast Asian studies*, **19**, 170-186
- 

## DATA PENULIS



### **Findy Renggono**

Lahir di Tasikmalaya, tanggal 11 Maret 1968. Memperoleh gelar S1 dari fakultas teknik jurusan elektronika, Kyoto University tahun 1993. Pada tahun 1998 melanjutkan S2 di fakultas sains jurusan geophysics, Kyoto university, lulus tahun 2000. Sejak tahun 1993 sampai sekarang, bekerja di UPT Hujan Buatan, BPPT.

