

**ANALISIS VARIABILITAS CURAH HUJAN
WILAYAH INDONESIA BERDASARKAN
PENGAMATAN TAHUN 1975-2004**

Ina Juaeni

Bidang Pemodelan Iklim,
Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim-LAPAN,
Jl.Dr.Junjunan 133, Telp. (022)6037445, 6012602; Fax. (022)6037443
Bandung, 40173

EXTENDED ABSTRACT

LAPAN sebagai Lembaga Nasional dengan salah satu tugas dan fungsinya melakukan Penelitian dan Pengembangan di bidang Pengetahuan Atmosfer, sangat berkepentingan dengan ilmu-ilmu Matematika, terutama Matematika Terapan, Statistika dan Komputer.

Berbagai data parameter atmosfer seperti temperatur, curah hujan, tekanan, kelembaban, ozon, polusi udara dan lain-lain memerlukan suatu alat bantu agar dapat dianalisis lebih lanjut. Ilmu Matematika, Statistika dan Komputer adalah alat bantu yang sangat penting agar dari data-data tersebut di peroleh informasi yang menyangkut perilaku (rata-rata, variabilitas, kejadian ekstrim) masing-masing data, kaitan suatu parameter dengan parameter lainnya, untuk selanjutnya informasi-informasi tersebut dapat dijadikan dasar dalam memperkirakan nilai parameter-parameter tersebut pada waktu yang akan datang. Prakiraan parameter atmosfer terutama hujan sudah menjadi kebutuhan Nasional. Betapa tidak, bencana banjir akibat hujan yang turun dengan jumlah di atas normal atau bencana kekeringan akibat jumlah curah hujan yang berada di bawah normal, sering melanda wilayah Indonesia, bahkan disertai kerugian materi dan jiwa. Semua itu dapat diantisipasi dengan informasi yang akurat tentang berapa curah hujan yang akan turun di suatu tempat pada suatu saat. Memang sampai saat ini belum ada suatu metoda, baik Matematika, Statistika maupun Komputer yang mampu dengan tepat memberikan informasi prakiraan hujan. Hal ini disebabkan sangat kompleksnya sistem atmosfer terutama di wilayah Indonesia sebagai bagian dari wilayah tropis. Banyak parameter dan proses yang terlibat dan saling berkaitan satu sama lain.

Kepulauan maritim Indonesia yang berada di wilayah tropik memiliki curah hujan tahunan yang tinggi, curah hujan semakin tinggi di daerah pegunungan. Curah hujan yang tinggi di wilayah tropik pada umumnya dihasilkan dari proses konveksi dan pembentukan awan hujan panas. Curah

hujan konveksi adalah curah hujan yang dihasilkan proses konveksi akibat pemanasan, atau dihasilkan dari proses dinamika seperti konvergensi atau juga dihasilkan akibat terjadi dorongan massa udara secara fisik di lokasi pegunungan. Curah hujan konveksi umumnya terjadi di atas daerah dengan luas terbatas antara 10 – 20 km² atau 200-300 km². Skala ruang yang berbeda ini tergantung pada sel konveksinya, tunggal atau membentuk jalur. Dengan mengabaikan jenisnya, pada dasarnya curah hujan dihasilkan dari gerakan massa udara lembab ke atas. Agar terjadi gerakan ke atas, atmosfer harus dalam kondisi tidak stabil. Kondisi tidak stabil terjadi jika udara yang naik lembab dan lapse rate udara lingkungannya berada antara lapse rate adiabatik kering dan lapse rate adiabatik jenuh. Jadi kestabilan udara ditentukan oleh kondisi kelembaban. Karena itu jumlah hujan tahunan, intensitas, durasi, frekuensi dan distribusinya terhadap ruang dan waktu sangat bervariasi. Karena proses konveksi, intensitas curah hujan di wilayah tropik pada umumnya tinggi. Sementara itu di Indonesia, presentase curah hujan yang diterima bervariasi antara 8 % sampai 37 % dengan rata-rata 22 %. Sebagai perbandingan nilai tertinggi di Bavaria, Jerman adalah 3.7 %. Di Bogor, lebih dari 80 % curah hujan yang diterima terjadi dengan curah paling sedikit 20 mm.

Metoda Statistika seperti harga rata-rata, deviasi standar dan koefisien variasi sudah umum digunakan dan bukan metoda Statistika baru. Namun demikian metoda ini sangat berguna untuk mempelajari perilaku curah hujan, seperti yang dilakukan dalam penelitian ini. Gabungan ilmu fisis atmosfer dan ilmu Statistika memberikan informasi keadaan atmosfer dengan lebih lengkap. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada berikut ini:

No.	Jenis Data	Lokasi	Perioda
1.	Data Curah Hujan Harian	1. Bandung, 2. Jakarta	1. 2000-2004 2. 2000-2004
2.	Data Curah Hujan Bulanan Per Wilayah	Wilayah Indonesia dengan grid 2.5° x 3.75°	1975 – 1996
3.	Data Curah Hujan Bulanan Per Stasiun	1. Sumatera: Aceh, Jambi, Lampung, Palembang, Tabing, 2. Jawa: Bandung, Jakarta, Semarang,	

		Jogjakarta, Banyuwangi, Surabaya 3. Sulawesi: Manado, Makassar, 4. Kalimantan: Banjarmasin, Balikpapan, Palangkaraya, Banjarbaru, 5. Bali: Denpasar, 6. Papua: Sentani , Manokwari, Biak 7. NTT: Kupang, Waingapu	1975 – 2004 (Kecuali Surabaya: mulai 1982)
--	--	--	--

Tabel 1 di bawah ini menunjukkan bahwa variabilitas curah hujan kumulatif 3 jam-an sangat bervariasi terhadap waktu. Ini ditandai dengan koefisien variasi yang cukup tinggi (>1), yang berarti bahwa beda curah hujan antara periode (3 jam) satu dengan periode (3 jam) lainnya besar. Proses pembentukan awan dan kejadian hujan merupakan proses skala lokal yang sangat tergantung kondisi setempat pada saat itu. Jadi sebagai fungsi waktu dan tempat (Negril et al, 2005). Ini yang dengan metoda statistika ditunjukkan dengan nilai koefisien variasi yang cukup tinggi. Hal ini juga menjadi indikator bahwa prediksi curah hujan dalam periode waktu yang pendek (3 jam-an) memiliki kesulitan yang tinggi.

Tabel 1: Koefisien variasi curah hujan kumulatif 3 jam-an selama 5 tahun adalah:

No.	Lokasi	\bar{x}	σ	Cv
1.	Bandung	0.605377	1.041585	1.720556
2.	Bogor	1.256443	1.966599	1.565211
3.	Jakarta	0.638337	1.029229	1.61236

Keterangan:

\bar{x} = curah hujan kumulatif 3 jam-an

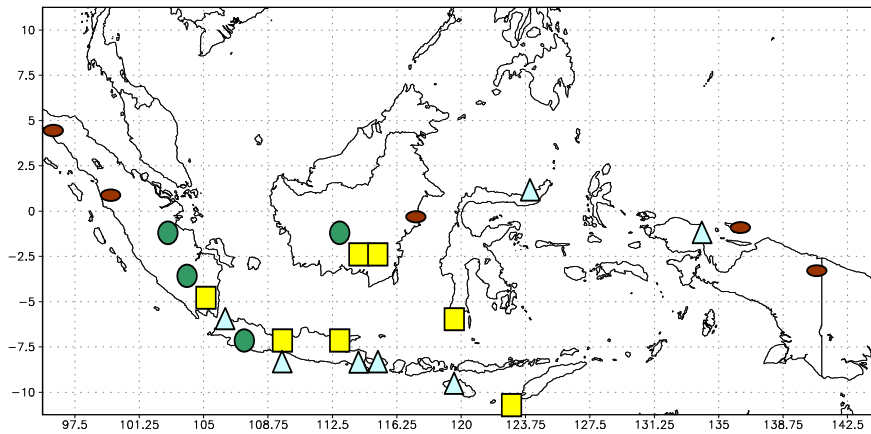
σ = standar deviasi

Cv = koefisien variasi

Curah hujan pengamatan dalam periode bulanan dari 23 stasiun (lihat Gambar 1) di Indonesia menunjukkan variasi yang tinggi baik terhadap waktu maupun terhadap ruang. Pola curah hujan Aceh, Tabing, Sentani, Biak dan Balikpapan sulit ditentukan. Kurang jelas apakah mengikuti pola

ekuatorial (dua nilai maksimum / puncak curah hujan dalam satu tahun) atau lokal (satu nilai maksimum / puncak curah hujan dalam satu tahun). Sementara pola curah hujan monsunial tampak di Lampung, Makassar, Manado, Banjarmasin, Banjarbaru, Jakarta, Semarang, Jogjakarta, Surabaya, Banyuwangi, Denpasar, Kupang, Waingapu dan Manokwari. Curah hujan di Jambi, Palembang, Palangkaraya, dan Bandung mengikuti pola ekuatorial.

Pada enam stasiun tersebut (Aceh, Tabing, Balikpapan, Sentani, Biak dan Balikpapan) terjadi pergeseran pola curah hujan tahunan, sehingga puncak tidak tetap atau bergeser secara ekstrim. Sementara puncak curah hujan di lokasi lain relatif tetap atau bergeser sedikit.



Gambar 1. Pola Curah Hujan di 23 Lokasi Pengamatan

Koefisien variasi yang menyatakan keragaman data curah hujan di perlihatkan pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2: Koefisien variasi curah hujan bulanan per stasiun untuk perioda 1975-2004

No.	Stasiun	Lintang (°)	Bujur (°)	\bar{x}	σ	Cv
1.	Aceh	-5,53	95,40	117	86.04117	0.735526
2.	Jambi	-1,63	103,65	196	158.8414	0.809386
3.	Tabing	-0,88	100,45	347	178.3794	0.514324
4.	Palembang	-2,90	104,70	199	126.5711	0.636567
5.	Lampung	-4,40	105,19	159	121.9928	0.767495
6.	Manado	1,53	124,92	215	143.0962	0.666266
7.	Makassar	-5,60	119,50	271	322.6324	1.189185
8.	Banjarmasin	-3,45	114,75	215	137.636	0.640524
9.	Banjarbaru	-3,45	114,71	210	132.1175	0.628017
10.	Balikpapan	-1,25	116,83	220	110.6589	0.503365

11.	Palangkaraya	-2,22	113,93	214	132.2528	0.617399
12.	Jakarta	-6,17	106,82	152	130.7616	0.860858
13.	Bandung	-6,90	107,58	133	107.2174	0.80314
14.	Semarang	-6,98	110,38	170	148.3439	0.874962
15.	Jogjakarta	-7,78	110,43	131	133.3901	1.015009
16.	Surabaya	-7,38	112,78	152	154.0423	1.01653
17.	Banyuwangi	-8,22	114,33	113	105.2973	0.927845
18.	Denpasar	-8,67	115,17	149	163.1009	1.095004
19.	Waingapu	-9,67	120,33	71	88.98583	1.248175
20.	Kupang	-10,18	123,67	134	182.0691	1.356868
21.	Biak	-1,18	136,10	220	108.2505	0.491845
22.	Sentani	-2,57	140,52	133	80.87181	0.609536
23.	Manokwari	-0,65	134,07	203	140.1457	0.689932

Keterangan:

\bar{x} = curah hujan rata-rata bulanan

σ = standar deviasi

Cv = koefisien variasi

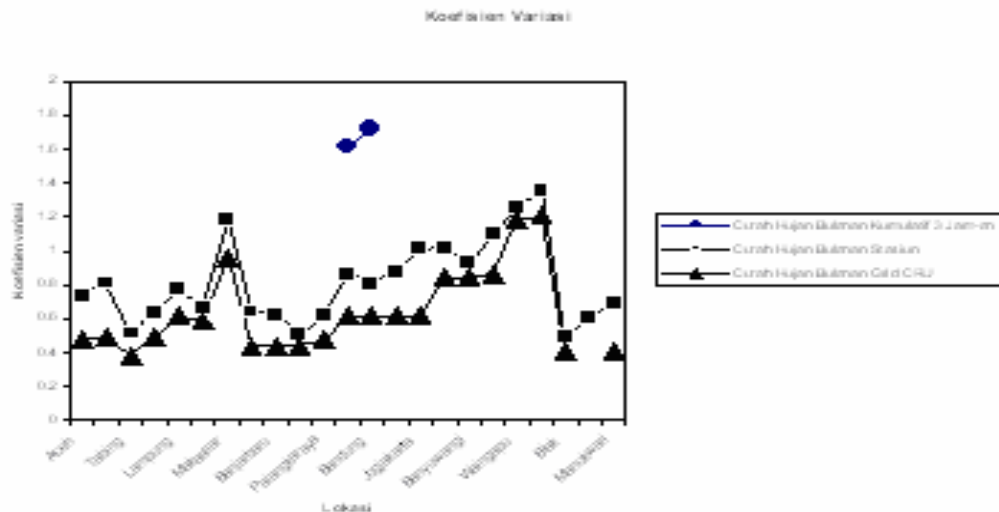
Koefisien variasi pada tabel 2 di atas menunjukkan bahwa curah hujan bulanan sangat bervariasi terhadap ruang dan waktu. Ini ditunjukkan pula oleh Todd dan Richard Washington (2005). Variabilitas terhadap waktu tertinggi di temukan di Makassar, Jogjakarta, Surabaya, Denpasar, Waingapu dan Kupang. Variabilitas yang tinggi seperti itu dapat digunakan sebagai indikator bahwa prediksi curah hujan di lokasi-lokasi tersebut memiliki tingkat kesulitan yang tinggi. Di lokasi lain meskipun koefisien variasi tidak setinggi di 6 lokasi tersebut, namun kesulitan memprediksi curah hujan masih relatif tinggi. Dari tabel 2 juga tampak bahwa semakin bergeser ke selatan koefisien variasi semakin besar atau curah hujan semakin berfluktuasi. Distribusi lautan di selatan lebih luas dibanding di utara, sehingga faktor laut diduga secara dominan mempengaruhi variabilitas curah hujan di Indonesia bagian selatan. Jika dibandingkan antara tabel 1 dan 2, untuk lokasi yang sama yaitu Bandung dan Jakarta, nampak bahwa koefisien variasi 3 jam-an lebih tinggi dibanding koefisien bulanan. Ini berarti curah hujan bulanan variasinya tidak sebesar curah hujan 3 jam-an.

Dengan metoda WWZ (Foster, 1996) diperoleh bahwa siklus curah hujan bulanan, pada umumnya terjadi pada perioda 2-3 tahun (Palembang, Tabing, Lampung, Banjarmasin, Banjarbaru, Balikpapan, Makassar, Sentani, Biak, Manokwari, Kupang, Waingapu, Bandung, Jakarta, Semarang, Jogjakarta, Surabaya, Banyuwangi, Denpasar) periodisitas di atas 3 tahun ditemukan di Aceh (5 tahun), Jambi (10 tahun), Palangkaraya (11 tahun),

dan Menado (11 tahun). Ini sebagai indikator bahwa fenomena alam seperti El Nino dan La Nina (dengan perioda 2-5 tahun) dan siklus matahari (dengan perioda 10-11 tahun) sangat dominan dalam mempengaruhi pola curah hujan di Indonesia (Lampiran A).

Data curah hujan bulanan ini diperoleh dari " A historical monthly precipitation data set for global land areas ", dengan resolusi 2,5 x 3,75 derajat . Data dikumpulkan dari 11800 stasiun cuaca di seluruh dunia yang diperoleh dari Global Historical Climatology Network di Arizona State University, USA (1997).

Variasi curah hujan bulanan dari data wilayah (1975 – 1996) relatif lebih rendah dibandingkan variasi curah hujan bulanan data stasiun, namun pola koefisien variasi terhadap ruangnya hampir sama (Gambar 2). Variasi yang lebih kecil ini dimungkinkan karena data wilayah/grid diperoleh dengan metoda interpolasi dari data stasiun yang ada, jadi bukan data insitu. Namun demikian pola data grid mengikuti pola data insitu, artinya pola curah hujan bulanan stasiun dapat didekati dengan pola data curah hujan wilayah/grid.



Gambar 2. Perbandingan Koefisien Variasi Curah Hujan Kumulatif 3 Jam-an (Jakarta, Bandung) dengan Koefisien Variasi Curah Hujan Bulanan Per Stasiun dan Koefisien Variasi Curah Hujan Bulanan Per Wilayah

Curah hujan pengamatan kumulatif 3 jam-an untuk Jakarta dan Bandung mempunyai variabilitas yang lebih kompleks dari curah hujan pengamatan bulanan. Variabilitas curah hujan di Indonesia bagian selatan lebih tinggi dibanding Indonesia bagian utara. Pola data curah hujan

bulanan per wilayah dapat digunakan sebagai pendekatan pola curah hujan pengamatan bulanan stasiun.

Catatan : Makalah ini dipresentasikan pada Seminar Dies Natalis FMIPA UNDIP dan diterbitkan pada jurnal Matematika UNDIP, 9, N0. 2, 2006.