

OSILASI CURAH HUJAN DI BEBERAPA LOKASI DI WILAYAH INDONESIA DENGAN ELEVASI BERBEDA

Ina Juaeni

Bidang Pemodelan Atmosfer, Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer-LAPAN
inajuaeni@yahoo.com

Abstract

This paper aimed to elaborate on rainfall oscillation determined by wavelet transformation method on 21 locations in Indonesia. The regions include Sumatera Island (5 locations), Kalimantan Island (4 locations), Sulawesi Island (1 location), Irian Island (2 locations), Java Island (7 locations), Bali and NTT (2 locations). The data obtained from rainfall data were classified into 5 days period from 1995 to 2005. This study includes long, average and short term oscillations. The observed long term oscillation occurred between 2 years until 4 years. Three until four years oscillation appeared in Padang, Lampung, Denpasar, Banjarbaru, Palangkaraya and Sentani. While 2 years long oscillation were identified in Manokwari and Bogor. Annual rainfall oscillation were found in 17 locations, which were Palembang, Lampung, Denpasar, Bandung, Bogor, Jakarta, Semarang, Yogyakarta, Surabaya, Banyuwangi, Banjarmasin, Balikpapan, Banjarbaru, Palangkaraya, Makassar, Sentani and Waingapu. Average term rainfall oscillation (less than a year) occurred in Aceh, Padang, Jambi, Palembang, Bandung, Bogor, Balikpapan, Palangkaraya, Sentani and Manokwari. In Padang and Balikpapan, Aceh and Jambi observed short term oscillation (50 days). The term of oscillation linked to elevation of the site showed that long term rainfall oscillation were related to the low elevation level, similar topography and the sites generally detected with only one rainfall oscillation. Medium elevation and high elevation were related to rainfall with more than one oscillation start from daily, seasonal to annual. On a site with high elevation, more than 3 years oscillation did not occur.

Keywords: rainfall, 5 days, oscillation, elevation, wavelet transformation

Abstrak

Tulisan ini membahas osilasi curah hujan yang ditentukan berdasarkan metode transformasi wavelet untuk 21 lokasi di wilayah Indonesia. Lokasi-lokasi tersebut meliputi Pulau Sumatera (5 lokasi), Pulau Kalimantan (4 lokasi), Pulau Sulawesi (1 lokasi), Pulau Irian (2 lokasi), Pulau Jawa (7 lokasi), Bali dan NTT (2 lokasi). Data yang digunakan adalah data curah hujan lima harian dari tahun 1995 sampai dengan tahun 2005. Kajian ini mencakup osilasi panjang, menengah dan juga osilasi pendek. Osilasi panjang yang teramati berkisar antara 2 tahun sampai dengan 4 tahunan. Osilasi 3 sampai 4 tahun tampak di Padang, Lampung, Denpasar, Banjarbaru, Palangkaraya dan Sentani. Sedangkan osilasi dua tahunan teridentifikasi di Manokwari dan Bogor. Osilasi curah hujan setahunan teramati di 17 lokasi (yaitu Palembang, Lampung, Denpasar, Bandung, Bogor, Jakarta, Semarang, Yogyakarta, Surabaya, Banyuwangi, Banjarmasin, Balikpapan, Banjarbaru, Palangkaraya, Makassar, Sentani dan Waingapu). Osilasi curah hujan menengah (kurang dari setahun) terdeteksi di Aceh, Padang, Jambi, Palembang, Bandung, Bogor, Balikpapan, Palangkaraya, Sentani dan Manokwari. Di Padang, Balikpapan, Aceh dan Jambi teramati osilasi pendek (50 harian). Kajian osilasi curah hujan yang dikaitkan dengan elevasi lokasi pengamatan menunjukkan osilasi panjang curah hujan berkaitan dengan elevasi yang rendah, topografi yang beragam dan pada umumnya lokasi tersebut hanya memiliki satu osilasi curah hujan. Elevasi menengah dan elevasi tinggi berkaitan dengan curah hujan dengan lebih dari satu osilasi ulang

mulai dari harian, musiman sampai tahunan. Curah hujan di lokasi dengan elevasi yang tinggi tidak mempunyai osilasi ulang di atas 3 tahun.

Kata Kunci: curah hujan, lima harian, osilasi, elevasi, transformasi wavelet

1. PENDAHULUAN

Periode curah hujan adalah salah satu parameter curah hujan. Kajian terhadap periode curah hujan di wilayah Indonesia sebelumnya menghasilkan periode dominan setahun (*annual*) (Aldrian dan Susanto, 2003), periode tinggi lebih dari setahun (*interannual*) (Haylock dan Mc Bride, 2001) dan periode beberapa bulan sampai harian (Hamada *et al.*, 2003). Periode setahun berkaitan dengan perubahan pemanasan permukaan akibat perubahan posisi matahari dalam skala kurang lebih setahun, periode *interannual* berkaitan dengan fenomena *ENSO*, *La Niña*, *Dipole Mode* dan arus lintas Indonesia (ARLINDO) dengan periode 2-7 tahun, sementara periode bulanan antara 30- 60 hari atau sering disebut Osilasi Madden Julian berkaitan dengan periode interaksi atmosfer-laut di lautan tropis.

Curah hujan, baik intensitas maupun periodenya dipengaruhi oleh proses fisis dan dinamis di atmosfer. Sementara itu salah satu faktor yang berpengaruh pada proses fisis dan dinamis atmosfer adalah bentuk permukaan atau dengan kata lain topografinya. Ada tiga proses yang menghubungkan curah hujan dengan topografi. Yang pertama adalah pembelokan angin yang membawa masa lembap dalam arah vertikal karena faktor topografi. Kedua, topografi menyebabkan terjadi perubahan sistem tekanan rendah. Ketiga, topografi tertentu mendorong terjadinya arus konveksi lokal (Bonacina dalam Basist *et al.*, 1994). Keterkaitan curah hujan dan topografi juga diteliti oleh Roe *et al.* (2003), Basist *et al.* (1994), Konrad (1996) dan Hamada *et al.* (2003). Dalam studi-studi tersebut ditunjukkan bahwa pada umumnya curah hujan mempunyai intensitas yang tinggi di tempat dengan elevasi tinggi. Tulisan ini adalah kajian serupa tetapi untuk hubungan periode curah hujan dengan elevasi di wilayah Indonesia.

2. METODE

Data yang digunakan dalam kajian ini adalah data curah hujan lima harian (pentad) selama 11 tahun (1995-2005) untuk 21 lokasi di Indonesia (Tabel 1) meliputi Pulau Sumatera (5 lokasi), Pulau Kalimantan (4 lokasi), Pulau Sulawesi (1 lokasi), Irian (2 lokasi), Pulau Jawa (7 lokasi), Bali dan NTT (2 lokasi). Selain itu digunakan data elevasi untuk setiap lokasi (Sumber data curah hujan dan elevasi: Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika/BMKG). Kondisi topografi lokasi

pengamatan dengan elevasi rendah pada umumnya adalah daerah tepi pantai yang dikelilingi dataran rendah, kecuali Padang yang dikelilingi pegunungan. Lokasi pengamatan dengan elevasi menengah pada umumnya dikelilingi dataran rendah, kecuali Sentani yang dikelilingi dataran menengah dan tinggi. Lokasi dengan elevasi tinggi pada umumnya dikelilingi dataran tinggi.

Dengan metode Transformasi Wavelet Terbobot Z (*WWZ*) (Foster, 1996) dan *Wavelet Software* (Torrence and Compo, 1998) ditentukan periode dan periode dominan, yaitu periode yang kemunculannya lebih dari satu kali atau periode dengan daya spektrum yang tinggi.

3. HASIL

Osilasi curah hujan *interannual* (tahun ke tahun) teramati di Padang, Denpasar, Balikpapan, Palembang, Banjarbaru, Makassar, Jambi, Palangkaraya, Lampung, Sentani, Bogor, Manokwari dan Bandung (lihat **Tabel 1**). Periode *interannual* yang teramati di wilayah pengamatan berkisar antara 1,5 tahun sampai dengan 4 tahunan.

Periode 3–4 tahun terdeteksi relatif kuat di Padang, Lampung, Denpasar, Banjarbaru, Palangkaraya dan Sentani. Periode 3-4 tahun ini sama dengan periode kemunculan fenomena *ENSO*, *La Niña*, *Dipole Mode* atau arus lintas Indonesia. Sedangkan osilasi dua tahunan teridentifikasi di Manokwari dan Bogor. Periode dua tahunan ini sama dengan periode *QBO* (*Quasi Biennial Oscillation*) yaitu osilasi sekitar dua tahunan dari angin timur dan barat yang terjadi di stratosfer tropis.

Osilasi curah hujan setahunan teramati di 17 lokasi (yaitu Palembang, Lampung, Denpasar, Bandung, Bogor, Jakarta Semarang, Yogyakarta, Surabaya, Banyuwangi, Banjarmasin, Balikpapan, Banjarbaru, Palangkaraya, Makassar, Sentani dan Waingapu). Osilasi curah hujan bulanan (kurang dari setahun) terdeteksi di Aceh, Padang, Jambi, Palembang, Bandung, Bogor, Balikpapan, Palangkaraya, Sentani dan Manokwari.

Di Padang, Balikpapan, Aceh dan Jambi teramati osilasi rendah 50 harian. Daya spektrum tertinggi terjadi di Aceh pada tahun 1999 dan 2002 (**Gambar 1**). Osilasi 25 harian teramati di Padang dengan sinyal yang cukup kuat (daya spektrum tinggi).

4. PEMBAHASAN

Kajian periodisitas curah hujan yang dikaitkan dengan elevasi lokasi pengamatan menunjukkan bahwa pada umumnya lokasi dengan elevasi rendah (00 – 05 m) mempunyai osilasi curah hujan dengan periode menengah yaitu satu tahunan (*annual*). Umumnya, lokasi ini terletak di wilayah Indonesia bagian selatan. Periode ulang setahunan ini terjadi karena curah hujan di lokasi-

pengamatan dengan elevasi rendah pada umumnya adalah daerah tepi pantai yang dikelilingi dataran rendah, kecuali Padang yang dikelilingi pegunungan. Lokasi pengamatan dengan elevasi menengah pada umumnya dikelilingi dataran rendah, kecuali Sentani yang dikelilingi dataran menengah dan tinggi. Lokasi dengan elevasi tinggi pada umumnya dikelilingi dataran tinggi.

Dengan metode Transformasi Wavelet Terbobot Z (*WWZ*) (Foster, 1996) dan *Wavelet Software* (Torrence and Compo, 1998) ditentukan periode dan periode dominan, yaitu periode yang kemunculannya lebih dari satu kali atau periode dengan daya spektrum yang tinggi.

3. HASIL

Osilasi curah hujan *interannual* (tahun ke tahun) teramati di Padang, Denpasar, Balikpapan, Palembang, Banjarbaru, Makassar, Jambi, Palangkaraya, Lampung, Sentani, Bogor, Manokwari dan Bandung (lihat **Tabel 1**). Periode *interannual* yang teramati di wilayah pengamatan berkisar antara 1,5 tahun sampai dengan 4 tahunan.

Periode 3–4 tahun terdeteksi relatif kuat di Padang, Lampung, Denpasar, Banjarbaru, Palangkaraya dan Sentani. Periode 3-4 tahun ini sama dengan periode kemunculan fenomena *ENSO*, *La Niña*, *Dipole Mode* atau arus lintas Indonesia. Sedangkan osilasi dua tahunan teridentifikasi di Manokwari dan Bogor. Periode dua tahunan ini sama dengan periode *QBO* (*Quasi Biennial Oscillation*) yaitu osilasi sekitar dua tahunan dari angin timur dan barat yang terjadi di stratosfer tropis.

Osilasi curah hujan setahunan teramati di 17 lokasi (yaitu Palembang, Lampung, Denpasar, Bandung, Bogor, Jakarta Semarang, Yogyakarta, Surabaya, Banyuwangi, Banjarmasin, Balikpapan, Banjarbaru, Palangkaraya, Makassar, Sentani dan Waingapu). Osilasi curah hujan bulanan (kurang dari setahun) terdeteksi di Aceh, Padang, Jambi, Palembang, Bandung, Bogor, Balikpapan, Palangkaraya, Sentani dan Manokwari.

Di Padang, Balikpapan, Aceh dan Jambi teramati osilasi rendah 50 harian. Daya spektrum tertinggi terjadi di Aceh pada tahun 1999 dan 2002 (**Gambar 1**). Osilasi 25 harian teramati di Padang dengan sinyal yang cukup kuat (daya spektrum tinggi).

4. PEMBAHASAN

Kajian periodisitas curah hujan yang dikaitkan dengan elevasi lokasi pengamatan menunjukkan bahwa pada umumnya lokasi dengan elevasi rendah (00 – 05 m) mempunyai osilasi curah hujan dengan periode menengah yaitu satu tahunan (*annual*). Umumnya, lokasi ini terletak di wilayah Indonesia bagian selatan. Periode ulang setahunan ini terjadi karena curah hujan di lokasi-

lokasi tersebut sangat tergantung pada perubahan pemanasan permukaan. Dengan kata lain di lokasi-lokasi dengan elevasi rendah, faktor lokal (misalnya sirkulasi udara karena faktor orografi), sirkulasi dengan skala waktu harian (angin darat/laut) dan faktor skala meso (*ENSO*, *La Niña*, *Dipole Mode* dll.) tidak terlalu dominan. Perkecualian terjadi di Padang, Denpasar dan Balikpapan periode curah hujan yang teramati tidak hanya periode satu tahunan tetapi ada juga periode rendah dan periode tinggi. Hal ini disebabkan tiga lokasi tersebut memiliki topografi yang unik. Padang terletak dekat dengan pantai dan dibatasi oleh Bukit Barisan, sehingga selain hujan berasal dari proses pemanasan permukaan, hujan juga dapat dihasilkan dari proses kenaikan massa udara dalam skala lokal karena faktor orografi dan faktor angin laut. Faktor lokal ini berfluktuasi dalam periode kurang dari setahun. Selain itu periode curah hujan di Padang juga berkaitan dengan proses interaksi laut-atmosfer, *Dipole Mode*, karena letaknya yang berdekatan dengan lautan India. Denpasar lokasinya relatif berdekatan dengan kolam air hangat di Pasifik sehingga curah hujan di Denpasar juga dipengaruhi oleh fenomena *ENSO*. Denpasar tidak dipengaruhi oleh sirkulasi dengan periode rendah (misal: angin laut). Balikpapan berdekatan dengan pantai. Jadi selain faktor posisi matahari, perubahan sifat massa udara dari darat yang berinteraksi dengan massa udara dari laut juga turut mempengaruhi curah hujan di Balikpapan, sehingga menghasilkan periode curah hujan rendah 50 harian sampai periode tinggi 900 harian. Jadi meskipun tiga lokasi tersebut memiliki kesamaan elevasi dan lokasi yang berdekatan dengan pantai tetapi perbedaan topografi lingkungan sekitarnya menimbulkan perbedaan karakter curah hujannya.

Tabel 1: Periode dominan curah hujan untuk 21 lokasi pengamatan

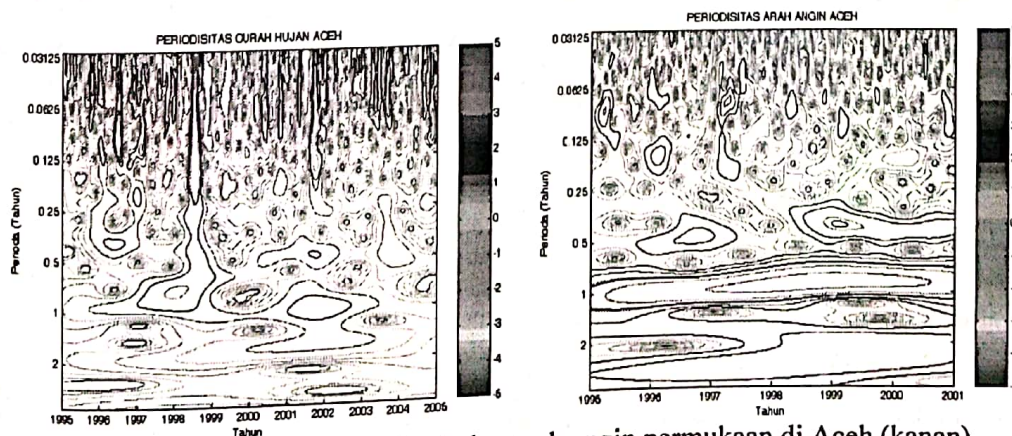
Elevasi (m dpl)	Lokasi	Periode (hari)		
		Rendah	Menengah	Tinggi
Rendah	0 1. Banjarmasin	-	375	-
	2 2. Padang	25,50	100, 125, 250	450, 900, 1250
	3 3. Semarang	-	375	-
	3 4. Denpasar	-	375	1375
	3 5. Surabaya	-	375	-
	3 6. Balikpapan	50	200, 350	900
	5 7. Jakarta	-	375	-
	5 8. Banyuwangi	-	375	-
Menengah	10 9. Waingapu	-	375	-
	11 10. Palembang	-	150, 350	650
	12 11. Banjarbaru	-	375	1250
	14 12. Makassar	-	375	900
	21 13. Aceh	50	200, 300	-
	26 14. Jambi	50	250	500, 625
	27 15. Palangkaraya	-	375	1500
	85 16. Lampung	-	375	1375
	92 17. Sentani	-	125, 375	625, 1250

Tinggi	122	18. Yogyakarta	-	375	-
	250	19. Bogor	-	150, 375	600
	264	20. Manokwari	75	300	500, 600, 750
	791	21. Bandung	-	150, 375	750

Keterangan : dpl = di atas permukaan laut

Lokasi dengan elevasi menengah (antara 10 m sampai <100 m) mempunyai periode ulang curah hujan mulai dari interannual sampai intraannual. Di wilayah Pulau Sumatera ditemukan periode Osilasi Madden Julian (50 harian) dan sinyal paling kuat teramati di Aceh (**Gambar 1 kiri**). *MJO* terjadi karena interaksi atmosfer-laut. *MJO* secara efektif mempengaruhi sirkulasi atmosfer sepanjang tropis dan subtropis dan sirkulasi atmosfer di Pasifik Utara dan Amerika barat daya (Madden Julian, 1994). Curah hujan dengan frekuensi yang tinggi tersebut dimungkinkan terjadi di Aceh karena Aceh merupakan lokasi di wilayah Indonesia yang terletak paling utara yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia, dimana *MJO* ini berasal (Donald *et al.*, 2006). Alasan lain yang memperkuat pernyataan tersebut adalah bahwa osilasi 50 harian itu juga teramati pada arah angin permukaan (**Gambar 1 kanan**). Kesesuaian ini menunjukkan bahwa curah hujan di Aceh berkaitan dengan sirkulasi permukaan dan *MJO*. Di Aceh tidak ditemukan periode lebih dari satu tahunan (*interannual oscillation*), juga tidak ditemukan osilasi tersebut pada angin permukaan (**Gambar 1 kanan**). Elevasi yang sedikit lebih tinggi dibanding lokasi sebelumnya, menjadikan faktor yang berpengaruh pada curah hujan tidak hanya dari faktor permukaan saja tapi juga dari faktor orografi dan sirkulasi di lapisan atas.

Pada lokasi-lokasi dengan elevasi yang tinggi seperti di Bogor, Bandung, Yogyakarta dan Manokwari (>100 m) tidak ditemukan periode curah hujan di atas 3 tahun seperti yang ditemukan di lokasi dengan elevasi menengah dan beberapa lokasi dengan elevasi rendah. Ini menjadi indikator bahwa ENSO, La Niña, Dipole Mode atau ARLINDO dengan periode lebih dari 3 tahun tidak berpengaruh pada curah hujan di lokasi dengan elevasi tinggi.



Gambar 1. Periodisitas curah hujan (kiri) dan arah angin permukaan di Aceh (kanan)

5. KESIMPULAN

Curah hujan di Indonesia, pada umumnya (17 dari 21 lokasi) memiliki periode satu tahunan yang dominan dibanding periode harian dan periode lebih dari satu tahunan. Periode curah hujan dalam skala waktu harian dan lebih dari satu tahunan terdeteksi di beberapa lokasi. Periode harian teramati di beberapa lokasi di Sumatera, Kalimantan serta Manokwari, atau di wilayah Indonesia bagian utara. Elevasi yang rendah dengan topografi yang seragam mempunyai periode curah hujan tunggal, yaitu satu tahunan. Elevasi rendah dengan topografi tidak seragam dan elevasi menengah mempunyai curah hujan dengan periode lebih dari satu yaitu harian, musiman dan tahunan. Curah hujan dengan periode ulang di atas 3 tahun tidak terdeteksi pada lokasi dengan elevasi yang tinggi.

DAFTAR RUJUKAN

- Aldrian, E. dan R. D. Susanto, Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature. *Int. J. Climatol.*, 23, 2003.
- Basist, A. and Bell, G. D., Statistical relationships between topography and precipitation patterns. *J. Climate*, 7, 1994.
- Donald, A., Meinke, H., Power, B., Maia, Wheeler, M. C., White, N., Stone, R. C. and Ribbe, J., Near-global impact of the Madden-Julian Oscillation on rainfall. *Geophys. Res. Lett.*, 33, 2006.
- Foster, G., Wavelets for Period Analysis of Unevenly Sampled Time Series. *The Astronomical Journal*, Vol 112, No. 4, 1996.
- Haylock, M. dan Mc Bride, J., Spatial coherence and predictability of Indonesian wet season rainfall. *J. of Climate*, 14, 18, 2001.
- Hamada, J. I., Yamanaka, M. D., Mori, S., Tauhid, Y. I., Sribimawati, T., Intraseasonal rainfall variations in a mountainous region of Sumatera Island, Indonesia. *Geophysical Research Abstract*, Vol. 5, 2003.
- Konrad, C. E., Relationships between precipitation event types and topography in the Southern Blue Ridge Mountains of the southeastern USA. *Int. J. Climatol.*, 16, 1996.
- Madden, R. A. and Julian, P. R., Observations of the 40-50-day tropical oscillation. A review. *Mon. Weather Rev.*, Vol. 122, No.5, 1994.
- Roe, G. H., Montgomery, D. R. and Hallet, B., Orographic precipitation and the relief of mountain ranges. *J. of Geoph. Res.*, Vol. 108, No. B6, 2003.
- Torrence, C dan Compo, G. P., A practical guide to wavelet analysis. *Bulletin of the Am. Met. Soc.*, 79, 1, 1998.