

Pengaruh Sunspot Terhadap Iklim Dengan Pengujian Hipotesis

Tatty Kurniaty *)

ABSTRACT

Influence of solar activity who have 11 years cycle sunspot to climate variation is interesting. There's benefit if we know the sunspot significant for climate change shown by monthly rainfall over 30 years, which has random variability and can be assumed as representative climate parameter.

Base on the analysis, the highest corelation is 0.91, the lowest corelation is 0.60 and shown that rainfall equator region is influenced by 11 years cycle of sunspot with various contribution for every month.

ABSTRAK

Pengaruh aktivitas matahari yang ditandai dengan adanya siklus 11 tahunan sunspot terhadap variasi iklim akan menarik untuk diungkap. Oleh karena itu akan bermanfaat apabila diketahui signifikansi sunspot terhadap perubahan iklim yang digambarkan oleh curah hujan bulanan selama 30 tahun dan dianggap memiliki variabilitas acak sebagai wakil dari parameter iklim.

Dengan analisis spektral diketahui korelasi antara sunspot dengan curah hujan, dimana nilai tertinggi 0.91 dan nilai terendah 0.60 menunjukkan bahwa curah hujan di daerah equator dipengaruhi oleh siklus 11 tahunan sunspot, dengan kontribusi yang berbeda untuk setiap bulan.

1. PENDAHULUAN

Beberapa penelitian terdahulu memperlihatkan adanya pengaruh fenomena alam terhadap iklim baik secara lokal maupun secara global, yang menimbulkan adanya variasi iklim. Telah banyak ahli Meteorologi yang ingin mengungkapkan sesuatu yang menarik dari pengaruh aktivitas matahari yang

ditandai dengan adanya siklus 11 tahunan sunspot dengan pola iklim. Hampir semua kegiatan manusia akan ditentukan oleh pola cuaca atau iklim, seperti transportasi, pertanian dan keadaan ekonomi suatu daerah atau negara. Oleh karena itu pengetahuan sifat iklim suatu wilayah sangat penting dalam upaya mengoptimalkan kegiatan penduduknya.

*) Peneliti Puslitbang Pengetahuan Atmosfer,
LAPAN -Bandung.

Beberapa ahli telah menemukan suatu hubungan yang kuat antara fenomena sunspot dengan kondisi atmosfer di Bumi, diantaranya Huntington (1945), menyatakan munculnya badai siklonik menggam-barkan adanya pengaruh medan elektromagnetik dari sistem aktivitas matahari. Diketahui dengan baik bahwa ion-ion listrik yang ada di atmosfer bumi, di samping memantulkan gelombang radio juga bertindak sebagai pusat kondensasi uap air di atmosfer dan juga turut mendorong pertumbuhan awan dan hujan.

Hasil penelitian Brier (1961) pada curah hujan rata-rata tahunan untuk kota Frankfurt Jerman dan Milan Itali, ternyata terdapat korelasi yang kuat apabila dihubungkan dengan sunspot. Berdasarkan kenyataan, daerah equator akan memiliki pertumbuhan awan yang besar dengan jenis awan termasuk katagori konveksi kuat seperti yang terjadi di Indonesia. Pertumbuhan awan tidak terlepas dari peran faktor aktivitas matahari. Sunspot yang mempunyai siklus 11 tahunan adalah salah satu bentuk aktivitas matahari seperti halnya flare, prominace dan medan magnetik matahari.

Beberapa parameter iklim di equator seperti temperatur, tekanan, kelembaban dan curah hujan diketahui bahwa yang memiliki variabilitas acak adalah curah hujan. Oleh karena itu akan dibahas signifikansi sunspot terhadap perubahan iklim yang digambarkan oleh curah hujan di equator dan kontribusi efek sunspot terhadap jumlah curah hujan bulanan. Sunspot merupakan salahsatu activity matahari yang cukup penting, terjadi pada lapisan fotosfer matahari yang jumlahnya bervariasi dengan periode pengulangan rata-rata 11 tahun.

Banyak sedikitnya sunspot di permukaan matahari mencerminkan keadaan keaktifan matahari yang biasanya disertai dengan semburan api yang dapat mencapai ketinggian sampai beberapa puluh kilo meter, Matahari dikatakan dalam keadaan tenang ditandai

dengan sedikit atau tidak ada satupun sunspot pada permukaan matahari. Pada tulisan ini dibahas pengaruh fenomena aktivitas matahari terhadap iklim, khususnya iklim di Pulau Jawa.

2. METODE

Karena data yang diambil adalah untuk pulau Jawa dan diwakili oleh data 50 stasiun yang tersebar, maka untuk menganalisis signifikansi pengaruh fluktuasi sunspot terhadap curah hujan di equator diusahakan terlebih dahulu perata-rataan ruang terhadap 50 stasiun curah hujan di Pulau Jawa dari tahun 1960 sampai dengan tahun 1990. Tujuan perata-rataan ruang ini, agar dapat secara efektif mereduksi gangguan yang berasal dari faktor lokal, misalnya akibat pengaruh topografi ataupun sirkulasi daerah, dimana faktor lokal ini akan secara kuat meredam sinyal sunspot yang akan dianalisis. Data curah hujan yang digunakan relatif panjang, yaitu data sepanjang 31 tahun yang kira-kira selama waktu tiga siklus aktivitas sunspot.

Dengan menggunakan data curah hujan bulanan (372 bulan) dari tahun 1960 sampai dengan tahun 1990 yang dapat dilihat pada Gambar 3-1, dilakukan analisis spektral untuk melihat periode-periode yang signifikan. Selain itu untuk menguji sejauh mana hubungan antara curah hujan dan sunspot terlebih dahulu dilihat nilai korelasi r dan pengujian hipotesis dari kedua variabel tersebut.

Misalkan X_t adalah data curah hujan dan Y_t adalah data sunspot dengan panjang N , maka koefisien korelasi linier antara sunspot dan curah hujan adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (1)$$

dengan :

$$\bar{X} = 1/N \sum_{i=1}^N X_i ; \quad (2)$$

$$\bar{Y} = 1/N \sum_{i=1}^N Y_i$$

Pengujian hipotesisnya adalah:

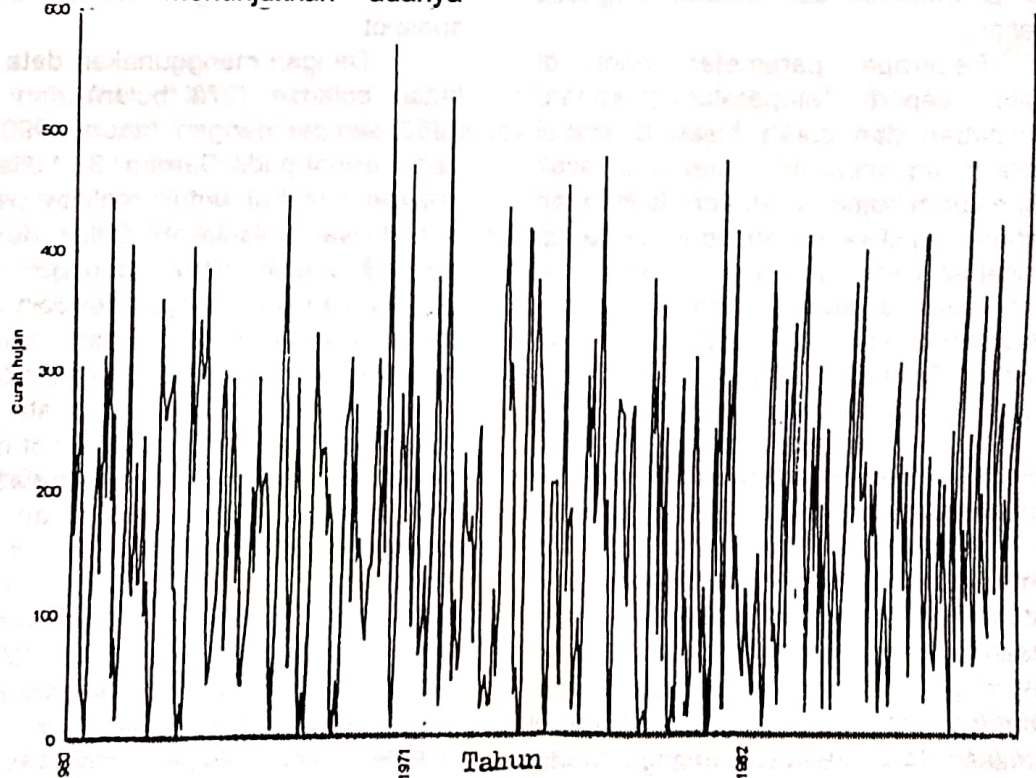
Hipotesis nol atau H_0 menunjukkan "tidak ada pengaruh sunspot terhadap iklim". Artinya, tidak ada hubungan linier antara sunspot dan curah hujan. Sedangkan H_1 menunjukkan "adanya pengaruh sunspot terhadap iklim atau adanya hubungan linier antara sunspot dan curah hujan.

Untuk membuktikan hipotesis di atas, digunakan data variasi sunspot dan curah hujan, yang ditunjukkan dengan koefisien korelasi. Pada saat nilai korelasi besar menunjukkan adanya

pengaruh sunspot terhadap curah hujan, sedangkan nilai korelasi kecil menunjukkan tidak ada pengaruh sunspot terhadap curah hujan. Pengaruh tersebut akan diuji dengan menggunakan distribusi normal Z. Dalam penggunaan distribusi normal, harus dipenuhi asumsi acak. Oleh karena itu dengan asumsi bahwa pengamatan berasal dari distribusi normal dua arah dan digunakan taraf signifikansi $\alpha = 0.05$, maka kesimpulannya adalah tolak hipotesis nol yang menyatakan tidak ada hubungan linier antara sunspot dan curah hujan. Artinya terdapat hubungan linier antara sunspot dan curah hujan.

3. PEMBAHASAN

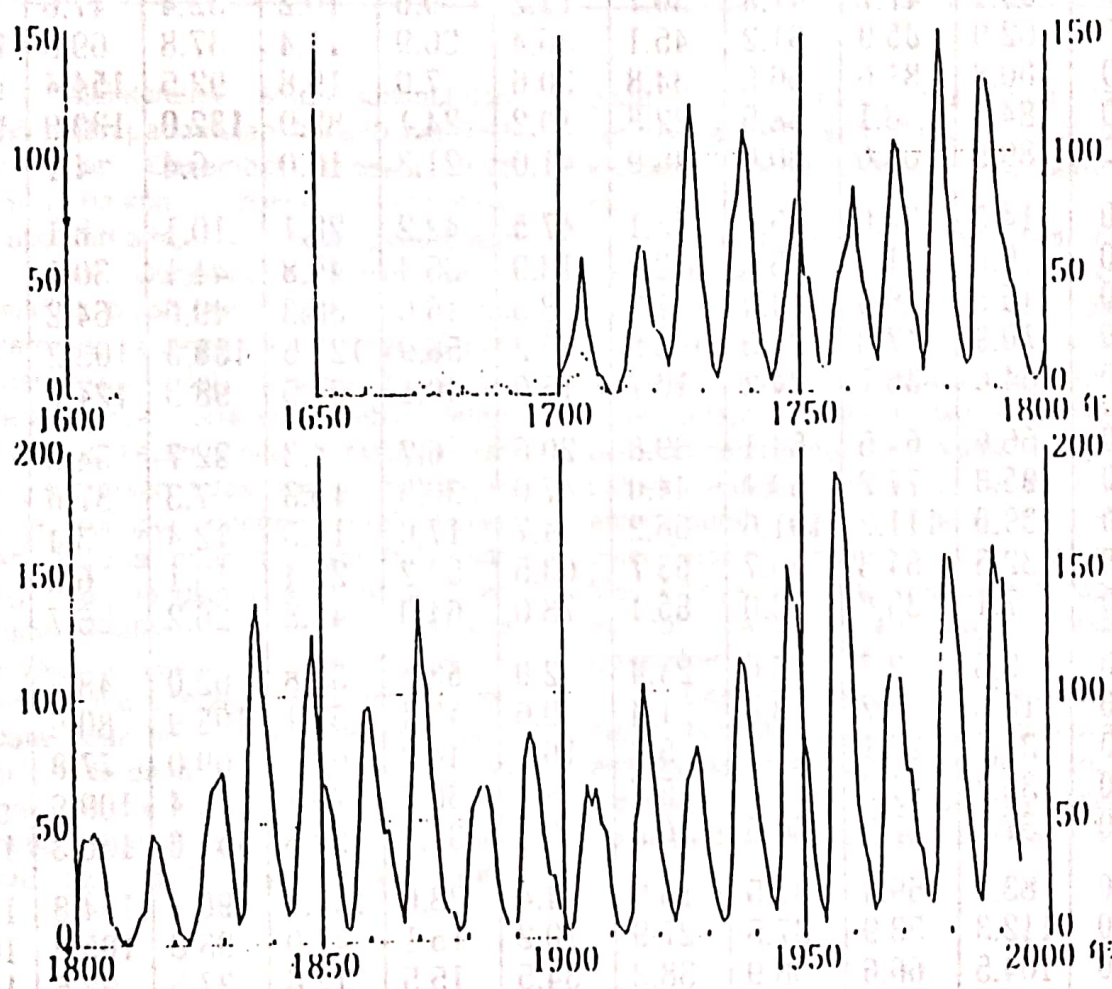
Gambar 3-1 menunjukkan grafik data curah hujan bulanan yang terlebih dahulu dilakukan perata-rataan ruang terhadap 50 stasiun curah hujan di P. Jawa sepanjang tahun 1960 sampai dengan tahun 1990.



Gambar 3-1. CURAH HUJAN BULANAN DI P. JAWA (th 1960-1990)

Tujuan perata-rataan ruang ini yaitu untuk mereduksi faktor-faktor lokal, misalnya akibat pengaruh topografi atau sirkulasi daerah pantai dan untuk melihat pola umum dari fluktuasi data curah hujan dengan tujuan korelasi linier.

Nilai sunspot rata-rata tahunan dapat dilihat pada Gambar 3-2



Gambar 3-2 NILAI SUNSPOT RATA-RATA TAHUNAN.

Sumber: National Astronomical Observatory (1995),
Rika Neupyo 1996 (Chronological Scientific Tables), Maruzen Co.

Dalam bentuk tabel, nilai sunspot rata-rata tahunan ditunjukkan pada Tabel 3-1.

Tabel 3-1 NILAI SUNSPOT RATA-RATA TAHUNAN

THN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1700	5	11	16	23	36	58	29	20	10	8
1710	3	0	0	2	11	27	47	63	60	39
1720	28	26	22	11	21	40	78	122	103	73
1730	47	35	11	5	16	34	70	81	111	101
1740	73	40	20	16	5	11	22	40	60	80.9
1750	83.4	47.7	47.8	30.7	12.2	9.6	10.2	32.4	47.6	54.0
1760	62.9	85.9	61.2	45.1	36.4	20.9	11.4	37.8	69.8	106.1
1770	100.8	81.6	66.5	34.8	30.6	7.0	19.8	92.5	154.4	125.9
1780	84.8	68.1	38.5	22.8	10.2	24.1	82.9	132.0	130.9	118.1
1790	89.9	66.6	60.0	46.9	41.0	21.3	16.0	6.4	4.1	6.8
1800	14.5	34.0	45.0	43.1	47.5	42.2	28.1	10.1	8.1	2.5
1810	0.0	1.4	5.0	12.2	13.9	35.4	45.8	41.1	30.1	23.9
1820	15.6	6.6	4.0	1.8	8.5	16.6	36.3	49.6	64.2	67.0
1830	70.9	47.8	27.5	8.5	13.2	56.9	121.5	138.3	103.2	85.7
1840	64.6	36.7	24.2	10.7	15.0	40.1	61.5	98.5	124.7	96.3
1850	66.6	64.5	54.1	39.0	20.6	6.7	4.3	22.7	54.8	93.8
1860	95.8	77.2	59.1	44.0	47.0	30.5	16.3	7.3	37.6	74.0
1870	139.0	111.2	101.6	66.2	44.7	17.0	11.3	12.4	3.4	6.0
1880	32.3	54.3	59.7	63.7	63.5	52.2	25.4	13.1	6.8	6.3
1890	7.1	35.6	73.0	85.1	78.0	64.0	41.8	26.2	26.7	12.1
1900	9.5	2.7	5.0	24.4	42.0	63.5	53.8	62.0	48.5	43.9
1910	18.6	5.7	3.6	1.4	9.6	47.4	57.1	103.9	80.6	63.6
1920	37.6	26.1	14.2	5.8	16.7	44.3	63.9	69.0	77.8	64.9
1930	35.7	21.2	11.1	5.7	8.7	36.1	79.7	114.4	109.6	88.8
1940	67.8	47.5	30.6	16.3	9.6	33.2	92.6	151.6	136.3	134.7
1950	83.9	69.4	31.5	13.9	4.4	38.0	141.7	190.2	184.8	159.0
1960	112.3	53.9	37.5	27.9	10.2	15.1	47.0	93.8	105.9	105.5
1970	104.5	66.6	68.9	38.2	34.5	15.5	12.6	27.5	92.5	155.4
1980	154.6	140.5	115.9	66.6	45.9	17.9	13.4	29.2	100.2	157.6
1990	142.6	145.7	94.3	54.6	29.9					

Sumber: National Astronomical Observatory (1995),
Rika Neupyo 1996 (Chronological Scientific Tables), Maruzen Co.

Penelitian untuk menganalisis sunspot dilakukan dengan meninjau variasi curah hujan tiap bulan dan nilai

yang tercantum pada Tabel 3-2 memperlihatkan nilai korelasi antara sunspot dan curah hujan bulanan.

Tabel 3-2. KORELASI ANTARA SUNSPOT DAN CURAH HUJAN
(th 1960-1990)

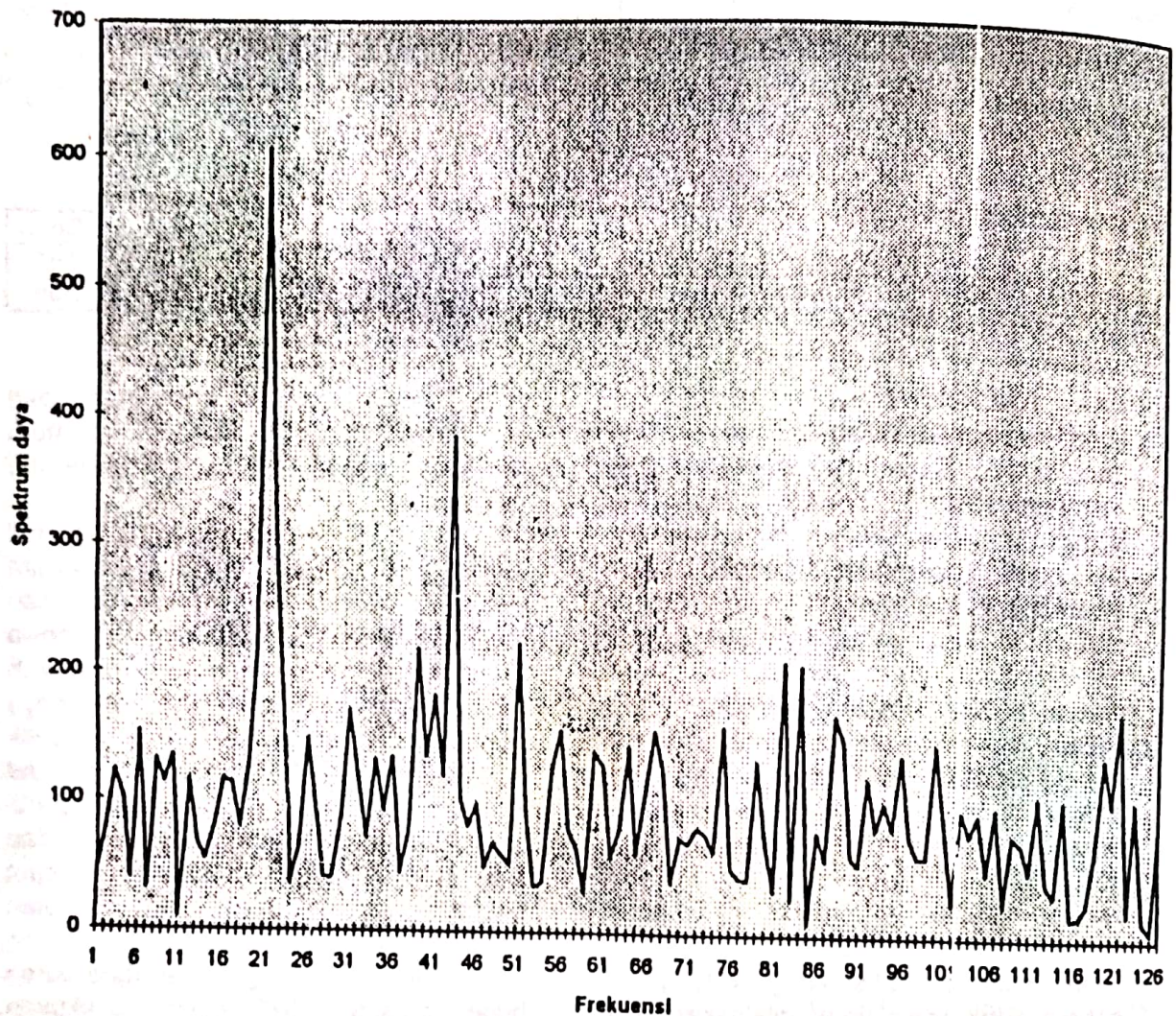
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
r	0.12	0.16	0.05	0.13	0.42	0.15	0.61	0.42	0.18	0.23	0.18	0.91
Z	0.81	0.72	0.15	0.82	2.34	0.86	3.72	2.43	1.23	1.41	0.07	5.96

Nilai korelasi r antara sunspot dan curah hujan pada bulan Juli sebesar 0.62 dan bulan Desember sebesar 0.91 memperlihatkan bahwa kontribusi sunspot terhadap curah hujan pada bulan Juli dan Desember sangat besar dibanding bulan yang lainnya. Secara matematis, kecilnya nilai r (menuju nol) menandakan tidak adanya hubungan antara kedua variabel tersebut, tetapi secara fisis kecilnya nilai r tersebut bukan mengisyaratkan tidak adanya hubungan antara sunspot dengan curah hujan, tetapi karena adanya suatu hubungan yang tidak langsung atau tidak linier, karena koefisien korelasi r tersebut menyatakan suatu hubungan dalam arti "linier" maka interaksi yang berlangsung secara tidak linier tidak dijelaskan oleh nilai r. Sedangkan untuk nilai r yang negatif (curah hujan merespon efek sunspot secara negatif) artinya keadaan curah hujan di P. Jawa menurun yaitu

pada saat sunspot maksimum dan sebaliknya pada saat sunspot minimum keadaan curah hujan cenderung meningkat.

Dengan menolak hipotesis nol bahwa tidak ada hubungan linier antara sunspot dengan curah hujan dan memperhatikan nilai Z, tampak bahwa sunspot memiliki pengaruh diseluruh bulan tetapi kontribusi dan responnya berbeda-beda untuk tiap bulan. Tampak bahwa terdapat hubungan yang kuat antara curah hujan dan sunspot pada bulan Desember kemudian bulan Juli dan Mei. Artinya, kontribusi terbesar sunspot muncul pada curah hujan bulan Desember, Juli dan Mei.

Dengan menggunakan data curah hujan bulanan (372 bulan) dilakukan analisis spektral yang bertujuan untuk meninjau periode yang signifikan. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 3-3.



Gambar 3-3 : ANALISIS SPEKTRAL CURAH HUJAN BULANAN

Berdasarkan pola spektrum pada Gambar 3-3, tampak bahwa signal menguat pada siklus 12.2 tahun 5.5 tahun dan 2.2 tahun. Siklus 12.2 tahun muncul secara kuat, dimana siklus tersebut dekat dengan siklus 11 tahun. Diduga signal tersebut dipicu oleh

sunspot yang direspons secara lambat. Dengan kata lain, efek fluktuasi sunspot terjadi secara tidak langsung, keterlambatan respons ditandai oleh periode yang sama, namun fasenya berbeda, dalam hal ini terlihat proses keterlambatannya sekitar 1.2 tahun.

Secara teoritis siklus sunspot akan muncul dalam spektrum curah hujan di P. Jawa, karena budget radiasi matahari di equator tropis menunjukkan surplus, dan otomatis pengaruh sunspot maksimum akan lebih terlihat di wilayah tropis bila dibandingkan dengan wilayah lain. Respons terkuat curah hujan terhadap efek sunspot terjadi pada bulan Juli, munculnya secara kuat efek sunspot, yang mengisyaratkan sebagai pembangkit curah hujan paling utama di bulan Juli. Curah hujan rata-rata bulan Juli (pada musim kemarau) relatif lebih tinggi pada saat sunspot maksimum dibandingkan pada saat terjadinya sunspot minimum. Kuatnya pengaruh sunspot pada bulan Juli, karena pembangkit curah hujan yang lain pada bulan-bulan tersebut lemah, seolah-olah kondisi sunspot sebagai satu-satunya pembangkit curah hujan. Tetapi, ini tidak berarti bahwa pada musim hujan sunspot tidak berperan, hanya saja faktor penyebab curah hujan yang lain juga berpengaruh. Jadi, pada bulan Juli dan Desember tersebut fluktuasi sunspot benar-benar berdampak langsung.

4. KESIMPULAN

- a. Siklus sunspot 11 tahunan dapat mempengaruhi secara tidak langsung variasi iklim, dan dapat mempengaruhi secara tidak langsung keadaan iklim.
- b. Bulan Juli dan Desember, sunspot mempengaruhi curah hujan lebih kuat

dibanding dengan bulan-bulan yang lain.

- c. Munculnya sinyal sunspot 11 tahunan pada spektrum curah hujan tidak selalu disertai dengan reaksi turun hujan secara langsung.
- d. Siklus sunspot akan mempengaruhi pola fluktuasi curah hujan dengan kontribusi yang berbeda-beda untuk setiap bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Brier, G.W., 1961; *Some Aspects of Long-Term Fluctuations in solar and Atmospheric Phenomena*, Ann.N.Y acad.Sci., 95 Art.I, New York.
- 2) Chen, C.H., 1982; *Non-Linear Maximum Entropy Spectral Analysis Methods for Signal Recognition*, Research Studies Press, John Wiley & Son New York.
- 3) Cole, H.P., 1974; *An Investigation of a Possible Relationship Between the Height of the Low-Latitude Tropopause and The Sunspot Number* J. Atmos.
- 4) Huntington, E., 1945; *Mainsprings of Civilization*, Wiley, New York.
- 5) Lamb, H. H., 1981; *Climate, Present, Past and Future* Methuen and Co, London.
- 6) Piersal, A.G, 1971 ; *Random Data Measurement Procedure*, Wiley-Inter Science, USA.