

HUBUNGAN AKTIVITAS MATAHARI DENGAN TEMPERATUR PERMUKAAN BUMI, TEKANAN UDARA, DAN CURAH HUJAN DI INDONESIA

Iyus Edi Rusnadi
Pusat Pemanfaatan Sains dan Antariksa

ABSTRACT

Solar activity played as climate control for earth. Change of climate parameters as temperature, pressure, and precipitation depend on solar activity. It seen from data analysis of 131 stations at 126 cities on Indonesian area (5,87°N-10,17°S; 95,32°E-140,72°E) during 1879-1990. The results show same periodicity between sunspot and irradiation with temperature, pressure, and precipitation. Based on the similarity of periodicity with sunspot 1 to 3 times cycles at some cities. The other of periodicity is 355 days, Pacific Decadal Oscillation (PDO), "big finger" cycles, lunar tidal, 46-50 years variation, and more than 70 years variations.

ABSTRAK

Aktivitas matahari merupakan 'kendali iklim' bagi bumi. Perubahan 'parameter iklim' seperti temperatur permukaan bumi, tekanan udara, dan curah hujan sangat bergantung kepadanya. Hal ini dapat terlihat setelah dilakukan penelitian dari 131 stasiun pengamatan di 126 kota di wilayah Indonesia (5,87°LU-10,17°LS; 95,32°BT-140,72°BT) tahun 1864-1990. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat kesamaan periodisitas antara bilangan sunspot serta irradiasi sebagai aktivitas matahari dengan temperatur permukaan bumi, tekanan udara, dan curah hujan di Indonesia. Berdasarkan hasil kesamaan periodisitas dengan sunspot bervariasi 1 hingga 3 siklus di beberapa kota. Kesamaan periodisitas lainnya yaitu adanya variasi 355 harian, ENSO, Pasific Decadal Oscilation (PDO), siklus "big finger", pasang surut bulan, variasi 46-50 tahunan, serta variasi di atas 70 tahunan.

1 PENDAHULUAN

Matahari sebagai sumber energi bumi dan sebagai penggerak cuaca antariksa memberikan kontribusi yang sangat penting terhadap kondisi atmosfer bumi terutama iklim. Dengan demikian, perubahan di matahari akan membawa perubahan pula terhadap iklim di bumi. Iklim adalah keadaan alam dalam ukuran jangka panjang yang dinyatakan dalam keadaan rata-ratanya. Suatu daerah iklim merupakan rata-rata dari pola cuaca tahunannya. Pentingnya peran matahari terhadap kehidupan di bumi membuat banyak orang melakukan berbagai penelitian terhadap matahari dan pengaruhnya pada iklim. Indonesia yang terletak di daerah maritim ekuator bumi merupakan sumber konveksi

atmosfer global yang berpengaruh terhadap iklim menjadi dasar dalam penelitian ini.

Metelka (1997) dalam tesisnya dengan menggunakan *secular time series* menemukan hubungan antara komponen siklik temperatur, tekanan udara, dan curah hujan yang memberikan petunjuk adanya perubahan sirkulasi periodik jangka panjang dengan periode rata-rata sekitar 20 hingga 30 tahun. Hal ini mengindikasikan adanya osilasi jangka panjang hubungan curah hujan-temperatur yang disebabkan perubahan sirkulasi skala besar. Analisis variasi temperatur, tekanan udara, dan indeks curah hujan di Swiss dari tahun 1700 hingga tahun 1989 yang dilakukan oleh Pudovkin dan Morozova (1997) menunjukkan adanya variasi yang bersesuaian

dengan siklus matahari 11 tahun. Periodisitas siklus matahari mendekati periodisitas parameter iklim (temperatur permukaan, tekanan, dan curah hujan). Pola variasi temporal dan spasial parameter iklim mengindikasikan adanya pengaruh aktivitas matahari, lokal atau regional, dengan waktu tunda atau tanpa waktu tunda tetapi belum ada mekanisme yang menjelaskan hubungan matahari-iklim (Djamaluddin, 2001). Brückner (1887) telah melakukan pengamatan adanya fenomena iklim pada tempat yang berbeda yang berkaitan dengan aktivitas matahari pada siklus 33-37 tahun yang disebut dengan siklus 'big finger' yaitu 'big hand' (siklus 178.8 tahun) di bagi 5.

Djamaluddin (2003) juga memaparkan mekanisme tidak langsung dari ENSO dan debu vulkanik yang menyebabkan pengaruh aktivitas matahari tidak tampak berkorelasi langsung. Siklus ENSO dihubungkan dengan pemanasan di lautan Pasifik timur, memperlemah pembentukan angin dan berubah dalam sirkulasi Walker setiap 4-7 tahun (Hoyos, 2003). Gejala ENSO dapat diketahui dari Indeks Osilasi Selatan (SOI) dan anomali suhu permukaan laut Pasifik tropik. Variasi aktivitas matahari tidak secara langsung berpengaruh pada variasi SOI tersebut. Dalam penelitian Suratno dkk. (2000) terungkap bahwa paket variasi sunspot bulanan yang menumpang pada siklus 11 tahunan menunjukkan adanya periode yang sepadan dengan variasi SOI yaitu pada periode ~3-4 tahun, ~6-8 tahun, dan periode ~30 tahun. Dalam skala waktu decade di abad 20, Minobe (1997) memperlihatkan adanya fluktuasi yang disebut *Pacific Decadal Oscillation* (PDO) yang berperan dalam menentukan variasi temperatur global dengan periodisitas 15 hingga 25 tahunan. Beberapa pengamatan terakhir diperoleh adanya periodisitas sirkulasi periodik antara 1 hingga 2 tahun dari aktivitas matahari, yaitu angin surya dan aktivitas geomagnetik. Di mana hal itu telah ditemukan oleh Mursula dan Zieger di tahun 2000.

Nicholls (1981) menunjukkan fakta bahwa lebih dari 60 tahun yang lalu fluktuasi tahunan curah hujan di Indonesia dapat diprediksi dari pengamatan anomali tekanan udara atmosfer sebelumnya. Prediksi tersebut berhubungan dengan anomali sea surface temperature (SST). Mekanisme dalil prediksi ini adalah interaksi atmosfer dan lautan adanya kecenderungan anomali yang terjadi antara keduanya. Tetapi korelasi antara temperatur dan curah hujan di Jawa pada periode ENSO sangat lemah 0,001; 0,006; dan 0,002, sedangkan pada periode pra-ENSO dan pasca-ENSO korelasi agak menguat 0,05 sampai 0,18 (Kurniati dkk., 1998).

Korelasi antara aktivitas matahari berupa sunspot dengan curah hujan memiliki harga tertinggi 0,91 dan harga terendah 0,60 menunjukkan curah hujan di daerah ekuator dipengaruhi siklus 11 tahunan sunspot, dengan kontribusi berbeda untuk setiap bulan (Kurniati, 1997). Dari hasil analisis indeks curah hujan tahun 1900-1914 dan 1985-1990 yang dilakukan Djamaluddin dkk (1996) kehadiran komet Halley 1910 dan 1986 diduga berpengaruh pada peningkatan curah hujan 1-2 bulan setelah hujan meteor yang turun ke troposfer atas menjadi inti pembentukan kristal es dan awan cirrus. Kristal es yang turun kemudian menjadi benih pembentukan awan hujan. Penyebaran awan di Indonesia berkaitan dengan aktivitas matahari periode 11 tahun, dan berkaitan dengan pasang surut bulan periode 17 tahun (Djamaluddin, 1998).

Penelitian yang dilakukan oleh Qodrita dan Hidayati (2001) dikemukakan bahwa anomali curah hujan di Indonesia 1890-1989 dipengaruhi ENSO. Pada kejadian El Nino anomali curah hujan 1,5 dan 3,5 cm/bulan terulang 25%. Pada kejadian La Nina anomali curah hujan 3,5 cm/bulan terulang 40%. Pada kejadian normal anomali curah hujan 0,5 cm/bulan terulang 40%. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan ditujukan

terhadap perubahan global lingkungan atmosfer bawah dan atas, terutama bagaimana variasi aktivitas matahari mempengaruhi lingkungan tersebut termasuk iklim di bumi. Dari banyaknya pengamatan dapat ditunjukkan adanya korelasi yang erat dengan fenomena ini, tetapi tidak ditemukan mekanisme fisis yang menjelaskan hubungan matahari dan iklim (Friis-Christensen, 1994).

Walaupun mekanismenya sampai saat ini belum difahami secara utuh, namun bukti-bukti empirik menunjukkan adanya hubungan aktivitas matahari dan iklim. Pemantauan aktivitas matahari, utamanya dipergunakan untuk kepentingan penelitian yang berkaitan dengan hubungan matahari-bumi baik lokal maupun regional.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kontribusi pengaruh perubahan aktivitas matahari terhadap curah hujan, perbedaan tekanan udara, dan perubahan temperatur permukaan di Indonesia. Bila ketergantungannya terhadap aktivitas matahari diketahui, diharapkan prediksi iklim periode panjang dapat dilakukan lebih teliti.

2 DATA DAN METODE

Data aktivitas matahari yang digunakan hingga saat ini adalah data bilangan sunspot relatif yang dinyatakan dengan R tahun 1879 hingga tahun 1990, data iradiasi matahari dinyatakan dalam satuan Watt/m² tahun 1978-1989. Data tersebut diperoleh dari Solar-Geophysical Data, yang dipublikasikan oleh National Geophysical Data Center-NOAA. Sementara itu data temperatur permukaan bumi, tekanan udara, dan curah hujan di Indonesia, telah dilakukan pengolahan data temperatur permukaan bumi dari 56 stasiun pengamatan, data tekanan udara dari 40 stasiun pengamatan, dan data curah hujan dari 126 stasiun pengamatan yang tersebar di Indonesia, mulai 5,87° LU (Sabang)-10,17° LS (Kupang) dan 95,32° BT (Sabang) - 140,72° BT (Jayapura). Data diambil berdasarkan pemilihan data

yang dilakukan oleh Djamaluddin untuk memilih cuaca di Indonesia dari data base ORNL/CDIAC NDP-041 (Vose dkk., 1992), untuk temperatur permukaan bumi diperoleh data yang lengkap dan tersedia adalah data tahun 1912-1990, data tekanan udara yang lengkap dan tersedia adalah data tahun 1931-1988, dan data curah hujan yang lengkap dan tersedia adalah data tahun 1879 - 1990. Untuk memperoleh periodisitas dari aktivitas matahari (bilangan sunspot dan irradiasi) serta parameter iklim (temperatur permukaan bumi, tekanan udara, dan curah hujan) diolah dengan menggunakan program the Weighted Wavelet Z-transform - WWZ (Foster, 1996a) versi 1 release 1 yang dikembangkan oleh The American Association of Variable Star Observers dengan menggunakan statistik yang didekati distribusi statistik F. Untuk kepentingan tersebut digunakan data yang lengkap dan panjang.

3 HASIL

Data temperatur permukaan bumi, tekanan udara, dan curah hujan yang terkumpul dapat dipisahkan berdasarkan data yang memiliki pola curah hujan yang berbeda di Indonesia. Data curah hujan yang beragam dari beberapa kota bervariasi mulai tahun 1879 hingga tahun 1990 dari yang lengkap hingga yang tidak lengkap diperoleh jenis curah hujan monsun sebanyak 68%, jenis ekuator 22%, dan jenis lokal sebanyak 10%.

Berdasarkan variasi data curah hujan di atas diambil data temperatur permukaan bumi, tekanan udara, dan curah hujan dari kota-kota yang memiliki data yang lengkap dan panjang, maka terpilih data temperatur dan curah hujan untuk kota Padang mewakili ekuator, Jakarta mewakili monsun, dan Ambon mewakili lokal. Sedangkan data tekanan terpilih kota Medan mewakili monsun, Jakarta mewakili ekuator, dan Sorong mewakili lokal. Data tersebut dihubungkan dengan aktivitas matahari berupa data sunspot tahun 1879 - 1990

dan data irradiasi matahari yang ada untuk tahun 1978 - 1989. Setelah dilakukan pengolahan data dengan WWZ diperoleh hasil seperti terlihat pada Tabel 3-1 dan Gambar 3-1 sampai dengan Gambar 3-11. Dan ternyata hasilnya terdapat kesamaan periodisitas antara temperatur permukaan bumi, tekanan udara, dan curah hujan di Indonesia.

Periodisitas yang kurang dari 1 tahun dan seterusnya adalah periodisitas yang berkaitan adanya variasi 355 harian dan lain-lain seperti yang tercantum pada Tabel 3-2 dari klaim beberapa peneliti untuk siklus aktivitas matahari kaitannya dengan iklim dan hasil yang diperoleh di Tabel 3-3.

Tabel 3-1: PERIODISITAS PARAMETER IKLIM YANG TERJADI DI BEBERAPA KOTA DI INDONESIA

Parameter iklim	Nama kota	Periodisitas (tahun)						
		1.6	2.72	16.18	20.96	48.99	50	71.68
Temperatur	Padang	1.6	2.72	16.18	20.96	48.99	50	71.68
	Jakarta	0.99	1.42	2.69	11.15	18.6	46.3	
	Ambon	0.99	2.18	5.56	13.27	22.12		
Tekanan	Medan	0.99	4.07	10.71	41.32			
	Jakarta	5.6	16.6					
	Sorong	0.99	3.4	9.09	16.12			
Curah hujan	Padang	0.81	1.44	2.5	4.46	6.26	23.98	
	Jakarta	0.92	1.9	5	13.46	33.11		
	Ambon	1.38	3.61	6.92	16.61	34	48	

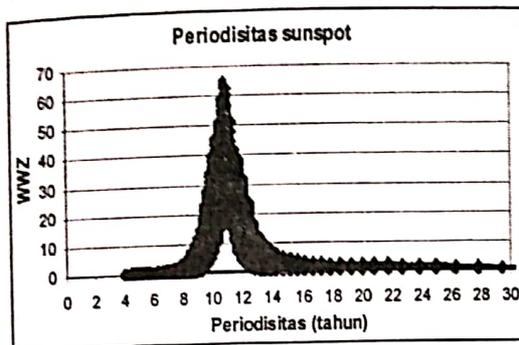
Tabel 3-2: BEBERAPA SIKLUS YANG BERHUBUNGAN DENGAN MATAHARI-IKLIM (DARI HOYT & SCHATTEN, 1997)

Panjang siklus	Parameter	Pengklaime, tahun
6,6456 harian	Temperatur	Abbot, 1947
6-7 harian	Temperatur	Clayton, 1894
7 harian	Curah hujan	Abbot, 1939
25 harian	Temperatur/tekanan	Asakura, 1954
27 harian	Beberapa parameter	Beberapa peneliti
5 bulanan	Temperatur	Takahashi, 1954
9 bulanan	Sebagian	Clough, 1936
355 harian	Cyclogenesis	Berkes, 1954
3 tahunan	Siklus Pasifik	Berlage, 1934
3,2 tahunan	Iklim	Goschl, 1928
5,25 tahunan	Iklim	De Boer, 1938
5,6 tahunan	Iklim	Polli, 1950
7 tahunan	Siklus Pasifik	Berlage, 1934
8 tahunan	Frekuensi petir	Aniol, 1952
18,6 tahunan	Pasang surut bulan	
46 tahunan	Iklim	Abbot, 1937
50 tahunan		Bradley, 1929

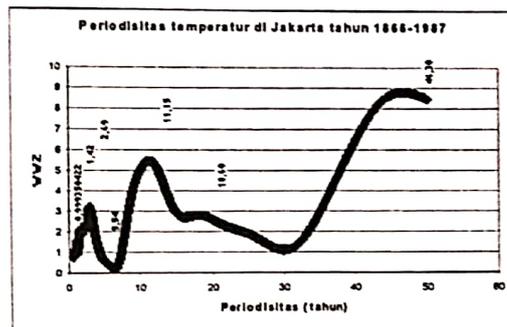
Sumber : Hoyt, D.V. & Schatten, K.H., 1997

Tabel 3-3: KARAKTERISTIK PERIODISITAS TEMPERATUR, TEKANAN, DAN CURAH HUJAN DI INDONESIA

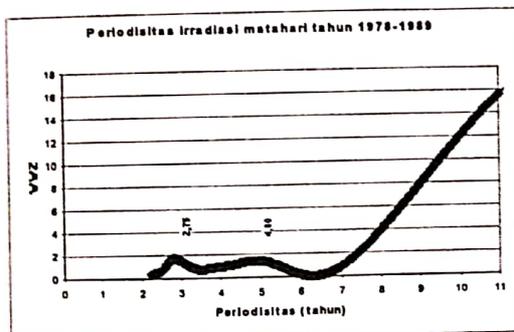
Tipe	Unsur iklim	~1 thn	1-2 thn	QBO	ENSO	Sunspot	Lainnya
Monsoon	Temperatur	v	v	v		v	v
	Tekanan				v		v
	Curah hujan	v	v	v		v	v
Ekuator	Temperatur		v	v		v	v
	Tekanan	v			v	v	v
	Curah hujan	v	v	v	v		
Lokal	Temperatur	v		v	v	v	v
	Tekanan	v			v	v	v
	Curah hujan		v	v	v		v



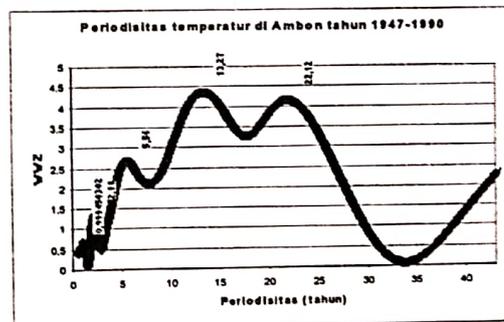
Gambar 3-1: Periodisitas sunspot dengan rentang 8-14 tahun dari tahun 1879-1990



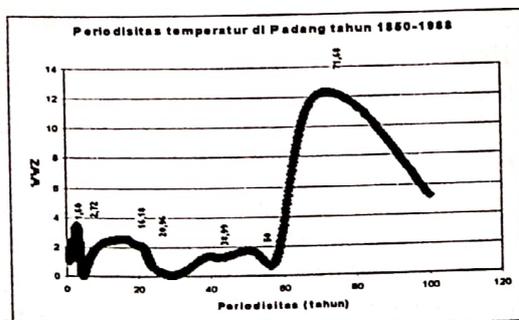
Gambar 3-4: Periodisitas temperatur permukaan di Jakarta tahun 1866 - 1987



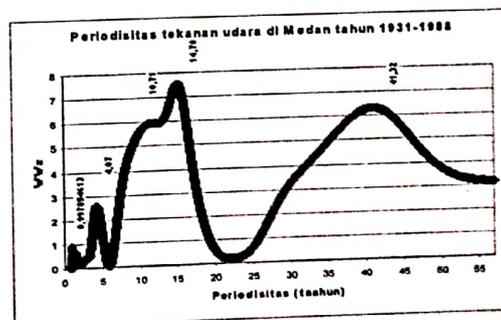
Gambar 3-2: Periodisitas irradiansi matahari tahun 1978 - 1989



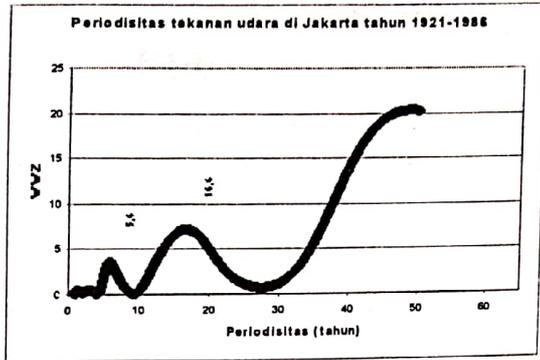
Gambar 3-5: Periodisitas temperatur permukaan di Padang tahun 1947 - 1990



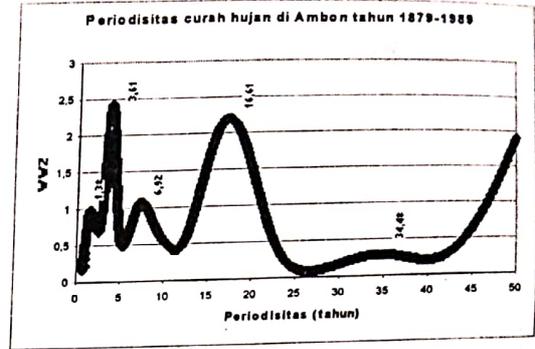
Gambar 3-3: Periodisitas temperatur permukaan di Padang tahun 1850 - 1988



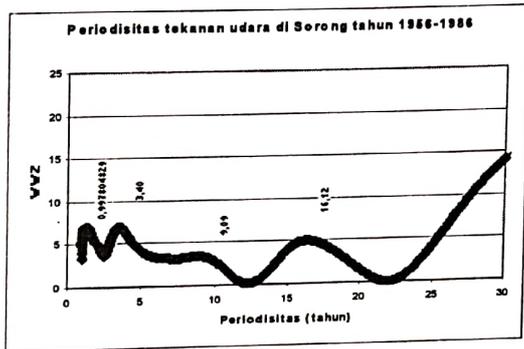
Gambar 3-6: Periodisitas tekanan udara permukaan di Medan tahun 1931-1988



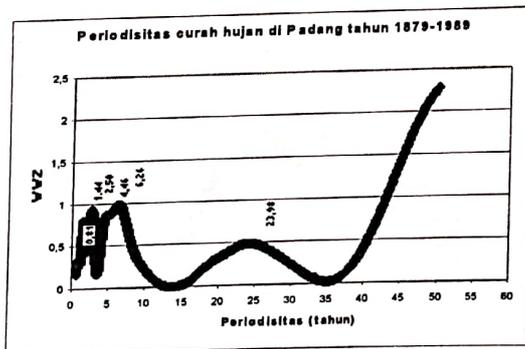
Gambar 3-7: Periodisitas tekanan udara permukaan di Jakarta tahun 1921-1986



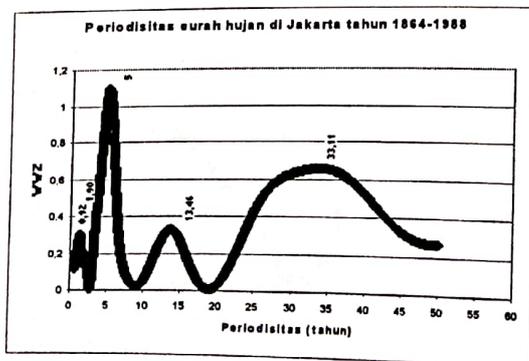
Gambar 3-11: Periodisitas curah hujan di Ambon tahun 1879-1989



Gambar 3-8: Periodisitas tekanan udara permukaan di Sorong tahun 1956-1986



Gambar 3-9: Periodisitas curah hujan di Padang tahun 1879-1989



Gambar 3-10: Periodisitas curah hujan di Jakarta tahun 1864-1989

4 PEMBAHASAN

Aktivitas matahari memiliki periodisitas yang beragam bergantung pada materi yang dikeluarkannya. Fluktuasi yang beragam tersebut mengakibatkan pengaruh yang berbeda pula di Bumi. Indonesia yang berada di garis katulistiwa dan terletak pada pelintasan yang dilalui oleh matahari menyebabkan daya pancar matahari lebih banyak diserap oleh daerah-daerah di wilayah Indonesia. Perbedaan daerah di Indonesia yang terdiri dari daratan dan lautan berakibat pada adanya perbedaan periodisitas pengaruh yang ditimbulkannya. Bumi mengelilingi matahari selama 1 tahun menyebabkan adanya periodisitas tahunan pula. Selain itu faktor panjang atau pendeknya data yang ada dan tersedia mempengaruhi periodisitas yang dapat dihasilkan oleh WWZ, sehingga temperatur kota Padang dari tahun 1850-1988 (138 tahun) berbeda dengan temperatur kota Jakarta tahun 1866-1987 (121 tahun) atau temperatur kota Ambon tahun 1947-1990 (43 tahun). Demikian pula halnya tekanan udara di Medan tahun 1931-1988 (57 tahun) berbeda dengan tekanan udara di Jakarta tahun 1921-1986 (65 tahun) dan tekanan udara di Sorong tahun 1956-1986 (30 tahun). Juga periodisitas curah hujan di Padang tahun 1879-1989 (110 tahun) berbeda dengan curah hujan di Jakarta tahun 1864-1989 (125 tahun) serta curah hujan di Ambon tahun 1879-1989 (110

tahun). Lihat Gambar 3-1 sampai dengan Gambar 3-11 dan lihat pula perbedaan periodisitasnya pada Tabel 3-1. Perbedaan periodisitas curah hujan di Padang dan di Ambon disebabkan oleh perbedaan pola curah hujan yang terdapat di wilayah Indonesia.

Pengolahan data dengan WWZ didasarkan pada data bulanan dalam satu tahun, sehingga periodisitas yang dihasilkan adalah dalam satuan tahun atau minimal $1/12$ tahun = 0,08 tahun. Akan tetapi periodisitas yang dihasilkan seperti terlihat pada Tabel 3-1 adalah minimal 0,81 hingga 0,99 tahun atau jika dikaitkan dengan hasil penelitian sebelumnya seperti terlihat pada Tabel 3-2, maka periodisitasnya ~ 1 tahun = 355 hari yang disebut cyclogenesis yang dikemukakan oleh Berkes (1954). Selanjutnya adalah periodisitas 18,6 tahun berkaitan dengan adanya pasang surut bulan dan periodisitas 46,3 tahun yang berkaitan dengan pengaruh iklim seperti yang telah dikemukakan Abbot pada tahun 1937.

Secara keseluruhan periodisitas parameter iklim di Indonesia (temperatur permukaan bumi, tekanan udara, dan curah hujan) dapat dibedakan sebagai berikut : Pertama, periodisitas ~ 1 tahun baik pada temperatur udara permukaan, tekanan udara maupun curah hujan dinamakan periodisitas 355 harian. Kedua, periodisitas dengan angka 1-2 tahun disebabkan oleh adanya solar wind dan aktivitas geomagnetik. Ketiga, berdasarkan Tabel 3-1 dan Gambar 3-2 periodisitas 2- ~ 3 tahun diduga kuat karena adanya irradiasi matahari, Keempat, periodisitas ~ 3 - ~ 8 tahun berdasarkan Tabel 3-2 diduga berkaitan dengan adanya variabilitas iklim atau siklus Pasifik. Kelima periodisitas 9-14 tahun dan 20-22 tahun karena adanya siklus sunspot minimum-maksimum dan Hale Double Sunspot (Hoyt dan Kenneth, 1997). Periodisitas 15-25 tahun karena adanya Pasific Decadal Oscillation (PDO) dari Landscheidt, (2001). Keenam

periodisitas 18.6 tahun karena adanya pasang surut bulan (Hoyt dan Kenneth, 1997). Ketujuh periodisitas 33-37 tahun karena adanya siklus 'big finger' yaitu siklus 'big hand' 178,8 tahun (hasil *running* variansi 9 tahun momentum *angular* orbit tahun 730-1075) yang menghasilkan 5 buah bentuk yang simetri seperti jari-jari, dibagi 5 menjadi 35,76 tahun Landscheidt, (1998). Untuk periodisitas 48-50 tahun dan lebih dari 70 tahun (periode Gleissberg) belum diketahui secara pasti karena belum lengkap referensi yang digunakan.

5 KESIMPULAN

Perubahan iklim di bumi berkaitan erat hubungannya dengan aktivitas matahari. Berdasarkan data temperatur permukaan, tekanan udara, dan curah hujan dari 131 stasiun pengamatan di 126 kota yang berada di wilayah Indonesia ($5,87^{\circ}\text{LU}$ - $10,17^{\circ}\text{LS}$; $95,32^{\circ}\text{BT}$ - $140,72^{\circ}\text{BT}$) tahun 1864-1990, dapat disimpulkan bahwa ada indikasi aktivitas matahari (irradiasi matahari dan bilangan sunspot) berpengaruh pada parameter iklim tersebut. Periodisitas irradiasi matahari hanya terdapat kesamaannya dengan periodisitas temperatur permukaan di kota-kota Indonesia. Sedangkan tekanan udara dan curah hujan sangat dominan dipengaruhi oleh keadaan setempat. Namun demikian dari penelitian dapat diperoleh bahwa aktivitas matahari lainnya (sunspot) dengan periodisitas bervariasi 1 hingga 3 siklus, sedangkan kesamaan periodisitas lainnya yaitu adanya variasi 355 harian, ENSO, Pasific Decadal Oscillation (PDO), Cyclogenesis yang dikemukakan oleh Berkes pada tahun 1954. Selanjutnya adalah periodisitas 18,6 tahun berkaitan dengan adanya pasang surut bulan dan periodisitas 46,3 tahun yang berkaitan dengan pengaruh iklim seperti yang telah dikemukakan Abbot pada tahun 1937, siklus "big finger", pasang surut bulan, variasi 48-50 tahunan, serta adanya periode lebih dari 70 tahun.

DAFTAR RUJUKAN

- Brückner, E.; 1890. *Klimaschwankungen seit 1700*. Geographische Abhandlungen 14, hlm. 325.
- Djamaluddin, T.; Suryantoro, A.; dan Suaydhi, 1996. *Pengaruh Mikro-meteorid dari Komet pada Pembentukan Awan dan Curah Hujan*, Majalah LAPAN No. 77 Tahun XX April 1996, hlm. 37-43.
- Djamaluddin, T., 1998. *Efek Pasang Surut Bulan dan Aktivitas Matahari pada Penyebaran Awan di Indonesia*, Majalah LAPAN No. 85 Tahun XXII April 1998, hlm. 62-67.
- Djamaluddin, T., 2001. *Bukti-bukti Empirik Pengaruh Aktivitas Matahari pada Iklim*, Warta LAPAN Vol.3, No.3, hlm. 127-139.
- Djamaluddin, 2003. *Solar Activity Influence on Climate in Indonesia*, ISCS Symposium di Trantanska Lomnica, Rep. Slovakia 23-28 Juni 2003.
- Foster, G, 1996. *Wavelets For Period Analysis of Unevenly Sampled Time Series*, The Astronomical Journal Vol. 112 No. 4, hlm. 1709-1729.
- Friis-Christensen, E dan Lassen, K., 1994. *Global Temperature Variations and A Possible Association with Solar Activity Variations*, COSPAR Colloquia Series Vol. 5, hlm. 529-536.
- Hoyos, C, 2003. *Phase Locking between The Seasonal and the ENSO cycles*, School of Earth and Atmospheric Sciences, Georgia Institute of Technology, Atlanta, <http://www.nbi.dk/ChaosBook/projects/Hoyos/Hoyos.pdf>
- Hoyt, D.V. & Schatten, K.H., 1997. *The Role of the Sun in Climate Change*, Oxford University Press, hlm. 167-168.
- Kunjaya, C, 2003. *Letupan Korona Matahari Pengaruhi Atmosfer Bumi*, <http://www.kompas.com/kompas-cetak/030711/inspirasi/423099.htm>
- Kurniati, T., 1997. *Pengaruh Sunspot terhadap Iklim dengan Pengujian Hipotesis*, Warta LAPAN No. 51 Tahun XXI April 1997, hlm. 10-17
- Kurniati dkk, 1998. *Hubungan Temperatur dan Curah Hujan di Pulau Jawa pada Periode ENSO*, Warta LAPAN No. 57 Tahun XXII Oktober 1998, hlm. 32-36.
- Landscheidt, T., 1998. *SOLAR ACTIVITY: A Dominant Factor in Climate Dynamics*, Schroeter Institute for Research in Cycles of Solar Activity, Nova Scotia, Canada, <http://www.microtech.com.au/daily/solar/solar.html>.
- Landscheidt, T., 2001. *Trends in Pacific Decadal Oscillation*, Schroeter Institute for Research in Cycles of Solar Activity, 11227 Cabot Trail, Belle Côte, Nova Scotia B0E 1C0, Canada, <http://www.microtech.com.au/daily/solar/pdo.html>
- Metelka, L., 1997. *Analysis of Secular Time Series of Climatological Characteristics*, Autoreport on Doctoral Thesis Departement of Meteorology and Environment Protection, Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, Prague, Praha, Czeckolovakia, <http://www.chmi.cz/poboc/HK/OK/PUBLIKACE/DISERT/disert.htm>.
- Minobe, S., 1997. *A 50 - 70 year climate oscillation over the North Pacific and North America*. Geophys. Res. Lett. 24, hlm. 683-686.
- Nicholls, N., December 1981. *Air-Sea Interaction and the Possibility of Long-Range Weather Prediction in Indonesian Archipelago*, Australian Numerical Meteorology Research Centre, Melbourne, Victoria, Australia, hlm. 2435-2443.
- Pudovkin, M.I. dan Morozova, A.L., 1997. *Solar Activity and Variation of the Temperature and Precipitation Indices in the Switzerland from 1525 to the 1989*, dalam Proceeding of the Conference Consecrated to the Memory of M.N. Gnevyshev and A.I. Ohl, St-Petersburg, Russia, hlm. 205-210.
- Qodrita, L.A. dan Hidayati R., 2001. *Dampak Peristiwa ENSO terhadap*

Anomali Curah Hujan di Wilayah Indonesia selama Periode 1890-1989, Majalah LAPAN Vol. 3 No. 2 Juni 2001, hlm. 62-68.

Suratno, M.A. Ratag, Suaydhi, 2000. *Keterkaitan Antara Aktiivitas Matahari Dan Gejala ENSO*, Majalah LAPAN Vol. 2 No. 1 Januari-Maret 2000, hlm. 42.

Topics 11/12 : Shorterm Climate Change
<http://earth.usc.edu/~slund/systems/topic11&12.html>.

Uose, R.S., Schmoyer, R.L., Steurer, P.M., Peterson, T.C., Hein, R., Karl, T.L., Eischeild, J.K., 1992. *The Global Historical Climatology Network: Long-Term Monthly Temperature, Precipitation, Sea Level Pressure, and Station Pressure Data*, ORNL/CDIAC-53, NDP-041.