

PENGELOMPOKKAN POLA CURAH HUJAN YANG TERJADI DI BEBERAPA KAWASAN P. SUMATERA BERBASIS HASIL ANALISIS TEKNIK SPEKTRAL

Eddy Hermawan

Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim
Lembaga Penerbangan dan Antariksa (LAPAN)
E-mail : eddy_lapan@yahoo.com

ABSTRAK

Makalah ini berisi informasi tentang pentingnya pengelompokkan pola curah hujan yang terjadi di beberapa stasiun penakar curah hujan yang tersebar di P. Sumatera. Hal ini penting dilakukan mengingat kawasan P. Sumatera, umumnya didominasi oleh pola curah hujan Monsunal dengan osilasi dominan sekitar satu tahunan yang dikenal dengan istilah AO (Annual Oscillation). Dengan metode/teknik analisis spektral, maka akan dianalisis apakah benar hampir semua kawasan di Sumatera berpola curah hujan seperti itu. Hasil analisis terhadap tiga puluh tiga stasiun penakar curah hujan yang tersebar di Sumatera Barat selama kurang lebih tujuh tahun pengamatan periode Januari 1986 hingga Desember 1992 menunjukkan bahwa diantara tiga puluh tiga stasiun tersebut, memang benar dua puluh empat diantaranya menunjukkan osilasi satu tahunan (AO). Hal serupa, juga dialami oleh sebagian besar stasiun penakar curah hujan yang tersebar di Sumatera bagian selatan, khususnya kota Palembang. Namun, ada juga beberapa kawasan di Sumatera Barat khususnya yang justru menunjukkan osilasi setengah tahunan yang dikenal dengan istilah SAO (Semi Annual Oscillation). Penjelasan lebih lanjut tentang apa itu osilasi AO dan SAO, termasuk penjelasan tentang metode/teknik spektral yang digunakan, yakni FFT (Fast Fourier Transform) kami bahas secara detail dalam full makalah ini.

Kata kunci : teknik spektral, pola curah hujan, AO, dan SAO

ABSTRACT

This paper contains an information about the importance of grouping patterns of rainfall which occurred at several measuring stations that scattered at Sumatera Island. This is important considering the area of Sumatera Island, generally dominated by monsoonal rainfall pattern with about a dominant annual oscillation known as AO (Annual Oscillation). With the methods/techniques of spectral analysis, it will be analyzed whether it was true almost all the regions in Sumatra, the rainfall pattern like that. The results on the thirty-three measuring stations scattered in Western Sumatera for approximately seven years of observation period January 1986 to December 1992 showed that among the thirty-three stations, it was true, the twenty-four of them showed an annual oscillation (AO). Similarly, also experienced by most of the rainfall stations that scattered in Southern Sumatra, especially at Palembang city. However, there are also several areas in the Western Sumatera, they show semiannual oscillation known as the SAO (Semi-Annual Oscillation). Further explanation about what it is oscillating AO and SAO, including an explanation of the spectral analysis methods/ techniques that we used spectral, that is FFT (Fast Fourier Transform), we discuss in detail in this full paper.

Key words : spectral technique, rainfall pattern, AO, and SAO

Naskah masuk : 21 September 2010

Naskah diterima : 10 November 2010

I. PENDAHULUAN

Salah satu indikasi kuat dikenalnya Indonesia sebagai satu-satunya kawasan unik di daerah ekuator sebagai Benua Maritim Indonesia (BMI) adalah adanya keragaman curah hujan yang cukup besar yang terjadi di beberapa kawasan di Indonesia, khususnya yang terjadi di P. Sumatera. Selain mendapat pengaruh dari sirkulasi udara pada skala global maupun regional, pembentukan awan dan hujan di Indonesia juga dipengaruhi oleh kondisi lokal, seperti topografi dan suhu permukaan laut di perairan Indonesia¹⁾.

Pulau Sumatera secara keseluruhan juga memiliki karakteristik iklim yang khas secara regional maupun lokal. Wilayahnya memiliki barisan pegunungan yang membujur dari utara sampai selatan, dikelilingi oleh lautan yang terdiri dari Samudera Hindia, Laut Jawa, Selat Malaka, Selat Karimata, dan dekat dengan Laut Cina Selatan. Hal ini menyebabkan proses pembentukan awan dan hujan di P. Sumatera mendapat pengaruh dari kondisi alam tersebut selain pengaruh dari pergerakan posisi semu matahari terhadap bumi dan sirkulasi global seperti dikemukakan Hermawan²⁾.

Karakteristik iklim, khususnya perilaku curah hujan di P. Sumatera dapat dianalisis secara akurat berdasarkan data iklim dari stasiun meteorologi. Namun untuk analisis spasial, hal ini sangat ditentukan oleh kerapatan jaringan penakar hujan. Untuk daerah-daerah dengan jaringan penakar hujan yang cukup rapat dan merata seperti di P. Jawa hal tersebut tidak menjadi masalah. Namun untuk wilayah-wilayah seperti Sumatera, kerapatan jaringan penakar hujan tidak sama untuk seluruh propinsi dan juga tidak sebanyak jaringan yang ada di P. Jawa.

Disini terlihat bahwa Indonesia merupakan satu kawasan daerah tropis yang unik dimana dinamika atmosfernya dipengaruhi oleh kehadiran angin pasat, aliran angin monsun, iklim *marine* dan pengaruh berbagai kondisi lokal. Cuaca dan iklim di Indonesia mempunyai karakteristik khusus yang hingga kini mekanisme proses pembentukannya belum banyak diketahui.

Iklim dapat didefinisikan sebagai ukuran statistik cuaca untuk jangka waktu tertentu dan cuaca menyatakan status atmosfer pada sembarang waktu tertentu. Dua unsur utama iklim adalah suhu dan curah hujan. Indonesia sebagai daerah tropis ekuatorial mempunyai variasi suhu yang kecil, sementara variasi curah hujannya cukup besar. Oleh karena itu curah hujan merupakan unsur iklim yang paling sering diamati dibandingkan dengan suhu.

Secara umum curah hujan di wilayah Indonesia didominasi oleh adanya pengaruh beberapa fenomena, antara lain sistem Monsun Asia-Australia, El-Nino, sirkulasi Timur-Barat (*Walker Circulation*) dan Utara-Selatan (*Hadley Circulation*) serta beberapa sirkulasi karena pengaruh lokal seperti dijelaskan Bannu³⁾.

Variabilitas curah hujan di Indonesia sangatlah kompleks dan merupakan suatu bagian “chaotic” dari variabilitas monsun (*lihat Ferranti, dalam Aldrian dan Susanto*⁴⁾). Monsun dan pergerakan ITCZ (Intertropical Convergence Zone) berkaitan dengan variasi curah hujan tahunan dan semi-tahunan di Indonesia (*lihat Aldrian dan Susanto*⁴⁾), sedangkan fenomena El-Nino dan Dipole Mode berkaitan dengan variasi curah hujan antar-tahunan di Indonesia.

Pada makalah ini kami ingin menunjukkan tentang aplikasi/penggunaan metode/teknik analisis spektral, khususnya FFT (*Fast Fourier Transform*) untuk mengetahui pola osilasi dominan yang terjadi terhadap curah hujan yang tersebar di beberapa stasiun yang ada di P. Sumatera.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Sirkulasi Umum Atmosfer dan Monsun di Indonesia

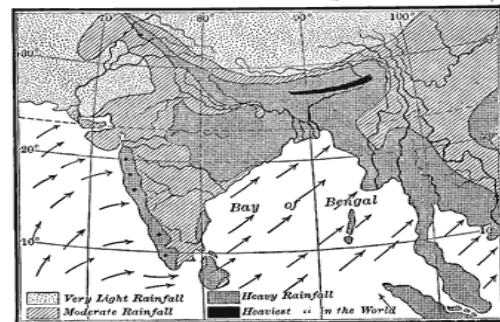
Benua Maritim Indonesia (BMI) merupakan wilayah yang unik di kawasan ekuatoria. Ramage⁵⁾ menyebutkan bahwa wilayah Indonesia melepaskan banyak panas laten dan sebagai wilayah sumber bagi pembentukan sirkulasi Walker tropis bersamaan dengan sirkulasi Hadley.

Sirkulasi Walker merupakan pertemuan sirkulasi atmosfer zonal. Pada saat kondisi normal sirkulasi ini memusat di

sekitar wilayah Indonesia seperti dikemukakan Tjasyono⁶⁾. Sirkulasi atmosfer meridional terdiri atas dua sel, yaitu sel pada daerah antara ekuator dan lintang sekitar 30° Lintang Utara atau Selatan disebut Sirkulasi Hadley dan satu sel tak langsung (indirect cel) pada lintang tinggi. Konvergensi sirkulasi Hadley yang menjadi monsun dari kedua belahan bumi utara dan selatan menyebabkan hujan lebat di Indonesia.

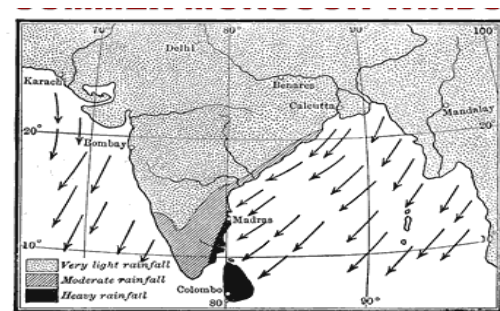
Monsun merupakan angin atau sistem sirkulasi udara yang berbalik arah secara musiman yang disebabkan oleh perbedaan sifat termal antara benua dan lautan. Sirkulasi monsun yang paling luas di dunia adalah terjadi di wilayah tropis Asia. Khrisnamurti⁷⁾ menyatakan bahwa monsun Asia membentuk sirkulasi subsistem yang besar pada sirkulasi umum di atmosfer global. Monsun ini mengatur iklim di bagian Benua India yang menghasilkan adanya musim hangat basah dan musim dingin kering (*lihat Holton dalam Berlina*¹⁾).

Wilayah Indonesia sering dikaitkan dengan iklim Monsun karena terletak antara dua benua, Asia dan Australia, dan diantara dua lautan, Pasifik dan India. Oleh karena itu curah hujan di Indonesia dipengaruhi oleh Monsun yang digerakkan oleh adanya sel tekanan tinggi dan sel tekanan rendah di benua Asia dan Australia secara bergantian. Pada bulan-bulan Desember, Januari dan Februari (DJF) pergerakan semu matahari berada 23.5° di Belahan Bumi Selatan (BBS), sehingga bertiup angin dari Utara menuju Selatan yang lebih dikenal dengan Monsun Barat. Enam bulan kemudian, tepatnya pada bulan-bulan Juni, Juli dan Agustus (JJA) berlaku sebaliknya, terjadi pergerakan massa udara dari Selatan menuju Utara yang lebih dikenal dengan Monsun Timur, sedangkan pada bulan-bulan lainnya diistilahkan dengan musim peralihan sebagaimana dijelaskan oleh Prawirowardoyo⁸⁾. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini.



SUMMER MONSOON WINDS

Gambar 2-1a: Pola Monsun Timur yang terjadi di saat Matahari berada di Belahan Bumi Utara (BBU) (Summer Monsoon)



WINTER MONSOON WINDS

Gambar 2-1b: Sama dengan Gambar 2-1a, tetapi pada saat Matahari berada di Belahan Bumi Selatan (BBS) (Monsoon Barat)⁸⁾.

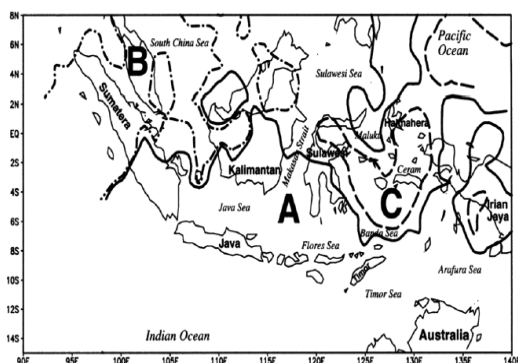
2.2. Curah Hujan di Indonesia

Variabilitas iklim tahunan dan antar-tahunan di Indonesia cukup unik karena tidak sama untuk semua daerah dan berpengaruh pada pola cuaca dan curah hujannya (Haylock and McBride dalam Aldrian⁴⁾). Sementara Tjasyono⁶⁾ menjelaskan bahwa pola monsun, ITCZ (*Inter Tropical Convergence Zone*) dan konveksi troposfer (MJO) ialah beberapa pola cuaca yang kerap mewarnai dinamika daerah beriklim tropis khususnya Indonesia. Selain itu dengan interaksi daratan dan lautan serta topografi wilayah dalam skala lokal maka kajian iklim regional di berbagai daerah di Indonesia merupakan suatu proses awal untuk memahami pengaruh dari pola-pola cuaca tersebut baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Berbagai parameter cuaca yang diawali oleh radiasi matahari diteruskan dengan fluktuasi suhu sehingga mengakibatkan perbedaan tekanan diberbagai tempat menjadi pemicu pergerakan massa udara yang mengandung uap air dari siklus hidrologi, untuk kemudian mengalami proses-proses termodinamik sehingga dapat menjadi awan dan selanjutnya turun ke permukaan bumi sebagai hujan. Secara statistik curah hujan di wilayah beriklim tropis seperti Indonesia merupakan salah satu parameter yang dapat menggambarkan kondisi cuaca secara umum baik jangka pendek maupun jangka panjang.

2.3. Pola Curah Hujan

Menurut Tjasyono⁶⁾, Indonesia secara umum dapat dibagi menjadi 3 pola iklim utama dengan melihat pola curah hujan selama setahun. Hal ini didukung oleh Aldrian dan Susanto⁴⁾ yang telah mengklasifikasi iklim Indonesia sebagai berikut:



Gambar 2-3: Tiga wilayah iklim Indonesia. Wilayah A (monsun) garis hitam, Wilayah B (ekuatorial) garis dan titik, Wilayah C (lokal) garis putus-putus. (Aldrian dan Susanto⁴⁾).

2.3.1. Curah Hujan Pola Monsunal

Pola ini monsun dicirikan oleh tipe curah hujan yang bersifat unimodial (satu puncak musim hujan) dimana pada bulan Juni, Juli dan Agustus terjadi musim kering, sedangkan untuk bulan Desember, Januari dan Februari merupakan bulan basah. Sedangkan enam bulan sisanya merupakan periode peralihan atau pancaroba (tiga bulan

peralihan musim kemarau ke musim hujan dan tiga bulan peralihan musim hujan ke musim kemarau). Daerah yang didominasi oleh pola monsun ini berada didaerah Sumatra bagian Selatan, Kalimantan Tengah dan Selatan, Jawa, Bali, Nusa Tenggara dan sebagian Papua.

2.3.2. Curah Hujan Pola Ekuatorial

Pola ekuatorial dicirikan oleh tipe curah hujan dengan bentuk bimodial (dua puncak hujan) yang biasanya terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober atau pada saat terjadi ekinoks. Daerahnya meliputi pulau Sumatra bagian tengah dan Utara serta pulau Kalimantan bagian Utara.

2.3.3. Curah Hujan Pola Lokal

Pola lokal dicirikan oleh bentuk pola hujan unimodial (satu puncak hujan), tetapi bentuknya berlawanan dengan tipe hujan monsun. Daerahnya hanya meliputi daerah Maluku, Sulawesi dan sebagian Papua.

III. Data dan Metode Analisis

3.1. Data

Adapun data yang kami gunakan dalam makalah ini meliputi data curah hujan bulanan observasi bulanan yang meliputi 33 stasiun pengamatan yang tersebar di Sumatera Barat selama kurang lebih tujuh tahun pengamatan (Januari 1986 hingga Desember 1992).

3.2. Metode Analisis

Adapun metode yang digunakan dalam kajian ini menggunakan analisis Fast Fourier Transform (FFT). Analisis Spektral merupakan suatu metode untuk melakukan transformasi dari domain waktu ke domain frekuensi, sehingga kita dapat melihat pola periodiknya, untuk kemudian dapat ditentukan jenis dari pola cuaca yang terlibat.

Keberadaan pola osilasi pada suatu deret waktu dapat dilihat dari unsur-unsur periodik yang terkandung didalamnya. Analisa spektral adalah suatu cara yang umumnya digunakan untuk melihat adanya suatu periodisitas yang mungkin tersembunyi dalam data deret waktu tersebut. Dalam

analisa spektral dilakukan suatu transformasi dari domain waktu ke domain frekuensi dimana pola osilasi akan terlihat sebagai puncak (peak) energi spektral pada frekuensi tertentu.

Salah satu metoda analisis spektral yang umum digunakan adalah FFT (*Fast Fourier Transform*) dengan keterangan rinci sebagai berikut. Definisi deret fourier adalah sebagai berikut:

$$f(t) = a_o + \sum \left[a_n \cos \frac{2n\pi t}{T} + b_n \sin \frac{2n\pi t}{T} \right] \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana:

$$a_o = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) dt$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \cos \frac{2n\pi t}{T} dt$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \sin \frac{2n\pi t}{T} dt$$

Maka jika argumen t diganti dengan variabel integrasi bebas λ dan mensubstitusikan pada persamaan 3.1 di atas untuk a_o , a_n , dan b_n akan diperoleh:

$$f(t) = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(\lambda) d\lambda + \sum_{n=1}^{\infty} \left[\left\{ \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(\lambda) \cos \frac{2n\pi \lambda}{T} d\lambda \right\} \cos \frac{2n\pi t}{T} + \left\{ \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(\lambda) \sin \frac{2n\pi \lambda}{T} d\lambda \right\} \sin \frac{2n\pi t}{T} \right] \dots\dots\dots (3.2)$$

Deret tak hingga pada ruas kanan persamaan 3.2 di atas akan konvergen ke suatu nilai $f(t)$ jika t tidak mempunyai diskontinuitas dan konvergen ke $\frac{1}{2} [f(t_+) + f(t_-)]$, jika t mempunyai diskontinuitas. Dari persamaan 3.2 diperoleh bahwa $f(T/2) = f(-T/2)$, yaitu harga $f(t)$ pada kedua ujung dari interval yang berurutan. Ini dianggap sebagai syarat batas dari $f(t)$. Syarat ini dapat dihilangkan dengan menganggap bahwa kita mempunyai diskontinuitas yang terbatas pada kedua ujung tersebut, oleh syarat Dirichlet, maka nilai pada titik ujung tersebut adalah:

$$f(\pm T/2) = \frac{1}{2} [f(T/2) + f(-T/2)] \dots\dots\dots (3.3)$$

Deret fourier di atas dapat ditulis dalam bentuk:

$$f(t) = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(\lambda) d\lambda + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \cos \left[\frac{2n\pi}{T} (t - \lambda) \right] d\lambda \dots\dots\dots (3.4)$$

Faktor $\cos(2n\pi/T) (t-\lambda)$ yang muncul pada persamaan deret fourier di atas disebut sebagai

Kernal Dirichlet. Misalkan:

$$\begin{aligned}\omega_n &= 2n\pi/T \\ \omega_{n-1} &= 2(n-1)\pi/T \\ \omega_n - \omega_{n-1} &= 2\pi/T = \Delta\omega\end{aligned}$$

disubstitusikan kedalam persamaan 3.4 diperoleh:

$$f(t) = \frac{\Delta\omega}{2\pi} \int_{-T/2}^{T/2} f(\lambda) d\lambda + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\Delta\omega}{\pi} \int_{-T/2}^{T/2} f(\lambda) \cos[\omega_n(t - \lambda)] d\lambda \dots\dots\dots(3.5)$$

Jika $T \rightarrow \infty$, maka :

1. Integral: $\frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(\lambda) d\lambda = \emptyset$ karena $\int_{-T/2}^{T/2} f(\lambda) d\lambda$ konvergen apabila $f(\lambda)$ memenuhi syarat Dirichlet.

2. Pertambahan $\Delta\omega$ akan semakin mengecil sehingga limit $\Delta\omega$ dapat dinyatakan sebagai $d\omega$.

3. Penjumlahan pada persamaan di atas diubah menjadi bentuk integral dengan batas dari $\emptyset$ sampai ∞ , dan konsekwensinya persamaan deret fourier terakhir menjadi:

$$f(t) = \frac{1}{n} \int_{\emptyset}^{\infty} d\omega \int_{-\infty}^{\infty} f(\lambda) \cos[\omega(t - \lambda)] d\lambda \dots\dots\dots(3.6)$$

Persamaan di atas dikenal sebagai Integral Fourier. Analisis lebih lanjut tentang Transformasi Fourier menyatakan jika suatu fungsi $f(\lambda)$ bila ditransformasikan, bentuk transformasi sinus dan cosinusnya didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}a(\omega) &= \int_{-\infty}^{\infty} f(\lambda) \cos \omega \lambda d\lambda \\ b(\omega) &= \int_{-\infty}^{\infty} f(\lambda) \sin \omega \lambda d\lambda \dots\dots\dots(3.7)\end{aligned}$$

Kemudian diperkenalkan pula fungsi $\emptyset(\omega)$ yang didefinisikan oleh persamaan berikut:

$$\begin{aligned}\sin \emptyset(\omega) &= \frac{-b(\omega)}{[a^2(\omega) + b^2(\omega)]^{1/2}} \\ \cos \emptyset(\omega) &= \frac{a(\omega)}{[a^2(\omega) + b^2(\omega)]^{1/2}} \\ \tan \emptyset(\omega) &= \frac{-b(\omega)}{a(\omega)} \text{ dan } \emptyset(\omega) = -\emptyset(\omega) \dots\dots\dots(3.8)\end{aligned}$$

Dengan menguraikan fungsi cosinus dalam persamaan integral fourier 3.5 dan memasukan $a(\omega)$ dan $b(\omega)$ maka integral fourier dapat ditulis dalam bentuk:

$$f(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} [a(\omega) \cos \omega t + b(\omega) \sin \omega t] d\omega$$

dengan mengambil $\varnothing(\omega)$ dari persamaan diperoleh:

$$\begin{aligned} f(t) &= \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} [a^2(\omega) + b^2(\omega)]^{1/2} [\cos \varnothing(\omega) \cos \omega t - \sin \varnothing(\omega) \sin \omega t] d\omega \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} [a^2(\omega) + b^2(\omega)]^{1/2} e^{i[\omega t + \varnothing(\omega)]} d\omega + \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} [a^2(\omega) + b^2(\omega)]^{1/2} e^{-i[\omega t + \varnothing(\omega)]} d\omega \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} [a^2(\omega) + b^2(\omega)]^{1/2} e^{i[\omega t + \varnothing(\omega)]} d\omega + \frac{1}{2\pi} \int_{\infty}^{-\infty} [a^2(\omega) + b^2(\omega)]^{1/2} e^{i[\omega t + \varnothing(\omega)]} d\omega \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{i\omega t} d\omega \dots\dots\dots (3.9) \end{aligned}$$

dengan:

$$\begin{aligned} F(\omega) &= |F(\omega)| e^{i\varnothing(\omega)} = [a^2(\omega) + b^2(\omega)]^{1/2} e^{i\varnothing(\omega)} \\ &= [a^2(\omega) + b^2(\omega)]^{1/2} [\cos \varnothing(\omega) + i \sin \varnothing(\omega)] \\ &= a(\omega) - ib(\omega) \dots\dots\dots (3.10) \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt \end{aligned}$$

Dari uraian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tranformasi Fourier (Tranformasi Fourier kompleks atau Spektrum Fourier) dari suatu fungsi $f(t)$ adalah $F(\omega)$:

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt \dots\dots\dots (3.11)$$

Persamaan ini merupakan analisis fourier dari $f(t)$.

$$F(\omega) = a(\omega) - ib(\omega) = |F(\omega)| e^{i\varnothing(\omega)} \dots\dots\dots (3.12)$$

$$\begin{aligned} |F(\omega)| &= [a^2(\omega) + b^2(\omega)]^{1/2} \\ \varnothing(\omega) &= \tan^{-1} [-b(\omega)/a(\omega)] + 2n\pi \end{aligned}$$

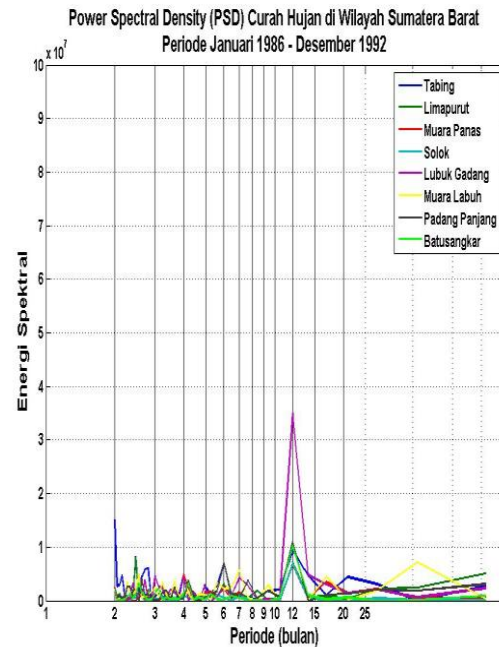
adalah spektrum fasa dengan $n = \varnothing, \pm 1, \pm 2, \dots$ $-\varnothing(\omega)$ kadang-kadang disebut juga sebagai *phase-lag* spektrum. Langkah berikutnya adalah melakukan invers transformasi Fourier sebagai berikut :

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{i\omega t} dt \dots\dots\dots (3.13)$$

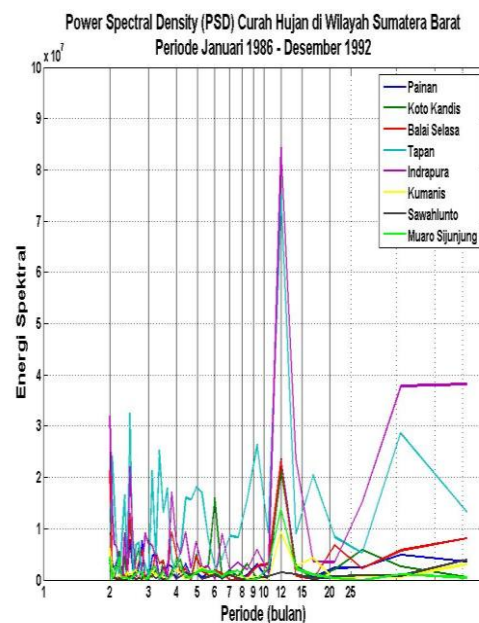
Persamaan ini merupakan sistesis fourier dari $f(t)$, yaitu sintesis dari berbagai komponen spektral $F(\omega)$ ke fungsi asalnya $f(t)$. Fungsi $f(t)$ dan $F(\omega)$ disebut pasangan fourier, dualisme pasangan fungsi tersebut dinyatakan dengan: $f(t) \leftrightarrow F(\omega)$. Dengan menggunakan sifat ortogonalitas dari fungsi trigonometri, faktor $e^{-i\omega t}$ berfungsi sebagai sebuah operator, yang hanya mempunyai komponen berfrekwensi ω dari $f(t)$ atau dengan kata lain, $F(\omega)$ adalah rata-rata dari komponen $f(t)$ tersebut yang mempunyai frekwensi ω . Apabila $F(\omega)$ disebut dalam satuan interval frekwensi, kuantitas $F(\omega)$ disebut sebagai *spektral density* (kerapatan spektral), dan $|F(\omega)|$ disebut *amplitudo density* (kerapatan amplitudo). Analisis spektral pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Matlab versi 6.5.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

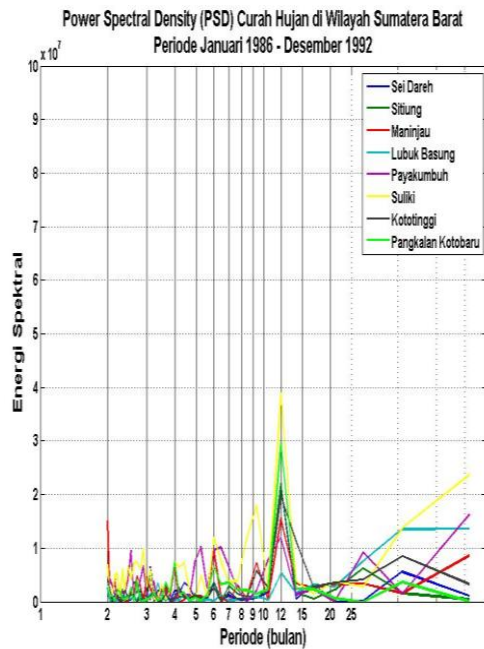
Hasil analisis spektral terhadap tiga puluh tiga stasiun yang ada di P. Sumatera dapat dilihat pada Gambar 4-1 hingga Gambar 4-4. Setelah dilakukan pengamatan energi spektral dengan menggunakan semilog terlihat bahwa dari seluruh gambar diperoleh puncak energi spektral yang menunjukkan adanya keberadaan dua pola osilasi dominan secara periodik yaitu Osilasi Tahunan (*Annual Oscillation*, AO) yang puncak energinya berada pada saat periode 12 bulanan dan Osilasi Setengah-Tahunan (*Semi-Annual Oscillation*, SAO) yang puncak energinya berada pada saat periode 6 bulanan.



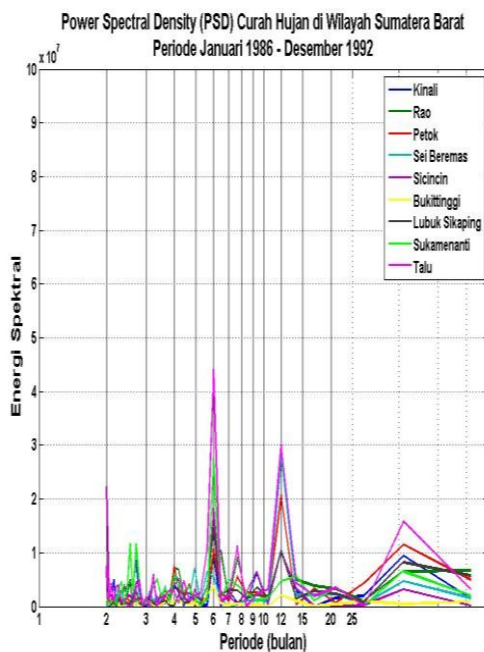
Gambar 4-1: Hasil analisis PSD (Power Spectral Density) yang tersebar di kawasan Sumatera Barat periode Januari 1986 hingga Desember 1992 untuk stasiun Tabin, Limapurut, Muara Panas, Solok, Lubuk Gadang, Muara Labuh, Padang Panjang dan Batu Sangkar.



Gambar 4-2: Sama dengan Gambar 4-1, tetapi untuk stasiun Painan, Koto Kandis, Balai Selasa, Tapan, Indrapura, Kumanis, Sawahlunto, dan Muaro Sijunjung



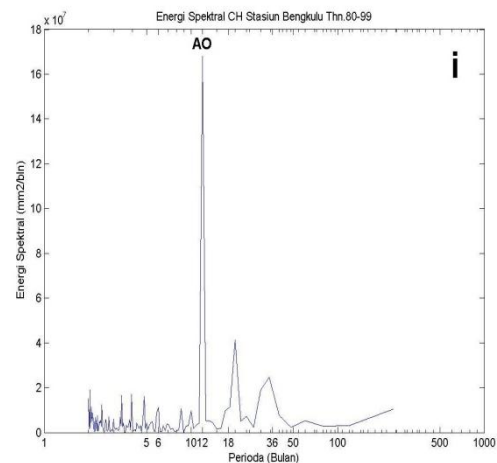
Gambar 4-3: Sama dengan Gambar 4-1, tetapi untuk stasiun Sel Dareh, Sitiung, Maninjau, Lubuk Basung, Payakumbuh, Suliki, Kototinggi, dan Pangkalan Kotobaru.



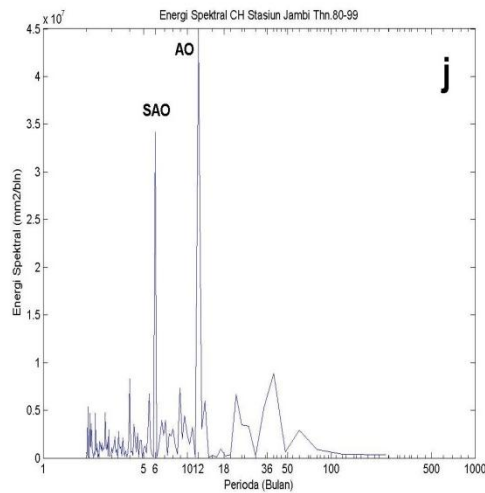
Gambar 4-4: Sama dengan Gambar 4-1, tetapi untuk stasiun Kinali, Rao, Petok, sel Baremes, Sicincin, Bukittinggi, Lubuk Sikaping, Sukamenanti dan Talu

Dari rangkaian Gambar 4-1 hingga Gambar 4-4 di atas terlihat bahwa hampir sebagian besar stasiun penakar curah hujan yang tersebar di kawasan Sumatera barat dan sekitarnya berpola Monsunal dengan osilasi dominan sekitar dua belas (12) bulanan, yakni sebanyak dua puluh empat (24) stasiun. Sementara sisanya, yakni sebanyak sembilan (9) stasiun berpola Semi Annual Oscillation (SAO).

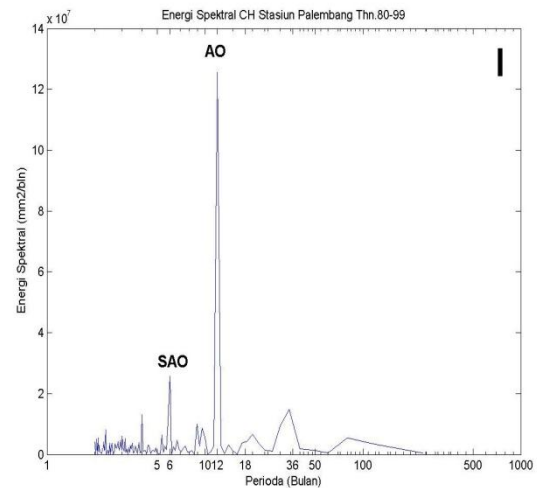
Hal yang menarik disini adalah apakah kondisi ini sama atau berbeda dengan sebagian besar stasiun penakar curah hujan yang tersebar di Sumatera bagian selatan, khususnya untuk kota Palembang. Dengan teknik yang sama, walaupun dengan periode pengamatan yang berbeda, terlihat bahwa sebagian besar kawasan Sumatera bagian selatan berosilasi AO (Annual Oscillation) seperti nampak pada Gambar 4-5 (i) hingga (j) berikut ini.



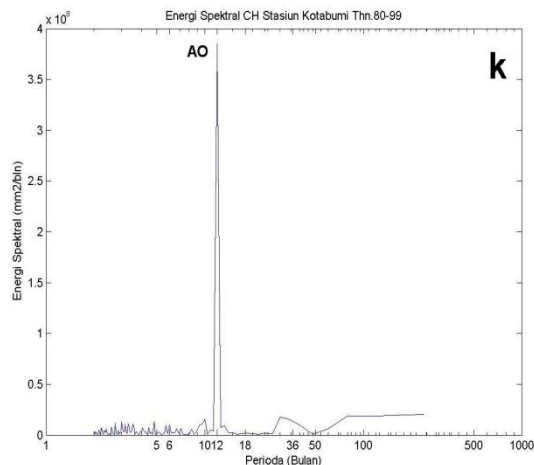
Gambar 4-5(i): Sama dengan Gambar 4-1, tetapi untuk stasiun Bengkulu periode 1980 hingga 1999.



Gambar 4-5(j): Sama dengan Gambar 4-5(i), tetapi untuk stasiun Jambi.



Gambar 4-5(l): Sama dengan Gambar 4-5(i), tetapi untuk stasiun Palembang



Gambar 4-5(k): Sama dengan Gambar 4-5(i), tetapi untuk stasiun Kotabumi.

V. KESIMPULAN

Berbasis kepada hasil analisis di atas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya; (1). Dipandang perlu untuk dilakukan pengelompokkan pola curah hujan yang terjadi di beberapa stasiun penakar curah hujan yang tersebar di P. Sumatera, (2). Walaupun, umumnya didominasi oleh pola curah hujan Monsunal dengan osilasi dominan sekitar satu tahunan yang dikenal dengan istilah AO (*Annual Oscillation*), namun hasil analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa dari tiga puluh tiga stasiun penakar curah hujan yang tersebar di Sumatera Barat selama kurang lebih tujuh tahun pengamatan periode Januari 1986 hingga Desember 1992 menunjukkan bahwa dua puluh empat diantaranya menunjukkan osilasi satu tahunan (AO). Hal serupa, juga dialami oleh sebagian besar stasiun penakar curah hujan yang tersebar di Sumatera bagian selatan, khususnya kota Palembang. Namun, ada juga beberapa kawasan di Sumatera Barat khususnya yang justru menunjukkan osilasi setengah tahunan yang dikenal dengan istilah SAO (*Semi Annual Oscillation*).

VI. DAFTAR PUSTAKA

- ¹⁾Berliana, S., 1995. *The Spectrum Analysis of Meteorological Elements in Indonesia*. Master Thesis, Nagoya University. Japan.
- ²⁾Hermawan, E., 2003. *The Characteristics of Indian Ocean Dipole Mode Preliminary Study of the Monsoon Variability in the Western Part of Indonesian Region*. Jurnal Sains Dirgantara, Vol. 1 No.1 Desember 2003. hal 65-75.
- ³⁾Bannu. 2003. Analisis Interaksi Monsun, Enso, dan Dipole Mode serta Kaitannya dengan Variabilitas Curah Hujan dan Angin Permukaan di Benua Maritim Indonesia. Tesis Magister pada GM ITB Bandung.
- ⁴⁾Aldrian, E, and R.D., Susanto. 2003, *Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature*, Int. J. Climatol, Vol. 23, No. 12, page: 1435-1452.
- ⁵⁾Ramage., 1968. *Role of a tropical 'maritime continent' in the atmospheric circulation*, Monthly Weather Review, 96, 365-369.
- ⁶⁾Tjasjono, B. 2004. *Klimatologi Umum*. Penerbit ITB Bandung.
- ⁷⁾Khriksamurti, T. N. 1971. *Tropical East-West Circulations During The Northern Summer*. J. Atmos. Sci.
- ⁸⁾Prawirowardoyo, S. 1996. *Meteorologi*. Penerbit ITB. Bandung.