

Analisis Unsur Radiative Aerosol Pulau Jawa Tahun 2004

Rosida

**Bidang Aplikasi Klimatologi dan Lingkungan
Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim,
Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional (LAPAN)
eiso_07@yahoo.com**

Abstrak

Karakteristik unsur optik aerosol seperti aerosol optical depth, Angstrom exponent dan volume distribusi ukuran di Pulau Jawa dibahas dalam kertas kerja ini untuk siklus data satu tahun. Retrifikasi data aerosol optical depth diperoleh dari hasil pengamatan dengan MODIS Terra – Aqua dan melalui serangkaian pengolahan yang cukup panjang. Nilai rata-rata bulanan AOD pada panjang gelombang 470 nm, menunjukkan nilai yang sangat bervariasi dengan nilai rata-rata antara 0,3–1,6., sementara nilai rata-rata bulanan untuk Angstrom exponent-nya berfluktuasi diantara 0.5 sampai 2, yang fluktuasinya lebih tinggi terjadi pada musim penghujan dibandingkan fluktuasinya pada musim kemarau. Distribusi volume ukuran nampak didominasi oleh ukuran partikel halus, fine particles. Partikel-partikel halus yang mayoritas tersebar selama musim penghujan secara bertahap ukurannya akan tumbuh bertambah besar dan tersebar sebagai coarse particles pada musim kemarau.

Kata kunci: Aerosol, unsur optis, Pulau Jawa

Abstract

Characterization of aerosol optical properties, such as aerosol optical depth, Angstrom exponent, and volume size distribution on Java Island will be presented for one annual cycle data. Aerosol optical depth data retrieved from satellite monitoring products of MODIS Terra-Aqua, and using along processing data. Monthly mean AODs at 470 nm were found to be variety in the range of 0.3– 0.12; while the monthly mean Angstrom exponent ranged from 0.5 to 2,0, being higher in wet season and lower in the dry season. Volume size distributions exhibit clear dominance of smaller particles, with a gradual increase in size from wet season into dry season.

Key words: Aerosol, optical properties, Java Island

1. PENDAHULUAN

Aerosol troposfer mempunyai peranan yang sangat penting dalam mempengaruhi iklim, dan perlu untuk mempresentasikannya secara realistic dalam suatu model iklim. Partikel-partikel aerosol di troposfer ini menghamburkan / dan mengabsorbsi irradiancance yang dikenal dengan efek secara langsung, sementara kemampuan partikel-partikel aerosol untuk meningkatkan atau menghambat proses pembentukan awan dikenal dengan efek aerosol secara tidak langsung. Efek radiativenya sering kali dibandingkan terhadap estimasi pengaruh radiative gas-gas rumah kaca yang lebih besar (IPCC, 1996). Pada saat ini, sudah banyak informasi tentang sifat-sifat aerosol dari hasil observasi insitu walaupun datanya masih tidak lengkap oleh karena observasi yang dilakukan tidak secara kontinu. Observasi satelit adalah sangat sesuai untuk mendapatkan sifat-sifat optik aerosol dan dari sekian banyak observasi yang dikerjakan, telah terbukti bahwa pengamatan dengan satelit di atas samudera/lautan adalah cara pengamatan yang sangat mudah. Namun demikian, perolehan data dari observasi di atas daratan, mengalami sedikit kesulitan, karena bila dibandingkan dengan signal aerosol atmosfer di atas lautan, maka signal dari daratan lebih besar dan sangat kompleks oleh karena

...
variabilitas spasial aerosol di atas daratan cukup besar. Observasi dari misi satelit saat ini, seperti MODIS, adalah bagian dari misi lingkungan dunia EOS Terra dan Aqua, yang diharapkan dapat bermanfaat untuk menurunkan informasi secara mudah untuk karakteristik optik aerosol tersebut di atas daratan. Variasi musiman dan tahunan dari karakteristik optik aerosol di atas lingkungan yang berbeda-beda, perlu dibuktikan secara mendasar karena diperlukan untuk evaluasi perolehan data satelit sebagai bahan representasi secara realistic dan meyakinkan dalam model iklim dan untuk dimanfaatkan dalam perkiraan dampak antropogenik. Dalam kertas kerja ini akan dibahas tentang karakteristik optik aerosol dari ukuran partikelnya di atas wilayah Pulau Jawa.

2. DATA DAN METODA PENELITIAN

Data yang dimanfaatkan dalam kertas kerja ini adalah data aerosol optical depth yang diperoleh dari pengamatan satelit MODIS Terra-Aqua.. Algoritma pengolahan data AOD yang digunakan dalam penelitian ini dibangun di Naval Postgraduate School dengan menggunakan bentuk yang disederhanakan dari persamaan transfer radiasi. Image AOD dari MODIS ditangkap dalam *visible channel* (channel 1) seperti pada NOAA-16/17 AVHRR Dalam prosedur retrifikasi unsur radiative atmosfer ditentukan dari distribusi ukuran partikel aerosol dalam total kolom atmosfer yang terdistribusi di atas pulau Jawa. Prosedur pembuatan database dan pengolahan data untuk melihat perilaku unsur radiative aerosol digunakan metoda pengolahan dengan excel.

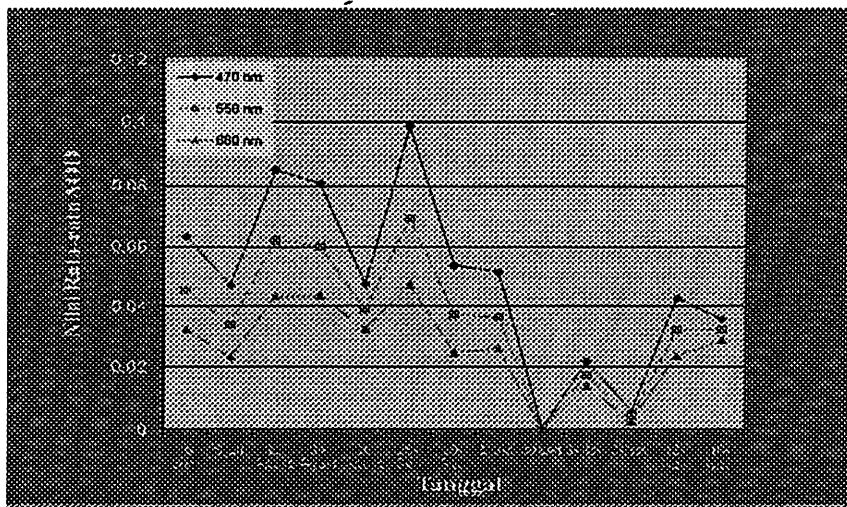
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan pulau Jawa sebagai lokasi pengamatan, karena Pulau Jawa merupakan wilayah yang sangat padat dengan berbagai macam aktifitas, oleh karena itu, oleh karena itu diperkirakan akumulasi partikel aerosol di wilayah ini diperkirakan cukup tinggi. Pendekatan yang digunakan adalah dengan mengidentifikasi nilai angstrom eksponen aerosol di atas Pulau Jawa untuk setiap jenis penggunaan lahan dan berdasarkan musiman. Cara memperoleh nilai angstrom eksponen untuk setiap jenis guna lahan adalah dengan melakukan overlay antara peta sebaran nilai angstrom dan peta guna lahan. tahun 2004 hasil olahan pada tahap sebelumnya.. Untuk melengkapi analisisnya digunakan juga data-data penunjang seperti data batas administrasi dan penggunaan lahan. Menurut Junge, 1955 dan Remer dkk., 1999, ketergantungan spectral aerosol optical depth (AOD) dapat memberikan informasi tentang ukuran-ukuran partikel. Model scattering aerosol (model hamburan aerosol) digunakan untuk pencarian algoritma, dengan mengasumsikan bahwa aerosol tersusun dari partikel-2 yang berbentuk bulat dan homogen, sementara sifat radiative dari atmosfer ditentukan oleh distribusi ukuran partikel aerosol dalam kolom total atmosfer. Untuk inversi ukuran radiance ke ukuran partikel dilakukan pencarian kesesuaian yang terbaik sinar matahari dan distribusi angular dari ukuran cahaya langit pada 3 panjang gelombang (0.47, 0.55 and 0.66 μ m).

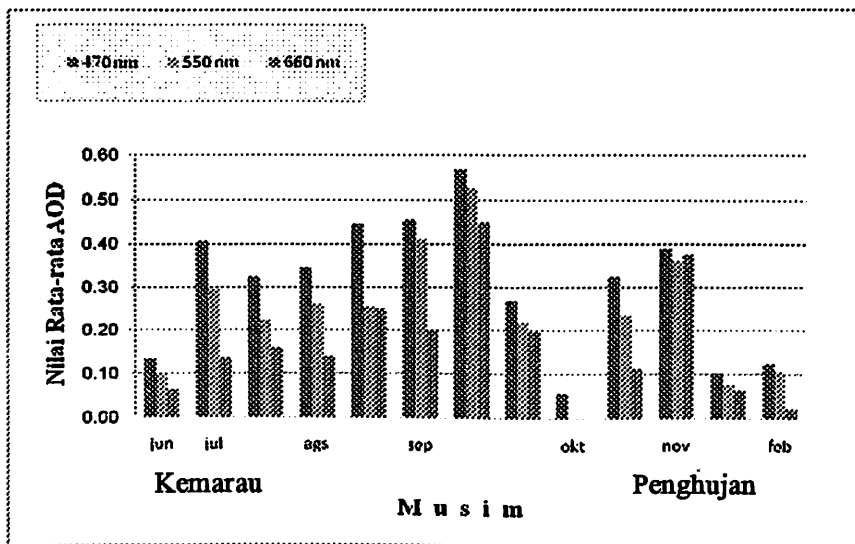
3.1. Variasi bulanan aerosol optical depth

Variasi bulanan dan musiman aerosol optical depth di gambarkan pada gambar 1 dan 2. menunjukkan nilai-2 yang tinggi selama musim kemarau dan nilai rendah selama bulan musim penghujan. "Fine particle aerosol" adalah tipe partikel aerosol yang mempunyai ukuran sangat kecil / halus. dan dalam beberapa referensi tipe aerosol ini dikenal sebagai aerosol antropogenik yang pada umumnya memiliki sifat refraktif yang tinggi sehingga keberadaan di atmosfer akan mempengaruhi jumlah radiasi yang sampai ke permukaan bumi. Sifat ketergantungan terhadap spektral dari aerosol optical depth (AOD) tergambar dari daya refraktifnya pada tiga panjang gelombang, 0.47 μ m; 0.55 μ m dan 0.66 μ m. Variasi bulanan AOD diilustrasikan dalam gambar 1, menunjukkan bahwa pada panjang gelombang 0.47 μ m

nilai AOD lebih tinggi dibandingkan pengamatan sensor pada kedua panjang gelombang lainnya.



Gambar 3.1.



Gambar 3.2. Nilai rata-rata bulanan aerosol optical depth (AOD) (gambar atas) dan variasi musiman (gambar bawah) pada spektral aerosol optical depth, hasil pengamatan data di atas pulau Jawa pada tahun data 2004.

Hasil penelitian tentang karakteristik kimia yang dilakukan Ohta dkk (1996) di daerah semi kering (semiarid) di Mt Lemmon, Arizona, menemukan konsentrasi unsur kimia yang tinggi seperti sulfat, ammonia dan gas HNO_3 selama musim panas, dan pada saat yang sama, Ohta menemukan nilai aerosol optical depth yang juga cukup tinggi. Selain itu, Badandongan (1996) menjelaskan bahwa selama musim panas, hembusan angin barat membawa udara panas dan kering yang akan menghambat perkembangan dan pembentukan awan. (Badandongan et al., 1991). Sementara itu, dari hasil pengamatan dengan data MODIS, di atas pulau Jawa

memperlihatkan (gambar 1) kecenderungan yang sama bahwa selama musim kemarau, nilai aerosol optical depth cukup tinggi dibandingkan dengan nilainya pada musim penghujan. Pulau Jawa merupakan wilayah yang cukup tinggi aktifitas manusianya dan beraneka ragam, oleh karena itu akumulasi partikel aerosol yang terjadi pada musim kemarau di atmosfer wilayah ini diperkirakan mayoritas berasal dari emisi polusinya, yang mengandung berbagai unsur-unsur kimia, seperti yang dirinci Ohta, kurang lebih.

3.2. Angstrom Exponent

Dependensi spektral dari aerosol optical depth dinyatakan dengan Angstrom eksponen (Angstrom, 1964; Eck et al., 1999; Reid et al., 1999) dengan rumus berikut :

$$\sigma_a(\lambda) = K\lambda^{-a}$$

Dimana $\sigma_a(\lambda)$ adalah ketebalan spektral optis aerosol, λ adalah panjang gelombang, K disebut koefisien turbidity dan a adalah Angstrom eksponen. Angstrom eksponen digunakan untuk mengintrepetasi ukuran partikel aerosol secara kasar. Semakin besar magnitudenya, maka semakin besar kontribusi partikel-partikel halus (sangat kecil) terhadap distribusi partikel secara menyeluruh. Pinker dalam pengamatannya, membuat rata-2 bulanan dari Angstrom exponent dan mengilustrasikannya dalam gambar 3. Hasil pengamatan Pinker menunjukkan nilai Angstrom eksponen sangat tinggi dan terjadi selama bulan musim panas, hal ini diperkirakan disebabkan oleh limpahan dari partikel berukuran submicron yang dapat dengan jelas di amati dari volume distribusi ukuran rata-2 bulanan yang diperoleh dari pengukuran langsung dan difusi langit.

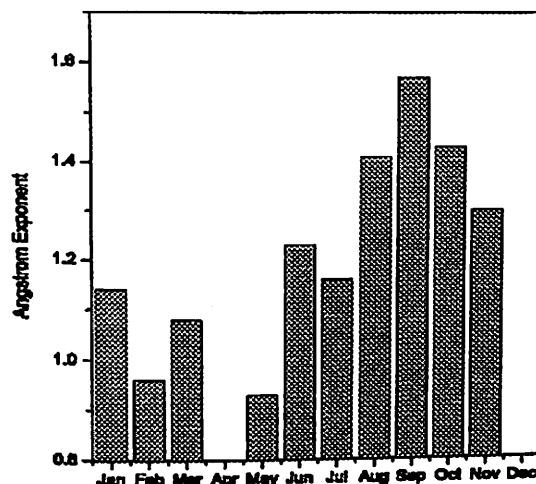


Fig. 1. Monthly mean variation in the Angstrom exponent as observed at Tombstone, Arizona.

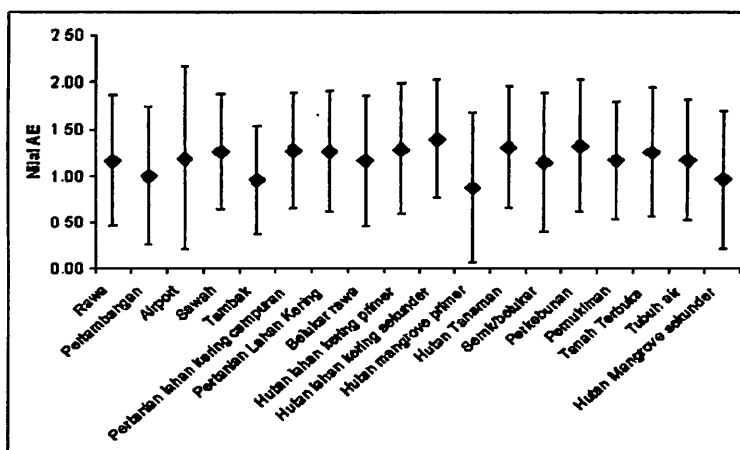
Gambar 3.3. Variasi rata-rata bulanan Angstrom eksponen, pengamatan di Tombstone, Arizona (sumber R.T. Pinker et al. / Atmospheric Research 71 (2004))

3.3. Variasi distribusi ukuran partikel aerosol

Distribusi partikel aerosol di daerah kering semiarid (Pinker, 1996) baik partikel accumulation mode (0.1-1,0 μm), maupun coarse mode (1,0-100 μm), paling rendah terjadi selama bulan November-Desember. Partikel-partikel ini selanjutnya, di atmosfer secara bertahap akan tumbuh secara konsisten, dan mencapai puncak akumulasinya di sekitar bulan Juli-Agustus. Seperti penjelasan Ohta dalam penelitiannya di area semiarid di Lemmon, Arizona di laporkan

bahwa rata-rata bulanan range total masa partikel adalah dari 0,64 sampai 3,49 μm^3 dan nilai yang paling tinggi dicapai pada musim semi dan musim panas, sementara nilai rendah terjadi selama musim gugur dan musim dingin. Dijelaskan juga, bahwa konsentrasi rata-2 bulanan untuk setiap individu jenis unsur seperti unsur karbon, organik, SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , NH_4^+ mempengaruhi proses pertumbuhan ukuran partikel accumulation mode dari observasi selama musim semi dan musim panas.

Tebal optis aerosol sangat dipengaruhi oleh konsentrasi jumlah partikel dalam atmosfer. Konsentrasi jumlah partikel merupakan fungsi dari kekuatan sumber dan mekanisme terjadinya sumber (*sink mechanisms*). Hal tersebut memberi konsekuensi pada konsentrasi jumlah partikel yang berbeda dalam ruang dan waktu. Dalam beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan adanya kecenderungan konsentrasi aerosol yang lebih tinggi di daerah perkotaan dimana terdapat banyak aktivitas antropogenik yang menghasilkan aerosol. Daerah industri merupakan sumber polutan, dan kecenderungannya polutan udara yang dihasilkan adalah berupa zat-zat kimia. Dari beberapa referensi menunjukkan bahwa beberapa zat kimia berperan sebagai polutan di udara seperti sulfat memiliki ukuran partikel yang kecil (superfine aerosol).



Gambar 3.4. Distribusi total AE diatas berbagai jenis guna lahan di atas Pulau Jawa

Distribusi angstrom eksponen (AE) di atas berbagai jenis guna lahan digambarkan pada gambar 4. Hutan mangrove primer menunjukkan nilai rata-rata AE yang lebih rendah dibanding guna lahan lainnya. Guna lahan lainnya yang memiliki nilai AE rata-rata rendah adalah tambak dan hutan mangrove sekunder. Sebagai identifikasi awal, ada kecenderungan bahwa daerah perairan di kawasan pesisir memiliki nilai AE rendah, sawah memiliki rentang nilai AE yang pendek. Ini berarti bahwa variasi ukuran partikel aerosol di atas persawahan lebih seragam. Air port memiliki rentang nilai AE yang lebih panjang dibandingkan guna lahan lainnya. Kesimpulan dari grafik tersebut : nilai rata-rata AE yang menunjukkan rata-rata ukuran partikel aerosol, dipengaruhi oleh sumber aerosol. Sedangkan rentang nilai AE (selisih nilai minimal dan maksimal) yang menunjukkan tingkat variabilitas ukuran partikel, dipengaruhi oleh homogenitas dan jenis aktivitas yang terjadi. (contoh: terdapat kemungkinan bahwa aktivitas di airport menimbulkan polusi dengan variabilitas ukuran partikel yang cukup besar). Nilai AE yang terdistribusi di atas lahan pemukiman cenderung lebih rendah dibandingkan dengan nilai AE yang terdistribusi di atas lahan kering sekunder. Maka ini berarti ukuran partikel aerosol di atas lahan pemukiman cenderung lebih besar dibandingkan ukuran partikel aerosol. Dari sampel data yang ada, untuk kasus permukiman dan hutan lahan kering, menunjukkan bahwa nilai AE untuk permukiman cenderung lebih kecil dibandingkan dengan nilai AE untuk hutan lahan kering sekunder. Ini berarti bahwa ukuran partikel aerosol

...
di atas permukaan cenderung lebih besar dibanding dengan ukuran partikel aerosol di atas hutan lahan kering sekunder.

4. KESIMPULAN

- ❖ Rata-rata bulanan angstrom eksponen ditemukan nilainya lebih tinggi selama musim kemarau, dan diperkirakan atmosfer pada musim ini akan berlimpah oleh sejumlah besar partikel berukuran submicron.
- ❖ Nilai rata-rata angstrom eksponen menunjukkan rata-rata ukuran partikel aerosol yang dipengaruhi oleh sumber aerosol. Sedangkan rentang nilai AE (selisih nilai minimal dan maksimal) menunjukkan tingkat variabilitas ukuran partikel, dipengaruhi oleh homogenitas dan jenis aktivitas yang terjadi.
- ❖ Pada musim panas/ kemarau, konsentrasi polutan unsur-unsur kimia (seperti contoh sulfat, ammonia dan gas HNO_3) akan tinggi, yang juga mempengaruhi nilai aerosol optical depth, yang dalam hal ini nilai aerosol optical depth juga cukup tinggi.
- ❖ Adanya kecenderungan konsentrasi aerosol yang lebih tinggi diperkirakan terjadi di daerah perkotaan dimana terdapat banyak aktivitas antropogenik yang menghasilkan aerosol.

DAFTAR RUJUKAN

- Angstrom, A., 1964. *The Parameters Of Atmospheric Turbidity*. Tellus 16, 64– 75.
- Badandongan, A., Dorman, C.E., Merrifield, M.A., Winant, C.D., 1991. *The lower atmosphere over the gulf of California*. J. Geophys. Res.-Oceans 96 (C9), 16877–16896.
- IPCC, 1996. *Climate Change 1995*. In: Houghton, J.T., Filho, L.G.M., Callandar, B.A., Harris, N., Katternberg, A., Maskell, K. (Eds.), *The Science of Climate Change.*, Cambridge Univ. Press, New York. p 572.
- Pinkera,,R.T et.all , “ *Aerosol radiative properties in the semiarid Western United States*”, Atmospheric Research 71 (2004) 243–252
- Rosida dan Indah Susanti, *Identifikasi Jenis Dan Sebaran Aerosol Di Atas Pulau Jawa Dengan Menggunakan Data MODIS.*, Jurnal Teknik Lingkungan, Edisi Khusus Agustus 2006, buku 1, ISSN 0854 – 1957.
- Suhermanto, *Akusisi, pengolahan dan utilisasi data Modis Terra/Aqua di Inderaja LAPAN*, Pusat pengembangan pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.
- Zhu Y., Hinds W., Shen S., Sioutas C., *Sesonal Trends of Concentration and Size Distribution of Ultrafine Particles Near Major Highways in Los Angeles*, Aerosol Science and Technology 38(2004)5-13.