

Pelemahan Radiasi Global oleh Polusi Udara di Kota Palembang

Iis Sofiati

Bidang Pengkajian Ozon dan Polusi Udara-Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional/ LAPAN
Jl. dr. Djundjuran No.133- Bandung 40173.
Email: iis_sofiati@bdg.lapan.go.id

Abstrak

Meningkatnya jumlah kendaraan dan kegiatan industri di kota Palembang akan mengakibatkan pencemaran lingkungan termasuk polusi udara, meskipun tingkat pencemarannya tidak separah kota-kota besar lainnya yang berada di P. Jawa. Pelemahan radiasi global di Palembang diestimasi dengan membandingkan intensitas radiasi global yang diobservasi di daerah urban (Talangbetutu) dan di daerah rural (Kenten) yang terletak sekitar 7 km sebelah Baratlaut kota Palembang. Dengan menghitung indeks kualitas udara dan menganalisa konsentrasi polutan yang didapat dengan merunning The Air Pollution Model (TAPM, V. 3.0), serta membandingkannya dengan pelemahan radiasi global yang terjadi selama pengamatan, diperoleh korelasi yang baik dari ketiganya. Dibuktikan bahwa salah satu faktor yang menyebabkan melemahnya radiasi global di wilayah kota Palembang adalah karena konsentrasi polutan yang semakin tinggi dari tahun ke tahun. Dalam kurun waktu 28 tahun (1976-2004), di Palembang terjadi pelemahan radiasi global sebesar 7%-16%. Keadaan tersebut didukung dengan menganalisa hubungan antara indeks kualitas udara dan pelemahan radiasi global yang menunjukkan bahwa keberadaan polutan di Palembang memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap pelemahan radiasi global, dan konsentrasi polutan hasil keluaran TAPM untuk tahun 1999 dan 2004 mengalami peningkatan.

Kata kunci: Polusi udara, radiasi global, The Air Pollution Model (TAPM).

Abstract

Increasing of vehicle and industrial activities in Palembang city causing environment pollution included air pollution, though the level of pollution not so worse than at the big cities in Java island. Global radiation attenuation in Palembang city is estimated by comparing global radiation intensity observed at a station in down town area (Talangbetutu), relative to that observed in a clear rural air (Kenten) at a site 7 km northwest of Palembang city. By Calculating the air quality index and analyzing the pollutant concentration which is obtained with running TAPM, and to compare with global radiation from observation, then obtained a good correlation from each of tree parameters above. Improved that one of the factor which causing attenuation of global radiation in Palembang city is caused by increasing the concentration of pollution year by year. In Palembang city, on the period of 28 years (1976-2004) was occur attenuation of global radiation of about 7%-16%, this condition supported with analyzing the comparison between air quality index and attenuation of global radiation which describe that the existence of pollutant in Palembang city have an effect to attenuation of global radiation, and the increasing of pollutant concentration which resulted by running of TAPM in 1999 and 2004.

Keywords: Air Pollution, global radiation, The Air Pollution Model (TAPM).

1. PENDAHULUAN

Provinsi Sumatera Selatan adalah wilayah dengan jumlah penduduk lebih kurang 5 juta jiwa dan lebih dari satu juta penduduk Sumatera Selatan tinggal di Kota Palembang sebagai ibu

kota provinsi Sumatera Selatan. Palembang adalah kota kedua terbesar di Sumatera (BPS, 2003). Kemajuan pembangunan di Kota Palembang mengakibatkan lingkungan di kota tersebut tercemari polutan baik dari sektor industri maupun transportasi, meskipun tingkat pencemarannya tidak separah kota-kota besar lainnya yang berada di P. Jawa (Pemerintah Prov. Sumatera Selatan, 2004).

Karena polusi udara membawa dampak yang sangat berisiko maka masyarakat dituntut kepeduliannya terhadap keberadaan polutan yang semakin hari semakin meningkat serta diperlukan peran serta masyarakat dalam mencegah dan mengurangi keberadaan polutan. Hal ini berkaitan dengan perjanjian Protokol Kyoto yang merupakan sebuah perjanjian internasional yang diikuti oleh negara-negara di seluruh dunia untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.

Selain itu faktor-faktor meteorologi sangat menentukan keberadaan polutan diantaranya adalah radiasi global. Radiasi global secara langsung mempengaruhi polusi udara yaitu mempengaruhi proses-proses kimia di atmosfer dengan interaksi antar molekul yang bertindak sebagai fotoaseptor. Adapun secara tidak langsung yaitu sebagai energi penggerak udara karena perbedaan pemanasan permukaan sehingga menimbulkan angin dan turbulensi, dan sebagai input energi dari kesetimbangan energi sehingga mempengaruhi terjadinya inversi dan stabilitas udara (Stern et al., 1984)

Berdasarkan hal tersebut diatas maka perlu diketahui sejauh mana polutan berpengaruh terhadap lingkungan serta dampaknya terhadap keadaan meteorologi setempat di Kota Palembang, Sumatera Selatan. Pertimbangan tersebut menjadi penting dalam mendukung terjadinya perubahan iklim, baik regional maupun global. Dengan begitu diharapkan masyarakat Kota Palembang dapat menentukan langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam upaya untuk mencegah dan mengurangi keberadaan polutan.

2. DATA DAN METODOLOGI

2.1. Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Synoptic (SAS) tahun 2004 dari CSIRO-Australia, data lama penyinaran matahari di kota Palembang untuk tahun (1976-2004) (stasiun Talangbetutu yang mewakili daerah urban dan Kenten yang mewakili daerah rural dan berjarak sekitar 25 km dari kota Palembang), data cerobong industri dari PT. PUSRI-Palembang, dan data konsentrasi polutan dari BAPEDAL-Palembang.

2.2. Metodologi

Data radiasi yang didapat dari BMG yaitu data lama penyinaran matahari. Dalam penelitian ini akan dianalisa data radiasi global, oleh karena itu dilakukan perhitungan radiasi global dari data lama penyinaran, dengan menggunakan rumus dari Allen et al., 1998.

Kemudian untuk melihat model penyebaran polusi udara, pada penelitian ini digunakan *software* TAPM (The Air Pollution Model) (Hurley P., 2002). Sedangkan metode yang dipilih adalah *Eulerian grid + Lagrangian near-source* (EGM + LPM). EGM terdiri dari grid nesting berdasarkan solusi persamaan konsentrasi Eulerian yang mewakili adveksi, difusi, dan reaksi kimia. Proses deposisi kering dan basah juga termasuk dalam pendekatan Eulerian. Metode LPM dapat digunakan untuk menggambarkan dispersi dekat sumber secara akurat, dengan menggunakan *Plume Rise Module* yang digunakan untuk menghitung dampak momentum dan *bouyancy* kepulan sumber titik.

Selanjutnya untuk mengetahui perbandingan radiasi global terhadap indeks kualitas udara, ditentukan nilai indeks kualitas udara untuk parameter PM_{10} , CO, NO_x , O_3 , dan SO_2 dengan menggunakan rumus dari Ott, 1987.

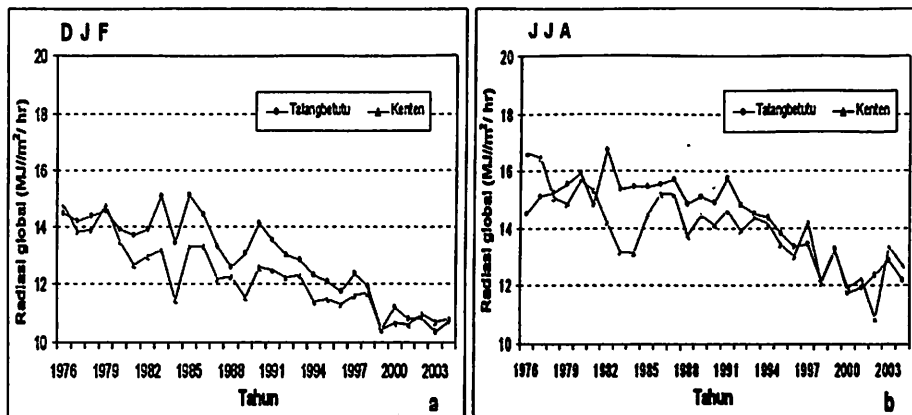
3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Variasi musiman radiasi global di Kota Palembang

Pola radiasi global pada musim kemarau atau bulan Juni-Juli-Agustus (JJA) di stasiun Talangbetutu mengalami penurunan untuk setiap tahunnya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 (a). Penurunan yang cukup tajam dimulai pada tahun 1993 dan besarnya sekitar $(0,3-1,0)$ MJ/m²/hr. Sedangkan di stasiun Kenten setiap tahunnya sudah mengalami penurunan sekitar $(0,5-1,0)$ MJ/m²/hr dan pada tahun 1978 penurunannya antara $(11-17)$ MJ/m²/hr. Nilai rata-rata radiasi global di stasiun Talangbetutu masih lebih tinggi sebesar 14,5 MJ/m²/hr dibandingkan dengan stasiun Kenten sebesar 14,0 MJ/m²/hr. Untuk stasiun Talangbetutu nilai maksimum terjadi pada tahun 1982 dengan nilai 16,8 MJ/m²/hr, minimumnya terjadi pada tahun 2000 dengan nilai 11,8 MJ/m²/hr. Sedangkan di stasiun Kenten nilai maksimum radiasi global terjadi pada tahun 1976 sebesar 16,8 MJ/m²/hr dan nilai minimumnya terjadi pada tahun 2002 dengan nilai 11 MJ/m²/hr. Pola radiasi global di stasiun Talangbetutu mulai mengalami penurunan yang cukup tajam pada musim hujan atau bulan Desember-Januari-Februari (DJF) tahun 1987 dengan nilai $(0,2-0,6)$ MJ/m²/hr setiap tahunnya.

Sedangkan untuk musim hujan nilai maksimum di stasiun Talangbetutu terjadi pada tahun 1984 dan tahun 1986 sebesar 15,1 MJ/m²/hr. Nilai minimumnya terjadi pada tahun 2003 sebesar 10,2 MJ/m²/hr. Maksimumnya terjadi pada tahun 1976 dan 1979 sebesar 14,8 MJ/m²/hr dan minimumnya pada tahun 1999 sebesar 10,5 MJ/m²/hr dengan nilai rata-ratanya sebesar 12,2 MJ/m²/hr. Mulai mengalami penurunan yang cukup tajam pada tahun 1994 sekitar $(0,2-0,5)$ MJ/m²/hr setiap tahunnya, dapat dilihat pada Gambar 3.1 (b).

Pada musim transisi hujan-kemarau dan sebaliknya, penurunan radiasi global juga terjadi baik di stasiun Talangbetutu maupun di stasiun Kenten. Nilai rata-rata radiasi global di stasiun Talangbetutu juga masih lebih besar dengan nilai rata-rata 14,5 MJ/m²/hr dibandingkan stasiun Kenten yaitu rata-rata sebesar 13,8 MJ/m²/hr. Kisaran nilai di stasiun Talangbetutu yaitu $(11-19)$ MJ/m²/hr, dan di stasiun Kenten berkisar antara $(11-17)$ MJ/m²/hr (gambar tidak ditampilkan).



Gambar 3.1 Rata-rata radiasi global pada musim kemarau (a) dan musim hujan (b) di stasiun Talangbetutu dan Kenten.

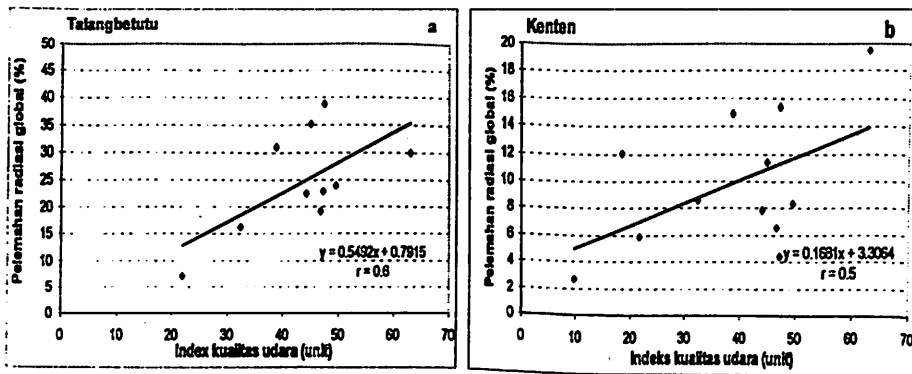
Perbedaan besarnya intensitas radiasi yang diterima di stasiun Talangbetutu dibandingkan dengan di stasiun Kenten diduga disebabkan karena faktor lingkungan. Dari survey lapangan terlihat bahwa di stasiun Talangbetutu lebih dekat dengan sektor industri, kegiatan transportasi yang lebih banyak, serta sedikitnya vegetasi, sehingga mengakibatkan banyaknya zat pencemar yang dikeluarkan ke atmosfer. Pencemaran atmosfer di kawasan urban akan mengurangi intensitas radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi, tetapi juga menghambat lolosnya radiasi terestrial ke angkasa. Karena polutan sebagian menyerap radiasi

matahari, sehingga terjadilah pemanasan udara secara langsung dalam jumlah yang lebih besar (Seinfeld, J.H and Pandis S.N, 1998).

3.2. Hubungan pelemahan radiasi global dengan indeks kualitas udara

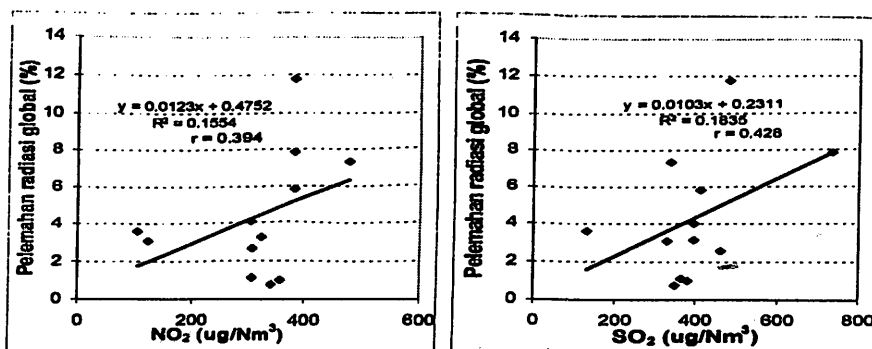
Penentuan nilai indeks kualitas udara untuk parameter PM10, SO₂, CO, NO₂ dan NH₃, dimaksudkan untuk menentukan pengaruh konsentrasi unsur tersebut diatas terhadap lingkungan dan makhluk hidup berdasarkan standar nilai yang ditetapkan.

Dilihat dari Gambar 3.2 (a) dan (b), hubungan antara indeks kualitas udara dan pelemahan radiasi global memiliki korelasi positif. Di Stasiun Talangbetutu nilai koefisien korelasinya bernilai 0,64, sedangkan di stasiun Kenten memiliki nilai koefisien korelasi sebesar 0,52. Disini terlihat bahwa banyaknya polutan di suatu daerah akan mempengaruhi nilai radiasi global yang diterima pada daerah tersebut.



Gambar 3.2. Hubungan antara indeks kualitas udara dan pelemahan radiasi global (%) di Stasiun Talangbetutu (a) dan Kenten (b).

Dengan kata lain nilai kualitas udara di suatu daerah akan berbanding lurus dengan nilai radiasi global pada daerah tersebut, dimana faktor lingkungan juga sangat berperan, terlihat dengan besarnya nilai koefisien korelasi di stasiun Talangbetutu lebih besar dibandingkan dengan di stasiun Kenten. Dari regresi linear tersebut dapat diketahui bahwa perbandingan keberadaan polutan di Palembang (baik di stasiun Talangbetutu maupun di stasiun Kenten) terhadap pelemahan radiasi global memiliki pengaruh yang cukup besar. Hasil lain yang mendukung pernyataan diatas, adalah didapatkannya korelasi positif dari pelemahan radiasi global dengan setiap senyawa polutan diantaranya seperti SO₂ dan NO₂ seperti yang terlihat pada Gambar 3.3 (untuk senyawa lain seperti TSP, NH₃, dan CO tidak ditampilkan) dan terlihat hasil yang sama.

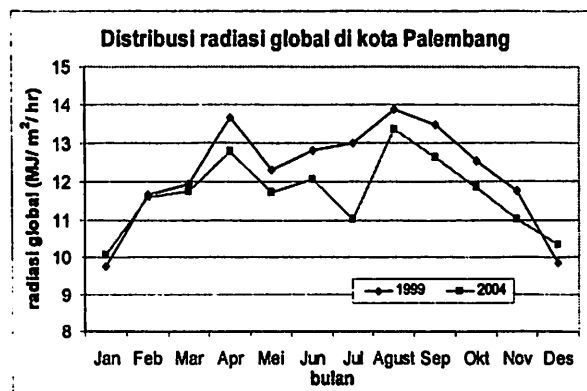


Gambar 3.3. Hubungan antara senyawa NO₂ dan SO₂ dengan pelemahan radiasi global (%) di Stasiun Talangbetutu- Palembang.

Adanya hubungan yang kuat antara pelemahan radiasi global dengan kualitas udara telah dibuktikan juga oleh penelitian yang dilakukan di Mexico city (Jáuregui and Luyando, 1999), dimana dari hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa pelemahan radiasi global yang terjadi di Mexico city sekitar (25-35)% selama kurun waktu tujuh tahun (1994-1998). Begitu juga yang dilakukan di Amerika Serikat (Beate, G., L., 2002) yang menyebutkan bahwa telah terjadi penurunan hampir di seluruh wilayah Amerika sekitar (4-10)%.

3.3. Perbandingan pelemahan radiasi global dengan konsentrasi polutan keluaran *The Air Pollution Model (TAPM)*

Dari Gambar 3.4 dapat dilihat perbandingan nilai radiasi global pada tahun 1999 dan 2004, dimana selama 5 tahun terdapat penurunan nilai radiasi global sebesar 5%-16%. Pada tahun 2004, radiasi global terlihat lebih rendah dibandingkan tahun 1999 dimulai pada bulan Maret sampai November sekitar 0,5-2,0 MJ/m²/hr dan penurunan tertinggi terjadi pada bulan Juli sekitar 2 MJ/m²/hr. Salah satu penyebab penurunan intensitas radiasi global dari tahun 1999 sampai tahun 2004 yang rata-rata mencapai 0,4 MJ/m²/hr diduga disebabkan oleh polusi udara. Radiasi global yang diterima di permukaan bumi mengalami pengurangan baik kuantitas maupun kualitas spektrumnya karena dibaurkan, dipantulkan, dan diabsorpsi oleh ozon, oksigen, uap air, karbon dioksida, aerosol, kabut, dan awan (Stern et al., 1984).

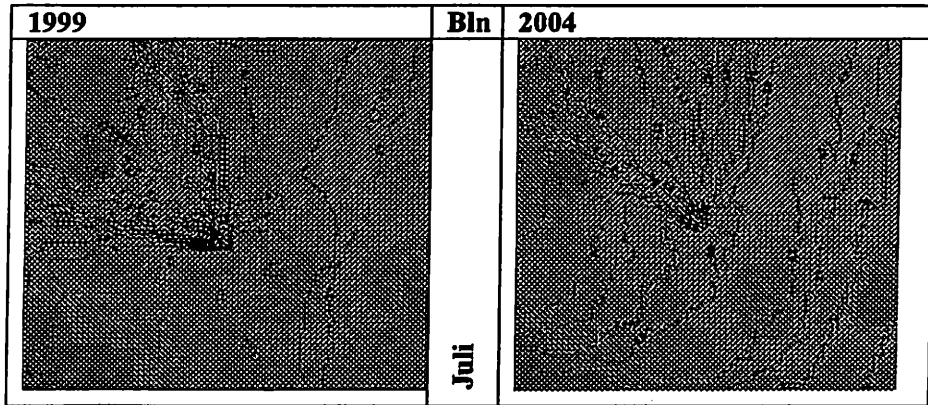


Gambar 3.4. Perbandingan radiasi global pada tahun 1999 dan 2004 di kota Palembang (stasiun Talangbetutu).

Untuk beberapa tahun ke depan, nilai radiasi global yang masuk permukaan bumi cenderung akan terus menurun yang diakibatkan oleh perubahan eksternal maupun internal. Perubahan eksternal dapat berupa perubahan banyaknya radiasi yang sampai di bagian luar atmosfer yang disebabkan oleh perubahan orbit bumi mengitari matahari dan keluaran matahari, serta perubahan distribusi daratan dan lautan pada permukaan bumi.

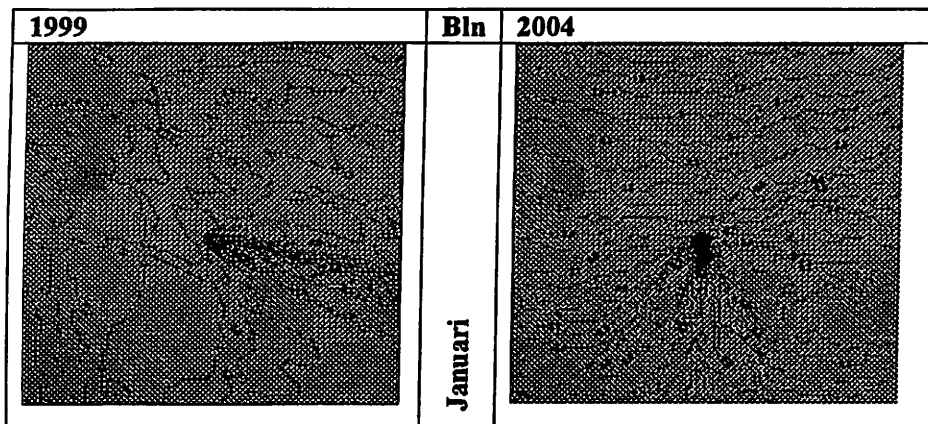
Perubahan internal ialah perubahan yang terdapat di dalam sistem iklim, yang diantaranya bertambahnya zat pencemar udara di atmosfer (Prawirowardoyo, 1996). Tetapi penurunannya tidak akan sampai pada nilai nol karena adanya neraca radiasi sistem bumi atmosfer serta diimbangi adanya unsur meteorologi yang diantaranya curah hujan dan angin yang turut berperan dalam pengenceran dan pencucian polutan. Hal ini terjadi karena di alam terdapat keseimbangan energi yang terjadi di atmosfer, namun keseimbangan tersebut ada batasnya dimana apabila zat pencemar dikeluarkan ke atmosfer secara terus menerus dalam jumlah besar, maka zat pencemar tersebut tidak akan mampu lagi ditampung di atmosfer sehingga mengganggu sistem keseimbangan di atmosfer. Karena beberapa faktor tersebut diatas maka radiasi global dapat tetap sampai ke permukaan bumi (Christen, A. and Vogt, R., 2004).

Selanjutnya untuk melihat seberapa tinggi perubahan nilai konsentrasi polutan yang tersebar di wilayah kota Palembang dan sekitarnya, dilakukan proses running untuk bulan Januari dan Juli yang mewakili musim hujan dan kemarau berturut-turut untuk tahun 1999 dan 2004.



Gambar 3.5. Kontur konsentrasi rata-rata APM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dengan interval $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada musim kemarau (Juli) tahun 1999 dan 2004 di kota Palembang dan sekitarnya hasil keluaran TAPM.

Kontur konsentrasi rata-rata polutan yang diwakili oleh *Air Particulate Matter* (APM) pada musim kemarau dan hujan untuk tahun 1999 dan 2004 dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan Gambar 3.6. Dari hasil terlihat bahwa pada tahun 1999, untuk musim kemarau APM memiliki nilai konsentrasi rata-rata sebesar $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan untuk musim hujan sebesar $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada tahun 2004, untuk musim kemarau memiliki nilai konsentrasi rata-rata $3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan musim hujan sebesar $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi rata-rata pada tahun 2004 baik yang terjadi pada musim hujan ataupun kemarau, lebih tinggi dibandingkan tahun 1999. Hal ini menandakan keberadaan polutan yang semakin tinggi terjadi di kota Palembang dan sekitarnya.



Gambar 3.6. Sama seperti Gambar 3.7, tetapi untuk musim hujan (Januari).

Karena pengaruh arah dan kecepatan angin yang terjadi pada periode simulasi, maka dapat dilihat bahwa APM menyebar ke daerah yang lebih luas dibandingkan dengan domain yang dibatasi. Ini menunjukkan bahwa perencanaan suatu industri betul-betul harus memperhitungkan analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL) untuk menghindari menyebarnya polutan ke wilayah yang tidak diinginkan.

4. KESIMPULAN

- ❖ Dalam kurun waktu 28 tahun (1976-2004), di daerah Palembang terjadi pelemahan radiasi global sebesar 7%-16%.
- ❖ Hubungan antara indeks kualitas udara dan pelemahan radiasi global menunjukkan bahwa keberadaan polutan di Palembang memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap pelemahan radiasi global.
- ❖ Nilai pelemahan radiasi global terhadap indeks kualitas udara di daerah urban memiliki nilai korelasi yang lebih tinggi dibanding rural.
- ❖ Perbandingan konsentrasi polutan hasil keluaran TAPM tahun 1999 dan 2004 dapat diketahui bahwa konsentrasi polutan mengalami peningkatan.

DAFTAR RUJUKAN

- Allen RG, Luis SP, Dirk R, and Martin S., 1998. Radiation. Crop Evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage Paper. Vol 56, pp 41-63.
- Badan Pusat Statistik [BPS] Propinsi Sumatera Selatan., 2003. Geography of Sumatera Selatan. <http://www.dishutsumsel.go.id>. [4 April 2007].
- Beate, G., Liepert., 2002. "Observed Reduction of Surface Solar Radiation at Sites in the United States and Worldwide from 1961 to 1990", Geophysical Research Letters, Vol. 29, No. 10, 1421, pp 61-64.
- Christen, A. And Vogt, R., 2004. "Energy and Radiation Balance of a Central European City", Int. J. Climatology, No. 24, pp 1395-1421.
- Hurley P., 2002. The Air Pollution Model (TAPM) Version 3: User Manual. CSIRO Atmospheric Research. Australia.
- Jáuregui E and Luyando E., 1998. "Global Radiation Attenuation By Air Pollution and Its Effects On The Thermal Climate In Mexico City". Int. J. Climatology, No. 19, 0: pp 683-694.
- Ott WR., 1987. Environmental Indices Theory and Practice. Ann Arbor Science.
- Pemerintahan Propinsi Sumatera Selatan. Rencana Kerja Pemerintah Daerah (RKPD) Propinsi Sumatera Selatan Tahun 2006.
- Prawirowardoyo S., 1996. Meteorologi. ITB. Bandung.
- Seinfeld JH, Pandis SN., 1998. Atmospheric Chemical Transport Models. Di dalam: Wiley J and Sons. Atmospheric Chemistry and Physics. Canada, pp 1193-1194.
- Stern, Arthur C., Richard W. Boubel, D. Bruce Turner, and Donald L.Fox., 1984. Fundamentals on Air Pollution. Second Edition. Academic Press Inc. New