

ANALISIS DISTRIBUSI KONSENTRASI CO₂ AKIBAT FAKTOR ANGIN PADA KETINGGIAN 500 MBAR

Ginaldi Ari Nugroho, Chunaeni Latief
Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, LAPAN
Jl. Dr. Djundjunaan 133, Bandung 40173. Telp 022-2037445
e-mail: ginaldi.lapan@gmail.com

Abstract

Carbon dioxide is one of the greenhouse gases which more effective in catching the shortwave solar radiation and emitted back into long wave radiation. Carbon dioxide concentration distribution in atmosphere are affected by wind factor. Comparison between monthly average concentration of carbon dioxide from AIRS satellite data and monthly average of NCEP-NCAR data could study the carbon dioxide distribution in 500mbar altitude. The effect of wind towards CO₂ concentration was very minor in certain location above Sumatera, Kalimantan, and Sulawesi where average wind speed of ≥ 3 m/s could result of less CO₂ concentration about 371-375 ppm. In October 2006 there have been a decline of CO₂ concentration reaching 1,13 ppm above south west Indonesia Ocean, part of Sumatera and Kalimantan which assumed because of the non uniform wind speed and direction. CO₂ Concentration distribution have similar characteristic in April-Mei from 2003-2009, where the north section of Indonesia have been increase for the concentration which affected by the Asian concentration distribution trigger by the Pacific Ocean wind.

Keywords : CO₂, Greenhouse Gases, Wind

Abstrak

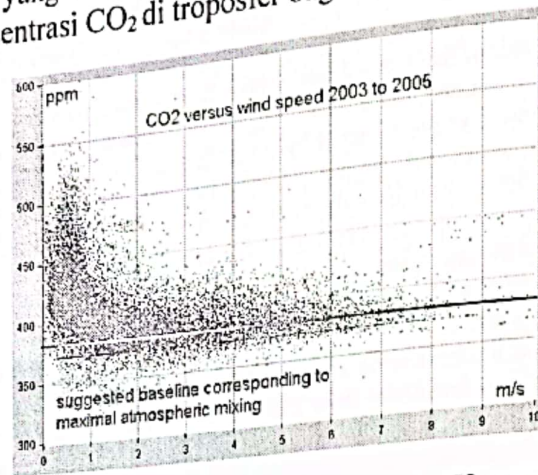
Karbon dioksida merupakan salah satu gas rumah kaca yang sangat efektif dalam menangkap radiasi matahari dalam bentuk gelombang pendek dan dipancarkan menjadi radiasi gelombang panjang. Distribusi konsentrasi karbon dioksida di atmosfer dipengaruhi faktor angin. Angin merupakan besaran vektor yang memiliki kecepatan dan arah. Dengan membandingkan data konsentrasi rata-rata bulanan karbon dioksida di atas wilayah Indonesia menggunakan data AIRS serta data vektor angin rata-rata bulanan, dapat dipelajari distribusi karbon dioksida di ketinggian 500 mbar. Data rata-rata angin bulanan menggunakan data NCEP-NCAR. Data kemudian diolah menggunakan software Microsoft Excel dan Grads. Pengaruh angin mempercepat proses pencampuran dan penyebaran CO₂ di atmosfer dan pengaruhnya sangat kecil seperti di bulan Maret dan Juli 2003, April 2004, dan Juni 2005 dengan konsentrasi 371-375 ppm. Pada bulan Oktober 2006 terjadi penurunan konsentrasi CO₂ sebesar 1,13 ppm, yang diduga akibat tidak seragamnya kecepatan serta arah angin. Distribusi CO₂ memiliki karakteristik yang sama di bulan April-Mei tahun 2003-2009, dimana di bagian utara Indonesia terjadi kenaikan konsentrasi CO₂ yang dipengaruhi oleh distribusi konsentrasi CO₂ dari daratan Asia yang dipicu oleh angin di atas Samudera Pasifik.

Kata Kunci : CO₂, Gas Rumah Kaca, Angin.

1. PENDAHULUAN

Karbon dioksida merupakan salah satu gas rumah kaca yang sangat efektif dalam menangkap radiasi matahari bentuk gelombang pendek dan dipancarkan menjadi radiasi gelombang panjang. Karbon dioksida (CO₂) yang berperan sebagai gas rumah kaca di atmosfer terletak di lapisan troposfer. Distribusi konsentrasi Karbon dioksida di atmosfer dipengaruhi faktor meteorologi salah satunya angin. Angin merupakan besaran vektor yang mempunyai besaran kecepatan dan arah.

Menurut penelitian Francis Massen (2007), variasi rata-rata bulanan serta musiman (2003 – 2005) dari konsentrasi CO₂ di permukaan (lokasi pemantauan berjarak jauh dari industri dan daerah pemukiman) dipengaruhi oleh faktor kecepatan angin serta arah angin, dimana kecepatan angin yang tinggi akan menurunkan nilai konsentrasi CO₂. Tingginya kecepatan angin sesuai dengan proses pencampuran atmosfer maksimum di lapisan troposfer bagian bawah yang berdekatan dengan permukaan tanah (Atmospheric Boundary Layer). Angin (udara yang bergerak) sebagai media sirkulasi di atmosfer berpengaruh terhadap fluktuasi konsentrasi CO₂ di troposfer bagian bawah.

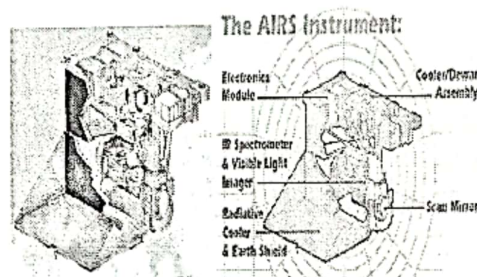


Gambar 1.1. Grafik Perbandingan Kecepatan angin dengan Konsentrasi CO₂ dipermukaan (sumber : Massen,2007)

Pengaruh angin terhadap konsentrasi CO₂ di lapisan troposfer bagian tengah (± 500 mbar), dapat dilihat dengan membandingkan data CO₂ AIRS serta data vektor angin yang didapat dari NCEAP/NCAR reanalysis. Dengan membandingkan data konsentrasirata-rata bulanan CO₂ serta data vektor angin rata-rata bulanan, dapat dipelajari distribusi karbondioksida di lapisan troposfer bagian tengah di ketinggian 500 mbar.

2. DATA DAN METODE

Satelit sebagai wahana antariksa dengan cakupannya yang luas, dimanfaatkan sebagai instrumen pemantau atmosfer bumi serta komposisinya. Atmospheric InfraRed Sounder (AIRS) adalah satelit yang bekerja pada daerah spektrum inframerah dengan rentang: 3,74 – 4,61; 6,20 – 8,22; dan 8,8 – 15,4 μm . CO₂ akan terserap pada puncak gelombang 4,3 μm . Alat ini mempunyai resolusi spasial data 2 x 2,5 derajat dengan akurasi pengukuran antara 1,5 – 2 ppm serta resolusi temporal bulanan pada ketinggian 500 mbar.. Data dari satelit tersebut (dalam format HDF) kemudian diolah menggunakan software GrADS 1.9, HDFview serta Excel.

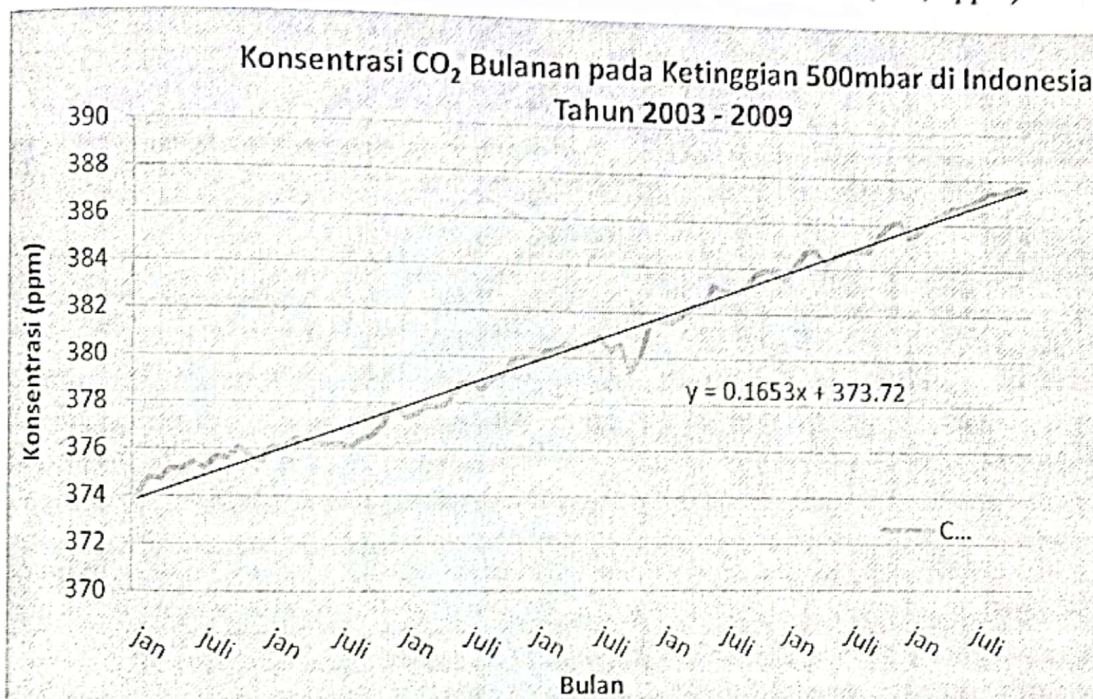


Gambar 2.1. Diagram schematic dari Instrumen AIRS (sumber: <http://airs.jpl.nasa.gov>).

Data rata-rata vektor angin bulanan pada ketinggian 500 mbar memanfaatkan data National Centers for Environmental Prediction-Nation Center of Atmospheric Research (NCEP-NCAR) reanalisis. NCEP-NCAR reanalysis adalah system analisis berbasis web yang bersumber dari data asimilasi (data observasi dan pemodelan). Hasil dari system analisis tersebut berupa data bulanan rata-rata angin meridional dan angin zonal. Kedua data tersebut (angin meridional dan zonal) kemudian diolah menggunakan software GrADS 1.9 untuk mendapatkan vektor angin (besaran serta arah angin) secara spasial di kawasan Indonesia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil data AIRS, konsentrasi CO₂ dari tahun 2003 hingga 2009 mengalami kenaikan sebesar 0,16 ppm/bulan (Gambar 3). Konsentrasi CO₂ turun pada bulan Oktober 2006 sebanyak 1,13 ppm. Nilai konsentrasi bulanan rata-rata tertinggi pada bulan Nopember 2009 (387,7 ppm) serta terendah pada bulan Januari 2003 (374,1 ppm).

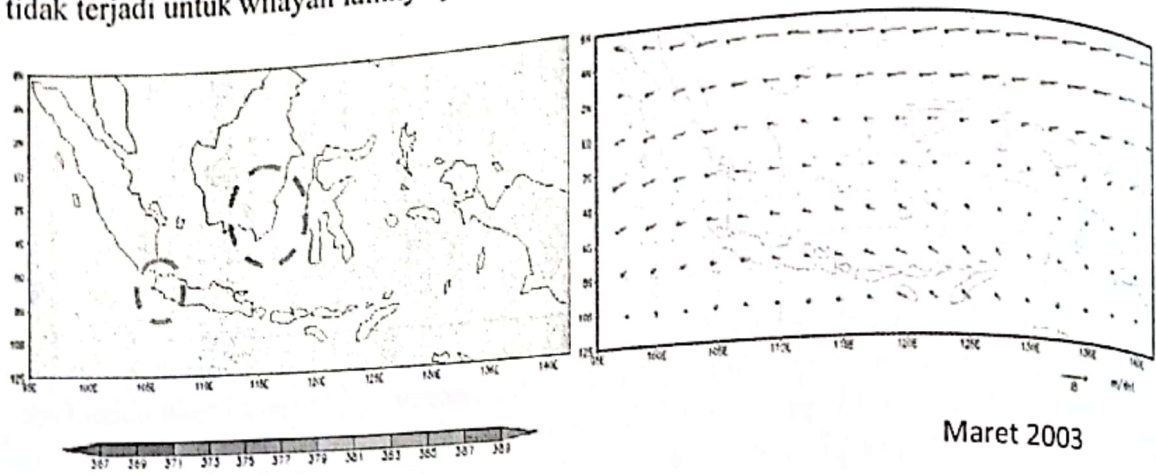


Gambar 3.1. Grafik Konsentrasi CO₂ bulanan rata-rata tahun 2003-2009 di Kawasan Indonesia.

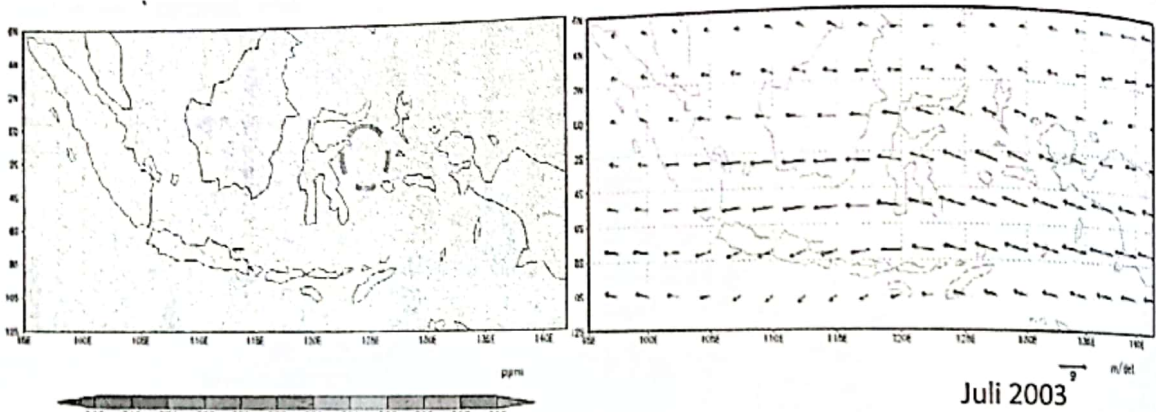
Dari data NCEP-NCAR reanalisis didapat vektor angin dari tahun 2003 – 2009 pada ketinggian 500 mbar dengan besaran kecepatan rata-rata tertinggi mencapai 10 m/det dengan arah angin yang bervariasi. Pada ketinggian 500 mbar, dilihat dari data NCEP-NCAR angin dominan berhembus dari arah timur menuju arah barat di wilayah Indonesia.

Fluktuasi konsentrasi dapat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kecepatan angin. Kecepatan angin yang tinggi akan mudah menimbulkan turbulensi (bergolak) dibandingkan dengan angin kecepatan rendah. Turbulensi ini dapat mempercepat reaksi proses pencampuran lapisan *boundary layer* didekat permukaan. Pada ketinggian 500 mbar hal ini tidak dominan terjadi, seperti pada bulan Maret 2003 terjadi penurunan konsentrasi 371 - 373 ppm di suatu wilayah diatas Sumatera dan Kalimantan dengan kecepatan angin rata-rata ≥ 3 m/det namun tidak berlaku untuk penurunan konsentrasi di atas wilayah

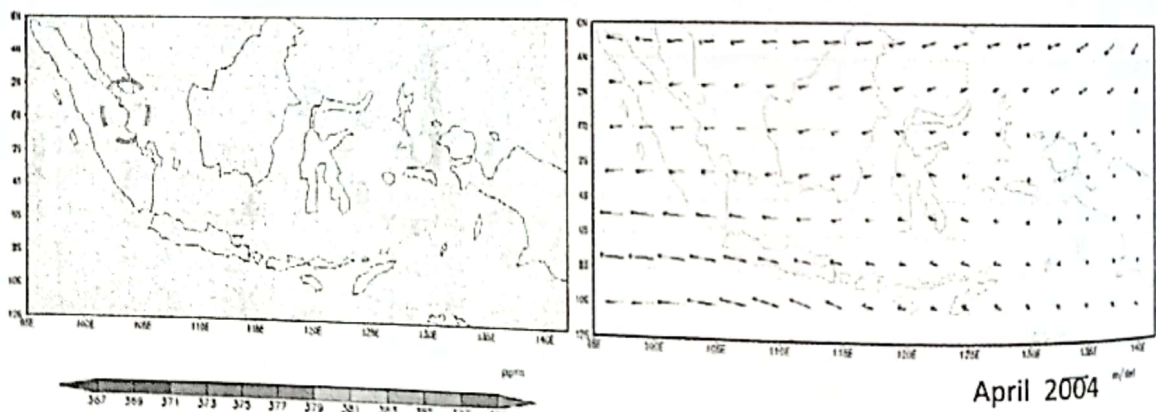
Papua. Hal ini juga terjadi di bulan Juli 2003, April 2004, Juni 2005 di atas wilayah Sulawesi, Sumatera, Kalimantan dengan penurunan konsentrasi 371 – 375 ppm, namun tidak terjadi untuk wilayah lainnya yang memiliki kecepatan angin rata-rata tinggi.



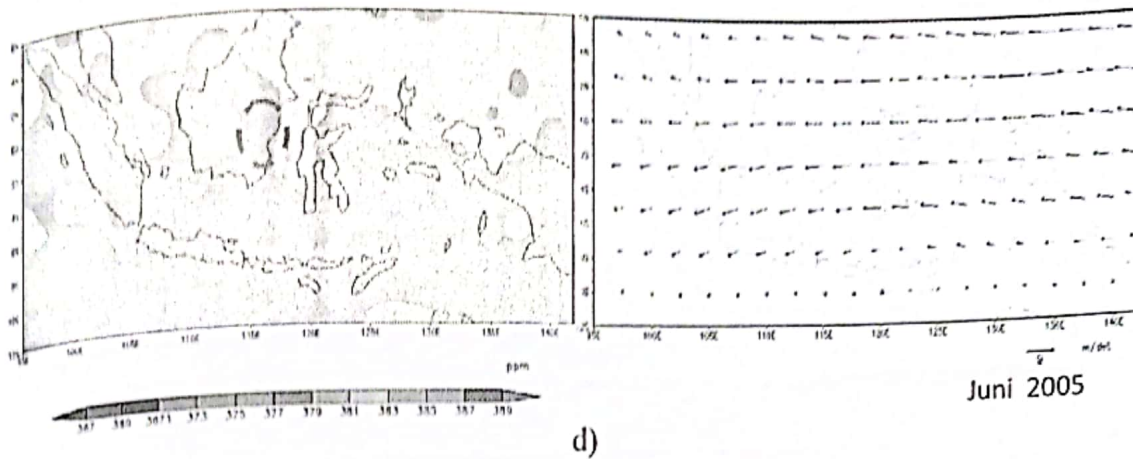
a)



b)

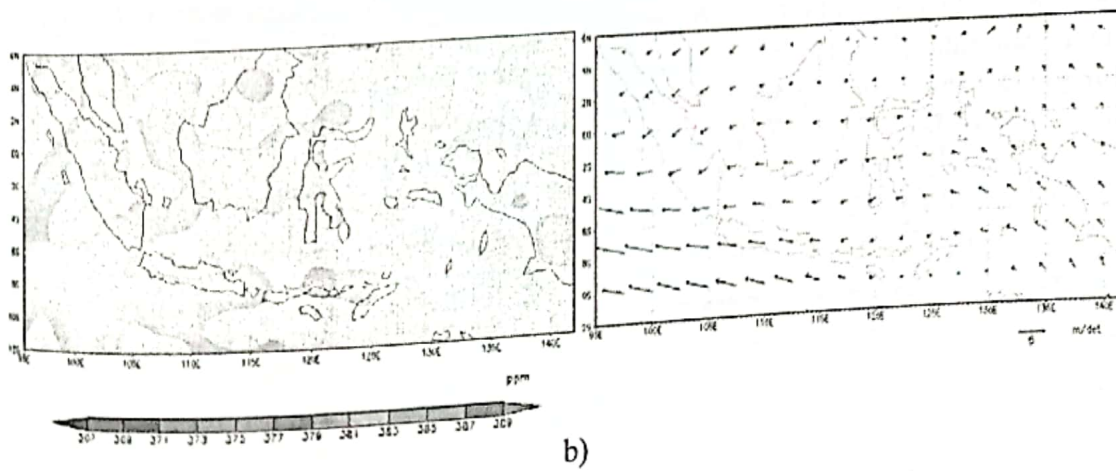
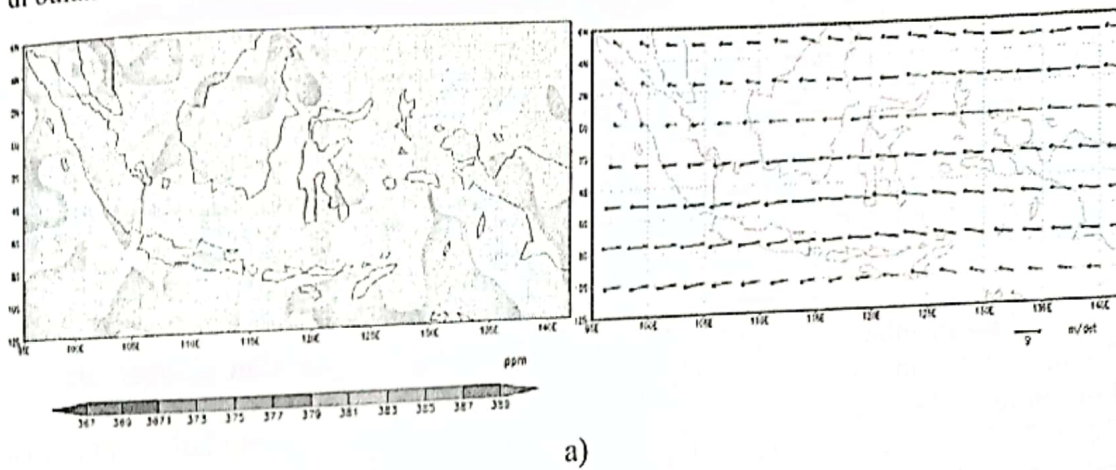


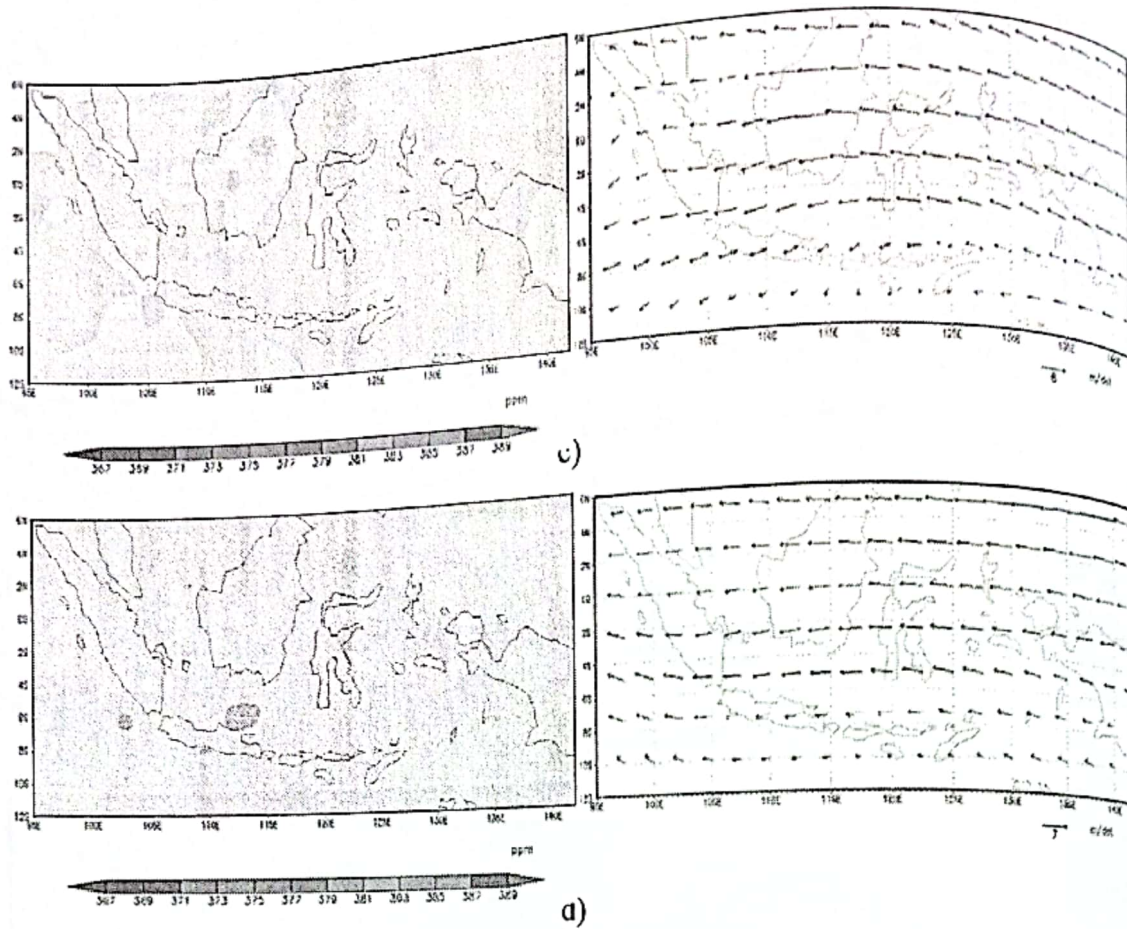
c)



Gambar 3.2. Perbandingan CO₂ dengan Vektor Angin, a) Maret 2003, b) Juli 2003, c) April 2004, d) Juni 2005.

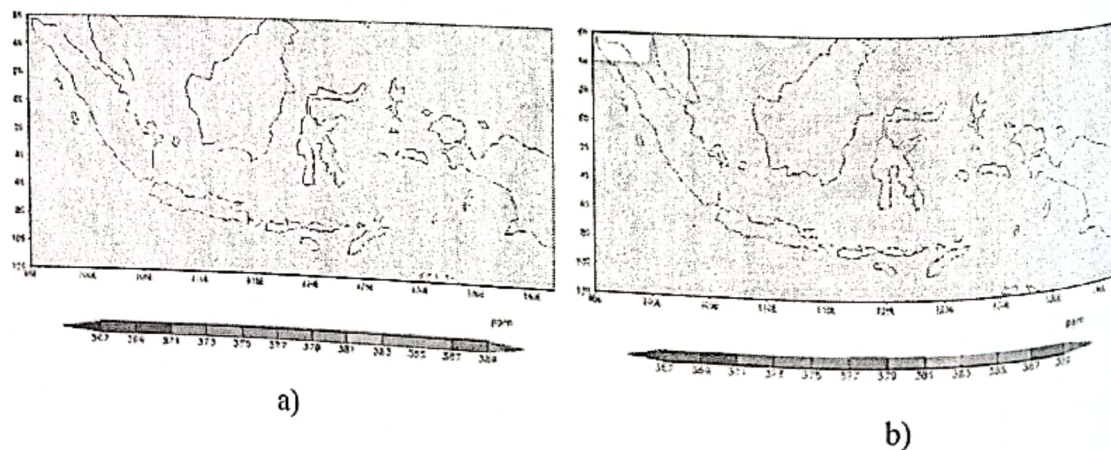
Pada bulan Oktober 2006 terjadi penurunan sebesar 1,13 ppm. Hal ini tidak terjadi di bulan Oktober tahun lainnya yang justru mengalami kenaikan rata-rata 0,42 ppm.

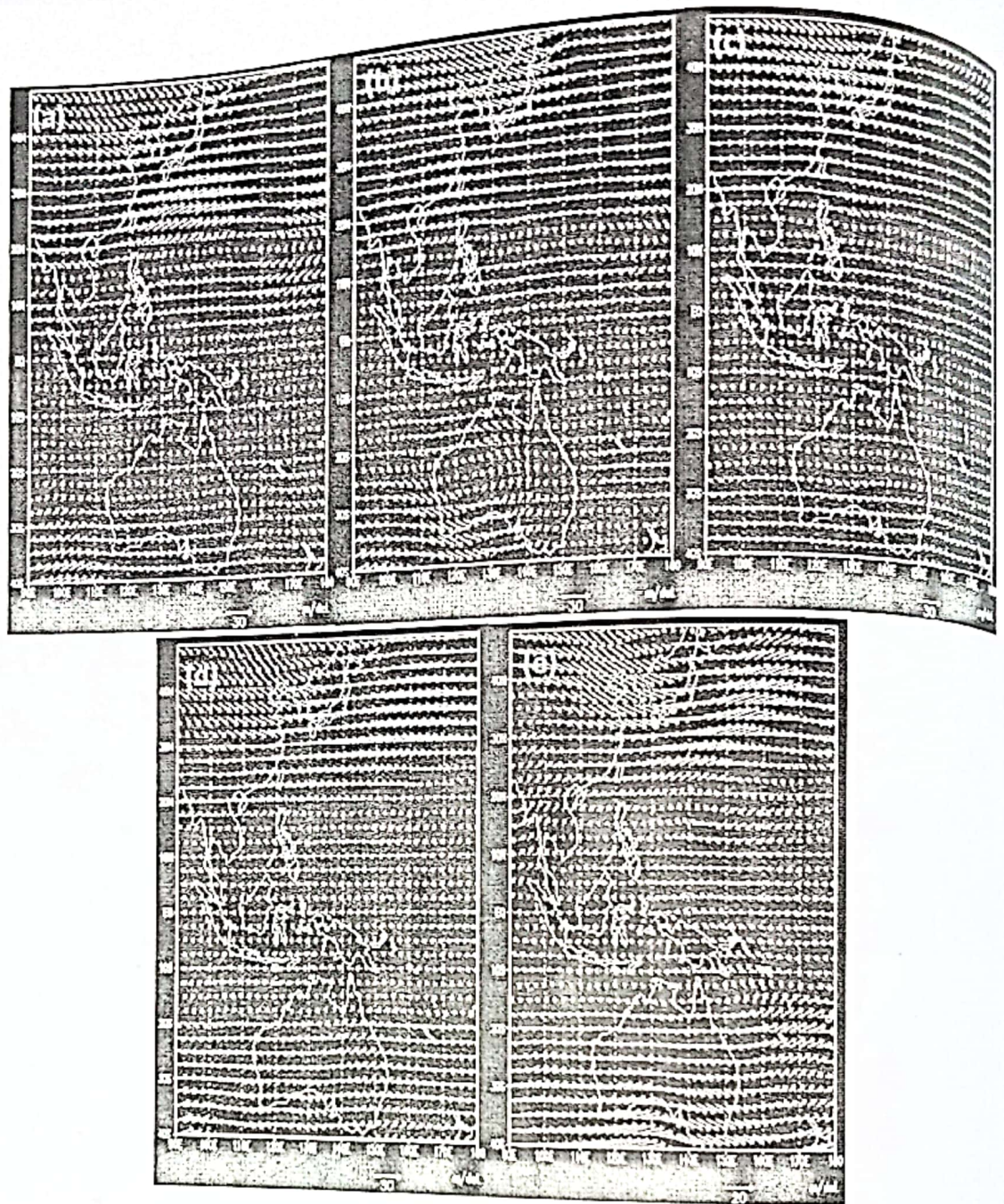




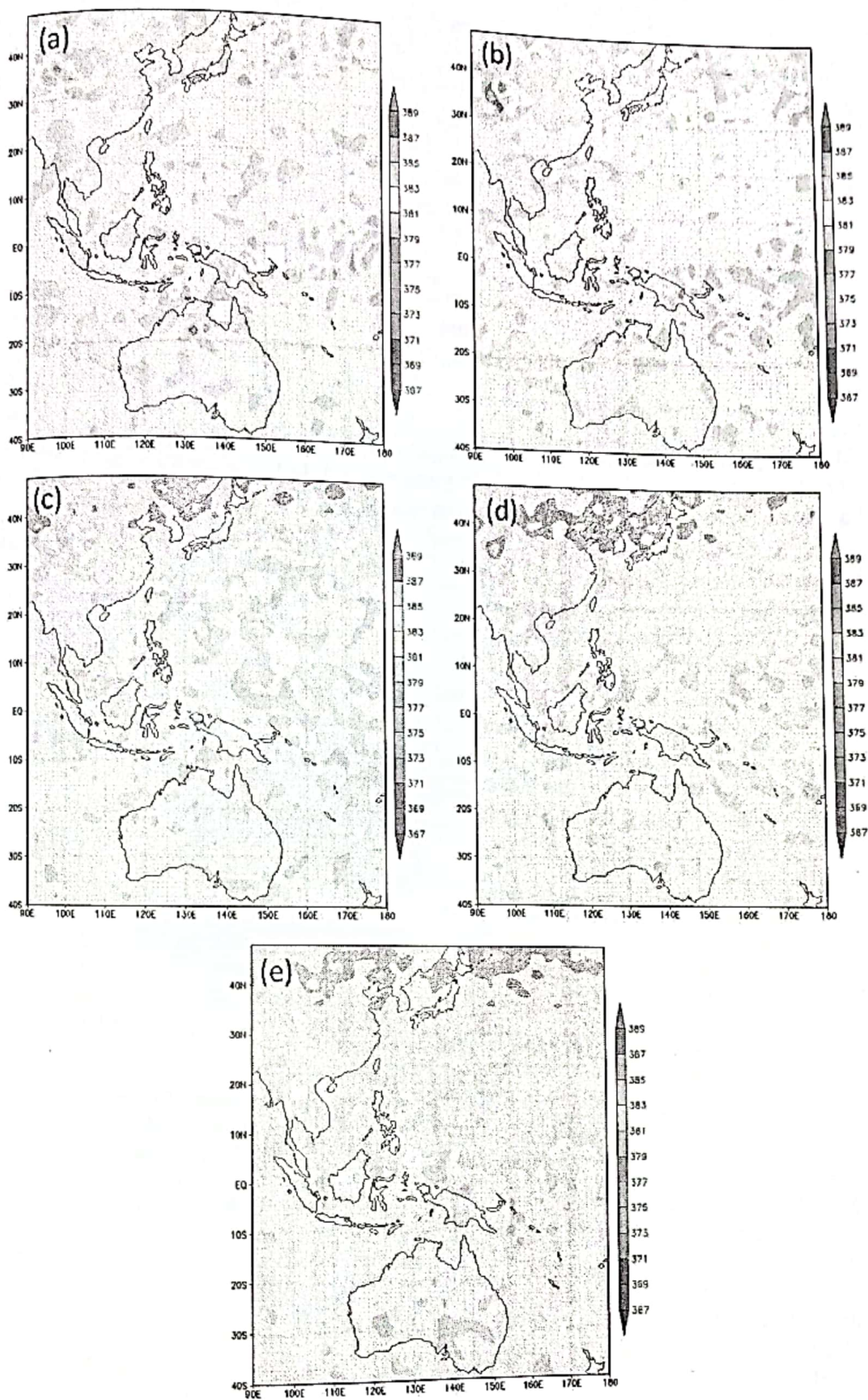
Gambar 3.3. Perbandingan CO₂ dan Vektor angin di bulan Oktober a) Oktober 2005. b) Oktober 2006. c) Oktober 2007. d) Oktober 2008.

Jika membandingkan data CO₂ dan vektor angin pada bulan oktober tahun 2005, 2006, 2007 dan 2008, terlihat adanya pengaruh kondisi angin terhadap penurunan konsentrasi CO₂ di bulan Oktober 2006. Pada kondisi angin rata-rata bulan oktober tahun 2005, 2007, dan 2008 relatif stabil tanpa ada perubahan kecepatan serta arah angin rata-rata, sedangkan pada oktober 2006 arah dan kecepatan angin tidak stabil dimana kecepatan angin rata-rata di bagian barat dan barat daya Indonesia (samudera Indonesia) cenderung tinggi sedangkan di bagian utara berkecepatan rendah. Hal ini menyebabkan turunnya konsentrasi CO₂ hingga 377 ppm (dari rata-rata 381 ppm di bulan September 2006) diatas Samudera Indonesia bagian barat daya, sebagian wilayah Sumatera dan Kalimantan. Pada bulan Mei dari tahun 2003 – 2009 terjadi peningkatan konsentrasi CO₂ di bagian utara Indonesia seperti pada Gambar 3.4.





Gambar 3.5. Vektor angin pada ketinggian 500 mbar, a) Januari 2007 b) Februari 2007 c) Maret 2007 d) April 2007 e) Mei 2007



Gambar 3.6. Konsentrasi CO₂ pada ketinggian 500 mbar, a) Januari 2007 b) Februari 2007 c) Maret 2007 d) April 2007 e) Mei 2007

Konsentrasi CO₂ dari arah utara dan timur mulai mengalami kenaikan pada bulan Maret. (383-385 ppm pada bulan Maret 2007). Konsentrasi CO₂ mengalami konsentrasi yang merata dibagian utara khatulistiwa pada bulan April-Mei dimana daerah utara Sumatera dan Kalimantan mengalami kenaikan konsentrasi CO₂ ± 2 ppm dari bulan sebelumnya. Peristiwa ini selalu terjadi dari tahun 2003 – 2009 dilihat dari data AIRS, sedangkan untuk bulan-bulan berikutnya tidak ditemukan pola distribusi tertentu dari CO₂.

4. KESIMPULAN

Konsentrasi CO₂ di lapisan troposfer bagian tengah tidak bersifat seragam, serta mengalami kenaikan sebesar 0,165 ppm/bulan dari tahun 2003 hingga 2009. Pengaruh angin hanya kecil pada fluktuasi konsentrasi CO₂ di ketinggian 500mbar, seperti pada bulan Maret 2003, Juli 2003, April 2004, dan Juni 2005. Pada bulan Oktober 2006 terjadi penurunan konsentrasi CO₂ sebesar 1,13 ppm, hal ini diduga disebabkan salah satunya oleh tidak seragamnya kecepatan serta arah angin di bulan Oktober 2006. Distribusi konsentrasi CO₂ di Indonesia memiliki karakteristik yang sama di bulan April-Mei, dimana mengalami kenaikan konsentrasi di wilayah bagian utara Indonesia. Hal ini disebabkan adanya pengaruh distribusi konsentrasi CO₂ dari daratan Asia yang dibawa oleh angin dari Samudera Pasifik.

DAFTAR RUJUKAN

- Massen, F., 2007, Seasonal and Diurnal CO₂ Patterns at Diekirch, LU 2003 – 2005. <http://meteo.lcd.lu>. (diakses Januari 2009).
- Seinfeld, J. H dan Pandis, S. N., 2006, Atmospheric Chemistry and Physics, John wiley and sons.
- NCEP/NCAR Reanalysis Monthly Means and Other Derived Variables, http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.derived.surface.html#_source, Diakses 2010.
- AIRS, <http://mirador.gsfc.nasa.gov/>, Diakses 2010.