

SELISIH TEMPERATUR OZON PERMUKAAN BERDASARKAN METODE IPCC DAN INSTRUMEN AWS DI BUKIT KOTOTABANG

Tengku Emrinaldi¹, Sugianto², Maksi Ginting³

Program Studi S1 Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Universitas Riau Kampus Bina Widya

Jl. Prof. Muchtar Luthfi Pekanbaru, 28293, Indonesia

email : tengku_naldi@gmail.com

email : sugianto@unri.ac.id

ABSTRACT

The results showed that the surface O_3 linearly proportional with surface O_3 radiative forcing which mean if the radiative forcing measured increase, there will be increase in temperature at Bukit Kototabang. The radiative forcing surface O_3 calculated are $0,93 \text{ Wm}^{-2}$ for 2009, $0,90 \text{ Wm}^{-2}$ for 2010, $1,05 \text{ Wm}^{-2}$ for 2011, and $1,03 \text{ Wm}^{-2}$ for 2012. The temperature difference based on IPCC method are $0,40 \text{ K}$ to $0,60 \text{ K}$ from 2009 to 2012, while temperature difference measured by instrumen AWS (Automatic Weather Station) are $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ to $2,4 \text{ }^\circ\text{C}$. The temperature difference measured by AWS that is influenced by radiative forcing surface O_3 was analyzed using IBM SPSS Statistics software and coefficient $0,031$ is obtained which shows a low correlation about $3,1\%$ at Bukit Kototabang. The results shows that there are some factors that influence the surface O_3 concentration toward earth surface temperature.

Keywords : Temperature, Ozon, Surface

ABSTRAK

Hasil perhitungan nilai radiative forcing O_3 permukaan, pada tahun 2009 diperoleh $0,93 \text{ Wm}^{-2}$, tahun 2010 diperoleh $0,90 \text{ Wm}^{-2}$, tahun 2011 mencapai $1,05 \text{ Wm}^{-2}$, kemudian pada tahun 2012 diperoleh $1,03 \text{ Wm}^{-2}$, Selisih temperatur berdasarkan metode IPCC dari tahun 2009 sampai dengan 2012 berkisar antara $0,40 \text{ K}$ hingga $0,60 \text{ K}$, sedangkan melalui pengukuran Instrumen Automatic Weather Station berkisar antara $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ hingga $2,4 \text{ }^\circ\text{C}$ dan selisih temperatur berdasarkan pengukuran Automatic Weather Station yang dipengaruhi oleh radiative forcing O_3 menggunakan software IBM SPSS STATISTICS 19 diperoleh koefisien regresi linier $0,031$ yang mengidentifikasi korelasi yang rendah antara radiative forcing O_3 permukaan dengan selisih temperatur Automatic Weather Station sebesar $3,1\%$ di Bukit Kototabang, hasil ini menunjukkan bahwa ada beberapa substansi atau faktor lain yang mempengaruhi konsentrasi O_3 permukaan terhadap temperatur permukaan bumi.

Kata Kunci : Suhu, Ozon, Permukaan

PENDAHULUAN

Gas rumah kaca menunjukkan peningkatan beberapa dekade, peningkatan ini tidak diketahui, jika emisi gas rumah kaca terus berlanjut maka pada tahun 2030 suhu permukaan bumi akan meningkat menjadi 30°C.

Menurut peneliti dari berbagai negara meningkatnya konsentrasi O₃ permukaan dalam laporan IPCC (*Intergovernmental on Panel Climate Change*) berasal dari emisi antropogenik menjadi penyumbang terbesar terhadap nilai *radiative forcing* O₃ permukaan selama periode 1980-1996 terus mengalami peningkatan hingga 30% sebesar 0,04 Wm⁻² (Gunar Myhre, 2000). Di Asia, emisi prekursor O₃, yaitu NO_x dan VOC meningkat hingga dua kali lipat selama 20 tahun sejak 1980 hingga 2000, karena meningkatnya aktivitas manusia yang menyebabkan terbentuk emisi senyawa prekursor O₃, oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian *radiative forcing* O₃ permukaan yang di Indonesia belum ada meneliti secara signifikan pengaruh O₃ terhadap perubahan iklim.

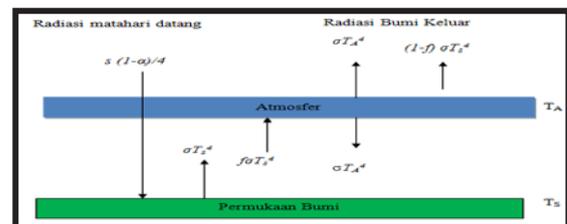
LANDASAN TEORI

Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca adalah gas - gas di atmosfer menangkap radiasi gelombang pendek dari matahari, menahan radiasi

gelombang panjang berasal dari permukaan bumi sehingga meningkatkan temperatur permukaan bumi. Pada saat terjadi akumulasi radiasi matahari di atmosfer bumi menyebabkan suhu di bumi menjadi semakin hangat disebabkan efek rumah kaca. Keberadaan gas rumah kaca penting dalam mempertahankan suhu atmosfer konstan.

Ada beberapa jenis gas rumah kaca antara lain karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dinitro oksida (N₂O), Ozon (O₃), sulfur heksaflorida (SF₆). O₃ permukaan dikatakan sebagai gas rumah kaca menyerap gelombang inframerah dengan panjang gelombang 9,4 μm dan 9,8 μm sebagai penyerap ketiga setelah CO₂ dan uap air menyerap radiasi bumi (Stefan Gilge, 2006).



Gambar 1 Pemodelan gas rumah kaca (Nelson, T.J, 2011)

Gambar 1 menggambarkan pemodelan gas rumah kaca, permukaan bumi dianggap sebagai benda hitam, maka radiasi total adalah σT_s^4 , dengan T_s adalah temperatur permukaan bumi. Lapisan atmosfer dengan koefisien penyerapan (f) menyerap radiasi gelombang panjang yang dipancarkan oleh permukaan bumi dan memancarkan energi

itu dari dua permukaan dalam jumlah $f\sigma T_A^4$ ke atas atmosfer dan juga ke bawah menuju permukaan bumi, dengan T_A adalah temperatur lapisan atmosfer. Permukaan bumi kemudian menerima energi lebih besar daripada sebelumnya, karena temperaturnya akan naik sampai terjadi keseimbangan kembali dimana permukaan bumi dan atmosfer keduanya mengemisikan radiasi sebanyak yang diserapnya.

Berdasarkan hukum Kirchoff fluks radiasi permukaan bumi diserap oleh lapisan atmosfer sebesar $f\sigma T_S^4$. Permukaan atmosfer lapis atas dan lapis bawah masing - masing memiliki emisi radiasi sebesar $f\sigma T_A^4$ (Jacob, 1999). Persamaan (1) untuk menjumlahkan penyerapan dan pancaran radiasi tiap lapisan atmosfer.

$$\frac{S(1-\alpha)}{4} = (1-f)\sigma T_S^4 + f\sigma T_A^4 \quad (1)$$

persamaan (2) menyatakan bahwa masing - masing lapisan atmosfer memiliki persamaan keseimbangan energi yang berbeda.

$$f\sigma T_S^4 = 2f\sigma T_A^4 \quad (2)$$

Melaui persamaan (2) disubsitusi ke persamaan (1) akan menghasilkan persamaan (3).

$$\frac{S(1-\alpha)}{4} = (1-f)\sigma T_S^4 + \frac{f}{2}\sigma T_S^4 = (1-\frac{f}{2})\sigma T_S^4 \quad (3)$$

Berdasarkan persamaan (3) maka diperoleh persamaan (4) untuk menyatakan temperatur di permukaan bumi.

$$T_S = \left[\frac{S(1-\alpha)}{4\sigma \left(1-\frac{f}{2}\right)} \right]^{1/4} \quad (4)$$

Jika diasumsikan bahwa lapisan atmosfer menyerap 77% ($f = 0,77$) dari radiasi bumi tanpa memperhitungkan panjang gelombang, dengan menggunakan persamaan (4) diperoleh temperatur permukaan bumi (T_S) = 288 K melalui mensubsitusikan $T_S = 288$ K ke persamaan (3) akan diperoleh $T_A = 241$ K untuk temperatur dilapisan atmosfer. Meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca akan meningkatkan koefisien penyerapan (f) di atmosfer, sehingga temperatur permukaan bumi (T_S) akan meningkat sesuai dengan persamaan (4).

METODE PENELITIAN

Pengukuran Konsentrasi Ozon Permukaan

Ozone Analyzer TEI 49 C adalah peralatan sampling otomatis untuk mengukur konsentrasi ozon permukaan yang berada di udara sekeliling. Fungsinya untuk mengukur konsentrasi O_3 Permukaan dengan pengukuran *UV Photometry*.



Gambar 2. Instrumen *Analyzer TEI 49C*

Ozone Analyzer TEI 49 C dengan nomor seri 49C-58547-318 konfigurasi air inlet pada sistem TEI 49 C mengalami perubahan yang disarankan oleh WMO/WCC EMPA Dr. Martin Steinbacher. Data konsentrasi O_3 permukaan selama tiga bulan sekali dikalibrasi dengan kalibrator, pada saat kalibrasi nilainya diset menjadi nol hal ini dilakukan untuk mendapatkan pengukuran yang benar, dan dipantau selama 24 jam oleh program Gawdaq (Automatic GAW Data Acquisition) serta disimpan dalam suatu realtime database.

Adapun langkah-langkah kerja pada alat *Ozone Analyzer TE 49 C* sebagai berikut (Gambar 2):

Persiapan

1. Lepas pompa internal (internal pump) didalam TS49i.
2. Tekan tombol 'power' TS 49i dan lakukan *warming-up* alat \pm 90 menit.
3. Nyalakan alat '*zero air supply* TS 111' dan hidupkan kompresor.
4. Setelah \pm 90 menit pasang kembali pompa internal ke dalam TS49i.

5. Lakukan pengecekan alat TS49i dan catat hasilnya dalam '*surface ozone TS49i before calibration checksheet*'.

6. Hubungkan pipa teflon dari *zero air supply* TS 111 ke inlet *dehumidifyer* (referigerator).

7. Hubungkan pipa teflon keluaran *dehumidifyer* ke inlet '*zero air*' TS 49i

8. Buka kran pada inlet *zero air* TS 49i.

Proses Interkomparasi

1. Ganti status TEI 49C pada jendela *gawdaq.vi* dari '*normal monitoring*' menjadi '*intercomparison*'

2. Berikan berbagai level konsentrasi O_3 ke TEI 49C dengan mengatur konsentrasi pada TS 49i :

2.1 Pada menu utama, pilin 'insert' > 'control' > 'custom level' > 'custom level 1, 2 ,3, 4 atau 5.

2.2 Untuk menaikkan atau menurunkan konsentrasi yang diatur tekan \uparrow atau \downarrow untuk menyimpan nilai konsentrasi O_3 tekan \leftarrow .

3. Lama konsentrasi serta urutan level O_3 yang diberikan adalah seperti tabel berikut

Konsentrasi Ozon (ppb)	Waktu (menit)
200	30
30	15
100	15
20	15
80	15
10	15
50	15
0	15

Setelah Interkomparasi

1. Kembalikan ke posisi 'normal monitoring' pada jendela 'gawdaq.vi' di PC ga wdaq.
2. Pasang kembali inlet sampel ke TEI 49C.
3. Keluarkan pipa teflon *zero air supply* dari *dehumidifyer*.
4. Download dan simpan data kedua analyzer sesuai dengan 'data acquisition sop'.
5. Matikan TE 49i, *zero air supply* TS 111 dan kompressor.
6. Tulis dalam *electronic log files* (untuk kedua analyzer dan calibrator).
7. Evaluasi masing-masing data (analyzer vs calibrator), dan simpan semua file dalam folder gawdaq.

Setelah itu langkah selanjutnya sebagai berikut

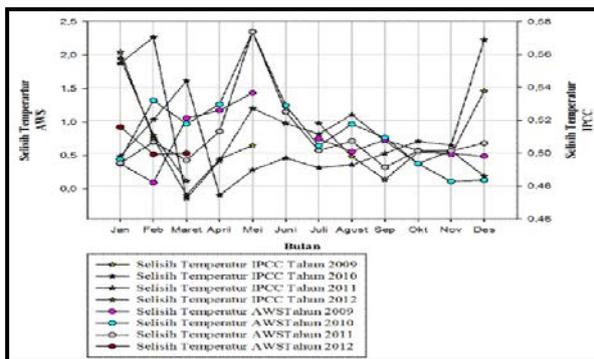
1. Klik On pada tampilan O₃ di jendela gawdaq.vi pada PC gawdaq sehingga berubah menjadi Off.
2. Hubungkan instrumen dengan PC yang digunakan untuk pengambilan data O₃ menggunakan serial port RS-232 dengan cara menggantikan kabel RS-232 pada analyzer yang

- terhubung pada PC gawdaq (gaw data *acquisition system*) dengan kabel RS-232 yang terhubung ke pc pengambilan data O₃.
3. Buka iport dengan klik dua kali pada icon shortcut to iport pada dekstop PC untuk download data O₃.
4. Klik *comm > connect*.
5. Akan muncul kotak dialog pilih 49C pada kotak isian *location* dan klik *yes*.
6. Klik *instrumen > poll serial > config 49 59*.
7. Klik *instrument > load records*
8. Isi kotak isian pada pilihan statring dengan 17.00. Kotak isian pada pilihan *save to file* diisi dengan nama file hasil yang format umumnya: 49c_yymmdd.dat. Yymmdd adalah tahun, bulan, tanggal pengambilan data, misalnya data diambil pada tanggal 1 januari 2012, dengan nama filenya adalah *49C_120101.dat*.
9. Pindahkan kabel RS 232 pada O₃ analyzer yang terhubung pada PC pengambilan data O₃ dan hubungkan kembali dengan RS-232 yang terhubung ke PC gawdaq.

10. klik Off pada tampilan O₃ di jendela 'gawdaq.vi' pada PC gawdaq hingga berubah menjadi On.
11. Data konsentrasi O₃ permukaan yang telah diambil akan tersimpan secara otomatis di folder c: *program files/thermo/iport*. Salin data ke PC gawdaq di e:/gawdata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selisih Temperatur Metode IPCC dan Instrumen AWS di Bukit Kototabang Tahun 2009 – 2012



Gambar 3 Selisih temperatur rata-rata bulanan di Bukit Kototabang berdasarkan metode IPCC dan pengukuran Instrumen AWS tahun 2009 – 2012

Melalui Gambar 3 menggambarkan selisih temperatur rata-rata bulanan di Bukit Kototabang berdasarkan metode IPCC dan pengukuran instrumen AWS tahun 2009 sampai dengan 2012. Berdasarkan metode IPCC dari hasil perhitungan didapat nilai setiap bulannya berfluktuasi (*feedback positive*), dalam hal ini stabil menaikkan temperatur. Telah

diketahui O₃ permukaan mempunyai ikatan ekstra oksigen yang mudah terurai dan memiliki oksidan yang kuat, korosif pada suatu material sehingga O₃ bersifat sebagai gas rumah kaca yang akan mempengaruhi temperatur yang berdampak terhadap perubahan iklim, nilai selisih temperatur berdasarkan metode IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) merupakan peningkatan atau penurunan energi bumi disetiap bulannya dengan bulan sebelumnya yang dipengaruhi oleh *radiative forcing* O₃ permukaan. Berdasarkan metode IPCC didapat nilai selisih temperatur setiap tahunnya adapun sebagai berikut tahun 2009 diperoleh selisih temperatur rata-rata bulanan berkisar antar 0,4 K hingga 0,6 K, untuk tahun 2010 diperoleh selisih temperatur rata-rata bulanan berkisar antara 0,40 K hingga 0,50 K, dan tahun 2011 diperoleh selisih temperatur rata-rata bulanan berkisar antara 0,46 K hingga 0,62 K, serta tahun 2012 diperoleh selisih temperatur rata-rata bulanan berkisar antara 0,48 K hingga 0,5 K.

Berdasarkan pengukuran instrumen AWS didapat selisih temperatur rata-rata bulanan melalui gambar 4.9 terlihat setiap bulannya berfluktuasi positif yang diakibatkan konsentrasi O₃ permukaan. Nilai selisih temperatur positif tersebut menunjukkan terjadinya peningkatan energi bumi yang akhirnya menyebabkan

pemanasan di Bukit Kototabang, dengan persentasi nilai sebagai berikut untuk tahun 2009 diperoleh nilai selisih temperatur

berkisar antara 0,1 °C hingga 1,4 °C, tahun 2010 diperoleh selisih temperatur rata-rata bulanan berkisar antara 0,1 °C hingga 2,4 °C, dan untuk tahun 2011 diperoleh nilai selisih temperatur berkisar antara 0,3 °C hingga 2,4 °C, serta untuk tahun 2012 diperoleh nilai selisih temperatur berkisar antara 0,5 °C hingga 0,9 °C.

KESIMPULAN

1. Konsentrasi O₃ permukaan terus meningkat, namun kemudian menurun. Peningkatan konsentrasi O₃ permukaan ini disebabkan meningkatnya reaksi fotokimia pembentukan O₃ dan kembali turun karena O₃ memiliki waktu tinggal hanya beberapa hari akibat penguraian O₃.
2. Selisih temperatur di Bukit Kototabang pada tahun 2009 sampai dengan 2012 berdasarkan metode IPCC berkisar antara 0,42 K hingga 0,60 K, sedangkan berdasarkan pengukuran instrumen AWS berkisar antara 0,1 °C hingga 2,4 °C keduanya memberikan nilai (*feedback postive*) yang berarti bumi mengalami

peningkatan energi bumi mengarah kepada pemanasan di Bukit Kototabang hal ini sesuai dengan sifat O₃ permukaan di troposfer termasuk gas rumah kaca untuk meningkatkan temperatur permukaan bumi.

3. Faktor utama mempengaruhi konsentrasi O₃ permukaan adalah posisi matahari sehingga membentuk pola musiman yang berulang setiap tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Gilge, Stefan, *Measurement Techniques of Surface Ozone*, vol.2.1/04.06/17.
- [2]. Gunnar, Myhre, Sirgrun Karlsdottir, and Ivar. S.A. Isaksen, 2000. *Radiative Forcing Due To Changes In The Tropospheric Ozone in The Period 1980-1996*. Journal Of Geophysical. 105: 28935-28942.
- [3]. Jacob, Daniel, J, 1999. *Introduction to Atmospheric Chemistry*. New Jersey: Princeton University Press.
- [4]. Nelson, T. J. *Simple Model Greenhouse and Global warming*. Melalui <http://www.randombio.com> [Februari/20/12].