

VALIDASI MODEL OZON UNTUK INDONESIA

**Rukmi Hidayati, Siti Asiati, Toni Samiaji, Tatty Kurniaty, Saipul Hamdi,
Suparno**

**Bidang Pengkajian Ozon dan Polusi Udara
Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim - LAPAN**

Abstrak

Data ozon dapat diperoleh dari satelit NOAA dan TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer), namun sering ditemui data kosong yang disebabkan oleh kerusakan satelit atau peralatan lainnya, maka penggunaan model yang sudah ada perlu dipertimbangkan untuk mengisi data kosong atau mengetahui data ozon total dari suatu tempat yang belum ada data pengamatannya. Untuk itu perlu dilakukan validasi model tersebut dengan data observasi yang ada di Indonesia. Untuk keperluan validasi model ozon dengan data observasi (insitu) yang ada di Indonesia, sebagai studi kasus digunakan sampel data ozon total harian dari Brewer untuk kota Bandung dan Watukosek. Untuk Bandung digunakan sampel data rata-rata harian ozon total dari Brewer dari periode Agustus 1995 – Oktober 1996, sedangkan untuk Watukosek data rata-rata harian ozon total dari Brewer dari periode Desember 1993 – Juli 1994. Dalam pengolahan data digunakan metoda Filtering Data Analisis, untuk menduga kesalahan observasi atau kelainan data, baik yang disebabkan oleh kerusakan alat atau kondisi iklim yang ekstrim. Data ozon total setelah difiltering, yang tidak representatif dikeluarkan dari rentetan data. Hasil validasi menunjukkan bahwa model matematik dari Thomas. K Van Heuklon ini mempunyai pendekatan yang cukup baik dengan hasil observasi (Brewer) yang ada di Bandung dan di Watukosek dengan deviasi dibawah 10%, yaitu masing – masing berkisar antara 7,7% sampai – 6,5% untuk Bandung dan 7,6 % sampai – 1,4 %, untuk Watukosek. Model ini dapat digunakan untuk mengisi data kosong atau untuk menentukan nilai ozon total di suatu tempat.

Abstract

Ozone data could be obtained from satellite NOAA and TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer), but it is often met empty data which caused by satellite damage or other equipments error, hence it is needed to be considered by using a model to fill empty data or to know data of total ozone from a place which has not observation yet. But that model must be tested it's accuracy before, by validating model with observation data in Indonesia. For ozone model validation requirement, as case study it used diurnal total ozone data from Brewer for Bandung and Watukosek. For Bandung it used diurnal total ozone data period August 1995 – October 1996, while for Watukosek period Desember 1993 – July 1994. In data processing used Filtering Data Analysis method, to anticipate mistake, caused by extreme climate condition. Validation result indicate that model mathematic from Thomas K. Van Heuklon has good enough approach with the Brewer observation result which in Bandung and in Watukosek by deviation less than 10 %, that is range from 7.7 % until -6.5 % for Bandung and 7.6 % until -1.4 %, for Watukosek respectively. This model applicable to fill empty data or to determine total ozone value somewhere.

*Polusi Udara dan Pengukurannya (2005), 44 - 51
Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional*

1. PENDAHULUAN:

Pengukuran kandungan ozon di atmosfer kurang menguntungkan, karena terbatas dalam ruang dan waktu. Pada tahun 1957 "International Geophysical Year" telah mengukur ozon di atmosfer mula-mula dari 50 stasiun dan bertambah menjadi 150 stasiun pada tahun 1970 dan kira-kira 80% berada di bumi belahan utara, sebagian besar berada di daratan lintang menengah. Beberapa daerah di kutub mempunyai rata-rata tahunan 380 m atm cm, sedangkan daerah ekuator agak statis sepanjang tahun kira-kira 240 m atm cm. Pada umumnya kandungan ozon lebih besar di daratan dari pada di lautan. Kandungan ozon maksimum di musim semi dan minimum di musim gugur. Untuk semua lintang di belahan bumi (Thomas.K. Van Heuklon, 1979).

Pada tahun 1979 Thomas K. Van Heuklon telah mengembangkan suatu model matematik empiris yang mempunyai pendekatan sangat baik dan teliti dengan hasil pengamatan. Model ini dinyatakan berlaku umum untuk sembarang tempat dan waktu di dunia. Ini dimaksudkan untuk melengkapi data ozon yang sedikit sekali diperoleh dari bumi belahan selatan. Walaupun sekarang data ozon dapat diperoleh dari satelit NOAA dan TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer), namun sering ditemui data kosong yang disebabkan oleh kerusakan satelit atau peralatan lainnya, maka penggunaan model yang sudah ada perlu dipertimbangkan untuk mengisi data kosong atau mengetahui data ozon total dari suatu tempat yang belum ada data pengamatannya. Untuk itu perlu dilakukan validasi model tersebut dengan data observasi yang ada di Indonesia.

2. MODEL OZON

Model ozon yang digunakan adalah model ozon yang telah dikembangkan oleh Thomas K Van Heuklon (1979) yang dinyatakan berlaku umum untuk sembarang tempat dan waktu di bumi. Model ini untuk mengestimasi kandungan ozon dalam atmosfer dalam satuan m atm cm.

$$O_3 = J + \{A + C \sin [D(E + F)] + G \sin [H(\lambda + I)]\} [\sin^2 (\beta \phi)] \quad [\text{m atm cm}] \quad (2.1)$$

Dimana :

A = konstanta untuk pengaruh lintang [-]

β = Faktor perkalian [-]

C = 1/2 amplitudo variasi musim [-]

D = konstanta [-]

E = hari dalam tahun, 1 Januari = 1

F = faktor koreksi [-]

G = 1/2 amplitudo variasi bujur [-]

H = pengulangan gelombang sinus tiap 120°

I = modifikasi

J = 235 m atm cm, rata-rata tahunan kandungan ozon dalam atmosfer di equator

$\lambda = (E = +, W = -)$

$\phi = (N = +, S = -)$

1 m atm cm = 1 Dobson Unit (DU)

Tabel.2.1. Harga parameter dalam model ozon

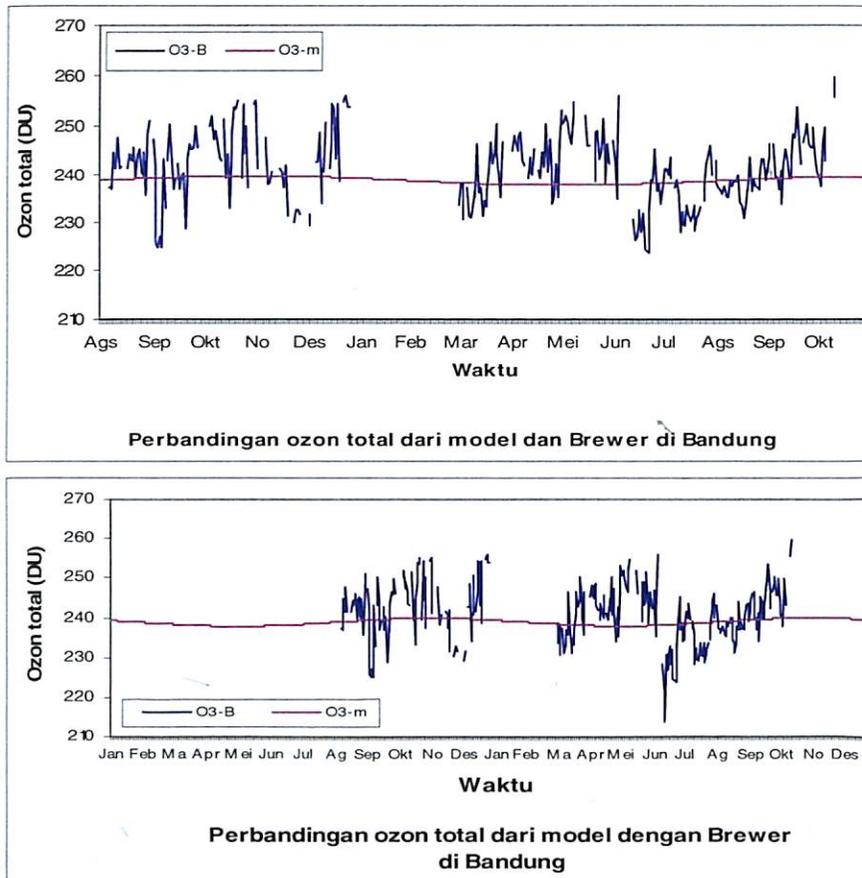
Parameter	Bumi Belahan Utara	Kedua belahan bumi	Bumi Belahan Selatan
A	150	-	100
β	1,28	-	1,5
C	40	-	30
D	-	0,9865	-
E	-	1 Jan = 1	-
F	-30	-	152,625
G	-	20	-
H	3	-	2
I	20,0 bila $\lambda = +$ 0,0 bila $\lambda = -$	-	-75,0
J	-	235	-
λ	-	E = +, W = -	-
ϕ	N = +	-	S = -

3. METODA PENGOLAHAN DATA

Untuk keperluan validasi model ozon dengan data observasi (insitu) yang ada di Indonesia, sebagai studi kasus digunakan sampel data ozon total harian dari Brewer untuk kota Bandung dan Watukosek. Untuk Bandung digunakan sampel data rata-rata harian ozon total dari Brewer dari periode Agustus 1995 – Oktober 1996, sedangkan untuk Watukosek data rata-rata harian ozon total dari Brewer dari periode Desember 1993 – Juli 1994. Dalam pengolahan data digunakan metoda Filtering Data Analisis (Atika Lubis, 2003), untuk menduga kesalahan observasi atau kelainan data, baik yang disebabkan oleh kerusakan alat atau kondisi iklim yang ekstrim. Data ozon total setelah difilter, yang tidak representatif dikeluarkan dari rentetan data. Pengolahan selanjutnya dengan program Excel, untuk memperoleh perbandingan ozon total dari model dan dari Brewer di kedua tempat yaitu Bandung dan Watukosek. Ke validan suatu model dengan nilai observasi dapat dilihat dari nilai deviasinya.

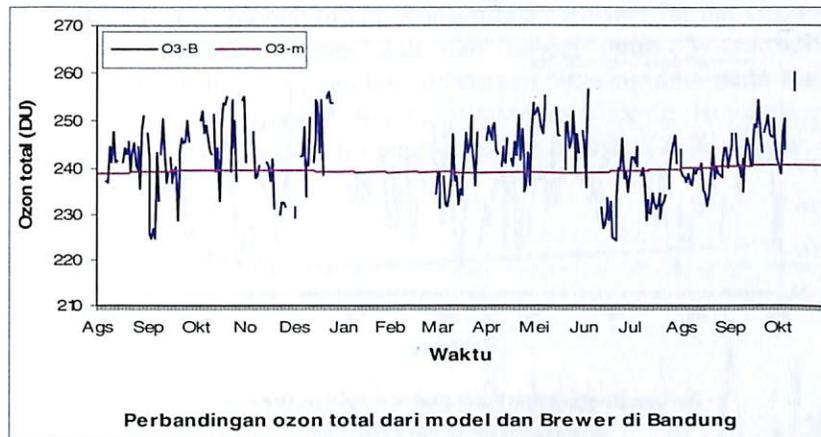
4. HASIL

Hasil pengolahan data dituangkan dalam bentuk gambar grafik, Gambar 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6. Gambar 4.1 menunjukkan konsentrasi rata-rata harian ozon total (DU) dari observasi menggunakan Brewer dan dari model untuk Bandung pada periode Agustus 1995 – Oktober 1996, sebelum dilakukan filtering data pada sampel data ozon total dari Brewer di Bandung. Sebelum dilakukan filtering data, konsentrasi ozon total di Bandung periode Agustus 1995- Oktober 1996 mempunyai nilai sebesar 241,0 DU, 259,8 DU dan 213,7 DU masing-masing untuk konsentrasi rata-rata, maksimum dan minimum, dan standar deviasinya 7,3. Sedangkan perbandingan antara konsentrasi ozon total dari model dengan observasi (Brewer) mempunyai rentang deviasi antara 7,7% sampai -11,4%.



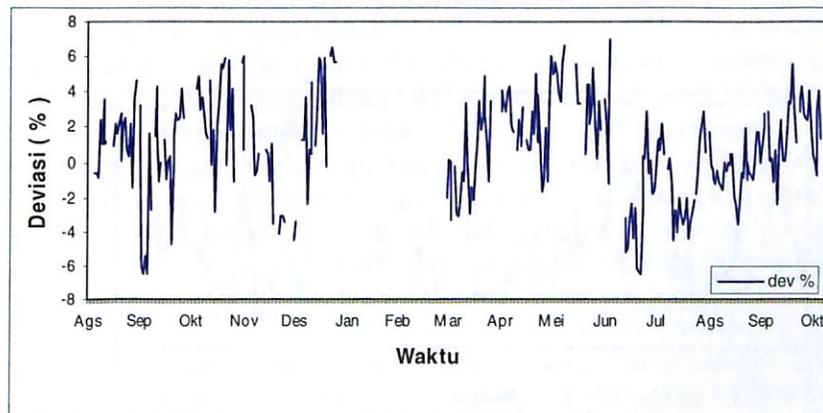
Gambar 4.1. Perbandingan konsentrasi rata-rata harian ozon total (DU) dari Brewer dan model di Bandung periode Agustus 1995 – Oktober 1996 (Sebelum dilakukan filtering data pada sampel data ozon total dari Brewer di Bandung)

Sebelum dilakukan filtering data, konsentrasi ozon total di Bandung periode Agustus 1995- Oktober 1996 mempunyai nilai sebesar 241,0 DU, 259,8 DU dan 213,7 DU masing-masing untuk konsentrasi rata-rata, maksimum dan minimum, dan standar deviasinya 7,3. Sedangkan perbandingan antara konsentrasi ozon total dari model dengan observasi (Brewer) mempunyai rentang deviasi antara 7,7% sampai -11,4%.

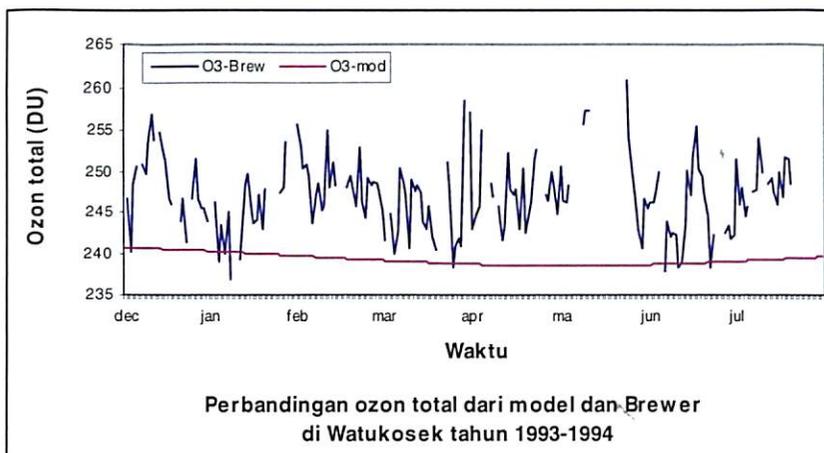


Gambar 4.2. Perbandingan konsentrasi rata-rata harian ozon total (DU) dari Brewer dan model di Bandung periode Agustus 1995 – Oktober 1996 (Setelah dilakukan filtering data pada sampel data ozon total dari Brewer di Bandung)

Gambar. 4.2. menunjukkan konsentrasi rata-rata harian ozon total (DU) dari observasi menggunakan Brewer dan dari model untuk Bandung pada periode Agustus 1995 – Oktober 1996, setelah dilakukan filtering data pada sampel data ozon total dari Brewer di Bandung. Setelah dilakukan filtering data dengan menggunakan Filtering Data Analisis diperoleh rentang deviasi antara 7,7% sampai – 6,5%, seperti yang terlihat pada Gambar 4.3.



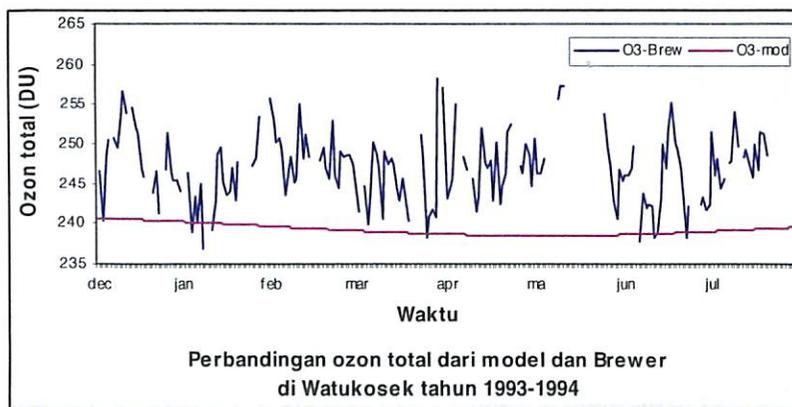
Gambar 4.3. Deviasi ozon total dari model dan observasi (Brewer) di Bandung periode Agustus 1995 – Oktober 1996.



Gambar 4.4 Perbandingan konsentrasi rata-rata harian ozon total (DU) dari Brewer dan model di Watukosek periode Desember 1993 – Juli 1994 (sebelum dilakukan filtering data)

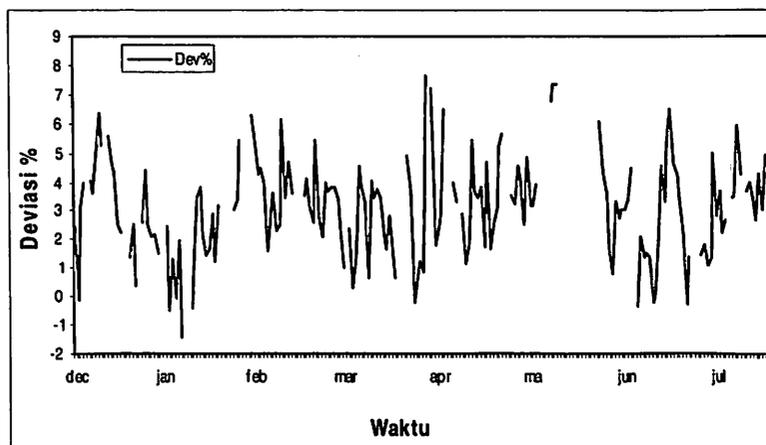
Gambar 4.4 menunjukkan konsentrasi rata-rata harian ozon total (DU) dari observasi menggunakan Brewer dan dari model untuk Watukosek pada periode Desember 1993 – Juli 1994 , sebelum dilakukan filtering data pada sampel data ozon total dari Brewer di Watukosek

Sebelum dilakukan filtering data , konsentrasi ozon total di Watukosek periode Desember 1993 – Juli 1994, mempunyai nilai sebesar 247,0 DU, 260,9 DU dan 236,8 DU masing-masing untuk konsentrasi rata-rata, maksimum dan minimum, dan standar deviasinya 4,5. Sedangkan perbandingan antara konsentrasi ozon total dari model dengan observasi (Brewer) mempunyai rentang deviasi antara 8,6 % sampai – 1,4 %



Gambar 4.5 Perbandingan konsentrasi rata-rata harian ozon total (DU) dari Brewer dan model di Watukosek periode Desember 1993 – Juli 1994 (setelah dilakukan filtering data).

Gambar. 4.5. menunjukkan konsentrasi rata-rata harian ozon total (DU) dari observasi menggunakan Brewer dan dari model untuk Watukosek pada periode Desember 1993 – Juli 1994, setelah dilakukan filtering data pada sampel data ozon total dari Brewer di Watukosek. Setelah dilakukan filtering data dengan menggunakan Filtering Data Analisis diperoleh rentang deviasi antara 7,6 % sampai – 1,4 %, seperti yang terlihat pada Gambar.4.6.



Gambar 4.6. Deviasi ozon total dari model dan observasi (Brewer) di Watukosek periode Desember 1993 – Juli 1994.

5. PEMBAHASAN

Perbandingan konsentrasi rata-rata harian ozon total (DU) dari Brewer dan model di Bandung periode Agustus 1995 – Oktober 1996 (sebelum dilakukan filtering data pada sampel data ozon total dari Brewer di Bandung), seperti yang tampak pada Gambar 4.1, menunjukkan bahwa nilai ozon total dari model lebih smooth sepanjang waktu dibandingkan dengan nilai ozon total dari observasi (Brewer) yang lebih berfluktuasi. Hal ini disebabkan karena model ini telah mengalami smoothing yang dapat berlaku untuk sembarang waktu dan musim, sedangkan pada observasi masih tergantung pada faktor musim dan kondisi sesaat, maka deviasinya masih cukup besar yaitu antara 7,7% sampai -11,4%. Dari Gambar.4.1 juga tampak nilai ozon total dari model berada di antara tengah-tengah nilai ozon total dari hasil observasi (Brewer) sepanjang waktu, sehingga deviasi positif dan negatif cenderung seimbang. Setelah dilakukan filtering data dengan tujuan untuk menghilangkan data ozon yang mempunyai nilai, x bawah > nilai ozon > x atas, seperti yang terlihat pada Gambar. 4.2, maka deviasinya berubah menjadi antara 7,7% sampai – 6,5% (Gambar.4.3)

Untuk Watukosek periode Desember 1993 – Juli 1994 seperti yang terlihat pada Gambar.4.4, 4.5, dan 4.6, ternyata nilai ozon total dari model sebagian besar atau dominan berada di atas nilai ozon total hasil observasi (Brewer), sehingga deviasi positifnya tidak seimbang dengan deviasi negatifnya dan deviasinya berkisar antara 7,6 % sampai – 1,4 %. Hal ini disebabkan karena data observasi yang diambil periode tahun 1993-1994, sedangkan tahun 1994 terjadi peristiwa ENSO, walaupun tidak sekuat ENSO pada tahun 1997. Validasi model dengan hasil observasi (Brewer) di kedua tempat mempunyai deviasi dibawah 10% , sehingga boleh dikatakan model mempunyai

pendekatan yang cukup baik dengan hasil observasi (Brewer), di Bandung dan di Watukosek

6. KESIMPULAN

Dari pembahasan dapat disimpulkan bahwa model matematik dari Thomas. K Van Heuklon ini mempunyai pendekatan yang cukup baik dengan hasil observasi (Brewer) yang ada di Bandung dan di Watukosek dengan deviasi dibawah 10%, yaitu masing – masing berkisar antara 7,7% sampai – 6,5% untuk Bandung dan dan 7,6 % sampai – 1,4 %, untuk Watukosek. Model ini dapat digunakan untuk mengisi data kosong atau untuk menentukan nilai ozon total di suatu tempat, walaupun validasi ini masih perlu dikaji lagi untuk data yang cukup, sehingga dapat ditinjau dari berbagai musim.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Drs.Agus Suropto sebagai Kepala stasiun Watukosek beserta staf yang telah membantu dalam perolehan data ozon total dari Brewer yang ada di Watukosek, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Atika Lubis : 2003, “ Filtering Data Analisis “, Departemen Geofisika & Meteorologi Institut Teknologi Bandung.
- Thomas K, Van Heuklon, 1979, :”Estimating Atmospheric Ozone For Solar Radiation Model “, S.E. Vol. 22, pp. 63 – 68, 1979.