

**VERIFIKASI POLA BULANAN VARIASI DIURNAL OZON
PERMUKAAN BANDUNG DAN WATUKOSEK (1987-2001)
UNTUK ACUAN PENELITIAN OZON PERMUKAAN
BANDUNG DAN WATUKOSEK**

Ninong Komala

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

Abstrak:

Penelitian ozon permukaan di Bandung dan Watukosek yang telah dilakukan sejak 1987 dicoba untuk dijadikan acuan untuk penelitian ditahun mendatang dengan membuat rata-rata pola diurnal bulannya dari 1987 sampai 2001. Pola diurnal setiap bulannya diverifikasi dengan hasil penelitian tahun 2002 dan 2003. Hasil verifikasi menunjukkan korelasi antara pola bulanan rata-rata 1987-2001 dengan pola 2002 dan 2003 menunjukkan korelasi di atas 90%. Pola seasonal juga menunjukkan korelasi yang sama bagusnya dengan pola diurnal bulanan.

Abstract:

Surface ozone measurement at Bandung and Watukosek have been done since 1987. We try to find the reference of it's monthly diurnal variation pattern by averaging the monthly diurnal variation of surface ozone in the period of 1987-2001. The result verifications of it's pattern with insitu observation in the period of 2002 and 2003 show good correlation (above 90% agree well with the reference) as well as the seasonal variation pattern.

1. PENDAHULUAN

Distribusi ozon di troposfer merupakan salah satu isu penting dalam ilmu pengetahuan atmosfer, karena berkaitan dengan kualitas udara, reaktivitas fotokimia troposfer dan pengaruhnya terhadap radiasi troposfer.

Ozon di hasilkan dan didestruksi di troposfer melalui reaksi kimia yang melibatkan NO_x, CH₄, hidrokarbon dan CO dengan radiasi matahari (Chameides and Walker 1973, Logan 1985, Crutzen, 1985). Ozon prekursor seperti CH₄, NMHC, CO dan NO_x diemisikan di permukaan bumi sebagai hasil dari proses biogeokimia dan pembakaran bahan bakar fosil. Sumber dari prekursor ini sangat bervariasi tergantung dari skala geografis dan temporal yang dipengaruhi oleh intensitas proses biokimia dan aktivitas manusia.

Di daerah tropis, masih sangat sedikit pengukuran ozon yang dilakukan secara terus menerus (Ilyas, 1987), sehingga pengukuran yang dilakukan di daerah tropis akan merupakan sumbangan yang sangat berarti bagi investigasi karakteristik ozon di daerah tropis Asia dengan di tropis Amerika dan Afrika (Logan, 1985, Kirchoff, 1988).

Penelitian ozon telah dilakukan di Indonesia dengan melakukan pengukuran ozon permukaan di Bandung dan Watukosek sejak Desember 1986 (Komala, 1990). Dari periode data sekitar 14 tahun dianggap cukup memadai untuk dijadikan basis data

Polusi Udara dan Pengukurannya (2005), 19 - 29

Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional.

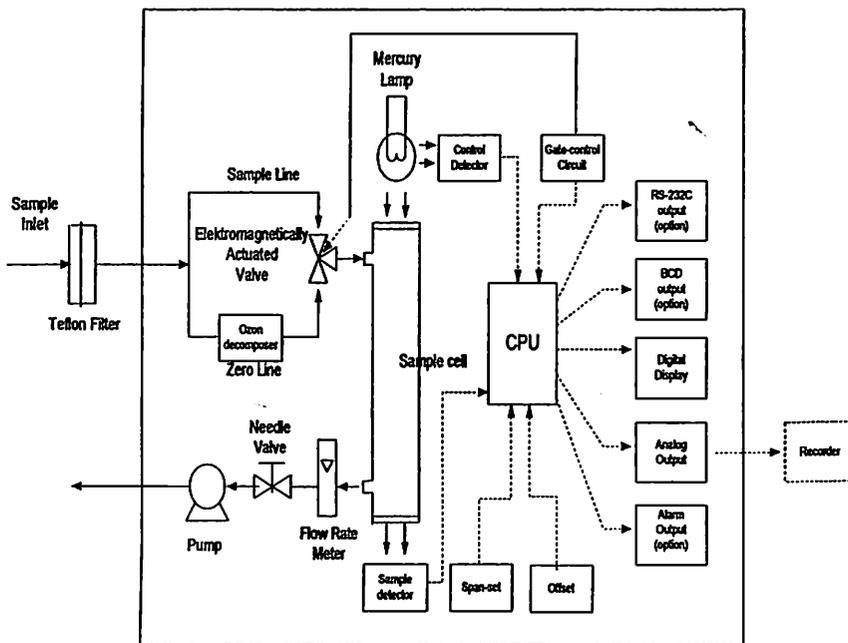
dan dicoba untuk dijadikan acuan penelitian tahun berikutnya.

Secara umum hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ozon permukaan di Bandung dan Watukosek menunjukkan nilai maksimum pada musim kering dan minimum pada musim hujan (Komala et al, 1996).

Dari hasil tersebut dicoba untuk melihat posibilitas kesamaan pola diurnal ozon di Bandung dari tahun 1987-2001 dengan hasil penelitian tahun 2002 dan 2003. Hal yang sama dilakukan pula untuk hasil penelitian ozon permukaan di Watukosek.

2. METODOLOGI DAN DATA

2.1. Metodologi



Gambar 2.1 Bagan alat Dasibi ozon monitor yang digunakan di Bandung dan Watukosek.

Penelitian dilakukan dengan pengukuran secara insitu (pengukuran secara langsung) di Bandung dan Watukosek dengan menggunakan alat Dasibi ozon Monitor Dasibi 1006-AHJ buatan Dylec. Alat ini menggunakan lampu Merkuri (Hg) bertekanan rendah sebagai sumber cahaya. Lampu Merkuri ini mengemisikan radiasi ultra violet pada panjang gelombang 253.7 nm yang diabsorpsi kuat oleh ozon. Konsentrasi ozon diperoleh dengan pengukuran absorpsi radiasi ultra violet pada 253.7 nm.

Seperti yang dikemukakan pada konsep fotometri pengukuran ozon permukaan (gambar 2.2) Fotocurrent I pada detektor dinyatakan dengan:

$$I = I_0 \exp(\sigma c l) \dots\dots\dots (1)$$

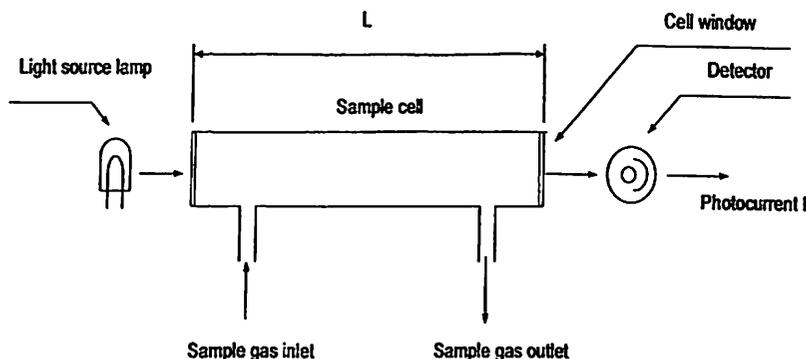
Dimana:

I_0 = fotocurrent pada saat konsentrasi ozon di dalam sampel sel adalah nol

σ = koefisien absorpsi ultra violet oleh ozon pada 253.7 nm

c = konsentrasi ozon, dan l = panjang sampel sel.

Konsentrasi ozon (c) bisa dihitung dengan mengukur I dan I_0 karena σ dan l adalah konstan.



Gambar 2. 2. Konsep fotometri pengukuran ozon permukaan

Siklus pengukuran dari alat ini adalah 12 detik, Konsentrasi ozon yang terukur dinyatakan dalam ppbv (part per billion volume) dengan resolusi 1ppbv dan direkam dalam strip chart.

Di Bandung alat ozon monitor ditempatkan di kantor LAPAN, lantai 3. Sebagai lokasi yang terletak di kota besar, dan dekat dengan tempat yang bertranspotasi padat, diharapkan hasil penelitian bisa mewakili daerah urban. Di Watukosek, alat ozon monitor di tempatkan di SPD Watukosek. Di lokasi ini kondisi diharapkan dapat mewakili kondisi ozon permukaan untuk daerah sub-urban.

2.2. Data dan Pengolahannya

Data ozon permukaan yang diolah diperoleh dari pengukuran secara langsung dan terus menerus selama 24 jam di Bandung dan Watukosek dengan menggunakan peralatan Dasibi Ozon Monitor type 1006-AHJ buatan Dylec. Data yang digunakan adalah hasil pengukuran pada periode 1987-2001. Data untuk verifikasi adalah data hasil penelitian ozon permukaan di Bandung tahun 2002 dan 2003, Watukosek tahun 2002.

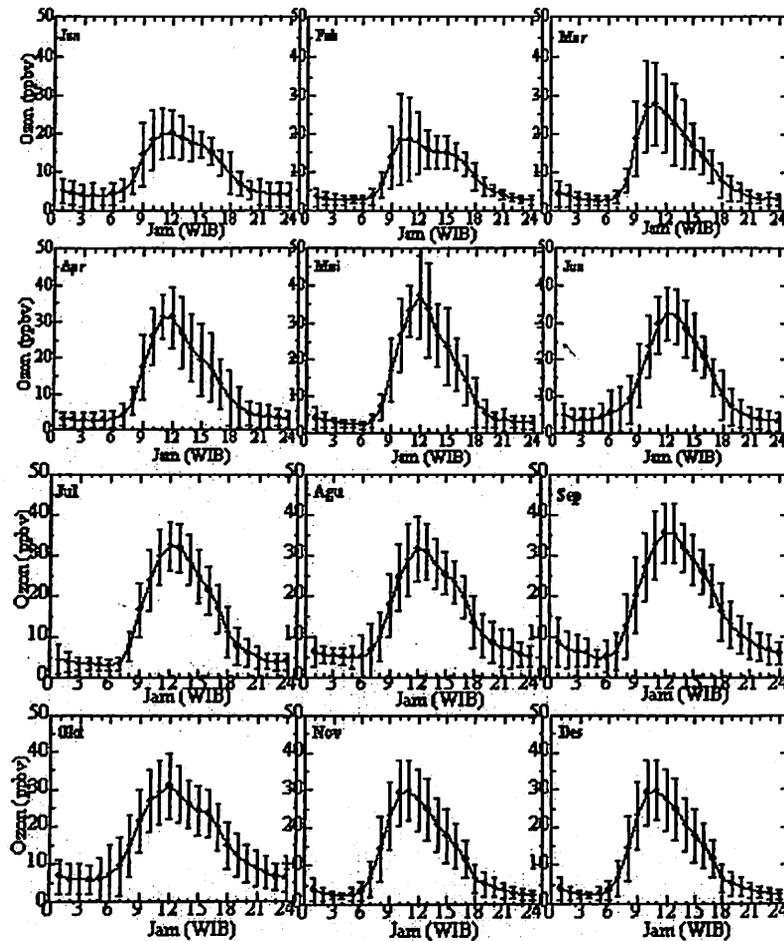
Dari pola diurnal setiap harinya dibuat rata-rata bulanan untuk pola diurnal setiap bulannya (Januari sampai dengan Desember) dari tahun 1987-2001. Sehingga dari periode pengamatan tersebut diperoleh 12 pola diurnal bulanan untuk Bandung dan 12 pola diurnal bulanan untuk Watukosek.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pola rata-rata Ozon permukaan Bandung periode 1987-2001

Data ozon permukaan yang diperoleh dari Bandung dan Watukosek pada periode tahun. 1987-2001 dianalisis dengan melihat karakteristik variasi diurnal ozon. Hasil analisis pola diurnal menunjukkan bahwa variasi diurnal konsentrasi ozon permukaan di Bandung dan Watukosek meningkat pada waktu matahari terbit mencapai maksimum pada siang hari (jam 12:00) untuk Bandung dan kadang-kadang dicapai lebih cepat di Watukosek (jam 11:00) dan menurun pada sore hari sampai matahari terbenam. Pada malam hari konsentrasi ozon masih terukur. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi NO_2 di Bandung cukup besar untuk menghasilkan ozon melalui reaksi

fotokimia. Di Watukosek pun demikian, walaupun kemungkinan konsentrasi NO_2 di Watukosek lebih rendah dari pada di Bandung.

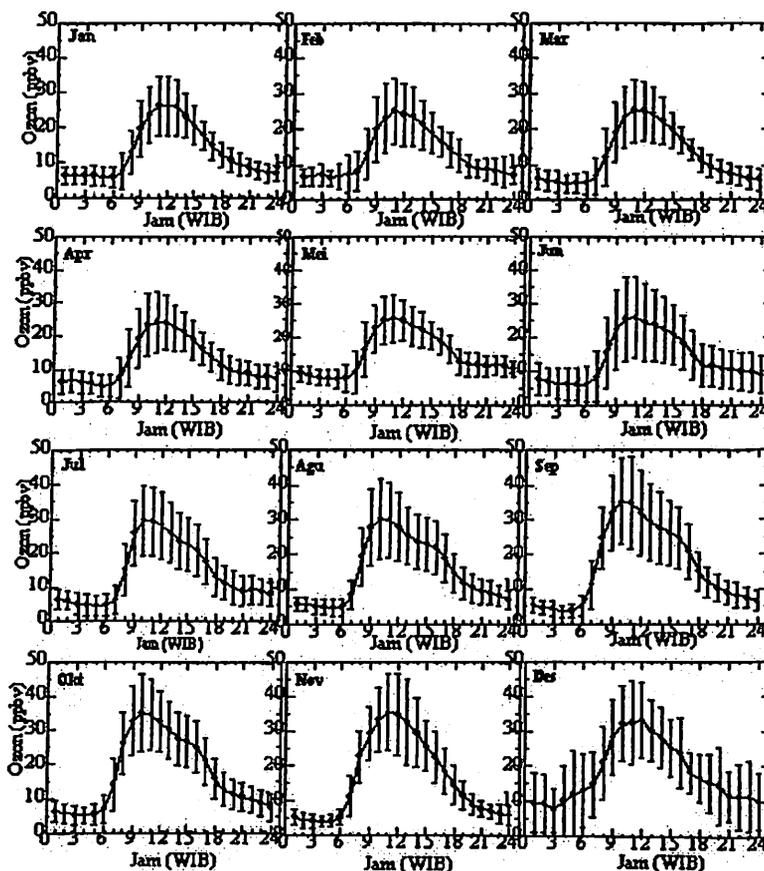


Gambar 3.1. Pola diurnal bulanan ozon permukaan Bandung 1987-2001

Pada siang hari konsentrasi ozon lebih besar daripada waktu pagi, sore atau malam hari. pada siang hari intensitas cahaya matahari cukup tinggi yang mengakibatkan proses fotokimia pembentukan ozon (O_3) lebih tinggi. Ozon secara fotokimia diproduksi melalui reaksi NO_x , CO dan hidrokarbon serta nonmethan hidrokarbon pada siang hari dan terurai pada malam hari melalui reaksi dengan NO_x . Dari variasi diurnal harian kemudian dibuat rata-rata untuk setiap bulan, sehingga untuk setiap tahun diperoleh 12 pola diurnal bulanan. Kemudian dibuat pola diurnal rata-rata dari setiap bulan yang sama (Januari-Desember) dari tahun 1987-2001. Sehingga diperoleh pola diurnal bulanan rata-rata 1987-2001 untuk bulan Januari sampai dengan Desember.

3.2 . Pola rata-rata Ozon permukaan Watukosek periode 1987-2001

Data ozon permukaan yang diperoleh Watukosek pada periode tahun. 1987-2001 diolah dengan cara yang sama seperti untuk ozon permukaan Bandung yaitu dianalisis dengan melihat karakteristik variasi diurnal ozon. Dari variasi diurnal harian kemudian dibuat rata-rata untuk setiap bulan, sehingga untuk setiap tahun diperoleh 12 pola diurnal bulanan. Kemudian dibuat pola diurnal rata-rata dari setiap bulan yang sama (Januari-Desember) dari tahun 1987-2001. Sehingga diperoleh pola diurnal bulanan rata-rata 1987-2001 untuk bulan Januari sampai dengan Desember.

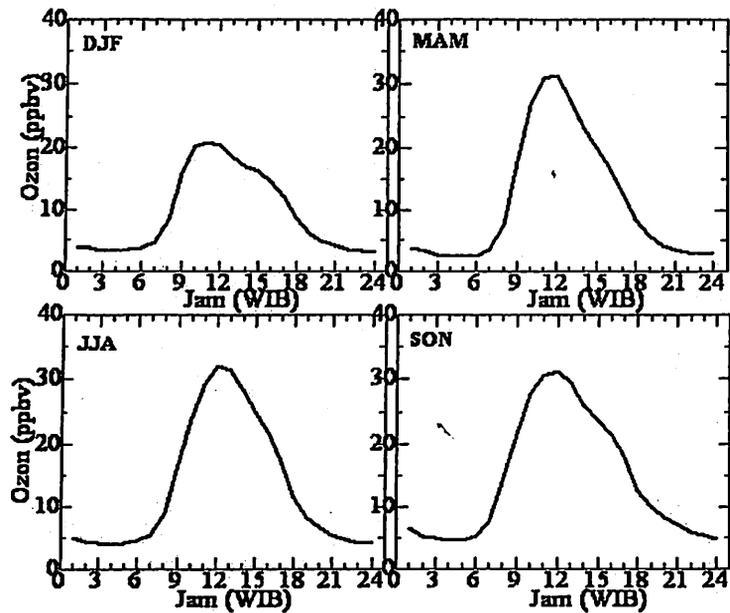


Gambar 3.2. Pola diurnal bulanan ozon permukaan Watukosek 1987-2001

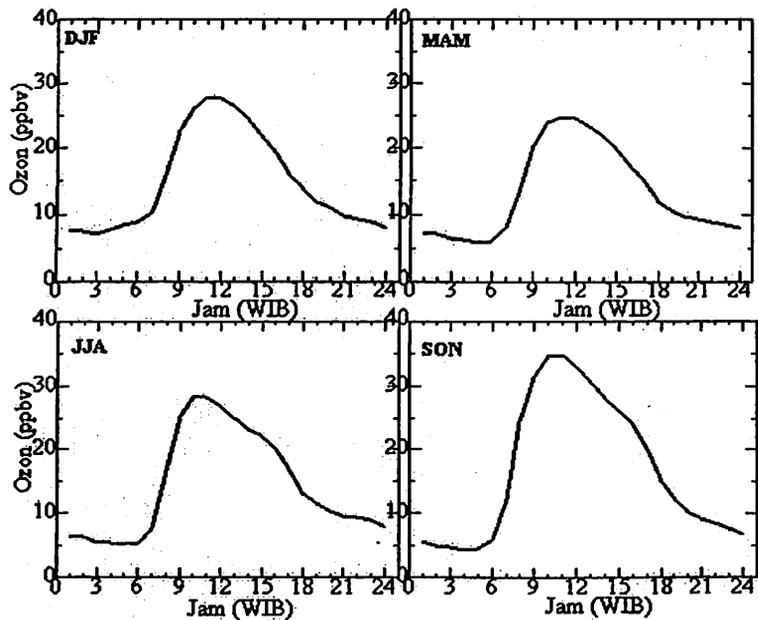
3.3 Pola Musiman

3.3.1 Ozon permukaan Bandung

Dari pola bulanan 1987-2001 dibuat kelompok variasi diurnal ozon untuk setiap musim. Musim basah (Desember, Januari dan Februari), musim peralihan atas untuk DJF dan MAM dan bawah untuk JJA dan SON. Maret, April, Mei), Musim kering (Juni, Juli, Agustus) dan musim peralihan (September, Oktober, November).



Gambar 3.3 Pola musiman untuk Bandung 1987-2001, grafik bagian atas untuk DJF dan MAM dan bawah untuk JJA dan SON.



Gambar.3.4 Pola musiman untuk Watukosek 1987-2001, grafik bagian atas untuk DJF dan MAM dan bawah untuk JJA dan SON.

Pola musiman ozon permukaan Bandung 1987-2001 dapat dilihat pada gambar 3.3 yang menunjukkan bahwa pola musiman ozon permukaan pada tahun 1987-2001 pola DJF dan SON menunjukkan konsentrasi ozon maksimum yang lebih rendah dibandingkan dengan pola MAM, dan JJA. Sedangkan pola diurnal untuk DJF hampir sama dengan pola MAM, Perbedaan yang nampak adalah dalam jam tercapainya ozon maksimum yang dicapai lebih cepat pada DJF dan lebih lambat. Pada pola ozon JJA ozon maksimum dicapai pada tengah hari.

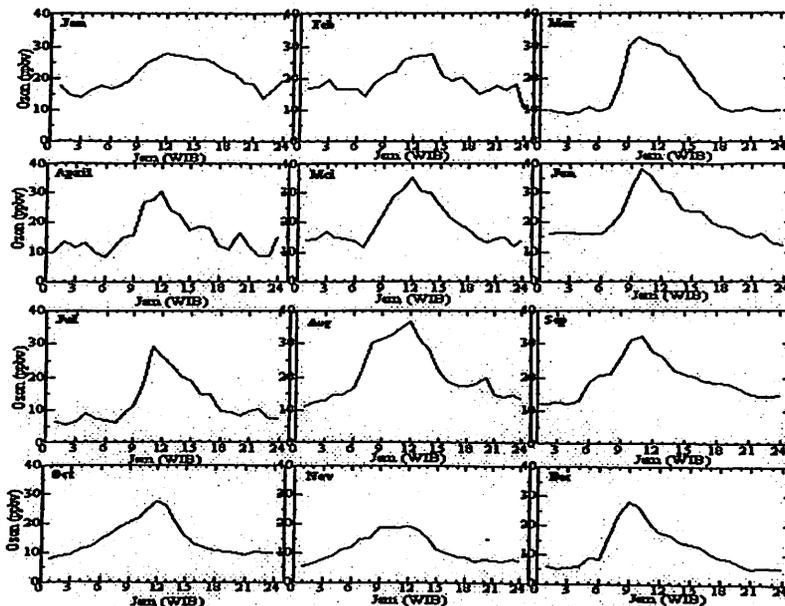
Konsentrasi ozon pada MAM dan JJA lebih tinggi dibandingkan pada SON dan DJF lebih disebabkan karena pengaruh radiasi matahari dan konsentrasi ozon prekursor pada periode tersebut. sementara pada SON dan DJF konsentrasi ozon prekursor menjadi rendah karena pengaruh hujan yang menyebabkan proses washing out.

3.4. Verifikasi

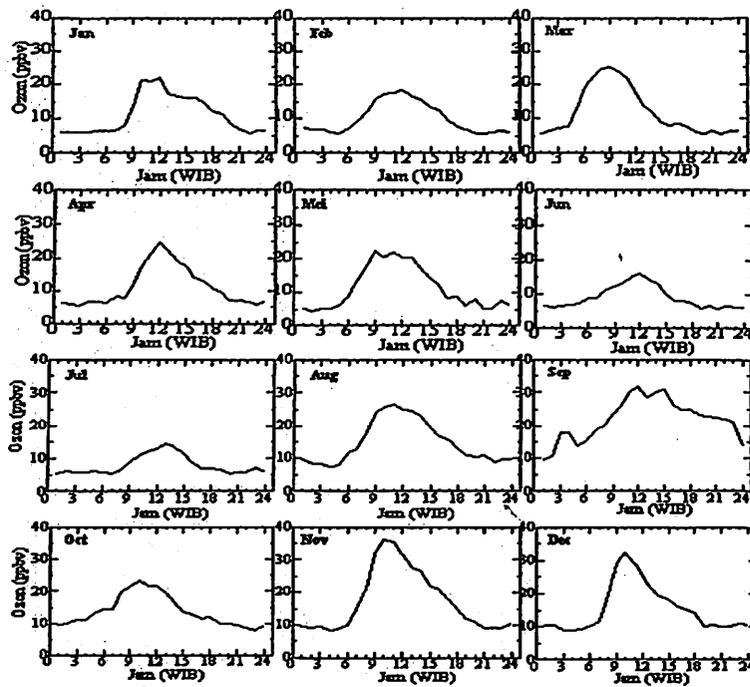
3.4.1. Pola Bulanan Variasi Diurnal

Data ozon permukaan hasil penelitian tahun 2002 dibuat pola diurnal harian dan bulannya (lihat gambar 3.5.a). Demikian pula untuk hasil tahun 2003. Pola diurnal rata-rata 1987-2001 yang telah diperoleh kemudian diverifikasi dengan pola diurnal bulanan hasil penelitian tahun 2002 dan 2003.

Hasil korelasi yang diperoleh dari verifikasi pola bulanan ini menunjukkan nilai yang tinggi (di atas 0.9) hampir 90%.



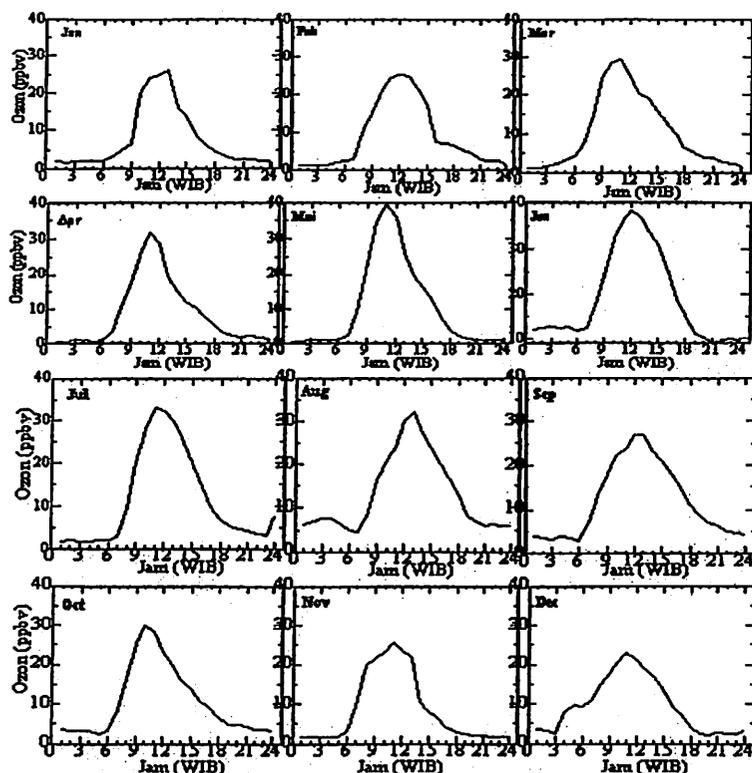
Gambar 3.5.a Pola diurnal bulanan (Januari s.d Desember) ozon permukaan Bandung tahun 2002.



Gambar 3.5.b. Pola diurnal bulanan ozon permukaan Bandung tahun 2003.

Tabel 3.1 Koefisien korelasi hasil verifikasi pola diurnal Bandung 1987-2001 dengan pola diurnal 2002 dan 2003.

BULAN	BANDUNG 2002	BANDUNG 2003
JAN	0.937	0.975
FEB	0.830	0.934
MAR	0.973	0.522
APR	0.925	0.976
MEI	0.983	0.843
JUN	0.859	0.885
JUL	0.953	0.958
AGU	0.792	0.909
SEP	0.825	0.843
OKT	0.884	0.778
NOV	0.881	0.992
DES	0.819	0.946



Gambar 3.5.c. Pola diurnal bulanan Watukosek 2002

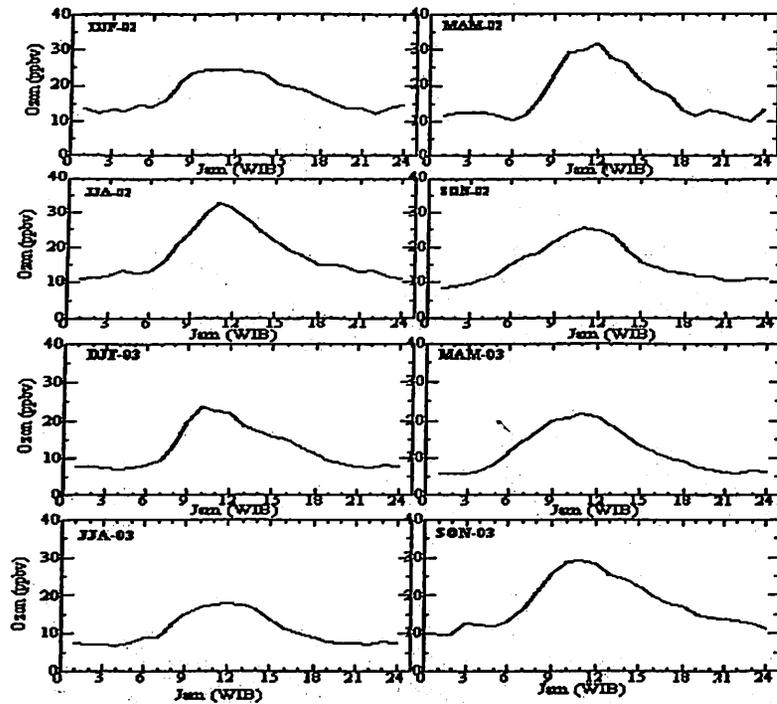
Tabel 3.2 Koefisien korelasi hasil verifikasi pola diurnal bulanan Watukosek 1987-2001 dengan pola diurnal bulanan Watukosek 2002

BULAN	Watukosek 2002
JAN	0.940
FEB	0.975
MAR	0.951
APR	0.954
MEI	0.947
JUN	0.936
JUL	0.962
AGU	0.883
SEP	0.960
OKT	0.952
NOV	0.899
DES	0.913

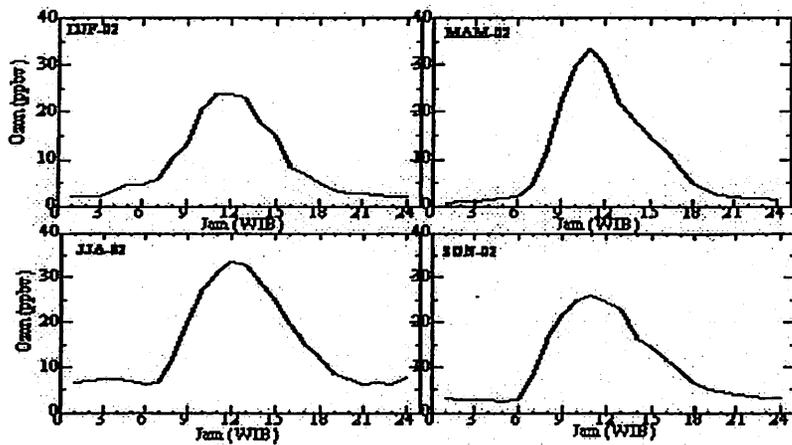
3.4.2. Pola Musiman Variasi Diurnal

Untuk melihat apakah pola musiman dari data jangka panjang (1987-2001) juga bisa dijadikan acuan, hal ini ditakukan dengan membuat pola musimannya (DJF, MMA, JJA dan SON). Kemudian dilakukan verifikasi untuk pola musiman jangka panjang tersebut dengan pola musiman dari data hasil penelitian 2002 dan 2003. Pada gambar 3.6.a. dapat dilihat pola musiman ozon permukaan Bandung 2002 (DJF-02, MAM-02, JJA-02 dan SON-02) gambar bagian atas. Pola musiman untuk tahun 2003

(DJF-03, MAM-03, JJA-03 dan SON-03) di gambar bagian bawah. Untuk Watukosek dapat dilihat pada gambar 3.6.b.



Gambar 3.6.a. Pola musiman ozon permukaan Bandung 2002 (DJF-02, MAM-02, JJA-02 dan SON-02) gambar bagian atas. Pola musiman untuk tahun 2003 (DJF-03, MAM-03, JJA-03 dan SON-03) di gambar bagian bawah.



Gambar 3.6. b. Pola musiman ozon permukaan Watukosek tahun 2002

4. KESIMPULAN

1. Telah diperoleh pola bulanan variasi diurnal ozon permukaan Bandung dan Watukosek dari penelitian jangka panjang (1987-2001). Secara umum, di Bandung dan Watukosek ozon permukaan menunjukkan variasi diurnal dengan nilai ozon lebih tinggi pada musim kering dan lebih rendah pada musim basah.
2. Hasil korelasi yang diperoleh dari verifikasi pola bulanan ini menunjukkan nilai yang tinggi (di atas 0.9) hampir 90% untuk Bandung maupun untuk Watukosek.
3. Pola bulanan dan pola musiman ozon permukaan jangka panjang (1987-2001) untuk Bandung dan Watukosek dapat dijadikan acuan untuk penelitian ozon di Bandung dan Watukosek pada waktu mendatang.

DAFTAR RUJUKAN

- Chameides, W.L., and J.C.G. Walker, 1973, *J. Geophys. Res.* 78, 8751-8756.
- Crutzen, P.J., A.C. Delany, J. Greenberg, P. Haagenson, L. Heidt, R. Lueb, W. Pollack, W. Seiler, A. Wartburg and P. Zimmermann, 1985, *J. Atmos. Chem.* 2, 233-256.
- Ilyas, M., 1987, *Atmos. Env.* 21, 1799-1803.
- Kirchhoff, V.W.J.H., 1988, *J. Geophys. Res.* 93, 1469-1476.
- Komala, N., Slamet Saraspriya, July 6-8, 1999, Surface Ozone in Java Island, Indonesia, dipresentasikan pada BIBLE (Biomass Burning and Lightning Experiment) WORKSHOP, EORC/NASDA, Tokyo, Japan.