

Studi Profil Ozon Permukaan (O₃) Dan Gas Karbon Monoksida (CO) Antara Kota Bandung Dan Bukit Kototabang Tahun 2008

Study Of Surface Ozon(O₃) And Carbon Monoxide (CO) Profile Between Bandung City And Bukit Kototabang On 2008

Andi Sulistiyono⁽¹⁾, Hartanto⁽¹⁾, Fathuroyan⁽²⁾, Dodi Saputra⁽¹⁾ dan Ikhsan Buyung Arifin⁽¹⁾

⁽¹⁾ Stasiun Global Atmosfere Watch (GAW) Bukit Kototabang

⁽²⁾ Puslitbang BMKG

ABSTRAK

Ozon Permukaan (O₃) terbentuk karena adanya proses fotokimia oleh percursor pembentuknya salah satunya yaitu gas karbonmonoksida (CO). Data parameter gas CO dan O₃ diurnal hasil pengukuran di Stasiun GAW Bukit Kototabang dan Lapan Bandung dianalisis untuk mengetahui profil diurnal gas CO dan O₃ pada tipe wilayah perkotaan (Bandung) dan non-perkotaan (stasiun GAW Bukit Kototabang). Konsentrasi dan profil gas CO secara diurnal untuk wilayah tipe perkotaan dan non-perkotaan ditentukan oleh sumber serta waktu emisi dari gas CO. Untuk wilayah tipe perkotaan, grafik diurnal konsentrasi gas CO terdapat periode waktu dengan konsentrasi tinggi dan konsentrasi rendah. Konsentrasi tinggi gas CO terjadi saat warga kota beraktifitas dengan menghasilkan emisi gas CO pada saat sinar matahari belum panas, sedangkan konsentrasi rendah gas CO terjadi pada periode pembentukan O₃ melalui proses fotokimia. Untuk wilayah non perkotaan (Stasiun GAW Bukit Kototabang) tidak terjadi perbedaan secara jelas peningkatan konsentrasi CO secara diurnal. Hal ini karena kedudukan stasiun GAW Bukit Kototabang jauh dari perkotaan yang merupakan sumber emisi gas CO. Status kualitas udara ditinjau dari konsentrasi gas CO dan O₃ tahun 2008 untuk wilayah Kota Bandung dan Stasiun GAW Bukit Kototabang masih baik karena berada jauh dibawah nilai baku mutu udara ambien menurut PP No.41 tahun 1999.

Kata kunci: Bandung, Bukit Kototabang, Karbon Monoksida, Ozon Permukaan, fotokimia

ABSTRACT

Surface Ozon(O₃) is formed due to the photochemical process by its forming constituent, one of which is carbon monoxide (CO). Using diurnal data of CO and O₃ gas parameters from the measurements at GAW Kototabang Station and Lapan, Bandung, it was analyzed to find out the diurnal profile of CO and O₃ gases in the types of urban area (Bandung) and Non Urban area (GAW Bukit Kototabang station). The diurnal CO gas concentration and profile for Urban and Non-Urban type regions is determined by the source and the emission time from CO. For Urban type areas, diurnal graphs of CO gas concentration occur peaks and valleys. The peak of CO concentration occurs when city residents engage in effects on CO gas emissions, while the valley of CO gas concentration is the period of O₃ formation through a photochemical process. The Non Urban areas (GAW Bukit Kototabang Station) there is no large difference in concentration values for a certain period considering the position of GAW Bukit Kototabang station is far from the source of gas emissions. Air quality status in 2008 for Bandung city and Bukit Kototabang GAW Station is still in healthy criteria because the value of CO and O₃ gases is below the value of ambient air quality standards according to PP No.41 of 1999.

Keywords: Bandung, Bukit Kototabang, Carbon Monoxide, Surface Ozone, Photochemical

Citation: Sulistiyono, A., Hartanto, Fathuroyan, Saputra, D., dan Arifini, I. B. (2019). Study Of Surface Ozon(O₃) And Carbon Monoxide (CO) Profile Between Bandung City And Bukit Kototabang On 2008. Jurnal Ilmu Lingkungan, 17(2), 239-244, doi:10.14710/jil.17.2.239-244

PENDAHULUAN

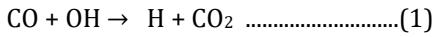
Ozon Permukaan (O₃) merupakan salah satu polutan sekunder yang terbentuk dari hasil reaksi fotokimia. Ozon ini merupakan polutan udara yang berdampak negatif bagi lingkungan, alam maupun manusia. Fotokimia merupakan reaksi-reaksi kimia yang diinduksi oleh sinar secara langsung maupun tidak langsung. Reaksi fotokimia menerima energi

pengaktifan dari penyerapan foton cahaya oleh molekul-molekulnya (Rahmi Susmiati, 2013).

Ozon Permukaan (O₃) disebut sebagai polutan sekunder karena ozon permukaan terbentuk dari rombakan ataupun rubahan partikel-partikel gas yang lain. Sekitar 70% oksidan kimia di atmosfer bereaksi dengan CO (S. Henne at al, 2007). Karbon monoksida terbentuk dari bahan bakar fosil berbasis karbon, seperti batu bara, minyak, gas alam dan kayu

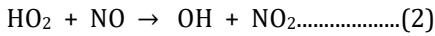
bakar serta proses industri yang melibatkan pembakaran bahan bakar fosil.

Karbon monoksida (CO) merupakan salah satu prekursor (pembentuk) ozon yang sangat berpengaruh terhadap proses pembentukan ozon di atmosfer (Spivakovsky et al., 2000). Gas Karbonmonoksida (CO) dan Ozon Permukaan (O₃) merupakan dua spesi kunci di dalam sistem fotokimia di troposfer bawah (permukaan). Dalam reaksi pembentukan ozon yang melibatkan CO, CO bereaksi dengan radikal OH membentuk atom H radikal dan CO₂ :

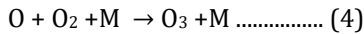
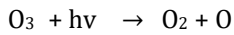
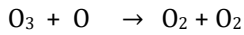
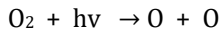
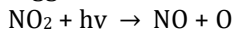


Atom H radikal kemudian bereaksi dengan O₂ membentuk hidroperoksi radikal (HO₂). Radikal OH juga mengikat hidrokarbon (RH) dan senyawa VOC yang lain untuk membentuk alkyl peroksi radikal (RO₂).

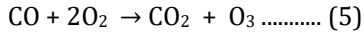
HO₂ dan RO₂ mengoksidasi NO untuk membentuk NO₂.



Pembentukan kembali NO₂ mengakibatkan ozon terbentuk lebih banyak dalam waktu kurang lebih 1 hingga 2 menit :



Dengan M = N₂ atau O₂



Dimana atom oksigen (O₂) yang diperlukan berasal dari reaksi pemisahan ozon yang lain.

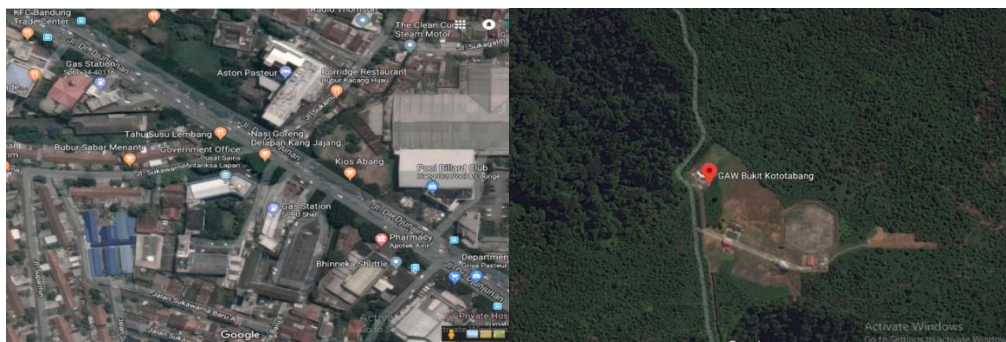
Banyaknya Ozon troposfer disuatu lokasi tergantung pada proses fotokimia dan fisika, termasuk produksi dan destruksi ozon, transportasi dari sumber-sumber dan sirkulasi angin lapisan atas (Monks, 2000; Lelieveld dan

Dentener, 2000). Penelitian menunjukkan bahwa pengaruh CO terus menerus meningkat terhadap pembentukan ozon permukaan. National Research Council America tahun 1999 menyimpulkan bahwa sekitar 20% ozon permukaan secara langsung berasal dari emisi CO. (Lin Zhang, 2006).

Lapan Bandung dan GAW Bukit Kototabang merupakan institusi pemerintahan yang menenggarakan pengukuran O₃ dan CO. Menurut Novita Ambarsari et al (2010), Kota Bandung termasuk kota besar dengan tingkat polusi yang cukup tinggi. Hal ini ditandai dengan nilai konsentrasi CO ambien di stasiun pengukur polusi udara LAPAN Bandung rata-rata di atas 1 part per milion volume (ppmv). Untuk kota-kota besar seperti Bandung, tingkat polusi CO dapat mencapai 1-10 ppmv.

Stasiun GAW Bukit Kototabang merupakan referensi udara bersih terletak cukup jauh dari aktifitas masyarakat sehingga kualitas udara di wilayah tersebut terjaga. Konsentrasi CO rata-rata untuk GAW Bukit Kototabang masih lebih rendah dari 1 ppmv. Perbedaan kondisi wilayah (perkotaan dan non-perkotaan) akan membuat perbedaan terhadap profil diurnal dari konsentrasi CO dan pembentukan gas O₃.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui profil CO dan pembentukan O₃ pada proses fotokimia di wilayah perkotaan dan non perkotaan. Profil konsentrasi diurnal gas CO dan O₃ akan menggambarkan tentang profil parameter kualitas udara pada 2 daerah (Bandung dan GAW Bukit Kototabang) pada tahun 2008. Selain profil konsentrasi gas CO dan O₃, akan didapatkan kualitas udara secara diurnal pada dua daerah tersebut. Untuk waktu ke depan nantinya akan bisa digunakan untuk bahan pertimbangan dan memperkirakan efisiensi pembentukan CO sehingga pembentukan polutan Ozon permukaan bisa dikendalikan.



Gambar 1 Lokasi Lapan Bandung dan Stasiun GAW Bukit kototabang di ambil dari google map 2018

METODOLOGI PENELITIAN

Keberadaan alat ukur gas CO dan O₃ yang di wilayah Sumatera Barat sampai dengan saat penulisan karya ilmiah ini hanya ada di Stasiun GAW Bukit Kototabang. Hal ini karena Stasiun GAW Bukit Kototabang merupakan Stasiun Referensi Udara Bersih Global untuk wilayah Indonesia. Terkait dengan ide dan ketersediaan data maka dipilih Lapan

Bandung sebagai *sample* dari kondisi di wilayah perkotaan dan Stasiun GAW Bukit Kototabang sebagai *sample* wilayah non perkotaan.

Penggunaan alat ukur gas baik di Stasiun GAW Bukit Kototabang maupun di Lapan Bandung selalu menjaga kualitas data. Adanya koreksi dan telah terkalibrasi secara standar dari badan/lembaga yang berkompeten adalah salah satu kegiatan rutin untuk menjamin output data yang dihasilkan. Karena faktor

data tersebut, maka data tahun 2008 akan digunakan sebagai *sample* untuk mendapatkan gambaran profil diurnal gas CO dan pembentukan O₃. Banyak sekali aspek yang mempengaruhi pengukuran untuk mendapatkan data sesuai dengan kondisi sebenarnya sehingga hal ini menjadi keterbatasan dalam ketersediaan data.

Jenis data gas CO dan O₃ yang digunakan untuk analisis berupa data primer hasil pengukuran di Stasiun GAW Bukit Kototabang sedangkan data gas CO dan O₃ untuk wilayah Bandung digunakan data sekunder karena data tersebut diambil dari kajian ilmiah oleh Novita Ambarsari et al (2010) yang mana pengukuran gas CO dan O₃ dilakukan di Lapan Bandung.

Pengukuran diurnal konsentrasi gas CO di stasiun GAW Bukit Kototabang dilakukan dengan *Horiba Ambient Carbon Monoxide Monitor type APMA-360* dan di Lapan Bandung menggunakan *Horiba Ambient Carbon Monoxide Monitor tipe APMA370*. Secara konsep dasar kerja dan prinsip pengukuran gas CO dengan *Horiba Ambient Carbon Monoxide Monitor type APMA-360* dan *Horiba Ambient Carbon Monoxide Monitor tipe APMA370* adalah sama dan sejenis, perbedaan hanya terdapat pada seri keluaran model. Untuk menjaga konsistensi dan kualitas data maka secara berkala diadakan kalibrasi terhadap alat tersebut.

Untuk pengukuran gas O₃ di stasiun GAW Bukit Kototabang dilakukan dengan menggunakan *TEI 49C Surface Ozon Analyze* dan di Lapan Bandung O₃ diukur dengan menggunakan instrumen *Monitor Ozon 1006-AHJ*. Prinsip dasar kerja kedua alat tersebut sama. Masing-masing alat mempunyai faktor koreksi dan terkalibrasi secara standar sehingga datayang dihasilkan dapat dipertanggungjawabkan dan mencerminkan kondisi yang sebenarnya.

Grafik diurnal O₃ dan gas CO dari Stasiun GAW Bukit Kototabang dan Lapan Bandung akan dianalisis profil dan model pembentukan O₃. Konsentrasi harian gas CO dan O₃ akan dibuat rata-rata tiap bulan sehingga menghasilkan grafik keadaan konsentasi tiap bulan pada tahun 2008. Sebagai contoh grafik profil dan model keadaan konsentrasi gas CO dan O₃ akan dipilih beberapa bulan yang dengan mempertimbangkan kualitas data dan kelengkapan dari ketersediaan data itu sendiri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

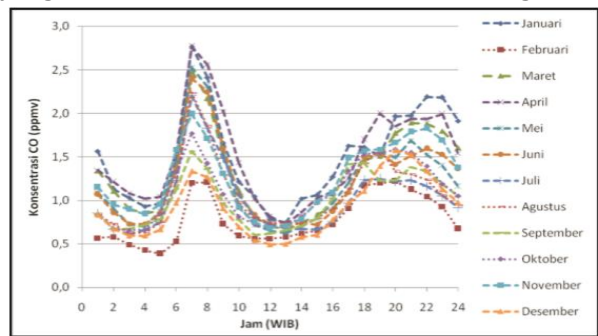
Profil diurnal Gas CO

Pada Gambar 2 yaitu profil diurnal gas CO selama tahun 2008 Lapan Bandung menerangkan bahwa konsentrasi gas CO terdapat 2 puncak (jam 07.00 dan 17.00 Wib) dan 1 lembah (jam 13.00 WIB). Sedangkan pada gambar 3 berupa profil diurnal gas CO selama tahun 2008 stasiun GAW Bukit Kototabang diketahui bahwa secara diurnal konsentrasi gas CO relatif stabil. Perbedaan type wilayah (perkotaan dan non-perkotaan) menjadikan perbedaan jumlah gas CO yang dihasilkan. Perbedaan ini menjadikan perbedaan

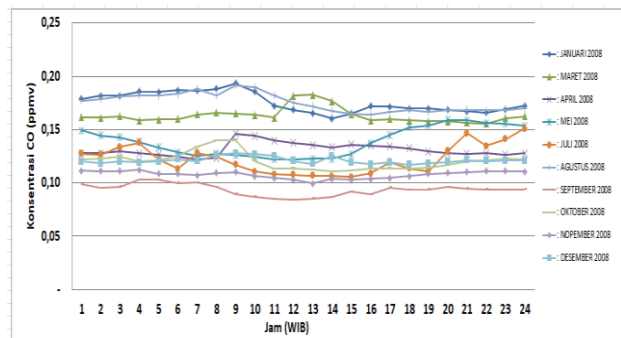
terhadap profil diurnal gas CO antara Lapan Bandung dan GAW Bukit Kototabang.

Kenaikan konsentrasi gas CO yang cepat di Lapan Bandung pada pagi dan sore hari berhubungan dengan aktifitas wargaperkotaan yang tinggi pada waktu tersebut. Penurunan konsentrasi gas CO di Lapan Bandung dan GAW Bukit kototabang terjadi mulai sekitar jam 09.00 WIB. Konsentrasi minimum gas CO terjadi sekitar jam 13.00 WIB hingga jam 15.00 WIB. Peningkatan konsentrasi gas CO di Lapan Bandung terjadi lagi ketika hari mulai sore.

Aktifitas warga non perkotaan yang rendah sebagai penghasil gas CO menjadikan profil konsentarsi gas CO yang terukur di stasiun GAW Bukit Kototabang relatif stabil. Secara diurnal tidak ada perbedaan yang besar terhadap konsentrasi gas CO yang terukur di stasiun GAW Bukit Kototabang.



Gambar 2 Variasi Diurnal CO Bulanan selama Tahun 2008 Lapan Bandung
Sumber : Novita Ambarsari dkk, 2010



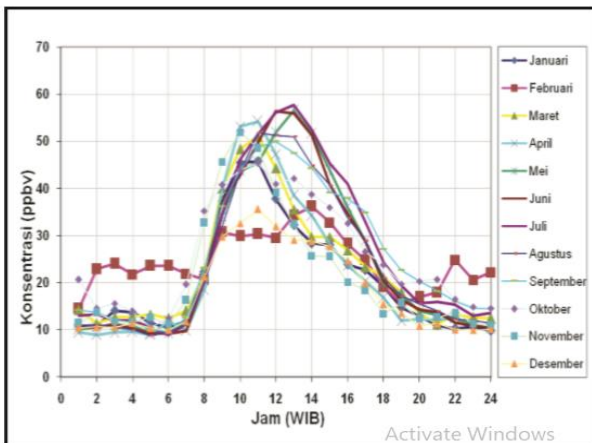
Gambar 3 Variasi Diurnal CO Bulanan selama Tahun 2008 GAW Bukit Kototabang

Profil Diurnal O₃

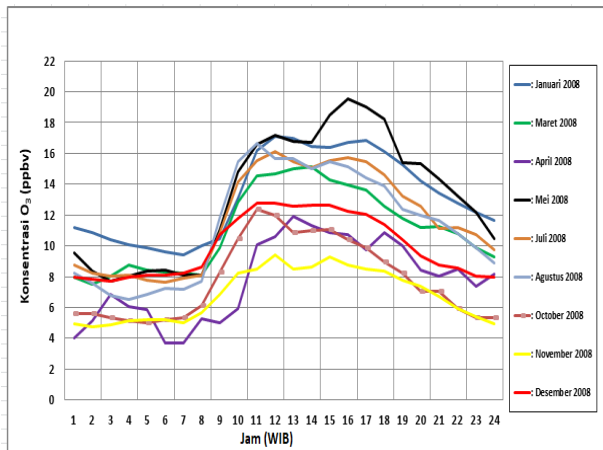
Pada malam dini hari hingga matahari mulai bersinar, konsentrasi gas O₃ baik di Lapan Bandung ataupun GAW Bukit Kototabang secara umum terukur konsentrasi gas O₃ yang relatif kecil (gambar 4 dan 5). Peningkatan konsentrasi O₃ di Lapan Bandung dan Gaw Bukit Kototabang secara umum terjadi sekitar jam 08.00 WIB hingga sekitar jam 17.00 WIB. Pola profil secara diurnal untuk O₃ antara Lapan Bandung dan GAW Bukit Kototabang secara umum sama yaitu terjadinya puncak pada saat maximum penyinaran matahari. Nilai maximum konsentrasi O₃ terukur di Lapan Bandung terjadi pada sekitar jam 11.00 WIB s/d jam 14.00 WIB sedangkan untuk GAW Bukit Kototabang nilai maximum terukur terjadi antara jam

12.00 WIB s/d 17.00 WIB. Peningkatan dan penurunan konsentrasi O₃ berkaitan dengan adanya proses fotokimia yang energinya berasal dari sinar matahari.

Jika dibandingkan secara kuantitatif, konsentrasi O₃ di Lapan Bandung masih jauh lebih tinggi dari yang terukur di GAW Bukit Kototabang. Hal ini tidak lepas dari perbedaan type wilayah antara Lapan Bandung dan GAW Bukit Kototabang sebagai sumber emisi pembentukan O₃. Pada gambar 1 di atas diketahui bahwa Lapan Bandung berada di perkotaan sehingga aktifitas warga yang tinggi sehingga potensi konsentrasi gas CO tinggi sedangkan wilayah stasiun GAW Bukit Kototabang berupa non perkotaan dengan aktifitas warga yang rendah menjadikannya potensi konsentrasi gas CO rendah.



Gambar 4 Variasi Diurnal O₃ Bulanan Tahun 2008 Lapan Bandung
Sumber : Novita Ambarsari dkk, 2010



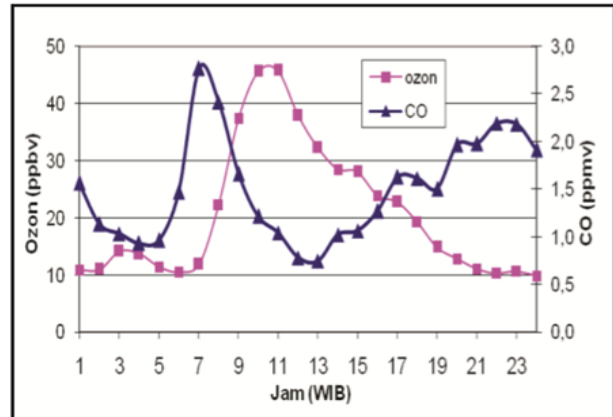
Gambar 5 Variasi Diurnal O₃ Bulanan Tahun 2008 GAW Bukit Kototabang

Profil Diurnal Pembentukan O₃ oleh Gas CO

Grafik rata-rata harian O₃ dan gas CO bulan Januari 2008 dan Agustus 2008 dari Stasiun GAW Bukit Kototabang dan Lapan Bandung akan disajikan sebagai *sample* profil dan model pembentukan O₃ oleh gas CO.

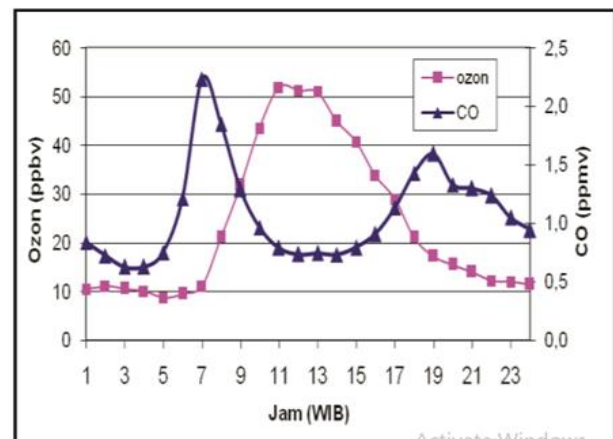
Pada gambar 6 terlihat bahwa konsentrasi gas CO di Bandung mengalami peningkatan pada mulai jam 06.00 WIB hingga sekitar jam 07.00 WIB dan sore

hari jam 17.00 WIB. Proses fotokimia pembentukan O₃ sejalan dengan penurunan konsentrasi gas CO yang mana ini terjadi pada interval waktu jam 11.00–13.00 WIB. Menurut Novita Ambarsari et all (2010), gas CO kemudian digunakan untuk menghasilkan ozon permukaan sesuai reaksi 2 dengan selang waktu hingga siang hari (pukul 11.00–13.00).



Januari

(a)



Agustus

(b)

Gambar6 (a) dan (b).

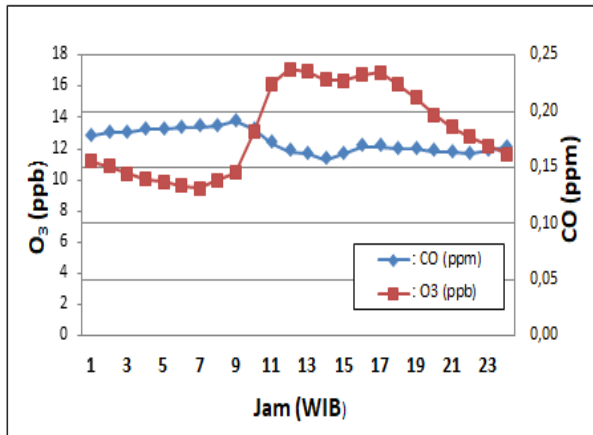
Variasi Diurnal O₃ dan CO Bulan Januari dan Agustus Tahun 2008 Lapan Bandung

Sumber : Novita Ambarsari dkk, 2010

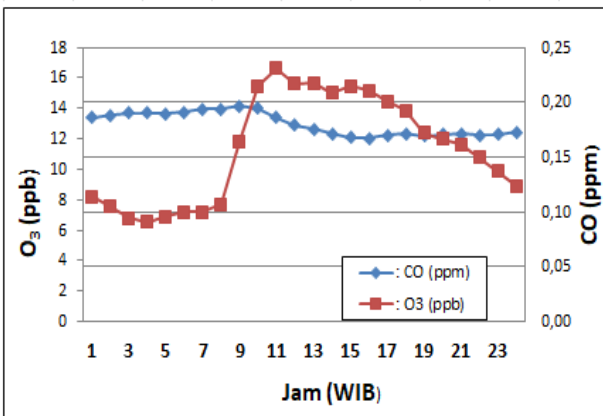
Aktifitas warga kota Bandung pada sore hari menjadikan peningkatan konsentrasi gas CO. Sinar matahari yang melemah menjadikan proses fotokimia untuk merombak O₂ menjadi prekursor O₃ rendah sehingga pembentukan O₃ pada saat sore dan malam hari rendah. Selain rendahnya proses fotokimia perombakan gas O₂ pada sore dan malam hari, hasil respirasi tanaman pada malam hari diprakirakan ikut andil dalam peningkatan konsentrasi gas CO malam hari.

Pada gambar 7 yaitu grafik variasi diurnal gas CO dan O₃ GAW Bukit Kototabang. Dari grafik gambar ini tidak memperlihatkan peningkatan konsentrasi yang tinggi seperti halnya yang ada di grafik gambar 6. Sebaran rata-rata nilai tiap jam konsentarsi Gas CO di stasiun GAW Bukit Kototabang memiliki nilai yang stabi, hal ini karena aktifitas warga yang rendah

di wilayah sekitar Stasiun GAW Bukit Kototabang sehingga tidak terjadipeningkatan konsentrasi gas CO secara besar saat itu.



Januari



Agustus

Gambar 7 Variasi Diurnal O₃ dan CO Bulan Januari dan Agustus Tahun 2008 GAW Bukit Kototabang

Peningkatan diurnal konsentrasi O₃ terjadi sekitar jam 09.00 WIB hingga sekitar jam 17.00 WIB berkesesuaian dengan proses fotokimia pembentukan O₃ yang mana energi pengaktifan proses berasal radiasi matahari. Penurunan konsentrasi sejalan dengan intensitas radiasi matahari yang mulai rendah. Periode saat penurunan konsentrasi gas CO sejalan dengan waktu peningkatan pembentukan O₃. Kejadian oleh proses fotokimia ini terjadi pada siang hingga sore hari. Setelah intensitas matahari mulai lemah maka sekitar jam 17.00 WIB konsentrasi dari O₃ mengalami penurunan sedangkan konsentrasi CO yang terukur di Stasiun GAW Bukit kototabang saat itu pada keadaan yang konstan.

Adanya perbedaan tipe wilayah dan sumber polutan antara Stasiun GAW Bukit Kototabang dan Lapan Bandung menyebabkan perbedaan jumlah konsentrasi CO dan gas O₃ yang dihasilkan dari proses fotokimia. Profil pembentukan O₃ di Stasiun GAW Bukit Kototabang dan Lapan Bandung secara umum adalah sama yaitu sejalan dengan mulainya aktifitas penyinaran matahari untuk merombak gas CO dan O₂

yang selanjutnya akan digunakan untuk pembentukan O₃ sesuai dengan alur reaksi kimia kedua.

KESIMPULAN

Peningkatan konsentrasi ozon permukaan (O₃) seiring dengan penurunan konsentrasi gas CO berkaitan dengan reaksi fotokimia oksidasi CO. Profil diurnal ozon permukaan yang terbentuk di Lapan Bandung dan stasiun GAW Bukit Kototabang berkesesuaian yaitu penurunan variasi diurnal gas CO pada siang hari dan terjadi peningkatan konsentrasi ozon permukaan pada siang hari.

Perbedaan profil konsentrasi yang jelas antara Lapan Bandung dan Stasiun GAW Bukit Kototabang terhadap waktu emisi gas CO. Pada wilayah tipe perkotaan, peningkatan diurnal konsentrasi gas CO jelas terlihat sejalan dengan aktifitas warga perkotaan sedangkan pada daerah non-perkotaan profil diurnal kenaikan gas CO tidak begitu jelas terlihat.

Perbedaan kecuraman penurunan nilai konsentrasi CO baik di Lapan Bandung maupun stasiun GAW Bukit Kototabang pada siang hari terkait untuk proses pembentukan O₃. Lembah konsentrasi rendah pada siang hari di Lapan Bandung jelas terlihat jika dibandingkan dengan lembah konsentrasi CO siang hari di stasiun GAW Bukit Kototabang.

Dengan berdasar baku mutu udara ambien PP No. 41 Tahun 1999, jumlah konsentrasi O₃ dan gas CO pada tahun 2008 untuk Kota Bandung (Lapan Bandung) dan stasiun GAW Bukit Kototabang masih berada pada kondisi baik. Usaha untuk mengurangi emisi polutan gas CO yang ada di perkotaan maupun non perkotaan harus terus dilakukan karena peningkatan emisi gas CO akan meningkatkan parameter polutan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarsari, Novita. 2015. Efek Radikal Hidroxy (OH) dan Nitric Oxide (NO) dalam Reaksi Kimia Ozon di Atmosfer. *Berita Dirgantara*, 16 (2): 47-53.
- Ambarsari, Novita., Komala, Ninong., dan Budiyo, Afif. (2010). Pengaruh Karbon Monoksida terhadap Ozon Permukaan. (<http://widvariset.pusbindiklat.lipi.go.id/index.php/widvariset>, diakses 6 Juni 2018)
- Bloomer, Bryan J., Stehr, Jeffrey W., Piety, Charles A., Salawitch, Ross J., dan Dickerson, Russell R. 2009. Observed Relationships of Ozone Pollution with Temperature and Emissions. *Geophysical Research Letters*, 36 (9): 1-5.
- Jin, Xiaomeng., dan Holloway, Tracey. 2015. Spatial and Temporal Variability of Ozone Sensitivity Over China Observed from the Ozone Monitoring instrument. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 120(14): 7229-7246.
- Lelieveld, Jos., dan Dentener, Frank J. 2000. What controls tropospheric ozone?. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 105(D3): 3531-3551.
- Monks, Paul S. 2000. A review of the observations and origins of the spring ozone maximum. *Atmospheric Environment*, 34: 3545-3561.
- Peraturan Pemerintah No.41 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Udara Ambien

- Sanjaya, Wisnu Karya. 2001. *Analisis Hubungan SunShine dan Ozon Permukaan Di Jakarta*. STMKG jakarta
- Spivakovsky, C. M., Logan, J. A., Montzka, S. A., Balkanski, Y. J., Foreman-Fowler., et al .2000. Three-dimensional climatological distribution of tropospheric OH: Update and evaluation. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*,105 (D7):8931–8980.
- Susmiati, Rahmi.2013.*Pengertian Fotokimia*. <https://rahmisusmiati.wordpress.com/2013/04/04/pengertian-fotokimia/>. Diakses 25 Juni 2018.
- Zhang, Lin., Jacob, Daniel J., Bowman, Kevin W., Logan, Jennifer A., Turquety, Solene., et al. 2006. Ozone-CO correlations determined by the TES satellite instrument in continental outflow regions.*Geophysical Research Letters*, 33: 1-5.