

PENGARUH PARAMETER METEOROLOGI TERHADAP KONSENTRASI CO₂ DAN CH₄ DI DKI JAKARTA

Lisa Agustina^{1*}, Presli Panusunan Simanjuntak¹, Aulia Nisa'ul Khoir²

¹Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

²Bidang Informasi Kualitas Udara BMKG

*E-mail: lisagustina21@gmail.com

ABSTRAK

DKI Jakarta merupakan pusat dari pemerintahan dan ekonomi di Indonesia. Pesatnya aktivitas penduduknya tentu saja menyebabkan adanya polutan penyebab pencemaran udara, dimana beberapa parameternya adalah CO₂ dan CH₄. Meningkatnya jumlah polutan tersebut akan membahayakan lingkungan terutama kesehatan manusia serta dapat menjadi gas rumah kaca di atmosfer dengan masa hidup panjang, terutama CO₂. Tinjauan terhadap parameter meteorologi sangat penting, karena mempengaruhi tingkat konsentrasi CO₂ dan CH₄ di atmosfer. Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisis keterkaitan antara parameter meteorologi dengan konsentrasi CO₂ dan CH₄ di DKI Jakarta. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah statistika deskriptif untuk melihat sebaran secara temporal dari polutan CO₂ dan CH₄ terhadap waktu dan hubungannya dengan parameter meteorologi (suhu, kelembaban, curah hujan dan kecepatan angin). Lokasi pengamatan terletak di BMKG Pusat yaitu Kemayoran. Periode data yang digunakan adalah 2008-2017. Hasil pengolahan data menunjukkan konsentrasi CO₂ tertinggi pada periode MAM dan terendah pada periode JJA. Konsentrasi CH₄ tertinggi pada periode DJF dan terendah pada periode JJA. Stabilitas atmosfer yang tinggi dan kecepatan angin yang rendah serta tidak sedikit curah hujan menyebabkan konsentrasi CO₂ dan CH₄ tinggi di lokasi pengamatan. Perhitungan statistika deskriptif memperlihatkan adanya pengaruh dari musiman dalam menghasilkan rata-rata konsentrasi polutan. Kecepatan angin menyebabkan penurunan konsentrasi CO₂ sebanyak 83%, dan 17% lainnya disebabkan oleh faktor lain. Faktor curah hujan sebesar 45% mempengaruhi penurunan konsentrasi CH₄ di Kemayoran. Sebesar 45% faktor kelembapan juga mempengaruhi konsentrasi CH₄. Jadi kenaikan konsentrasi CH₄ dipengaruhi oleh faktor curah hujan dan kelembapan, dan lainnya dipengaruhi faktor lain. Penurunan konsentrasi CH₄ dipengaruhi kecepatan angin sebesar 44%, dan sebesar 56% disebabkan oleh faktor lainnya.

Kata kunci: CH₄, CO₂, Parameter Meteorologi

ABSTRACT

The Special Capital Region of Jakarta is the center of government and economy in Indonesia. The rapid activity certainly causes pollutants that cause air pollution, where some of the parameters are CO₂ and CH₄. Increasing number of pollutants will endanger the environment, especially human health. An overview of meteorological parameters is very important, because it affects the level of CO₂ and CH₄ concentrations in atmosphere. Therefore, it's necessary to analyze the relationship between meteorological parameters with CO₂ and CH₄ concentrations in DKI Jakarta. The method used in this research is descriptive statistical to see the temporal distribution of CO₂ and CH₄ pollutants to time and its relationship with meteorological parameters (temperature, humidity, rainfall and wind speed). The observation location is located at the Central BMKG, Kemayoran. The data period used is 2008-2017. The results of this data processing showed the highest CO₂ concentration in the MAM period and the lowest in the JJA period. The CH₄ concentration is highest in the DJF period and the lowest in the JJA period. High atmospheric stability and low wind speed and little rainfall that causes high concentrations of CO₂ and CH₄ at the observation location. Statistical calculations illustrate the contribution of contributions in producing the average concentration of pollutants. Wind speed causes a decrease in CO₂ concentration of 83%, and 17% due to other factors. Rainfall factor of 45% affects the decrease in CH₄ concentration in Kemayoran. 45% of the moisture factor also affects the concentration of CH₄. So an increase in CH₄ concentration by rainfall and humidity factors, and other related factors. Decrease in CH₄ concentration at wind speed by 44%, and by 56% is determined by other factors.

Keywords: CH₄, CO₂, Meteorology Parameter

1. PENDAHULUAN

Konsentrasi polusi meningkat cepat di atmosfer secara langsung salah satunya dipengaruhi oleh aktivitas manusia. Sekitar 95% CO₂ antropogenik dilepaskan ke bumi belahan utara sebesar 6.5 Pg (=10¹⁵ g) karbon per tahun pada akhir 1990. Pengukuran sistematis pertama terhadap konsentrasi CO₂ dilakukan pada 1950 (Keeling, 1958). Akhir-akhir ini, jaringan monitoring untuk CO₂ dan CH₄ sudah mulai beroperasi dengan jangkauan lebih luas (GLOBALVIEW-CO₂, 2001; NOAA, 2001).

CO₂ adalah sejenis senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon. Sedangkan CH₄ adalah hidrokarbon paling sederhana yang berbentuk gas.

Tercatat bahwa CO₂ sudah naik trennya secara konstan sejak masa pra-industrial dan rata-rata hariannya mencapai 400 ppm di Mei 2013 dilihat dari pemantauan yang dilakukan di Mauna Loa, Hawaii (Monastersky, 2013). Pengembangan jaringan monitoring dilakukan karena semakin fokusnya efek dari polutan yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Selain memberikan efek negatif bagi kesehatan, polusi udara ini juga memberikan dampak negatif kepada ekosistem, bangunan-bangunan, situs sejarah, tumbuhan, dan juga *visibility* (Ilyas dkk., 2009; Mage dkk., 1996; Riga Karandinos dan Saitanis, 2009). CO₂ yang berlebihan dapat naik ke atmosfer dan menghalangi pemancaran panas dari bumi sehingga panas dipantulkan kembali ke bumi. Akibatnya, bumi menjadi sangat panas. Kenaikan polutan yang terjadi akibat aktivitas manusia ini, juga berkontribusi pada kenaikan suhu muka bumi (Huang dkk., 2016), yang dapat menyebabkan efek global warming juga meningkat.

Diketahui bahwa total emisi yang dilakukan di daerah urban berkontribusi lebih dari 70% total emisi di dunia (Version, 2012; Sanna dkk., 2014). Jakarta, sebagai wilayah urban, adalah ibukota di Indonesia dan salah satu kota terbesar di dunia memiliki pertumbuhan penduduk tinggi dan aktivitas transportasi.

Dalam dekade terakhir, sektor transportasi telah menjadi sumber terbesar emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di Jakarta, menyumbang sebesar lebih dari 18,7 juta ton CO₂ pada 2015 (Mineral Energi Dan Sumber Daya (ESDM), 2012; Ministry of Environment, 2012).

Konsentrasi polutan di udara selain dipengaruhi oleh jumlah sumber pencemar (Tampubolon, 2010) juga dipengaruhi oleh parameter meteorologi yaitu suhu udara dan kecepatan angin (Neiburger dkk., 1994). Selain itu, naiknya suhu dan curah hujan juga berpengaruh terhadap kenaikan CO₂ dari permukaan (Raich dan Schlesinger, 1992; Shinjo dkk., 2006; Martin dkk., 2007). Dari beberapa lokasi, suhu dan RH juga menjadi kontributor utama dalam variabilitas konsentrasi dari CO₂ (Mahesh dkk., 2018).

Kondisi parameter meteorologi di satu wilayah akan berbeda dengan wilayah lain, tergantung dari kondisi lingkungan dan topologi wilayah tersebut. Penelitian ini menganalisis keterkaitan antara parameter meteorologi seperti suhu, kelembaban, curah hujan dan kecepatan angin, dengan konsentrasi CO₂ dan CH₄ di Jakarta, sebagai salah satu kota urban yang sedang semakin berkembang. Analisis terhadap bagaimana masing-masing parameter diperlukan untuk mengetahui bagaimana distribusi temporal parameter-parameter tersebut terhadap CO₂ dan CH₄, dan sebagai gambaran estimasi efek di masa yang akan datang.

2. METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari hasil observasi yang dilakukan di BMKG Pusat. Periode data yang digunakan adalah 10 tahun terhitung dari tahun 2008 hingga 2017 berupa data bulanan. Parameter pencemar udara yang digunakan adalah konsentrasi CO₂ dan CH₄, sedangkan parameter meteorologi yang digunakan adalah data suhu udara, curah hujan, kelembaban udara dan kecepatan angin. Data yang digunakan diperoleh dari BMKG. Lokasi titik pengamatan ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. Lokasi Titik Penelitian

Data konsentrasi CO₂ dan CH₄ serta parameter meteorologi (suhu udara, curah hujan, kelembababan udara dan kecepatan angin) dalam bentuk bulanan yang ada kemudian dikelompokkan per tiga bulan sehingga menjadi empat kelompok yakni DJF (Desember - Januari - Februari), MAM (Maret - April - Mei), JJA (Juni - Juli - Agustus), dan SON (September - Oktober - November). Pengelompokkan didasarkan pada periode musiman. DJF (Desember-Januari-Februari) adalah musim monsun barat (puncak musim hujan), MAM (Maret-April-Mei), musim pancaroba atau transisi dari musim hujan ke musim kemarau dan JJA (Juni-Juli-Agustus) merupakan musim monsun timur atau puncak musim kemarau di sebagian wilayah Indonesia (Tjasyono dkk, 2008). Kemudian data yang sudah dikelompokkan diolah menjadi data statistika deskriptif konsentrasi musiman CO₂ dan CH₄, berupa mean, standar deviasi, kuartil 1 (Q1), median (kuartil 2) dan kuartil 3 (Q3). Sesuai dengan persamaan berikut.

$$\text{Mean } (\bar{x}) = \frac{\sum Xi}{n} \quad (1)$$

$$\text{Standar deviasi } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}} \quad (2)$$

$$\text{Kuartil } (Q_i) = \frac{i(n+1)}{4}, i = 1,2,3 \quad (3)$$

dengan:

n = jumlah data

x_i = data ke-i

\bar{x} = rata-rata data

Kemudian dibuat boxplotnya dari konsentrasi musiman CO₂ dan CH₄ untuk melihat varians, persebaran data serta nilai ekstrem (pencilan). Hubungan antara konsentrasi musiman CO₂ dan CH₄ dengan parameter meteorologi musiman dilihat dari grafik garis. Selain itu, untuk melihat hubungan antara konsentrasi CO₂ dan CH₄ dengan parameter meteorologi yang ada, dibuatlah scatter plot dari data timeseries bulanan serta dihitung korelasinya, sesuai dengan persamaan berikut:

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

dengan:

r = koefisien korelasi antara konsentrasi CO₂/ CH₄ dan parameter meteorologi

X = konsentrasi CO₂/ CH₄ pada bulan-i

Y = parameter meteorologi (suhu udara, curah hujan, kelembababan udara dan kecepatan angin) diamati bulanan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Konsentrasi Musiman CO₂ dan CH₄

Tabel 1. Statistika Deskriptif Konsentrasi Musiman CO₂

| Musiman | N | Mean± StDev | Minimum | Maximum | Q1 | Median | Q3 |
|-----------|-----|----------------|---------|---------|-------|--------|-------|
| DJF | 29 | 390.24±8.0 | 376.6 | 402.4 | 384.0 | 387.0 | 398.3 |
| MAM | 30 | 390.64±7.4 | 380.1 | 403.1 | 384.2 | 390.3 | 398.1 |
| JJA | 30 | 388.82±6.5 | 377.9 | 398.6 | 383.3 | 387.9 | 394.3 |
| SON | 30 | 389.05±7.9 | 375.4 | 404.9 | 382.4 | 388.5 | 396.2 |
| 2008-2017 | 119 | 389.69±7.7 | 375.4 | 404.9 | 383.5 | 388.4 | 396.8 |

Konsentrasi dari CO₂ di Kemayoran secara umum memiliki nilai rata-rata konsentrasi yang berdekatan di setiap musimnya seperti pada Tabel 1 diatas. Standar deviasi dari rata-rata data juga cukup kecil memperlihatkan simpangan yang juga kecil dari nilai rata-ratanya. Hal ini dibuktikan dengan nilai

konsentrasi minimum dan maksimum CO₂ yang memiliki rentang tidak terlalu jauh setiap musimnya. Konsentrasi CO₂ tertinggi terdapat pada periode musim MAM dengan rata rata 390.64±7.4 ppm dan konsentrasi CO₂ terendah terdapat pada periode musim JJA dengan rata-rata 388.82±6.5 ppm.

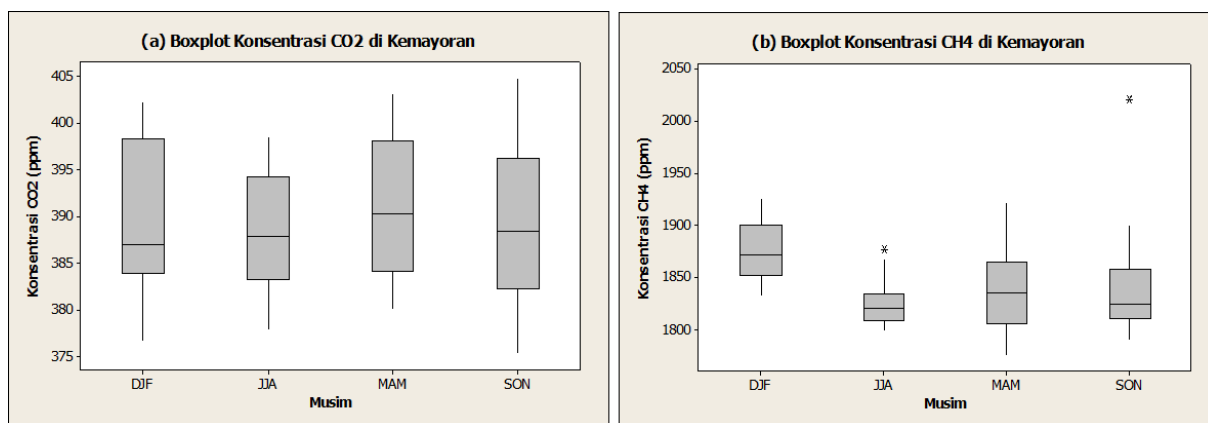
Tabel 2. Statistika Deskriptif Konsentrasi Musiman CH₄

| Musiman | N | Mean± StDev | Minimum | Maximum | Q1 | Median | Q3 |
|---------|-----|----------------|---------|---------|--------|--------|--------|
| DJF | 29 | 1875.9±27.1 | 1832.2 | 1926.0 | 1852.6 | 1872.4 | 1899.9 |
| MAM | 30 | 1836.8±36.8 | 1775.1 | 1922.0 | 1805.7 | 1835.4 | 1865.3 |
| JJA | 30 | 1825.1±20.8 | 1799.5 | 1877.4 | 1808.2 | 1820.6 | 1834.6 |
| SON | 30 | 1840.1±46.5 | 1789.1 | 2021.3 | 1810.4 | 1824.6 | 1859.0 |
| | 119 | 1844.5±32.8 | 1775.1 | 2021.3 | 1819.2 | 1838.2 | 1864.7 |

Konsentrasi dari CH₄ di Kemayoran secara umum juga memiliki nilai rata-rata konsentrasi yang berdekatan di setiap musimnya seperti pada Tabel 2 diatas. Standar deviasi dari rata-rata data cukup besar memperlihatkan simpangan yang juga besar dari nilai rata-ratanya. Hal ini dibuktikan dengan nilai konsentrasi minimum dan maksimum CH₄ yang memiliki rentang yang cukup jauh setiap musimnya. Konsentrasi CH₄ tertinggi terdapat pada periode musim DJF

dengan rata rata 1875.9±27.1 ppm dan konsentrasi CH₄ terendah terdapat pada periode musim JJA dengan rata-rata 1825.1±20.8 ppm.

Dari perhitungan statistika deskriptif ini memperlihatkan adanya pengaruh dari musim dalam menghasilkan rata-rata. Apabila diilustrasikan menggunakan boxplot per musim maka hasilnya juga akan memperlihatkan hasil yang mirip dengan perhitungan statistika deskriptifnya.



Gambar 2. (a) Boxplot Konsentrasi Musiman CO₂ di Kemayoran ; (b) Boxplot Konsentrasi Musiman CH₄ di Kemayoran

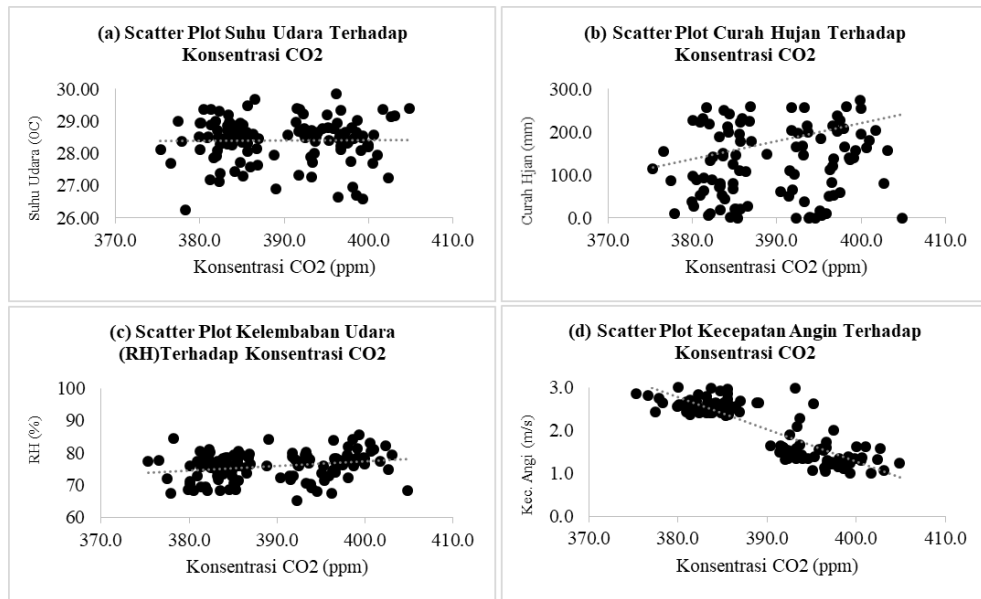
Pada boxplot konsentrasi CO₂ pada periode musim DJF, 75% data konsentrasi CO₂ berada diantara nilai 376.6 – 398.3 ppm dan 25% sisanya berada diantara 398.3 – 402.4 ppm yang mana pada periode musim ini konsentrasi CO₂ masih relatif aman untuk daerah Jakarta. Pada boxplot konsentrasi CO₂ pada periode musim MAM, 75 % data konsentrasi CO₂ berada diantara nilai 380.1– 398.1 ppm dan 25% sisanya berada diantara 398.1 – 403.1 ppm yang mana pada periode musim ini konsentrasi CO₂ masih relatif aman untuk daerah Jakarta. Pada boxplot konsentrasi CO₂ pada periode musim JJA, 75% data konsentrasi CO₂ berada diantara nilai 377.9 – 394.3 ppm dan 25% sisanya

berada diantara 394.3 – 398.6 ppm yang mana pada periode musim ini konsentrasi CO₂ masih relatif aman untuk daerah Jakarta. Pada boxplot konsentrasi CO₂ di musim JJA variasi data terkecil dari semua musim. Pada boxplot konsentrasi CO₂ pada periode musim SON, 75% data konsentrasi CO₂ berada diantara nilai 375.4 – 396.2 ppm dan 25% sisanya berada diantara 396.2 – 404.9 ppm yang mana pada periode musim ini konsentrasi CO₂ masih relatif aman untuk daerah Jakarta.

Pada boxplot konsentrasi CH₄ pada periode musim DJF, 75% data konsentrasi CH₄ berada diantara nilai 1832.2 – 1899.9 ppm dan 25% sisanya berada diantara 1899.9 – 1926.0 ppm yang mana pada periode musim ini konsentrasi CH₄ masih relatif aman untuk daerah Jakarta. Pada boxplot konsentrasi CH₄

pada periode musim MAM, 75 % data konsentrasi CH₄ berada diantara nilai 1775.1 – 1865.3 ppm dan 25% sisanya berada diantara 1775.1 – 1922.0 ppm. Pada boxplot konsentrasi CH₄ di musim MAM variasi datanya terbesar dari semua musim. Namun konsentrasi CH₄ pada periode musim MAM masih relatif aman untuk daerah Jakarta. Pada boxplot konsentrasi CH₄ pada periode musim JJA, 75% data konsentrasi CH₄ berada diantara nilai 1799.5 – 1834.6 ppm dan 25% sisanya berada diantara 1834.6 – 1877.4 ppm yang mana pada periode musim ini konsentrasi CH₄ masih relatif aman untuk daerah Jakarta. Pada boxplot konsentrasi CH₄ pada periode musim JJA, keseluruhan data berada pada nilai dibawah 1850. Sehingga pada periode musim ini menandakan variasi yang sangat kecil terhadap nilai konsentrasi dari keseluruhan musim. Pada periode musim JJA juga terdapat 1 pencilan yang bernilai 1877.4 ppm, pencilan ini terdapat pada bulan Agustus 2015 yang mana pada periode musim ini konsentrasi CH₄ masih aman. Pada boxplot konsentrasi CH₄ pada periode musim SON, 75% data konsentrasi CH₄ berada diantara nilai 1789.1 – 1859.0 ppm dan 25% sisanya berada diantara 1859.0 – 2021.3 ppm yang mana pada periode musim ini konsentrasi masih relatif aman, namun 25% data dapat bervariasi sampai batas yang tidak sehat untuk manusia.. Pada periode musim JJA juga terdapat 1 pencilan yang bernilai 2021.3 ppm , pencilan ini terdapat pada bulan Oktober 2015.

3.2 Korelasi Polutan dengan Parameter Meteorologi

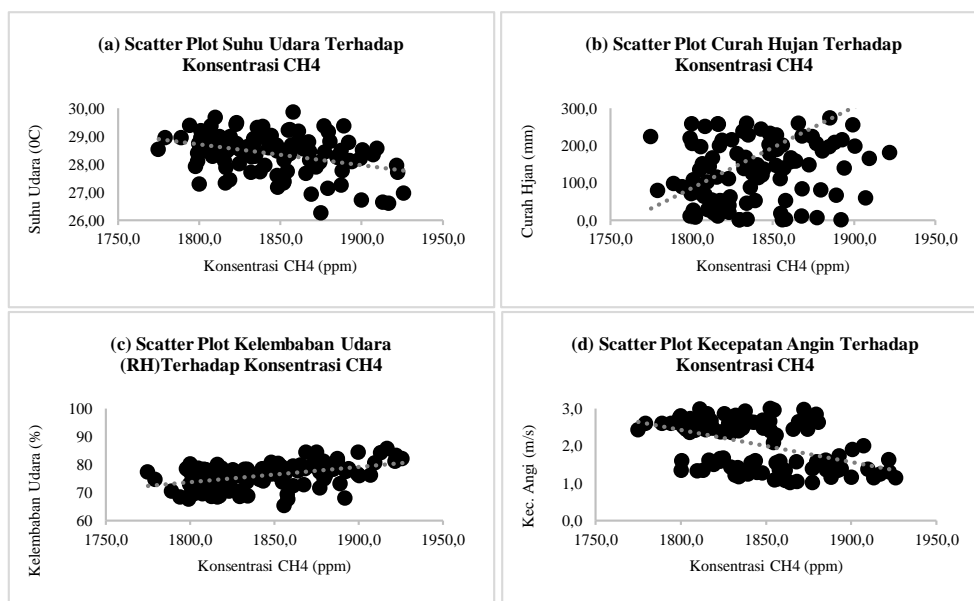


Gambar 3. Scatterplot antara Konsentrasi CO₂ Dengan Paramater Meteorologi (a) Suhu, (b) Kelembaban, (c) Curah Hujan dan (d) Kecepatan Angin

Konsentrasi CO₂ tidak mempengaruhi suhu udara walau menunjukkan adanya hubungan positif antara suhu udara dengan konsentrasi CO₂. Kenaikan suhu udara di Kemayoran bukan hanya disebabkan oleh konsentrasi CO₂ saja, tetapi oleh faktor lain seperti penyerapan panas oleh jalan beraspal, sirkulasi udara yang tidak baik, atau faktor lainnya. Konsentrasi CO₂ menurun dengan meningkatnya kecepatan

angin. Kecepatan angin menyebabkan penurunan konsentrasi CO₂ sebanyak 83%, dan 17% lainnya disebabkan oleh faktor lain.

Jadi semakin cepat angin bertiup di lokasi penelitian maka konsentrasi CO₂ akan semakin menurun, penyebabnya karena angin mengakibatkan dispersi polutan ke tempat lain sesuai arah bertiupnya angin.



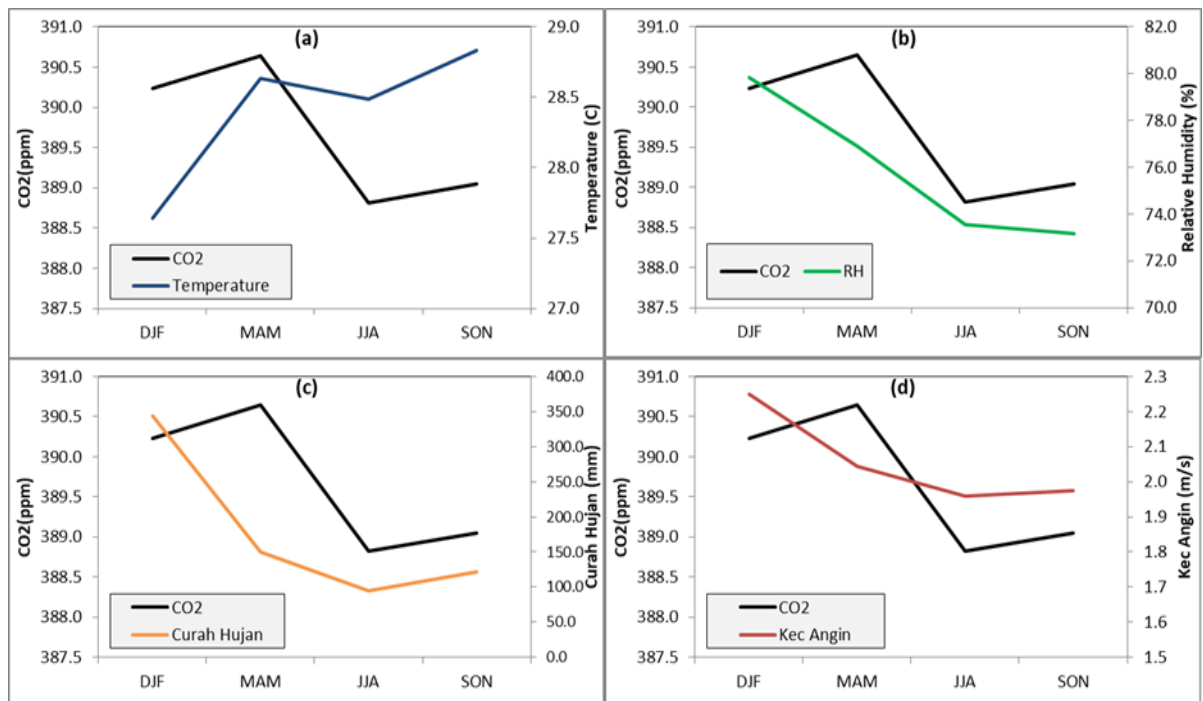
Gambar 4. Scatterplot antara Konsentrasi CH₄ Dengan Paramater Meteorologi (a) Suhu, (b) Kelembaban, (c) Curah Hujan dan (d) Kecepatan Angin

Dari gambar 4(a), scatterplot antara konsentrasi CH₄ dengan suhu udara, terlihat bahwa pola dari sebaran titik menunjukkan adanya pola kecenderungan negatif. Hal ini menunjukkan bahwa jika terjadi kenaikan suhu akan disertai dengan penurunan konsentrasi CH₄ dan sebaliknya. Nilai korelasi antara suhu udara dengan CH₄ adalah sebesar -0.38608 yang berarti hubungan antara konsentrasi CH₄ dengan suhu udara rendah.

Hasil scatterplot antara konsentrasi CH₄ dengan curah hujan ditunjukkan oleh gambar 4(b), menunjukkan adanya korelasi positif. Hal ini dapat dilihat dari pola sebaran dan trend

yang menunjukkan nilai positif. Dimana semakin besar nilai dari intensitas curah hujannya maka akan semakin meningkatkan konsentrasi CH₄. Faktor curah hujan sebesar 45% mempengaruhi penurunan konsentrasi CH₄ di Kemayoran. Sebesar 45% faktor kelembapan juga mempengaruhi konsentrasi CH₄. Jadi kenaikan konsentrasi CH₄ dipengaruhi oleh faktor curah hujan dan kelembapan, dan lainnya dipengaruhi faktor lain. Penurunan konsentrasi CH₄ dipengaruhi kecepatan angin sebesar 44%, dan sebesar 56% disebabkan oleh faktor lainnya.

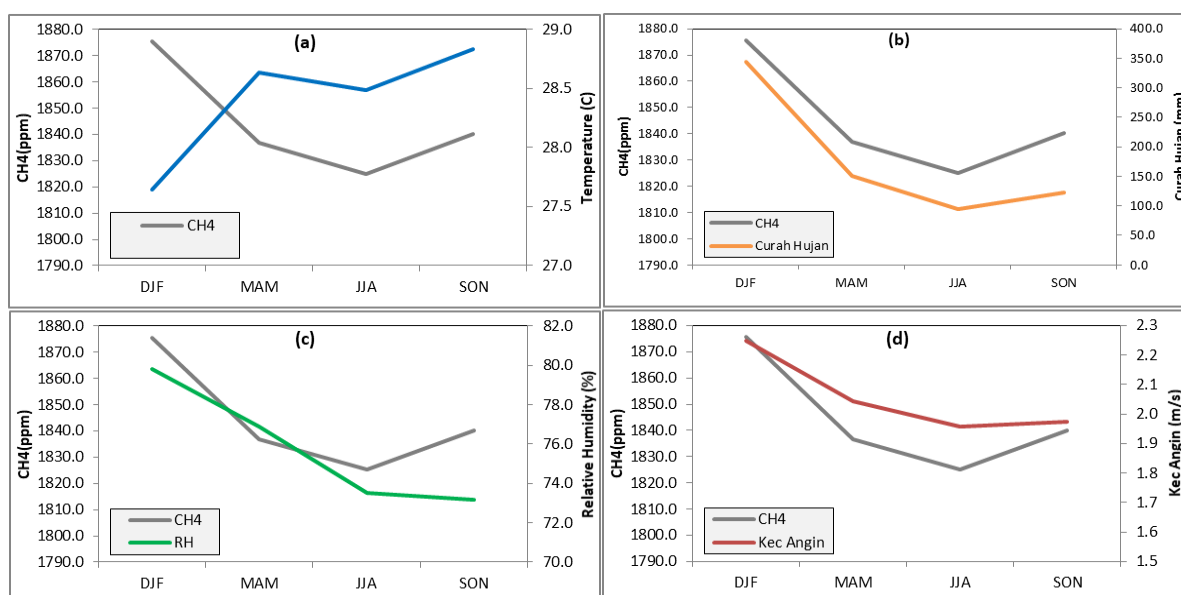
3.3 Hubungan Variasi Musiman Konsentrasi Polutan dengan Paramter Meteorologi



Gambar 5. Grafik Hubungan Variasi Musiman Konsentrasi CO₂ Dengan Paramter Meteorologi (a) Suhu, (b) Kelembaban, (c) Curah Hujan dan (d) Kecepatan Angin

Berdasarkan gambar 5. Konsentrasi CO₂ tertinggi terjadi pada periode MAM dengan rata-rata konsentrasi 390.6 ppm dimana suhu udara pada periode tersebut cukup tinggi sekitar 28.6 °C, kelembapan udara rata-rata sebesar 76.9%, rata-rata curah hujan 150.4 mm dan kecepatan angin rata-rata 2.04 m/s. Stabilitas atmosfer yang tinggi, kecepatan angin yang cukup rendah serta berkurangnya curah hujan pada periode MAM menyebabkan pertikulas CO₂ tinggi pada periode ini.

Konsentrasi CO₂ terendah terjadi pada periode JJA dengan rata-rata konsentrasi 388.8 ppm dimana suhu udara pada periode ini sekitar 28.5°C, kelembapan udara rata-rata sebesar 73.5 %, rata-rata curah hujan 95.3 mm dan kecepatan angin rata-rata 1,95 m/s.



Gambar 6. Grafik Hubungan Variasi Musiman Konsentrasi CH₄ Dengan Paramater Meteorologi (a) Suhu, (b) Kelembaban, (c) Curah Hujan dan (d) Kecepatan Angin

Berdasarkan gambar 6. Konsentrasi CH₄ tertinggi terjadi pada periode DJF dengan rata-rata konsentrasi 1875.6 ppm dimana suhu udara pada periode tersebut paling rendah sekitar 27.6 °C, kelembaban udara rata-rata sebesar 80 %, rata-rata curah hujan 344.1 mm dan kecepatan angin rata-rata 2.2

4. KESIMPULAN

1. Konsentrasi polutan CO₂ tertinggi pada periode MAM dan terendah pada periode JJA sedangkan Konsentrasi polutan CH₄ tertinggi pada periode DJF dan terendah pada periode JJA.
2. Stabilitas atmosfer yang tinggi dan kecepatan angin yang rendah menyebabkan polutan semakin meningkat dan menyebar di daerah pengamatan.
3. Dari perhitungan statistika deskriptif memperlihatkan adanya pengaruh dari musiman dalam menghasilkan rata-rata konsentrasi CO₂ dan CH₄.
4. Kecepatan angin menyebabkan penurunan konsentrasi CO₂ sebanyak 83%, dan 17% lainnya disebabkan oleh faktor lain.
5. Sebesar 45% faktor kelembapan juga mempengaruhi konsentrasi CH₄. Jadi kenaikan konsentrasi CH₄

m/s. Konsentrasi CH₄ terendah terjadi pada periode JJA dengan rata-rata konsentrasi 1825.1 ppm dimana suhu udara pada periode ini sekitar 28.5°C, kelembaban udara rata-rata sebesar 73.5 %, rata-rata curah hujan 95.3 mm dan kecepatan angin rata-rata 1,95 m/s.

dipengaruhi oleh faktor curah hujan dan kelembapan, dan lainnya dipengaruhi faktor lain. Penurunan konsentrasi CH₄ dipengaruhi kecepatan angin sebesar 44%, dan sebesar 56% disebabkan oleh faktor lainnya.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Sub Bidang Produksi Informasi Iklim dan Kualitas Udara BMKG, teman-teman kelas Klimatologi angkatan 2014 dan seluruh pihak yang membantu dalam menyelesaikan karya tulis ini

DAFTAR PUSTAKA

Keeling CD. *The Concentration And Isotopic Abundances Of Atmospheric Carbon Dioxide*

- In Rural Areas*. Geochim Cosmochim Acta 1958; 13:322-34
- GLOBALVIEW-CO2. Cooperative atmospheric data integration project-carbon dioxide. 2001. CD-ROM NOAA CMDL, Boulder CO. (<ftp://cmdl.noaa.gov/ccg/co2/GLOBAL-VIEW>)
- NOAA Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory, 2001. (<ftp://cmdl.noaa.gov/ccg/network.txt>)
- Monastersky R, 2013. *Global Carbon Dioxide Levels Near Worrysome Milestone*. Nature 487, 13-14.
- Ilyas SZ, Khattak AI, Nasir SM, Qurashi T, Durrani R, 2009. *Air Pollution Assesement In Urban Areas And Its Impact On Human Health In The City of Quetta, Pakistan*. Clean Technol Environ Policy: 1-9.
- Mage D, Ozolins G, Peterson P, Webster A, Orthofer R, Vandeweerd V, Gwynne M, 1996. *Urban Air Polution In Megacities of The World*. Atmos Environ 30:681-686.
- Riga-Karandinos A, Saitanis C, 2005. *Comparative Aseessment of Ambient Air Quality In Two Typical Mediterranean Coastal Cities In Greece*. Chemosphere: 1125-1136.
- Huang J., Yu H., Guan X., Wang G. & Guo R, 2016. *Accelerated Dryland Expansion Under Climate Change*. Nature Climate Change 6, 166-171.
- Version, P. "Global Protocol for Community Scale Greenhouse Gas Emissions. (2012)
- Sanna, L., Ferrara, R., Zara, P., & Duce, P, 2014. *GHG emissions inventory at urban scale: The Sassari case study*. Energy Procedia..
- Mineral Energi Dan Sumber Daya (ESDM). *Kajian Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Transportasi*. 2012: 88
- Ministry of Environment. 2012. *Gas Rumah Kaca Buku I*.
- S. Tampubolon, 2010. *Pengaruh Kecepatan Angin dan Suhu Udara Terhadap Kadar Gas Pencemar Karbon Monoksida (CO) Di Udara Sekitar Kawasan Industri Medan (KIM)*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- M. Neiburger, J. G. Edinger, dan W. D. Bonner. 1994. *Memahami Lingkungan Atmofser Kita*. Diterjemahkan oleh: Ardina Purbo. Bandung: Penerbit ITB.
- Raich, J. Dan W. Schlesinger. 1992. *The Global Carbon Dioxide Flux in Soil Repiration and Its Relationship to Vegetation and Climate*. Tellus, Series B – Chemical and Physical Meteorology 44B: 2: 81-99
- Shinjo, H., A. Kato, K. Fujii, K. Mori, S. Funukawa dan T. Kosaki, 2006. *Carbon dioxide Emission Derived from Soil Organic Matter Decomposition and Root Respiration in Japanese Forest Under Different Ecological Conditions*. Soil Science and Plant Nutrition 52: 233-242.
- Martin, D., J. Beringer, L. Hutley, I. McHugh, 2007. *Carbon Cycling in Mountain Ach Forest: Analysis of Below Ground Repiration*. Agricultural and Forest Meteorologicay 147: 58-70
- Mahesh Pathakoti, dkk, 2018. *Influence of Meteorological Parameters on Atmospheric CO2 At Bharati, The Indian Antartic Research Station*. Polar Research, 37:1, 14442072, doi: 10.1080/17518369.2018.1442072
- Tjasyono, B., A. Lubis, I. Juaeni, Ruminta dan S.W.B. Harijono, 2008. *Dampak Variasi Temperatur Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial terhadap Curah Hujan di Indonesia*. Jurnal Sains Dirgantara, Vol. 5 no. 2, pp. 83-95.