

## Studi Tren Kenaikan CO<sub>2</sub> Hasil Pengukuran pada GAW Bukit Kototabang dan Perbandingannya dengan Data Global

Kurnia Endah Komalasari<sup>1</sup>, Wan Dayantolis<sup>2</sup>, Tanti Tritama Okaem<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pusat Penelitian dan Pengembangan BMKG, Jakarta

<sup>2</sup> Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang, Sumatera Barat

Email: komalasari.ke@gmail.com

**Abstrak.** Aktivitas manusia pasca revolusi industri telah menggeser fungsi komposisi alamiah Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer. Konsentrasi GRK yang berlebihan menyebabkan peningkatan temperatur udara di permukaan bumi. Kajian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) yang diamati oleh SPAG Bukit Kototabang. Pengukuran CO<sub>2</sub> ini menggunakan Air Kit Flask Sampler yang dikirim ke NOAA. Data dianalisis dengan menggunakan metode Statistik Deskriptif dengan 2 periode data CO<sub>2</sub> tahun 2005-2018. Periode pertama (2005-2011) laju kenaikan data sebesar 0.1306 ppm/bulan dan periode kedua (2012-2018) sebesar 0.1988 ppm/bulan serta kenaikan nilai minimum sebesar 3.64% pada periode kedua. Pengukuran CO<sub>2</sub> di SPAG Bukit Kototabang masih berada di bawah rata-rata pengukuran Global dan Mauna Loa meskipun memiliki tren kenaikan yang sama.

Kata Kunci : Gas Rumah Kaca, Karbon Dioksida, Airkit Flask Sampler, Statistik deskriptif

**Abstract.** Human activity after the industrial revolution has shifted the function of the natural composition of greenhouse gases (GHGs) in the atmosphere. Excessive GHG concentrations cause an increase in air temperature on the earth's surface. This study aims to examine the characteristics of Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) observed by the Bukit Kototabang SPAG. This CO<sub>2</sub> measurement used the Air Kit Flask

*Sampler sent to NOAA. Data were analyzed using Descriptive Statistics method with 2 periods of CO<sub>2</sub> data for 2005-2018. The first period (2005-2011) showed the rate of increase in data amounted to 0.1306 ppm per month and the second period (2012-2018) amounted to 0.1988 ppm per month and the increase in the minimum value of 3.64%. CO<sub>2</sub> measurements in the Bukit Kototabang SPAG were still below the global and Mauna Loa measurements despite having the same upward trend.*

*Keywords : Greenhouse Gases, Carbon Dioxide, Airkit Flask Sampler, Descriptive Statistics*

---

### Pendahuluan

WMO (2019) menyebutkan bahwa suhu udara pada tahun 2015, 2016, 2017 dan 2018 mencatatkan rekor 4 tahun terpanas dalam sejarah pencatatan iklim yang ada sejak jaman pra-industri. Rekor suhu terpanas tersebut dikaitkan dengan terus meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca akan menyebabkan semakin banyaknya energi gelombang panjang yang terjebak di atmosfer bumi (National Research Council, 2012). IPCC (2018) menekankan perlunya menjaga agar kenaikan suhu global pada level kurang dari 1.5

°C agar masyarakat dunia dapat terus hidup berkelanjutan.

Gas rumah kaca sendiri terdiri dari empat gas utama yaitu Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>), Metana (CH<sub>4</sub>), Nitrogen Oksida (N<sub>2</sub>O) dan kelompok gas yang mengandung Fluor (Sivaramanan, 2015). Dari keempat gas utama tersebut CO<sub>2</sub> dianggap memainkan peran penting dalam pemanasan global (UNFCCC, 2009). Karenanya, Florides (2009) menyebutkan pada studi-studi tentang pemanasan global, data tren CO<sub>2</sub> dan suhu global akan selalu disandingkan guna menunjukkan korelasi yang terbentuk dari keduanya. CO<sub>2</sub> merupakan Gas Rumah Kaca yang secara alami bersumber dari debu letusan gunung berapi dan hasil pernafasan manusia dan hewan. Kegiatan manusia seperti pembakaran bahan bakar jenis fosil di sektor energi serta kegiatan industri, transportasi, deforestasi dan pertanian menjadi penyumbang sumber emisi CO<sub>2</sub> nonalami. CO<sub>2</sub> adalah Gas Rumah Kaca terbanyak kedua di atmosfer setelah uap air (Climate4life, 2019a).

Di Indonesia pengamatan CO<sub>2</sub> secara konsisten diamati oleh Stasiun Pemantau Atmosfer Global (SPAG) Bukit Kototabang di Sumatera Barat. Kurniawan (2017) menyebutkan SPAG Bukit Kototabang merupakan bagian jaringan Stasiun Global dalam program *Global Atmospher Watch* (GAW) yang dikoordinasikan oleh WMO. Selain CO<sub>2</sub>, gas rumah kaca lainnya serta gas polutan lain seperti partikulat dan kimia air hujan diamati di SPAG Bukit Kototabang. Secara administratif SPAG Bukit Kototabang masuk dalam wilayah Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Namun dari segi akses SPAG Bukit Kototabang lebih dekat ke Kota Bukittinggi yang berjarak sekitar 17 km. Dari seluruh stasiun global GAW di dunia, yang berada tepat di sekitar ekuator hanya Stasiun SPAG Kototabang di Indonesia dan Stasiun GAW di Kenya. Namun keduanya memiliki perbedaan signifikan dari sisi keadaan lingkungannya (Climate4life, 2019b).

Sebagaimana laporan WMO (2019) dan IPCC (2018) bahwa peningkatan suhu global terus terjadi dan sering dengan peningkatan konsentrasi gas rumah kaca, maka kajian ini dimaksudkan untuk mengkaji karakteristik CO<sub>2</sub> yang diamati oleh SPAG Bukit Kototabang dan

dibandingkan dengan pengukuran CO<sub>2</sub> di Mauna Loa dan data CO<sub>2</sub> global.

### Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam kajian ini adalah data CO<sub>2</sub> tahun (2005-2018) hasil pengukuran pada SPAG Bukit Kototabang. Data bulanan digunakan karena ketersediaan series panjang hanya tersedia dalam format bulanan. Data CO<sub>2</sub> bulanan merupakan hasil rata-rata pengamatan flask sampling selama empat sampai lima kali pengamatan dalam satu bulanan. Pengambilan sampel Gas Rumah Kaca dilakukan dengan menggunakan *Airkit Flask Sampler*. Kegiatan ini dilakukan setiap satu minggu sekali yaitu hari Selasa pukul 14.00 WIB. Empat jenis gas utama yang diukur antara lain CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O dan SF<sub>6</sub>.

Pengambilan sampel gas dilakukan dengan menghisap udara ambien melalui inlet *Airkit Flask Sampler* yang diletakkan pada menara dengan ketinggian 32 m. Penempatan inlet pada ketinggian tersebut dimaksudkan untuk menghindari kontaminasi udara sampel dari berbagai pengotor dan pengaruh makhluk hidup yang ada dibawahnya. Selanjutnya, sampel udara kering dengan tekanan di bawah 3 psig akan dianalisis lebih lanjut di *Climate Monitoring and Diagnostic Laboratory* (CMDL) NOAA. Gas CO<sub>2</sub> akan dianalisis dengan metode *Non Dispersive InfraRed* (NDIR) (Nahas dan Herizal, 2008).

Data dari hasil analisis tersebut bisa didapatkan dengan mengunduh di halaman berikut <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/index.html> dan bisa juga menggunakan *Secured File Transfer Protocol* (SFTP) (NOAA, 2019a).

Penelitian ini dilakukan dengan membagi data CO<sub>2</sub> periode tahun 2005-2018 dalam dua kelompok data dengan masing-masing periode berisi data selama tujuh tahun yaitu periode tahun 2005-2011 (P1) dan 2012-2018 (P2). Pada kedua kelompok data dilakukan analisis deskriptif untuk melihat sebaran data pada setiap periode dan melihat kecenderungan pola pada kedua periode data. Analisis statistik deskriptif adalah cabang statistik yang bertujuan untuk

menggambarkan sejumlah fitur data yang biasanya terlibat dalam penelitian. Tujuan utama dari statistik deskriptif adalah untuk memberikan ringkasan singkat dari sampel dan tindakan yang dilakukan pada studi tertentu ditambah dengan sejumlah analisis grafik. Dalam banyak hal, eksplorasi kreatif data dan informasi yang terkait dengan analisis statistik deskriptif adalah inti dari penggalian data (*data mining*) (Sciencedirect, 2019 dan Aresearchguide, 2019)

Tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian normalitas data yang dilakukan dengan menggunakan QQ-plot dan uji *lilliefors*. QQ-plot merupakan grafik yang membandingkan nilai kuantil sampel dan nilai kuantil distribusi normal teori. Jika kedua set data kuantil tersebut berasal dari distribusi yang sama maka keduanya akan membentuk garis lurus (Data library virginia edu. 2019). Selain secara visual uji normalitas juga dapat dilakukan dengan pengujian *lilliefors* yang merupakan pengembangan dari uji *Kormogorov Smirnov* (Baghban, 2013 dan Razali, 2011). Dengan hipotesa bahwa data berasal dari distribusi normal. Saat *p-value* bernilai diatas 0.05 maka hipotesa diterima atau dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

Setelah diketahui distribusi dari setiap periode kemudian dilakukan pengujian homogenitas variasi dan rata-rata dari kedua periode data tersebut. Ada beberapa metode pengujian homogenitas variasi yang dapat digunakan antara lain Uji F, Uji Bartlett, Uji Fligner-Killeen. Untuk data berdistribusi normal maka pengujian homogenitas dapat menggunakan uji F dan uji Bartlett sementara untuk data yang tidak mengikuti distribusi normal dapat menggunakan uji Levene (Mu, 2006).

Selain melakukan pengujian terhadap homogenitas varians juga dilakukan pengujian rata-rata kedua populasi, hal ini untuk menguji apakah rata-rata dari kedua periode data terdapat perbedaan yang signifikan. Atau lebih jauh lagi apakah secara rata-rata CO<sub>2</sub> pada P2 signifikan lebih besar dibandingkan dengan rata-rata CO<sub>2</sub> pada P1. Kemudian pada tahap akhir dilakukan analisis tren hal ini dilakukan untuk menjelaskan seberapa besar kenaikan yang terjadi pada kedua periode dan uji trend dengan

menggunakan Mann Kendall (cran.r-project.org, 2019).

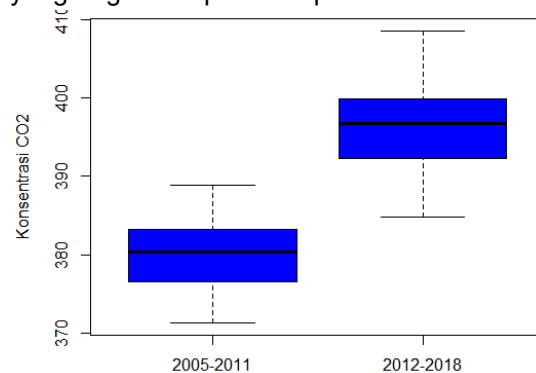
Tools yang digunakan pada metode analisis di atas menggunakan aplikasi Minitab 19 (Minitab.com, 2019) dan program bahasa R versi 3.5.2(www.r-project.org, 2019).

Kajian yang dilakukan ini selain memberikan informasi tentang tren data hasil pengukuran CO<sub>2</sub> sekaligus juga menjadi upaya menguji validitas data pengamatan CO<sub>2</sub> yang dilakukan oleh SPAG Bukit Kototabang dan juga memberikan informasi tingkat CO<sub>2</sub> di Indonesia terhadap data global.

## Hasil dan Pembahasan

### *Analisis deskriptif dua periode CO<sub>2</sub>*

Pada analisis deskriptif ini dihitung nilai minimum, maksimum, mean, median, kuantil 1 dan kuantil 3 dan standar deviasi di tiap periode yang tergambar pada boxplot berikut:



Gambar 1. Boxplot konsentrasi CO<sub>2</sub> pada P1 dan P2

Dari gambar 1 terlihat ada perbedaan nilai sebaran data, dari nilai data minimum, median, kuantil 1, kuantil 3, hingga nilai maksimum data pada P2 lebih tinggi dibandingkan dengan P1. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Statistik deskriptif konsentrasi CO<sub>2</sub> pada periode 2005-2011 (P1) dan periode tahun 2012-2018 (P2)

Statistik Deskriptif	Konsentrasi CO <sub>2</sub>		% kenaikan
	2005-2011 (P1)	2012-2018 (P2)	
Minimum	371.3	384.8	3.64%
Kuantil 1	376.6	392.3	4.17%
Median	380.3	396.7	4.31%
Mean	379.9	395.9	4.21%
Kuantil 3	383.2	399.9	4.36%
Maksimum	388.8	408.6	5.09%
Std.Deviasi	3.98	5.71	43.47%

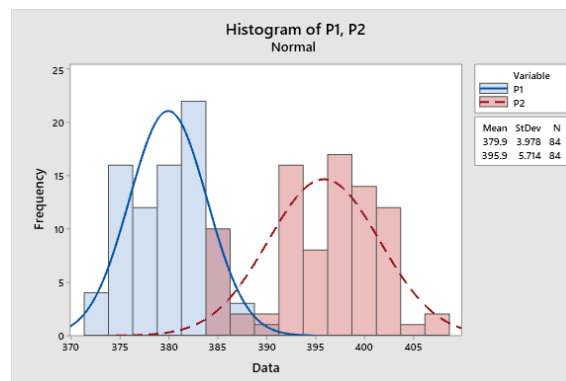
Dari tabel 1 terlihat adanya kenaikan sebesar 3.64% pada nilai minimum konsentrasi CO<sub>2</sub> pada P2 terhadap P1. Kenaikan berkisar 4.17%-4.36% pada kuantil 1 hingga kuantil 3 dan kenaikan terbesar ada pada nilai maksimum yaitu sebesar 5.09%, sementara nilai standar deviasi yang menunjukkan ukuran variasi data terhadap rata-ratanya naik sebesar 43.47%. Hal ini menunjukkan pada P2 secara deskriptif mengalami kenaikan nilai konsentrasi rata-rata, sebarannya maupun variasinya.

### Pengujian Normalitas

Setelah dilakukan analisis deskripsi dari kedua periode data dengan hasil yang menunjukkan adanya indikasi peningkatan nilai rata-rata dan varians pada P2. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian normalitas data pada P1 dan P2.

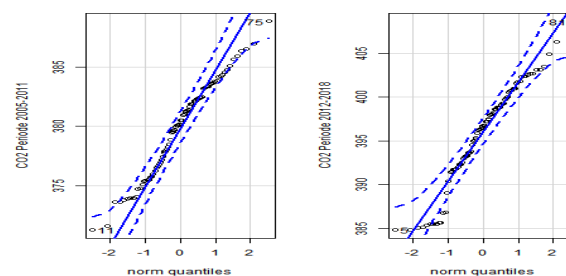
Gambar 2 menunjukkan perbandingan pola distribusi frekuensi dari kedua periode data. Dari gambar tersebut terlihat pola sebaran data P2 memiliki sebaran data yang lebih luas atau variasi yang lebih besar dengan nilai pusat

sebaran yang lebih tinggi dari pada P1. Akan tetapi secara visual bentuk grafik frekuensi dari kedua periode data masih mengikuti bentuk distribusi normal yaitu frekuensi terbesar berada di nilai median dan mengecil di kedua ujungnya.



Gambar 2. Perbandingan normalitas dan sebaran data periode 1 dan periode 2

Untuk memastikan normalitas kedua periode data maka dilakukan pengujian normalitas dengan menggunakan QQ plot dan pengujian liliefors dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 3. QQ plot data CO<sub>2</sub> P1 dan periode P2

QQ-plot pada gambar 3 menunjukkan kuantil pada data CO<sub>2</sub> di kedua periode mengikuti pola nilai kuantil pada distribusi normal, begitu juga dari pengujian *lilliefors* diperoleh nilai p-value sebesar 0.1679 untuk P1 dan 0.1367 untuk P2. Keduanya berada di atas 0.05 artinya kedua periode data berdistribusi normal.

### Pengujian Homogenitas Varians

Pengujian homogenitas varians dilakukan untuk mengetahui apakah variasi dari dua periode data sama. Dari hasil pengujian normalitas kedua data berdistribusi normal oleh karena itu pengujian homogenitas varians akan dilakukan menggunakan uji Fisher (uji F) untuk

membandingkan variasi pada data konsentrasi CO2 pada P1 dan variasi data konsentrasi CO2 pada P2.

Hasil pengujian fisher dengan menggunakan `var.test` dalam program R menunjukkan nilai p-value yang lebih kecil dari 0.05 yaitu sebesar 0.0011. Hal ini menunjukkan bahwa varians dari P1 dan P2 tidak homogen.

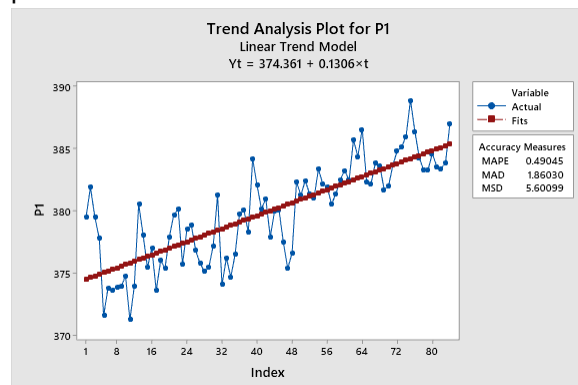
### Pengujian Rata-rata

Pengujian rata-rata akan dilakukan dengan menggunakan uji t dengan hipotesa bahwa rata-rata konsentrasi CO2 pada periode tahun setelah tahun 2011 lebih besar dari rata-rata konsentrasi CO2 sebelum tahun 2011.

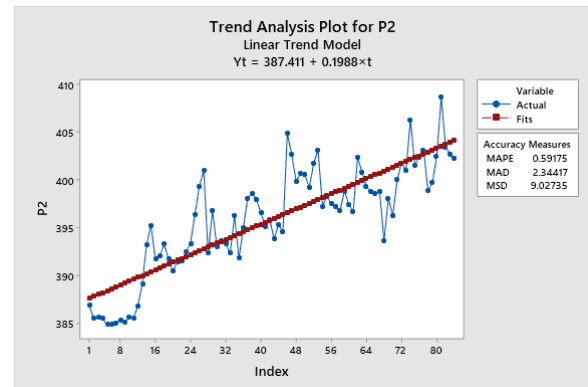
Dari hasil uji t test terhadap dua periode data tersebut diperoleh hasil p value di bawah 0.05. Artinya hipotesa bahwa konsentrasi CO2 pada periode tahun setelah tahun 2011 lebih besar dari rata-rata konsentrasi CO2 sebelum tahun 2011 diterima.

### Grafik tren dua periode CO2, dan perbandingannya

Berdasarkan pengolahan dengan Minitab, grafik tren CO2 pada masing-masing periode sebagaimana terlihat pada Gambar 7 dan Gambar 8. Tren CO2 hasil pengukuran SPAG baik periode 1 maupun 2 menunjukkan kecenderungan sama yang terus meningkat. Kivikunnas (2019) menyebutkan tren data seperti ini bukan alat analisis utama namun dapat dijadikan dasar untuk analisis pelengkap yang memberikan informasi perilaku data. Terdapat perbedaan laju kenaikan data pada kedua periode.



Gambar 7. Grafik Tren CO2 periode 2005-2011 (P1)



Gambar 8. Grafik Tren CO2 periode 2012-2018 (P2)

Pada periode pertama laju kenaikan data sebesar 0.1306 ppm perbulan dan periode kedua sebesar 0.1988 ppm perbulan. Peningkatan pada periode 2012-2018 lebih besar dari tahun 2005-2011.

Kedua trend ini kemudian diuji dengan menggunakan uji trend Mann Kendal untuk mengetahui apakah trend yang ada pada kedua periode data signifikan. Dalam penelitian ini pengujian trend dilakukan dengan menggunakan dengan software R dengan fungsi "`MannKendall`" dalam package "`Kendall`".

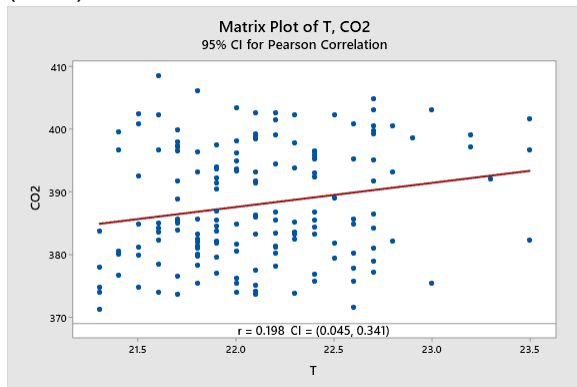
Dari hasil pengujian MannKendal diperoleh p value dengan nilai mendekati 0 untuk kedua periode (dibawah 0.05). Hal ini membuktikan bahwa trend pada data konsentrasi CO2 P1 dan P2 signifikan secara statistik artinya semakin hari laju kenaikan CO2 selalu bertambah lebih cepat dibanding waktu-waktu sebelumnya. Maka tanpa skenario pencegahan pemanasan global seperti yang ditekankan oleh IPCC (2018), laju kenaikan CO2 global yang eksponensial seperti yang terjadi saat ini akan menyebabkan kenaikan suhu udara yang lebih tinggi lagi.

### Korelasi CO2 dengan suhu

Mengacu pada Florides (2009) yang menyebutkan terdapat kaitan kenaikan suhu global dengan CO2, pada hasil pengukuran suhu udara di SPAG menunjukkan hubungan yang sama terhadap CO2. Hal ini sebagaimana terlihat pada Gambar 10 yang merupakan *scattering plot* guna menggambarkan tren data suhu pada sumbu X terhadap data CO2 pada sumbu Y.

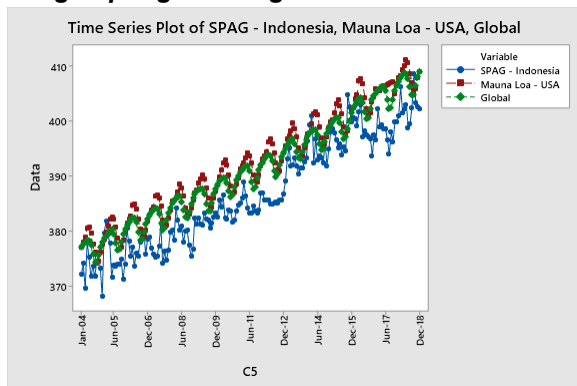
Garis merah memberikan informasi bahwa suhu udara cenderung meningkat seiring kenaikan CO2.

Dengan demikian hal ini juga mengindikasikan bahwa tren yang terjadi di Indonesia baik laju kenaikan CO2 dan suhu udara mengikuti tren perubahan global seperti yang disebutkan oleh WMO (2019) dan IPCC (2018).



Gambar 10. Hubungan suhu udara (T) dengan CO2 di SPAG Kototabang

**Perbandingan tren CO2 SPAG Kototabang dengan pengukuran global**

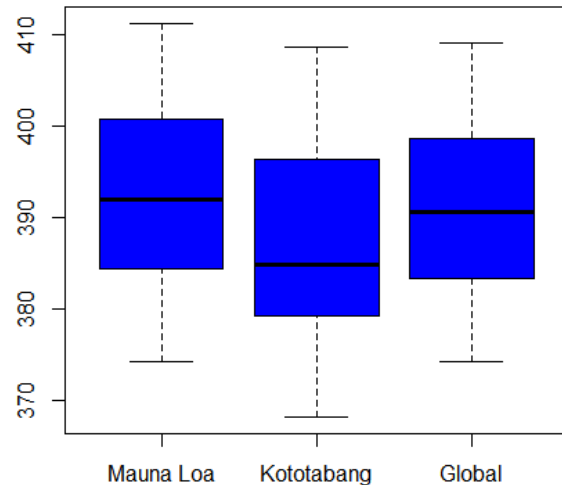


Gambar 11. Grafik CO2 pada SPAG, Mauna Loa dan data Global

Hasil pengukuran CO2 pada SPAG sejalan dengan hasil pengukuran CO2 NOAA rata-tata global dan pada stasiun Mauna Loa Hawaii (NOAA, 2019b), yang juga menunjukkan tren yang sama dan bahkan telah melewati ambang batas 400 ppm pada periode yang sama. Mauna Loa merupakan stasiun rujukan dari NOAA sehingga berdasarkan informasi ini artinya tren kenaikan CO2 merupakan fenomena global.

WMO (2016) menyebutkan kenaikan CO2 yang melampaui batas 400 ppm berkaitan dengan peningkatan GRK di dunia yang mencapai 37 % dalam periode 1990-2015

Analisis deskriptif data CO2 pada SPAG, Mauna Loa dan global sebagai berikut.



Gambar 12. Perbandingan Konsentrasi CO2 Mauna Loa-USA, Kototabang-Indonesia dan Global

Adapun ukuran nilai pada Gambar 12 di atas sebagaimana tersaji pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Statistik deskriptif konsentrasi CO2 pada Mauna Loa, SPAG Kototabang dan rata-rata Global

Statistik Deskriptif	Konsentrasi CO2		
	Mauna-Loa	Kototaban g	Global
Minimum	376.7	371.3	376.5
Kuantil 1	385.9	380.3	384.7
Median	392.9	385.5	391.6
Mean	393.5	387.8	392.3
Kuantil 3	401.3	396.6	399.8

Maksimum	411.2	408.6	409.1
Std.Deviasi	9.2	9.325	8.993

Gambar 12 telah menunjukkan bahwa berdasarkan nilai rata-rata dan juga median data CO2 pada SPAG lebih rendah dari CO2 yang terukur pada Mauna Loa dan juga rata-rata global. Perbedaan ukuran tersebut secara jelas tersaji pada Tabel 2 di atas.

### Kesimpulan

Berdasarkan uraian sebagaimana yang tersaji di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Berdasarkan uji normalitas menunjukan bahwa data CO2 pada SPAG Kototabang pada periode tahun 2005-2011 dan periode tahun 2012-2018 masih memiliki pola yang sama dengan sebaran data yang masih berada di sekitar nilai rata-rata dan mediannya.
- Berdasarkan pengujian statistika terdapat perbedaan nyata CO2 pada periode 7 tahun sebelumnya dengan 7 tahun terakhir dengan laju kenaikan dan variasi yang semakin tinggi pada periode kedua.
- Peningkatan yang paling besar adalah pada nilai maksimum pada 7 tahun terakhir yaitu naik sebesar 5,09% bila dibandingkan dengan nilai maksimum 7 tahun sebelumnya
- CO2 Indonesia sebagaimana yang diwakili oleh ada pada SPAG masih berada di bawah rata-rata pengukuran global namun memiliki tren kenaikan yang serupa.

### Saran

Perubahan CO2 telah terjadi baik dari besarannya, variasi, dan tren yang semakin meningkat oleh karena itu dibutuhkan suatu langkah nyata dan tindakan antisipasi untuk mencegah terjadinya peningkatan CO2 yang semakin besar.

### Daftar Pustaka

- Agusta Kurniawan. 2017. Pengukuran Parameter Kualitas Udara (CO, NO2, SO2, O3 dan PM10) Di Bukit Kototabang Berbasis ISPU. *Jurnal Teknosains* vol 7, No.1, Desember 2017; 1-13
- Aresearchguide.2019.<https://www.aresearchguide.com/a-descriptive-statistics.html>, diakses tanggal: 04 Oktober 2019
- Baghban, A.A., Younespour, S., Jambarsang, S., Yousefi, M., Zayeri, F., Jalilian, F.A. How to test normality distribution for a variable: a real example and a simulation study. 2013. *Journal of Paramedical Sciences (JPS)*. Winter 2013 Vol.4, No.1 ISSN 2008-4978
- Climatelife.info, 2019a. Mengenal Gas Rumah Kaca.<http://www.climate4life.info/2019/04/mengenal-gas-rumah-kaca-pemicu-pemanasan-global.html>, diakses pada tanggal : 11 September 2019
- Climatelife.info, 2019b. Program Global Atmosphere Watch WMO. <http://www.climate4life.info/2019/03/program-global-atmosphere-watch-wmo.html>, diakses tanggal : 05 September 2019
- Cran.r-project.2019.<https://cran.r-project.org/web/packages/Kendall/Kendall.pdf>
- Data library virginia edu. 2019. <https://data.library.virginia.edu/understanding-q-q-plots/>, diakses tanggal: 18 Oktober 2019
- Georgios A. Florides dan Paul Christodoulides. 2009. Global warming and carbon dioxide through sciences. *Environment International* 35 (2009) 390–401
- IPCC. 2018. Summary for Policymakers of IPCC Special Report on Global Warming of 1.5 °C approved by governments. Diakses pada [website:https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/pr\\_181008\\_P48\\_spm\\_en.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/pr_181008_P48_spm_en.pdf), tanggal 11 September 2019
- Kivikunnas, Sauli Kivikunnas. Overview of Process Trend Analysis Methods and Applications.<https://pdfs.semanticscholar.org/60aa/d007f7d28b2a4ebd4a5cbcece4>

- 25adc8ae6f.pdf, diakses tanggal: 17 September 2019
- Minitab19. 2019. <https://www.minitab.com/en-us/products/minitab/free-trial/>, diunduh tanggal : 17 September 2019
- Mu, Zhiqiang. 2006. Comparing the Statistical Tests for Homogeneity of Variances. Electric Theses and Dissertations of East Tennessee State University. Paper 2212. (<http://dc.etsu.edu/etd/2212>)
- Nahas, A.C dan Herizal. 2008. Analisis Konsentrasi Gas Rumah Kaca Bukit Kototabang Periode Januari-Maret 2018. Buletin Pengamatan Atmosfer Global Bukit Kototabang vol 2, April 2008 ; 1-11
- National Research Council. 2012. Climate Change Evidence, Impacts, and Choices. Diakses pada website: [http://nas-sites.org/americasclimatechoices/files/2012/06/19014\\_cvtx\\_R1.pdf](http://nas-sites.org/americasclimatechoices/files/2012/06/19014_cvtx_R1.pdf), tanggal 11 September 2019
- NOAA. 2019a. ESRL/GMD FTP Data Finder. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/index.html>, diakses tanggal: 11 September 2019
- NOAA Monthly Average Mauna Loa CO2. 2019b. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>, diakses tanggal: 15 September 2019
- R versi 3.5.2. 2019. <https://www.r-project.org>, diunduh tanggal: 17 Januari 2019
- Razali, N.M. 2011. Power Comparisons of Shapiro Wilk, Kormogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson Darling test. Journal of Statistical Modeling and Analytics. Vol.2 No.I, 21-33, 2011
- Sciencedirect.2019.<https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/descriptive-statistics>, diakses tanggal : 04 Oktober 2019
- Sivakumaran Sivaramanan. 2015. Global Warming and Climate change causes, impacts and mitigation. Diakses pada website:[https://www.researchgate.net/publication/280548391\\_Global\\_Warming\\_and\\_Climate\\_change\\_causes\\_impacts\\_and\\_mitigation](https://www.researchgate.net/publication/280548391_Global_Warming_and_Climate_change_causes_impacts_and_mitigation)
- UNFCCC. 2009. Fact sheet: The need for mitigation. Diakses pada website: [https://unfccc.int/files/press/backgrounders/application/pdf/press\\_factsh\\_mitigation.pdf](https://unfccc.int/files/press/backgrounders/application/pdf/press_factsh_mitigation.pdf)
- What is a Scatter Plot and When to Use It. 2019. <https://chartio.com/learn/charts/what-is-a-scatter-plot/>, diakses tanggal: 25 September 2019
- WMO. 2016. Greenhouse Gas Bulletin. No. 12 - [https://ane4bf-datap1.s3-eu-west1.amazonaws.com/wmocms/s3fspublic/GHG\\_Bulletin\\_12\\_EN\\_web\\_JN161640.pdf?aZaKZhdpDfJdmHvtbSvLwbj6zb\\_PWwdz](https://ane4bf-datap1.s3-eu-west1.amazonaws.com/wmocms/s3fspublic/GHG_Bulletin_12_EN_web_JN161640.pdf?aZaKZhdpDfJdmHvtbSvLwbj6zb_PWwdz), diakses pada: 24 Oktober 2016
- WMO. 2019. WMO confirms past 4 years were warmest on record, diakses pada website: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-confirms-past-4-years-were-warmest-record>, tanggal 11 September 2019