



Vol. 01 No. 01

#### ARTIKEL UTAMA

Aktivitas Manusia sebagai Pendorong  
Utama Peningkatan Gas Rumah Kaca

#### KONDISI GAS RUMAH KACA

Global Periode Januari 1980 - Maret 2021 dan  
Indonesia Periode Januari 2004 - April 2021

# BULETIN

## GAS RUMAH KACA

# DAFTAR ISI

**02**

**Daftar Isi**

**03**

**Salam Redaksi**

**04**

**Aktivitas Manusia sebagai Pendorong Utama  
Peningkatan Gas Rumah Kaca**

**05**

**Kondisi Gas Rumah Kaca Global  
Periode Januari 1980 - April 2021**

**06**

**Kondisi Gas Rumah Kaca Indonesia  
Periode Januari 2004 - April 2021**

**08**

**GAW Pertama di Indonesia**

**09**

**GRK Indonesia dalam Angka**



Buletin Gas Rumah Kaca merupakan produk dari Bidang Kualitas Udara-Subbid Informasi Gas Rumah Kaca BMKG. Buletin ini terbit setiap 6 bulan sekali dan memuat laporan kondisi GRK terbaru.

# SALAM REDAKSI

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan YME karena atas berkat dan karunia-Nya Buletin Gas Rumah Kaca edisi perdana, Volume I Nomor I dapat diterbitkan.

Kami mengucapkan terima kasih kepada Sub Bidang Informasi Gas Rumah Kaca, Pusat Layanan Informasi Iklim Terapan BMKG atas segala usaha dan kerja kerasnya sehingga Buletin Gas Rumah Kaca ini dapat diterbitkan. Buletin Gas Rumah Kaca ini bertujuan untuk memberikan informasi terbaru terhadap tren konsentrasi gas rumah kaca (GRK) yang diukur di beberapa lokasi di Indonesia.

Dalam edisi kali ini, Buletin Gas Rumah Kaca memuat artikel mengenai aktivitas manusia sebagai pendorong utama peningkatan konsentrasi GRK secara global. Kondisi GRK global dan Indonesia juga dituliskan secara khusus untuk melihat tren terakhir peningkatan konsentrasinya di atmosfer. Terakhir, Buletin ini juga memberikan informasi mengenai Stasiun Pemantau Atmosfer Global (GAW) pertama di Indonesia, yaitu Stasiun GAW Bukit Kototabang. Buletin ini tentunya tidak lepas dari adanya kekurangan dan keterbatasan dalam konteks dan kontennya. Untuk itu kritik, saran, dan masukan yang membangun sangat saya harapkan untuk dapat menyempurnakan Buletin ini di terbitan selanjutnya.

Akhirnya, kami berharap agar Buletin Gas Rumah Kaca dapat bermanfaat bagi insan kualitas udara BMKG dan semua pihak yang memerlukan informasinya.

## TIM REDAKSI

### Pembina

Dr. Ardhasena Sopaheluwakan

### Penanggungjawab

Budi Setiawan, S.T., M.Si

### Pimpinan Redaksi

Alberth Christian Nahas, Ph.D

### Sekretaris Redaksi

Yasinta Devytasari, S.Tr

Ayuna Santika Putri, S.Tr

### Anggota Redaksi

Riri Indriani N. S.KM, M.Si

Arika Indri Dyah Utami, M.Si

Farid Faisal, ST

Irwan Ali Akbar Bakri, ST

Hanif Ismail Saputra, S.Tr

Mohamad Abdullah Arif, M.Kom

Mareta Asnia, S.Tr

Rayhan Rivaniputra, S.Tr



**Kedeputan Bidang Klimatologi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika  
Gedung B Lantai 4**

Jl. Angkasa I, No.2 Kemayoran, Jakarta Pusat 10720  
Telp. : (021) 4246321, Fax. : (021) 4246703

*“Peningkatan emisi gas rumah kaca antropogenik sebagian besar didorong oleh pertumbuhan ekonomi dan bertambahnya populasi manusia” (IPCC, 2014)*

Aktivitas manusia dan alam berkaitan erat dengan kenaikan konsentrasi gas rumah kaca. Namun, kenyataannya aktivitas manusia menyumbang lebih banyak gas rumah kaca di atmosfer<sup>1</sup>.

### Gas rumah kaca apa yang dihasilkan manusia?

Studi yang dilakukan Schmitz (2017) sumber gas rumah kaca yang dihasilkan manusia adalah<sup>2</sup>:

#### 1. Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Sumber karbon dioksida yang memasuki atmosfer berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, limbah padat, serta kegiatan perindustrian.

#### 2. Metana (CH<sub>4</sub>)

Gas metana diemisikan selama produksi dan transportasi batu bara, gas alam, dan minyak. Selain itu, CH<sub>4</sub> juga berasal dari aktivitas pertanian serta proses dekomposisi sampah organik di tempat pembuangan.

#### 3. Dinitrogen Oksida (N<sub>2</sub>O)

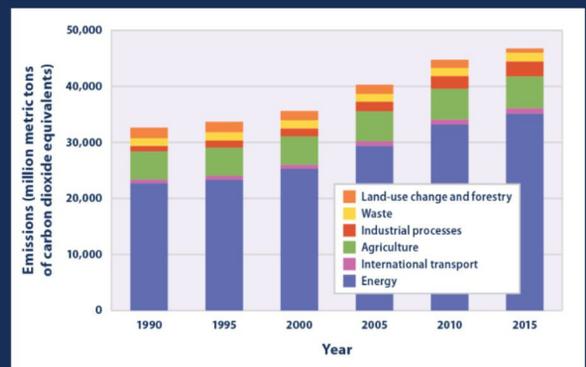
N<sub>2</sub>O dihasilkan secara alami di tanah serta berasal dari sektor pertanian dan perindustrian.

#### 4. Gas berfluorinasi

Hidrofluorokarbon, Perfluorokarbon, dan Sulfur heksafluorida dihasilkan dari berbagai proses industri. Gas-gas ini biasanya dipancarkan dalam jumlah yang lebih kecil daripada gas rumah kaca lainnya. Akan tetapi, gas ini memiliki potensi pemanasan global yang tinggi karena menjebak dan menahan lebih banyak panas radiasi.

Pada pertengahan abad ke-20 emisi gas rumah kaca khususnya CO<sub>2</sub> perlahan mengalami peningkatan sekitar 5 miliar ton per tahun dan meningkat lebih tajam menjadi lebih dari 35 miliar ton per tahun pada akhir abad ke-20<sup>3</sup>.

### Aktivitas manusia apa yang paling banyak mengemisikan gas rumah kaca?



Gambar 1 Emisi gas rumah kaca di seluruh dunia menurut sektor dari tahun 1990-2015 yang dinyatakan dalam juta metrik ton carbon dioxide equivalent. Jumlah ini termasuk source dan sink akibat perubahan penggunaan lahan dan kehutanan. (Sumber: <https://www.epa.gov/>)

Produksi dan penggunaan energi (termasuk bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan dan bangunan) merupakan sumber emisi gas rumah kaca terbesar di dunia (sekitar 75 persen dari total pada tahun 2015), diikuti oleh pertanian (12 persen pada tahun 2015). Sektor ekonomi lainnya yang menghasilkan presentase signifikan terhadap emisi gas rumah kaca adalah industri dan proses dekomposisi sampah. Emisi dari industri terutama berasal dari pembakaran bahan bakar fosil untuk energi, serta dari reaksi kimia tertentu yang diperlukan untuk memproduksi barang dari bahan mentah.

Selama 5 tahun kedepan (2021-2025), diprediksikan sekitar 40% rata-rata suhu global mencapai peningkatan 1,5°C diatas era pre-industrial<sup>4</sup>. Maka dari itu, pengurangan emisi GRK perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya peningkatan suhu global yang signifikan.

<sup>1</sup> IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report Summary for Policymakers. Working Groups III of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

<sup>2</sup> Schmitz, Hans. 2017. Human Activity and the Greenhouse Effect. Purdue Extension; ID-506-W.

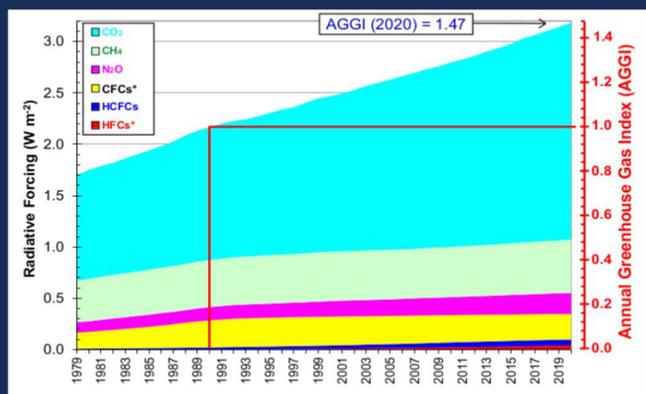
<sup>3</sup> Lindsey, R. Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>, diakses 15 Juli 2021

<sup>4</sup> New climate predictions increase likelihood of temporarily reaching 1.5°C in next 5 years. World Meteorological Organization. (2021, May 27). <https://public.wmo.int/en/media/press-release/new-climate-predictions-increase-likelihood-of-temporarily-reaching-1-5-c-next-5>.

# KONDISI GAS RUMAH KACA GLOBAL

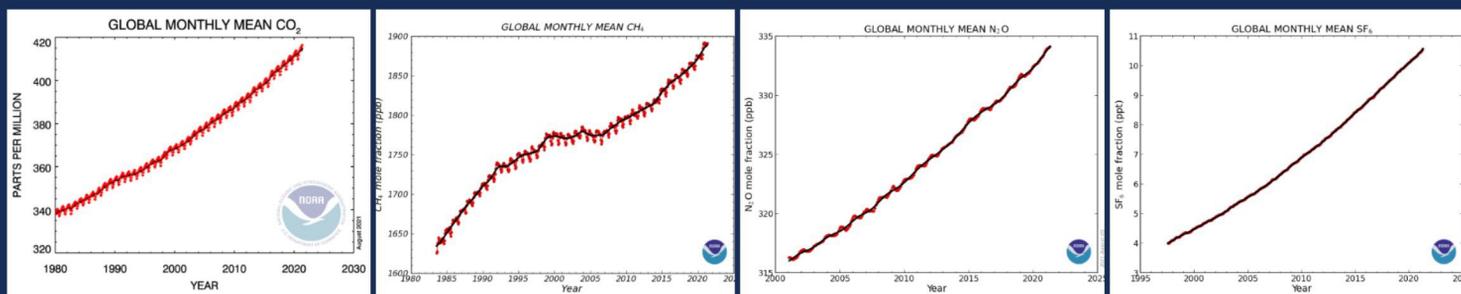
## PERIODE JANUARI 1980 - APRIL 2021

“Gas CO<sub>2</sub> menjadi penyumbang terbesar dalam komposisi gas rumah kaca di atmosfer global dengan presentase mencapai 80%”



Gambar 2. Indeks Tahunan Gas Rumah Kaca (AGGI) periode tahun 1979 sampai dengan 2020. AGGI merupakan indeks gas rumah kaca tahunan yang menggambarkan ukuran pengaruh pemanasan iklim dari jejak gas masa lalu di atmosfer bagaimana pengaruhnya itu telah berubah sejak awal revolusi industri. (Sumber : <https://gml.noaa.gov/aggi/>)

Nilai indeks gas rumah kaca tahunan (AGGI) sebesar 1,47 W/m<sup>2</sup> pada tahun 2020 telah mengalami kenaikan 47% sejak tahun 1990. Gas CO<sub>2</sub> menjadi kontributor terbesar dalam komposisi gas rumah kaca di atmosfer yaitu sekitar 80% dengan mengalami peningkatan nilai *radiative forcing* ~0,82 Watt/m<sup>2</sup>. Sementara itu, *radiative forcing* dari CFC telah menurun dalam beberapa tahun terakhir, pengaruh pemanasan dari kelompok bahan kimia ini masih lebih besar daripada pengaruh dari HCFC dan HFC. Berdasarkan Gambar 2, gas rumah kaca menjadi penyumbang paling besar dalam AGGI dari segi jumlah maupun tingkat kenaikannya adalah gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).



Gambar 3. Konsentrasi bulanan rata-rata gas CO<sub>2</sub> global dalam ppm (a) periode bulan Januari 1980– Mei 2021; gas CH<sub>4</sub> dalam ppb periode bulan Juli 1983-April 2021 (b); gas N<sub>2</sub>O dalam ppb periode bulan Januari 2001-April 2021; gas SF<sub>6</sub> dalam ppt periode bulan Juli 1997–April 2021 (Sumber : <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>)

Tabel 1. Konsentrasi GRK Global *update* terbaru

No	Jenis GRK	Bulan	Konsentrasi rata-rata
1	CO <sub>2</sub>	Mei 2021	416,49 ppm
2	CH <sub>4</sub>	April 2021	1891,3 ppb
3	N <sub>2</sub> O	April 2021	334,1 ppb
4	SF <sub>6</sub>	April 2021	10,56 ppt

Sumber : Ed Dlugokencky and Pieter Tans, NOAA/GML

Pengamatan gas rumah kaca yang dilakukan oleh jaringan *Global Atmospheric Watch (GAW)* di seluruh dunia meliputi pengamatan gas Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), Metana (CH<sub>4</sub>), Dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) dan Sulfur heksafluorida (SF<sub>6</sub>). Tren grafik rata-rata bulanan gas rumah kaca global pada Gambar 3 menunjukkan tren naik setiap tahunnya. Berdasarkan data rata-rata kenaikan tahunan dari NOAA selama 35 tahun (1984-2020), konsentrasi gas CO<sub>2</sub> memiliki laju peningkatan 2,31 ppm/tahun begitu pula untuk gas CH<sub>4</sub> meningkat dengan laju paling tinggi pada tahun 2020 yakni mencapai 14,8 ppb/tahun. Hal tersebut juga terjadi pada konsentrasi gas N<sub>2</sub>O yang secara global mengalami kenaikan terbesar hingga 1,39 ppb/tahun. Untuk gas SF<sub>6</sub>, laju peningkatannya cenderung stabil dan masih dalam rentang rata-rata yaitu 0,35 ppt/tahun. Pada Tabel 1, gas CO<sub>2</sub> berkontribusi paling banyak diantara gas rumah kaca lainnya dengan konsentrasi terbaru pada bulan Mei 2021 adalah 416,49 ppm sedangkan konsentrasi terbaru gas rumah kaca lainnya pada bulan April 2021 memiliki nilai yaitu (1) CH<sub>4</sub> sebesar 1891,3 ppb; (2) N<sub>2</sub>O sebesar 334,1 ppb; (3) SF<sub>6</sub> sebesar 10,56 ppt.

# KONDISI GAS RUMAH KACA INDONESIA

## PERIODE JANUARI 2004 - APRIL 2021

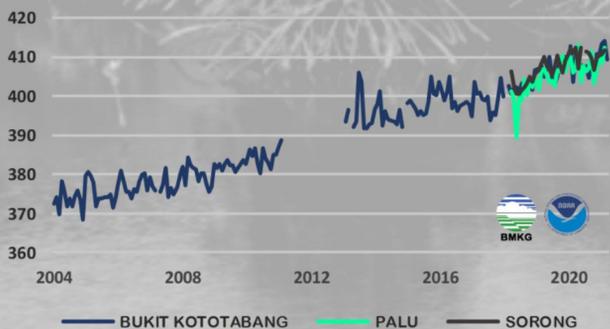
### TITIK PEMANTAUAN GAS RUMAH KACA BMKG



Penentuan titik pemantauan gas rumah kaca di Indonesia terbagi menjadi daerah background untuk mewakili daerah terpencil (*remote area*) dengan tingkat polutan rendah dan daerah urban untuk mewakili daerah dengan tingkat polutan menengah serta dekat dengan sumber emisi. Terdapat 3 titik pemantauan gas rumah kaca untuk daerah background (warna biru muda) yaitu di Bukit Kototabang, Palu, dan Sorong. Ketiga lokasi ini menggunakan flask sampling sebagai alat pemantau gas rumah kaca. Sementara itu, untuk daerah urban (warna putih) terletak di Kemayoran dan Semarang menggunakan alat peralatan pemantau GRK otomatis. Periode pengukuran gas rumah kaca dimulai pada Januari 2004 hingga saat ini untuk Bukit Kototabang dan dimulai pada Januari tahun 2018 untuk Palu, Sorong sedangkan Kemayoran, dan Semarang dimulai pada bulan Mei tahun 2018.

### KONDISI GAS RUMAH KACA INDONESIA

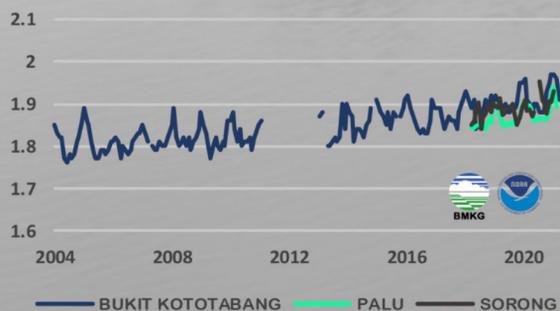
#### Konsentrasi CO<sub>2</sub> (ppm)



Gambar 4. Rata-rata bulanan konsentrasi CO<sub>2</sub> di Indonesia diambil dari flask sampling periode tahun 2004 - 2021

Tren peningkatan CO<sub>2</sub> di Bukit Kototabang, Palu, dan Sorong secara umum mengalami kenaikan setiap tahunnya. Laju peningkatan rata-rata paling tinggi terjadi di Sorong dengan nilai 2,6 ppm/tahun sedangkan secara berurutan laju peningkatan rata-rata di Palu dan Bukit Kototabang adalah 2,5 ppm/tahun dan 2,0 ppm/tahun. Selama dua tahun terakhir, tercatat konsentrasi CO<sub>2</sub> tertinggi selama masa pengukuran yakni 414,0 ppm di Bukit Kototabang pada bulan Maret 2021; 413,2 ppm di Palu pada bulan Mei 2020; dan 412,4 ppm pada bulan Juni 2020 di Sorong.

#### Konsentrasi CH<sub>4</sub> (ppm)



Gambar 5. Rata-rata bulanan konsentrasi CH<sub>4</sub> di Indonesia diambil dari flask sampling periode tahun 2004 - 2021

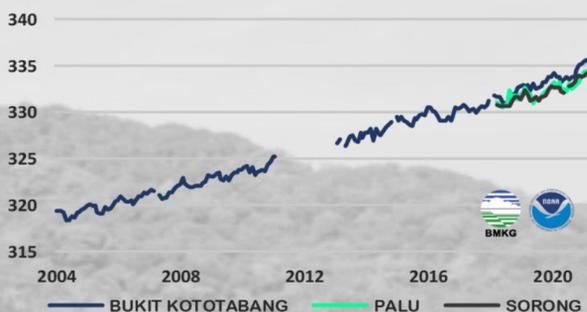
Konsentrasi CH<sub>4</sub> lebih banyak dipengaruhi oleh aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, pertanian, dan peternakan. Di Indonesia, konsentrasi CH<sub>4</sub> terpantau berada pada interval 1,7 – 1,9 ppm. Kondisi metana di Indonesia ini cenderung konstan setiap tahunnya. Namun, sejak tahun 2021 konsentrasi CH<sub>4</sub> di Bukit Kototabang, Palu, dan Sorong mencapai nilai 1,9 ppm hingga nilai tertingginya menyentuh nilai 1,97 ppm di Bukit Kototabang yang terjadi bulan Januari dan Februari 2021.

# KONDISI GAS RUMAH KACA INDONESIA

## PERIODE JANUARI 2004 - APRIL 2021

### KONDISI GAS RUMAH KACA INDONESIA

#### Konsentrasi N<sub>2</sub>O (ppb)

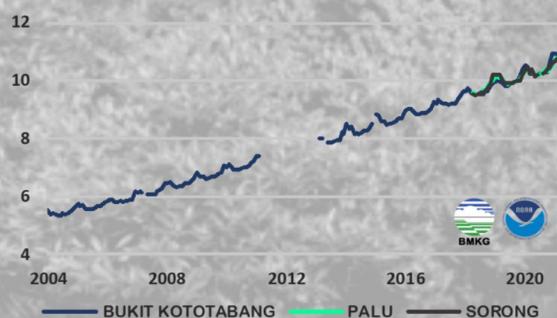


Gambar 6. Rata-rata bulanan konsentrasi N<sub>2</sub>O di Indonesia diambil dari flask sampling periode tahun 2004 - 2021

Sama seperti gas rumah kaca lainnya, konsentrasi N<sub>2</sub>O di atmosfer mengalami peningkatan setiap tahun dengan laju peningkatan rata-rata tertinggi diantara ketiga stasiun pengamatan berada di Bukit Kototabang sebesar 0,87 ppb/tahun. Sementara itu, laju peningkatan rata-rata yang terjadi di Palu dan Sorong secara berurutan adalah 0,54 ppb/tahun dan 0,65 ppb/tahun. Konsentrasi N<sub>2</sub>O tertinggi dari ketiga stasiun pengamat tersebut mencapai puncak tertinggi pada bulan Maret 2021.

Tren peningkatan gas SF<sub>6</sub> di Indonesia cenderung memiliki pola nilai yang sama di setiap stasiun pemantau gas rumah kaca. Laju peningkatan rata-rata dari ketiga stasiun Bukit Kototabang, Palu, Sorong secara berurutan adalah 0,29 ppt/tahun, 0,20 ppt/tahun, dan 0,22 ppt/tahun. Selama periode pengukuran, tercatat konsentrasi gas SF<sub>6</sub> di Indonesia mencapai nilai paling tinggi di tahun 2021 yang terjadi pada bulan Januari untuk daerah Bukit Kototabang, bulan Februari untuk Palu dan Sorong.

#### Konsentrasi SF<sub>6</sub> (ppt)



Gambar 7. Rata-rata bulanan konsentrasi SF<sub>6</sub> di Indonesia diambil dari flask sampling periode tahun 2004 - 2021

Catatan: Data gas rumah kaca yang kosong pada periode tahun 2012-2013 di Bukit Kototabang dikarenakan tidak ada sampling

### PERBANDINGAN KONSENTRASI CO<sub>2</sub> KOTOTABANG, GLOBAL, DAN MAUNA LOA



Gambar 8. Perbandingan rata-rata bulanan gas CO<sub>2</sub> Global, Bukit Kototabang, dan Manua Loa periode tahun 2004-2021

Pengukuran gas karbon dioksida merupakan bagian penting dari bukti peningkatan gas rumah kaca dan salah satu kontributor dalam penyebab pemanasan global. Berdasarkan grafik pada Gambar 8, **Peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> di Indonesia lebih rendah dibandingkan di Mauna Loa dan rata-rata global.** Pada tahun 2020, rata-rata global menunjukkan nilai laju peningkatan paling tinggi mencapai 2,39 ppm/tahun sedangkan untuk Mauna Loa laju peningkatannya adalah 2,31 ppm/tahun.

# GAW Pertama di Indonesia

Stasiun Pemantau Atmosfer Global (*Global Atmosphere Watch*) Bukit Kototabang terletak di Pulau Sumatera, Indonesia ( $0^{\circ} 12' 07''$  LS –  $100^{\circ} 19' 05''$  BT). Lokasi stasiun berjarak 120 km Utara kota Padang yang merupakan ibukota provinsi Sumatera Barat pada ketinggian 864,5 m di atas permukaan laut. Secara resmi stasiun ini mulai beroperasi sejak tanggal 7 Desember 1996 sebagai salah satu unit kerja dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG).



## BAGIAN DARI SISTEM MONITORING WMO

Stasiun ini merupakan bagian dari sistem monitoring dan riset yang dikoordinasi oleh *World Meteorological Organization* (WMO).

## PENGAMATAN ATMOSFER SECARA GLOBAL DI EKUATOR

Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang merupakan salah satu stasiun di daerah ekuatorial yang penting dalam program pengamatan atmosfer secara global karena secara umum pengukuran kondisi atmosfer dan kualitas udara di daerah ini sangat terbatas.

## 7 Core Business GAW

Gas Rumah Kaca	$\text{CO}_2$ , $\text{CH}_4$ , $\text{N}_2\text{O}$ , $\text{SF}_6$	1
2	$\text{O}_3$ , $\text{CO}$ , $\text{SO}_2$ , $\text{NO}_2$	Gas Reaktif
Depositi Basah	pH, Daya Hantar Listrik, Anion, Kation	3
4	Global, UV-B, Near-IR, IR, Direct, Diffuse	Radiasi UV
Aerosol	PM 2.5, PM 10, Black Carbon Scattering Coefficient	5
6	Ozon Permukaan	Ozon Troposfer
Unsur Cuaca	Suhu Udara, Kelembapan Udara, Tekanan Udara, Curah Hujan, Penguapan, Radiasi Matahari, Arah dan Kecepatan Angin	7

# GRK INDONESIA DALAM ANGKA



# 414.0 PPM



NILAI MAKSIMUM CO<sub>2</sub> PERIODE JANUARI 2004— APRIL 2021  
DI BUKIT KOTOTABANG

# 1.97 PPM

NILAI MAKSIMUM CH<sub>4</sub> JANUARI 2004— APRIL 2021  
DI BUKIT KOTOTABANG

# CH<sub>4</sub>

# N<sub>2</sub>O

# 335.7 PPB

NILAI MAKSIMUM N<sub>2</sub>O JANUARI 2004— APRIL 2021  
DI BUKIT KOTOTABANG



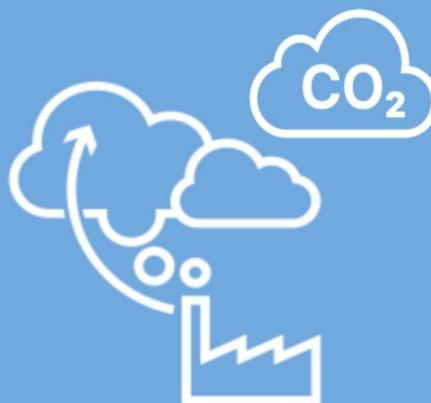
NILAI MAKSIMUM SF<sub>6</sub> JANUARI 2004— APRIL 2021  
DI BUKIT KOTOTABANG

# 10.9 PPT

# SF<sub>6</sub>

# 368.2 PPM

NILAI MINIMUM CO<sub>2</sub> PERIODE JANUARI 2004— APRIL 2021  
DI BUKIT KOTOTABANG



# 318.3 PPB

NILAI MINIMUM N<sub>2</sub>O JANUARI 2004— APRIL 2021  
DI BUKIT KOTOTABANG

# N<sub>2</sub>O

# SF<sub>6</sub>

# 5.35 PPT

NILAI MINIMUM SF<sub>6</sub> JANUARI 2004— APRIL  
2021 DI BUKIT KOTOTABANG

# 1.76 PPM

NILAI MINIMUM CH<sub>4</sub> JANUARI 2004— APRIL 2021  
DI BUKIT KOTOTABANG

# CH<sub>4</sub>





Disusun oleh:  
Sub Bidang Informasi Gas Rumah Kaca  
Pusat Layanan Iklim Terapan BMKG