

# **LAPORAN AKHIR PENELITIAN**

## **DANA MANDIRI**



### **Analisis Statistik Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia Menurut Jenis Sektor Tahun 2000-2019**

**Ketua : Dra. Perak Samosir, M.Si**

**NIDN. 0321026401**

**Anggota : Byakta Gana Pandita**

**NIM. 112200001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA  
Februari 2024**

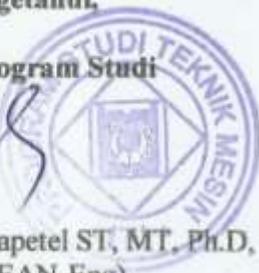
## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Analisis Statistik Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia Menurut Jenis Sektor Tahun 2000-2019.  
Jenis Penelitian : Riset Dasar  
Bidang Fokus Penelitian : Engineering and Technology  
Tujuan Sosial Ekonomi : Ekonomi Pembangunan  
TKT (Tingkat Kesiapterapan Teknologi) : 1 (Prinsip dasar dari suatu teknologi telah diteliti)  
Peneliti  
a. Nama Lengkap : Dra. Ir. Perak Samosir, M. Si  
b. NIDN : 0321026401  
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
d. Program Studi : Teknik Mesin  
e. Nomor HP : 085715406720  
f. Alamat Surel : samosirperak@gmail.com  
Anggota Mahasiswa  
a. Nama Lengkap : Byakta Gana Pandita  
b. NIM : 112200001  
c. Program Studi : Teknik Mesin ITI  
Institusi Sumber Dana : Mandiri  
Biaya Penelitian : Rp. 10.000.000  
Mitra Penelitian : -

Tangerang Selatan, 12 Februari 2024

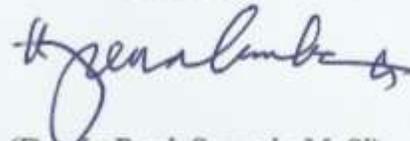
Mengetahui,

Ketua Program Studi



(Ir. Jones Victor Tuapetel ST, MT, Ph.D,  
IPM, ASEAN-Eng)  
NIDN : 0322096803

Ketua Tim



(Dra. Ir. Perak Samosir, M. Si)  
NIDN : 0321026401

Menyetujui,

Kepala

Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat



(Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc., IPM)  
NIDN : 0301036303



# INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

Jl. Raya Puspiptek, Tangerang Selatan - 15314  
(021) 7562757

[www.iti.ac.id](http://www.iti.ac.id) [institutteknologiindonesia](https://www.instagram.com/institutteknologiindonesia) [@kampusITI](https://www.facebook.com/kampusITI) [Institut Teknologi Indonesia](https://www.youtube.com/channel/UC...)

## SURAT TUGAS

No. : 015/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/I/2024

- Pertimbangan : Bahwa dalam rangka melaksanakan kegiatan Penelitian Bagi dosen Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia, perlu dikeluarkan surat tugas.
- Dasar : 1. Pembebanan Tugas Dosen Program Studi Teknik Mesin;  
2. Surat Permohonan Tanggal 08 Januari 2024;  
3. Kepentingan Institut Teknologi Indonesia.

## DITUGASKAN

- Kepada : Dosen Program Studi Teknik Mesin – ITI (Terlampir)
- Untuk : 1. Melaksanakan kegiatan Penelitian pada Semester Ganjil Tahun Akademik 2023/2024;  
2. Melaporkan hasil tugas kepada Kepala PRPM - ITI;  
3. Dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Tangerang Selatan, 08 Januari 2024  
Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat  
Kepala,



Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc., IPM

Tembusan Yth.

1. Wakil Rektor Bid Akademik, Penelitian dan Kemahasiswaan
2. Ka. Biro SDMO
3. Ka. Prodi T.Mesin
4. Arsip

Lampiran Surat Tugas  
 No. 015/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/2024  
 Tanggal 08 Januari 2024

DAFTAR PENELITIAN DOSEN PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN SEMESTER GANJIL THN AKADEMIK: 2023/2024

NO	TOPIK PENELITIAN	BIDANG	NAMA DOSEN	SUMBER DANA	JUMLAH DANA (Rp)	KETERLIBATAN PRODI/INSTITUSI LAIN	KETERLIBATAN MAHASISWA
1	Peningkatan Efisiensi Proses Welding pada Cover Assy DBSESS-2	Engineering & Technology	Prof. Dr. Ir. Dwita Suastiyanti, M.Si., IPM (Ketua)	Mandiri	15.000.000	PT. Arkha Jayanti Persada	Nabil Ahmad Faishal (NRP: 1122000012)
2	Analisa Pengaruh <i>Testing, Adjusting and Balancing</i> Terhadap Penggunaan Daya Listrik dan Laju Aliran Air dari <i>Chilled Water Pump</i> Plant Karawang di PT. X	Engineering & Technology	Jones Victor Tuapetel, S.T., M.T., Ph.D., IPM (Ketua)	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Petrus Cantona Simatupang (NRP: 1122423002)
3	Analisis Statistik Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Jenis Sektor Tahun 2000-2019	Engineering & Technology	Dra. Ir. Perak Samosir, M.Si (Ketua)	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Byakta Gana Pandita (NRP: 1122000001)
4	Perancangan Pressure Vessel Horizontal dengan Tekanan Operasi 364 psi dan Temperatur Operasi 60°	Engineering & Technology	Dipl.-Ing. Mohammad Kurniadi Rasyid, M.M	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Ifan Hadi Basit (NRP: 11222000023)





## PRAKATA

Segala puji dan syukur penyusun naikkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas hikmah dan kesehatan yang telah diberikan kepada kami sehingga Laporan Penelitian ini dapat diselesaikan. Penelitian ini berjudul **Analisis Statistik Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia Menurut Jenis Sektor Tahun 2000-2019**. Dalam penelitian ini akan dianalisis secara statistika rata-rata emisi gas rumah kaca di Indonesia menurut sektor penghasil emisi gas rumah kaca pada tahun 2000 sampai 2019. Analisis menggunakan analisis variansi yaitu ANOVA (*Analysis of Variance*) dan Uji Kruskal-Wallis, di mana analisis dikaitkan dengan adanya target Pemerintah Indonesia bahwa pada tahun 2030 Indonesia akan menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 29% – 41%.

Dengan tersusunnya Laporan Penelitian ini kiranya dapat menjadi bahan referensi bagi sivitas akademika Institut Teknologi Indonesia dalam memahami analisis ANOVA dan Uji Kruskal-Wallis yang dapat menjelaskan tentang rata-rata emisi gas rumah kaca Indonesia pada tahun 2000 sampai 2019 menurut sektor penghasil emisi gas rumah kaca.

Semoga laporan ini juga dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan khususnya di bidang industri manufaktur.

Bogor, Februari 2024

Penyusun

Perak Samosir  
Gana Byakta Pandita

## ABSTRAK

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik dan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, sejak tahun 2000 hingga tahun 2019 volume emisi gas rumah kaca Indonesia mengalami trend peningkatan dan juga trend penurunan menurut sektor penghasil emisi gas rumah kaca. Tercatat pada tahun 2019 jumlah volume emisi gas rumah kaca Indonesia mencapai 1,86 Gt CO<sub>2</sub>e. Tentu saja yang diharapkan adalah trend penurunan yang stabil agar dapat mencapai target Pemerintah Indonesia bahwa pada tahun 2030 volume emisi gas rumah kaca Indonesia menurun sebesar 29% – 41%. Hal ini sejalan dengan pidato Presiden Republik Indonesia pada Conference of Parties (COP) 26 United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) di Glasgow Inggris bulan Nopember tahun 2021, bahwa Indonesia berkomitmen untuk ikut melakukan penurunan emisi. Indonesia dapat berkontribusi untuk mencapai *net-zero emission* dunia. Ada 6 (enam) penghasil emisi gas rumah kaca Indonesia yaitu Energi, *Industrial Process and Production Use* (IPPU), Pertanian, *Forestry and Other Land Use* (FOLU), Kebakaran Hutan dan Limbah. Penelitian ini hendak menganalisis secara statistika rata-rata volume emisi gas rumah kaca Indonesia pada tahun 2000 – 2019 menurut sektor penghasil emisi di atas. Analisis dilakukan dengan menggunakan ANOVA (*Analyze of Variance*) dan Uji Kruskal-Wallis. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari nilai rata-rata ke-enam sektor penghasil emisi GRK dengan nilai-p adalah 0,000. Dengan Uji Kruskal-Wallis diperoleh bahwa tiga ranking penghasil emisi GRK tertinggi, mulai dari bawah ke atas adalah Sektor FOLU, Sektor Kebakaran Hutan dan Sektor Energi.

**Kata Kunci:** emisi gas rumah kaca, target penurunan, rata-rata, ANOVA, Uji Kruskal-Wallis.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
SURAT TUGAS PENELITIAN PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN .....	iii
NOMOR PERPUSTAKAAN .....	v
PRAKATA .....	vi
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Efek Rumah Kaca .....	6
2.2 Emisi Gas Rumah Kaca .....	7
2.3 <i>Analysis of Variance (ANOVA)</i> .....	8
2.4 Uji Kruskal-Wallis .....	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	11
3.1 Data Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia Menurut Sektor Tahun 2000 – 2019 .....	11
3.2 Variabel Penelitian .....	11
3.3 Prosedur Penelitian .....	11
3.4 Pembagian Tugas Pengusul .....	11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	12
4.1 Hasil Pengolahan Data .....	12
4.2 Pembahasan .....	16
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	17
4.1 Kesimpulan .....	17
4.2 Saran .....	17
DAFTAR PUSTAKA .....	18

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Perbandingan Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia dan Global (2020) ....	2
Gambar 1.2	Proyeksi Emisi GRK per Jenis Bahan Bakar di Indonesia (2021-2030) .....	3
Gambar 1.3	Trend GRK Sektor Energi .....	4
Gambar 1.4	Trend GRK Sektor IPPU .....	4
Gambar 1.5	Trend GRK Sektor Pertanian .....	4
Gambar 1.6	Trend GRK Sektor FOLU .....	4
Gambar 1.7	Trend GRK Sektor Kebakaran Hutan .....	4
Gambar 1.8	Trend GRK Sektor Limbah .....	4
Gambar 1.9	Trend GRK Jumlah (Total) Emisi GRK	5
Gambar 2.1	Efek Rumah Kaca.....	6
Gambar 2.2	Emisi GRK di Seluruh Dunia Menurut Sektor Tahun 1990 – 2015 .....	7

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Emisi Gas Rumah Kaca menurut Jenis Sektor (ribu ton CO <sub>2</sub> e), 2000-2019 .....	3
Tabel 3.1	Daftar tugas pengusul .....	11
Tabel 4.1	Statistik Deskriptif Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor .....	12
Tabel 4.2	Uji Kolmogorov-Smirnov Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor .....	13
Tabel 4.3	<i>One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test</i> Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor .....	14
Tabel 4.4	<i>Levene's Test of Equality of Error Variances</i> Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor .....	14
Tabel 4.5	<i>Runs Test</i> Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor .....	15
Tabel 4.6	Uji ANOVA ( <i>Tests of Between-Subjects Effects</i> ) Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor .....	15
Tabel 4.7	Nilai Rata-rata Ranking Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor .....	16
Tabel 4.8	Pengujian hipotesis perbedaan nilai rata-rata dari emisi GRK dengan Uji Kruskal-Wallis .....	16

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

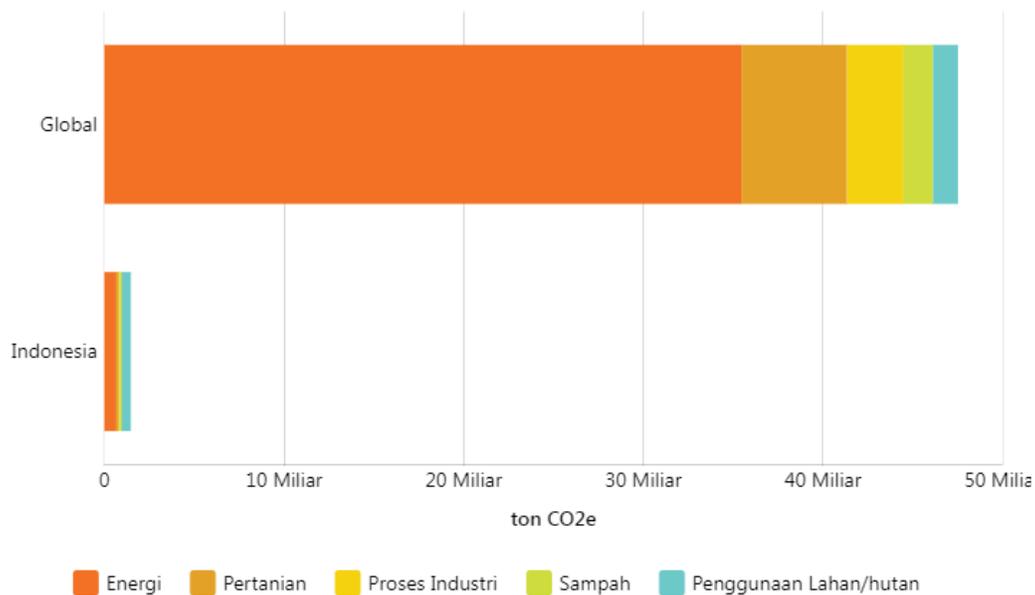
Beberapa tahun ke belakang, telah terjadi tren peningkatan suhu bumi dari tahun ke tahun yang terus menghangat. Hal tersebut disebabkan oleh emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan dari aktivitas manusia. Tahun 2023, suhu global meningkat 1,4 derajat celsius di atas suhu dasar praindustri 1850 hingga 1900. Organisasi Meteorologi Dunia atau World Meteorological Organization (WMO) bahkan menyatakan bahwa 2023 merupakan tahun terpanas sepanjang sejarah, begitu pun dengan emisi GRK dan permukaan laut yang mencapai rekor kenaikan tertinggi [1].

Di Indonesia, emisi GRK diperkirakan akan terus mengalami peningkatan pada 2021-2030. Pada tahun 2010 Pemerintah Indonesia berjanji untuk mengurangi emisi sebesar 26% (41% dengan dukungan internasional) dibandingkan skenario bisnis seperti biasa pada tahun 2020. Pemerintah di bawah Presiden Joko Widodo, telah menentukan tindakan prioritas dalam hal ini kerangka Nawa Cita (Sembilan Agenda Prioritas) nasional, yang mencakup melindungi warga negara Indonesia, mendorong pembangunan pedesaan dan regional, meningkatkan kualitas hidup, dan meningkatkan produktivitas dan daya saing global. Misi inti ini konsisten dengan komitmen nasional menuju pembangunan rendah karbon dan berketahanan terhadap perubahan iklim jalur yang mana adaptasi dan mitigasi perubahan iklim merupakan satu kesatuan dan saling lintas sektoral prioritas Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional [2].

Pemerintah terus berupaya memenuhi komitmen dalam penurunan emisi dan menggerakkan transisi energi Indonesia dengan mengurangi pemanfaatan energi fosil dan perencanaan Energi Baru Terbarukan (EBT) jangka panjang. Hal ini sejalan dengan pidato Presiden Republik Indonesia pada Conference of Parties (COP) 26 United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) di Glasgow Inggris bulan Nopember tahun 2021, bahwa Indonesia berkomitmen untuk ikut melakukan penurunan emisi GRK. Indonesia dapat berkontribusi untuk mencapai emisi karbon nol bersih dunia.

Berdasarkan data yang diperoleh dari *Climate Watch*, pada tahun 2020 emisi GRK yang dihasilkan Indonesia sebesar 1,48 gigaton (Gt) CO<sub>2</sub>e. Dibandingkan dengan emisi GRK Indonesia pada tahun 2019 yang sebesar 1,86 Gt CO<sub>2</sub>e, sebenarnya terjadi penurunan emisi GRK Indonesia. Namun ternyata dengan emisi GRK sebesar 1,48 Gt CO<sub>2</sub>e, Angka itu setara dengan 3,1% dari emisi gas rumah kaca global, yang total volumenya mencapai 47,5 Gt CO<sub>2</sub>e (Gambar 1.1). Indonesia menempati peringkat ke-6 penghasil emisi GRK terbesar dunia setelah Tiongkok, Amerika Serikat, India, Uni Eropa, dan Rusia.

Selanjutnya menurut data European Commission, volume emisi GRK Indonesia pada 2022 mencapai 1,24 Gt CO<sub>2</sub>e, sekitar 2,3% dari total emisi GRK global. Pada 2022 ini emisi GRK Indonesia meningkat 10% dibanding tahun sebelumnya (*year-on-year*), sekaligus menjadi rekor tertinggi baru. Menurut European Commission dalam laporan *GHG Emissions of All World Countries 2023*, Indonesia memiliki peningkatan emisi GRK 10% pada 2022 dibanding 2021, persentase peningkatan tahunan ini paling besar dibanding negara-negara lain.



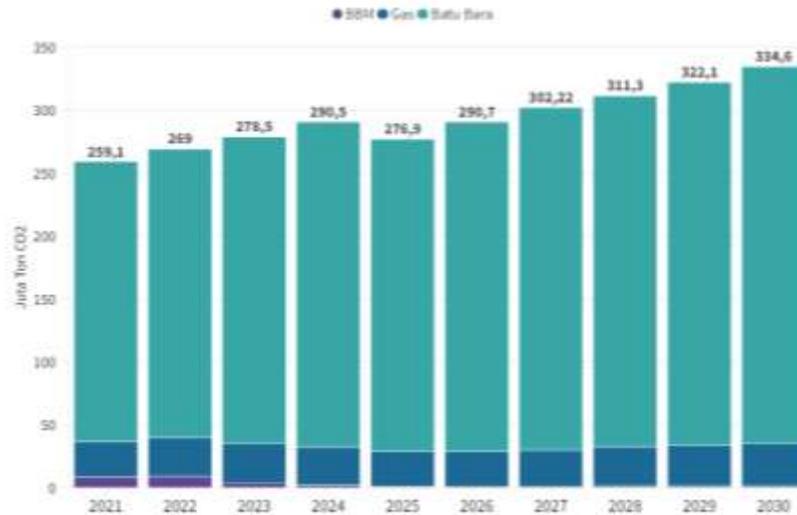
Sumber: [3]

**Gambar 1.1. Perbandingan Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia dan Global (2020)**

Kemudian pada tahun 2023, Kementerian ESDM melaporkan bahwa sampai Juli 2023, Indonesia berhasil menurunkan emisi karbon dan GRK hingga 118 juta ton. Capaian tersebut 32,9% dari target penurunan emisi tahun ini sebesar 358 juta ton (0,358 GT). Direktur Jenderal Energi Baru Terbarukan Konservasi Energi (EBTKE) Kementerian ESDM Yudo Dwinanda Priaadi mengatakan, Kementerian ESDM bersama para *stakeholder* telah melakukan berbagai program dalam upaya menurunkan emisi GRK, salah satunya pemanfaatan tenaga surya yang potensinya besar di Indonesia. Indonesia mempunyai target menurunkan emisi GRK sebesar 358 juta ton pada 2023. Ke depannya Kementerian ESDM juga akan semakin mementingkan transisi energi yaitu, penggunaan dari fosil menuju energi baru terbarukan (EBT) salah satunya seperti penggunaan kendaraan listrik yang sedang dorong oleh pemerintah. Selain itu pemerintah juga tengah mendorong penggunaan listrik pada rumah tangga seperti kompor listrik dan elektrifikasi pertanian [4].

Sementara itu emisi GRK di Indonesia diperkirakan terus meningkat pada 2021 – 2030. Hal tersebut seiring dengan meningkatnya penggunaan bahan bakar minyak (BBM), gas, dan batu bara. Jumlahnya diproyeksi meningkat 29,13% menjadi 334,6 juta ton CO<sub>2</sub> pada 2030 (Gambar 1.2).

Jika dilihat data sejak tahun 2000 hingga tahun 2019, emisi GRK Indonesia mengalami trend peningkatan dan juga trend penurunan. Volume emisi GRK Indonesia tertinggi pada tahun 2015. Kemudian sempat mengalami penurunan pada tahun 2016, tetapi kemudian terjadi peningkatan lagi pada tahun 2018 dan 2019. Tercatat pada tahun 2019 jumlah volume emisi gas rumah kaca Indonesia mencapai 1,86 Gt CO<sub>2</sub>e. Tentu saja yang diharapkan adalah trend penurunan yang stabil agar dapat mencapai target Pemerintah Indonesia bahwa pada tahun 2030 volume emisi gas rumah kaca Indonesia menurun sebesar 29% – 41%. Data emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 menurut sektor penghasil emisi GRK diberikan pada Tabel 1.1.



Sumber: [5]

**Gambar 1.2. Proyeksi Emisi GRK per Jenis Bahan Bakar di Indonesia (2021-2030)**

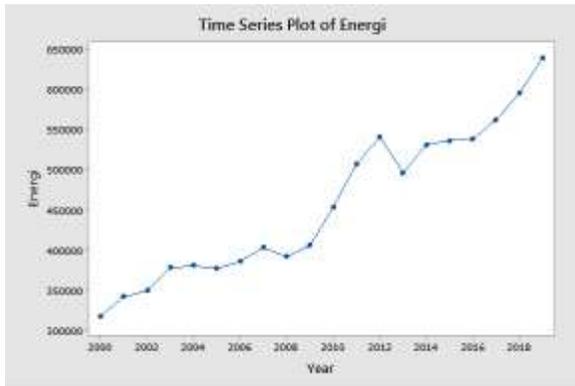
**Tabel 1.1. Emisi Gas Rumah Kaca menurut Jenis Sektor (ribu ton CO<sub>2</sub>e), 2000-2019**

Tahun	Energi	IPPU	Pertanian	FOLU	Kebakaran Hutan	Limbah	Jumlah
2000	317.609	42.883	99.314	500.019	161.571	64.832	1.186.228
2001	341.919	48.269	97.124	-144.329	50.885	67.602	461.470
2002	349.485	41.688	98.381	-119.030	301.753	70.063	742.340
2003	378.050	41.402	99.652	-130.833	132.075	73.061	593.407
2004	380.434	43.146	102.083	17.062	232.018	75.225	849.968
2005	376.988	42.296	103.227	33.119	258.887	77.216	891.733
2006	386.100	38.641	103.517	53.411	510.710	82.578	1174.957
2007	402.989	35.919	105.991	161.799	62.747	83.933	853.378
2008	391.784	36.499	99.949	157.343	81.744	85.023	852.342
2009	405.653	37.546	105.087	259.880	299.920	89.326	1.197.412
2010	453.235	36.033	108.318	73.343	51.383	87.670	809.982
2011	507.357	35.910	107.520	122.414	189.026	91.852	1.054.079
2012	540.419	40.078	112.058	249.442	207.050	95.530	1.244.577
2013	496.030	39.164	112.882	377.747	205.076	100.514	1.331.413
2014	531.142	47.489	112.801	215.318	499.389	102.834	1.508.973
2015	536.306	49.297	117.160	742.843	822.736	106.061	2.374.403
2016	538.025	55.307	122.185	417.385	90.267	112.352	1.335.521
2017	562.244	55.395	127.503	476.005	12.512	120.191	1.353.850
2018	595.665	59.262	110.055	602.188	121.322	127.077	1.615.569
2019	638.808	60.175	108.598	468.425	456.427	134.119	1.866.552

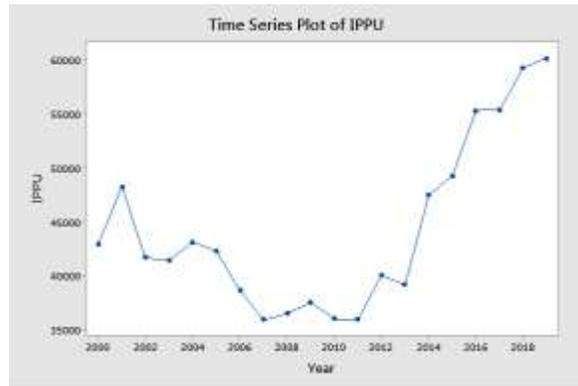
Sumber: [6]

Dalam tulisan ini akan dilakukan penelitian dalam bentuk analisis statistik terhadap data emisi GRK Indonesia sebelum tahun 2020. Data diperoleh dari Badan Pusat Statistik yaitu data emisi GRK tahun 2000 – 2019 dari 6 (enam) sektor penghasil emisi GRK Indonesia. Ke-enam sektor tersebut adalah Energi, *Industrial Process and Production Use* (IPPU), Pertanian, *Forestry and Other Land Use* (FOLU), Kebakaran Hutan dan Limbah.

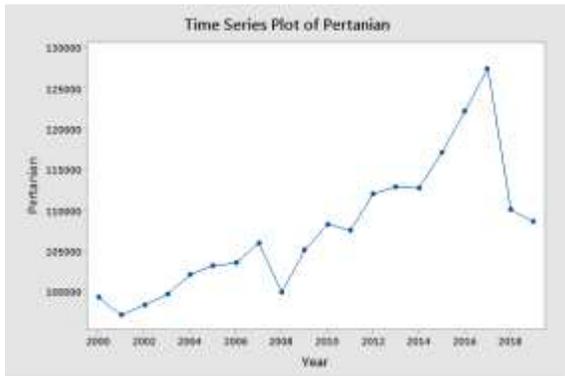
Berikut ini gambaran trend pergerakan data emisi GRK Indonesia pada tahun 2000 – 2019 menurut sektor penghasil emisi GRK (Gambar 1.3 sampai Gambar 1.9).



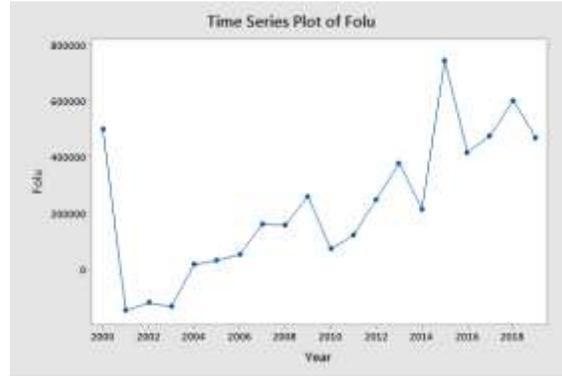
**Gambar 1.3. Trend GRK Sektor Energi**



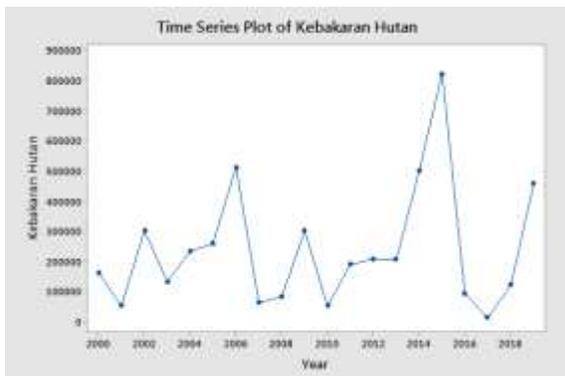
**Gambar 1.4. Trend GRK Sektor IPPU**



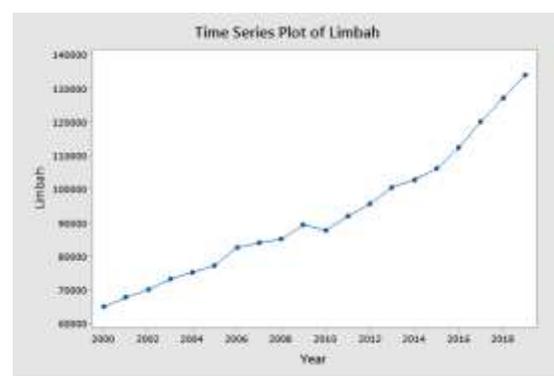
**Gambar 1.5. Trend GRK Sektor Pertanian**



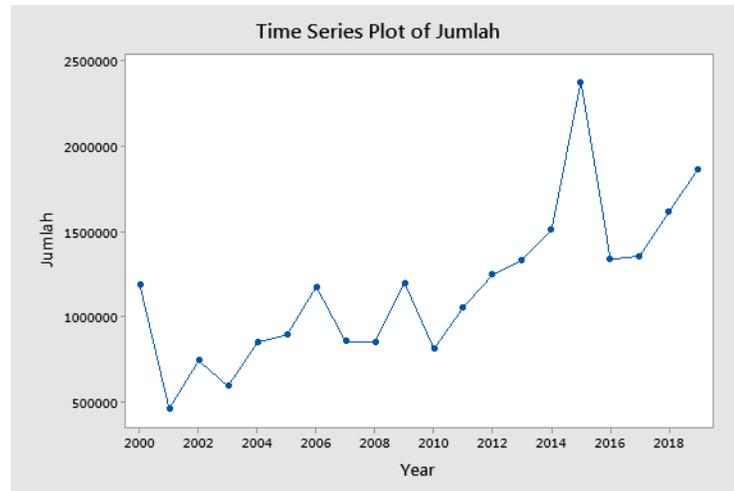
**Gambar 1.6. Trend GRK Sektor FOLU**



**Gambar 1.7. Trend GRK Sektor Kebakaran Hutan**



**Gambar 1.8. Trend GRK Sektor Limbah**



**Gambar 1.9. Trend GRK Jumlah (Total) Emisi GRK**

## 1.2. Rumusan masalah penelitian

Rumusan masalah dalam penelitian adalah:

- Bagaimanakah analisis rata-rata emisi GRK Indonesia pada tahun 2000 – 2019 menurut masing-masing sektor penghasil emisi GRK.
- Bagaimanakah analisis rata-rata emisi GRK Indonesia pada tahun 2000 – 2019 menurut jumlah total emisi GRK.

## 1.3. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- Menyusun analisis rata-rata emisi GRK Indonesia pada tahun 2000 – 2019 menurut masing-masing sektor penghasil emisi GRK.
- Menyusun analisis rata-rata emisi GRK Indonesia pada tahun 2000 – 2019 menurut jumlah total emisi GRK.

## 1.4. Manfaat penelitian

Berdasarkan hasil analisis terhadap rata-rata emisi GRK Indonesia pada tahun 2000 – 2019 menurut masing-masing sektor penghasil emisi GRK dan analisis terhadap rata-rata emisi GRK Indonesia pada tahun 2000 – 2019 menurut jumlah total emisi GRK, diharapkan dapat memberikan manfaat kepada para peneliti emisi GRK dan pemerintah sebagai berikut:

- Para peneliti emisi GRK dapat memahami bahwa emisi GRK Indonesia pada tahun 2000 – 2019 dapat dianalisis secara Statistika sehingga dapat memberikan gambaran tentang rata-rata emisi GRK berdasarkan sektor penghasil emisi GRK.
- Para peneliti emisi GRK dapat memahami bahwa emisi GRK Indonesia pada tahun 2000 – 2019 dapat dianalisis secara Statistika sehingga dapat memberikan gambaran tentang rata-rata jumlah total emisi GRK.
- Hasil analisis rata-rata pada 1.4.a dan 1.4.b. diharapkan dapat menjadi masukan dan kajian bagi Pemerintah dalam rangka upaya pemerintah untuk mencapai target penurunan emisi GRK Indonesia sebesar 29% – 41%. pada tahun 2030.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Efek Rumah Kaca

Segala sumber energi yang terdapat di bumi berasal dari matahari. Sebagian besar energi tersebut berbentuk radiasi gelombang pendek, termasuk cahaya tampak. Ketika energi ini tiba permukaan bumi, ia berubah dari cahaya menjadi panas yang menghangatkan bumi. Permukaan bumi, akan menyerap sebagian panas dan memantulkan kembali sisanya. Sebagian dari panas ini berwujud radiasi infra merah gelombang panjang ke angkasa luar. Namun sebagian panas tetap terperangkap di atmosfer bumi akibat menumpuknya jumlah gas rumah kaca antara lain uap air, karbon dioksida, dan metana yang menjadi perangkap gelombang radiasi ini. Gas-gas ini menyerap dan memantulkan kembali radiasi gelombang yang dipancarkan Bumi dan akibatnya panas tersebut akan tersimpan di permukaan Bumi. Keadaan ini terjadi terus menerus sehingga mengakibatkan suhu rata-rata tahunan bumi terus meningkat. Gas-gas tersebut berfungsi sebagaimana gas dalam rumah kaca. Dengan semakin meningkatnya konsentrasi gas-gas ini di atmosfer, semakin banyak panas yang terperangkap di bawahnya [7].

Efek rumah kaca ini sangat dibutuhkan oleh segala makhluk hidup yang ada di bumi, karena tanpanya, planet ini akan menjadi sangat dingin. Dengan temperatur rata-rata sebesar 15 °C (59 °F), bumi sebenarnya telah lebih panas 33 °C (59 °F) dari temperaturnya semula, jika tidak ada efek rumah kaca suhu bumi hanya -18 °C sehingga es akan menutupi seluruh permukaan bumi. Akan tetapi sebaliknya, apabila gas-gas tersebut telah berlebihan di atmosfer, akan mengakibatkan pemanasan global [8] [9].



Sumber : (<http://izat17.blogspot.com/2012/03/efekrumah-kaca.html>)

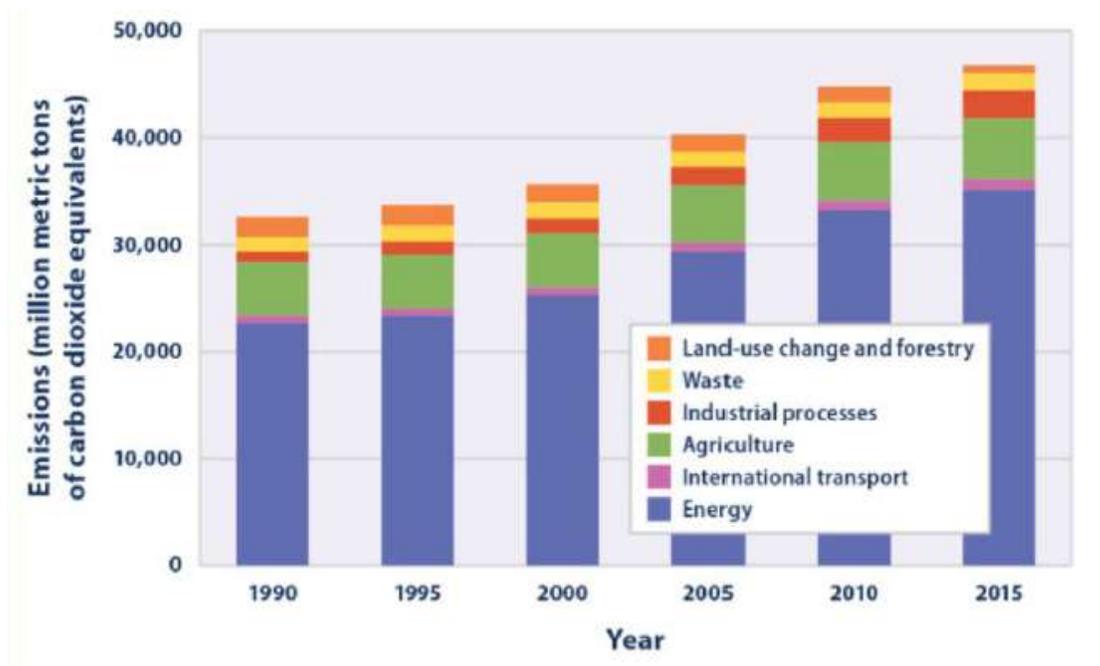
Gambar 2.1. Efek Rumah Kaca

Menurut pendapat ahli penyebab pemanasan global juga dipengaruhi oleh berbagai proses umpan balik yang dihasilkannya. Sebagai contoh adalah pada penguapan air. Pada kasus pemanasan akibat bertambahnya gas-gas rumah kaca seperti CO<sub>2</sub>, pemanasan pada awalnya akan menyebabkan lebih banyaknya air yang menguap ke atmosfer. Karena uap air sendiri merupakan

gas rumah kaca, pemanasan akan terus berlanjut dan menambah jumlah uap air di udara sampai tercapainya suatu kesetimbangan konsentrasi uap air. Efek rumah kaca yang dihasilkannya lebih besar bila dibandingkan oleh akibat gas CO<sub>2</sub> sendiri. Umpan balik ini hanya berdampak secara perlahan-lahan karena CO<sub>2</sub> memiliki usia yang panjang di atmosfer [10]

## 2.2. Emisi Gas Rumah Kaca

Secara alamiah, gas rumah kaca dihasilkan dari kegiatan manusia sehari-hari. Emisi atau pencemaran udara dari gas-gas yang dilepaskan ke atmosfer oleh berbagai aktivitas manusia di bumi menimbulkan efek rumah kaca di atmosfer. Gas-gas rumah kaca itu adalah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), belerang dioksida (SO<sub>2</sub>), nitrogen monoksida (NO), nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), gas metana (CH<sub>4</sub>), dan klorofluorokarbon (CFC). Gas karbon sebagai pencemar utama dihasilkan dari pembakaran bahan bakar minyak, batu bara, dan bahan bakar organik lain. Gas karbon itu terakumulasi di lapisan atmosfer karena tak terserap tumbuhan atau kawasan hutan di darat dan padang lamun serta rumput laut di perairan yang luasannya menciut. Sementara paparan panas matahari, terutama radiasi inframerah, tak bisa terpantul keluar atmosfer karena tertahan lapisan gas rumah kaca (GRK) yang menebal di lapisan udara atas. Itu menyebabkan suhu bumi terus naik. Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), peningkatan konsentrasi GRK akibat aktivitas manusia itu menjadi penyebab utama naiknya suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20 Gas CO<sub>2</sub> menjadi penyumbang terbesar dalam komposisi GRK global dengan persentase mencapai 80% pada periode Januari 1980 – April 2021] [11], [12]. Pada Gambar 2.2 di bawah ini disajikan aktivitas manusia yang paling banyak mengemisi GRK tahun 1990 – 2015.



Sumber : [11]

Gambar 2.2. Emisi GRK di Seluruh Dunia Menurut Sektor Tahun 1990 – 2015

Meningkatnya industrialisasi global dan eksploitasi bahan bakar fosil yang berlebihan telah menyebabkan pelepasan gas rumah kaca, yang menyebabkan peningkatan suhu global dan menimbulkan masalah lingkungan. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan mendesak untuk mencapai emisi karbon nol bersih. Hanya 4,5% negara yang telah mencapai netralitas karbon, dan sebagian besar negara masih berencana mencapainya pada tahun 2050-2070. Selain itu, sinergi antar negara telah menghambat sinergi antara kebijakan adaptasi dan mitigasi, serta manfaat tambahannya. Oleh karenanya dilakukan suatu penelitian untuk menyajikan strategi dalam mencapai perekonomian netral karbon dengan mengkaji tujuan hasil pertemuan puncak ke-26 Konferensi Para Pihak Perubahan Iklim PBB (COP 26). Metode telah dirancang untuk memetakan emisi karbon, seperti model input-output, sistem spasial, peta sistem informasi geografis, teknik deteksi dan jangkauan cahaya, dan pembagian rata-rata logaritmik. Kami menyajikan teknologi dan inisiatif dekarbonisasi, serta teknologi emisi negatif, dan kami mendiskusikan perdagangan karbon dan pajak karbon. Dari hasil penelitian ini diperoleh usulan rencana netralitas karbon seperti peralihan dari bahan bakar fosil ke energi terbarukan, dan pengembangan teknologi rendah karbon, pertanian rendah karbon, perubahan kebiasaan makan dan peningkatan nilai pangan dan limbah pertanian. Mengembangkan bangunan dan kota yang berketahanan, memperkenalkan sistem energi terdesentralisasi, dan elektrifikasi sektor transportasi juga diperlukan. Kami juga meninjau analisis siklus hidup sistem netral karbon [13].

### 2.3. *Analysis of Variance (ANOVA)* [14]

ANOVA adalah sebuah analisis statistik yang menguji perbedaan rata-rata antar kelompok atau jenis perlakuan. ANOVA merupakan prosedur uji statistik yang mirip dengan uji 2-sampel independen t. Jika uji-t digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata 2 kelompok sampel, maka ANOVA dapat menguji perbedaan rata-rata dari lebih dua kelompok sampel.

Prosedur ANOVA didasarkan pada rumusan pengujian hipotesis, yang akan diilustrasikan melalui contoh masalah rata-rata emisi GRK Indonesia menurut ke-enam sektor penghasil. Misalkan akan dibandingkan rata-rata dari kelompok sampel yaitu rata-rata emisi GRK yang dihasilkan oleh ke-enam sektor penghasil emisi GRK di Indonesia. Di sini ada 6 kelompok. Kita akan melakukan ANOVA berdasarkan data emisi GRK Indonesia pada tahun 2000 – 2019. Data yang dikumpulkan ini, kita sebut data sampel yang akan kita gunakan untuk memberikan inferensi tentang gambaran rata-rata emisi GRK Indonesia secara keseluruhan. Nantinya ANOVA juga dapat memberikan selang kepercayaan  $(1 - \alpha)100\%$  untuk rata-rata sesungguhnya dari emisi GRK Indonesia berdasarkan ke-6 sektor penghasil emisi GRK. Maka rumusan hipotesis untuk masalah di atas diberikan sebagai berikut:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

$H_0$  : minimal ada dua rata-rata yang tidak sama

Hasil akhir dari analisis ANOVA adalah nilai statistik uji F yaitu f hitung. Nilai f hitung ini nantinya akan dibandingkan dengan nilai pada tabel F. Dalam konsepnya perbandingan menggunakan taraf signifikansi  $\alpha$  dengan 2 (dua) derajat bebas. Jika nilai f hitung lebih besar dari f tabel dengan  $\alpha$  yang diberikan, maka dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak, yang berarti ada perbedaan bermakna atau signifikan dari rata-rata pada semua kelompok.

ANOVA merupakan salah satu prosedur Statistik Parametrik [15] yang dalam penggunaannya didasarkan pada syarat-syarat atau asumsi berikut ini:

1. Distribusi data untuk masing-masing kelompok harus berdistribusi normal, dengan uji statistik untuk distribusi normal seperti uji Kolmogorov-Smirnov.

$H_0$  : Distribusi data adalah Distribusi Normal

$H_1$  : Distribusi data tidak Distribusi Normal

Jika nilai-p (*p-value*)  $< \alpha$ , maka  $H_0$  ditolak dan jika *p-value*  $> \alpha$ , maka  $H_0$  diterima

2. Variabel respon mempunyai variansi yang sama atau bersifat homogen, dengan demikian tentunya kita harus melakukan uji homogenitas terlebih dahulu.

$H_0$  : Variansi variabel respon sama untuk semua kelompok

$H_1$  : Variansi tidak sama pada semua kelompok

Jika nilai-p (*p-value*)  $< \alpha$ , maka  $H_0$  ditolak dan jika *p-value*  $> \alpha$ , maka  $H_0$  diterima

3. Subyek dalam setiap kelompok harus dipilih secara random atau acak dengan menggunakan teknik probabilitas yaitu dengan Uji Runtun (*Runs Test*) .

$H_0$  : Data bersifat Acak

$H_1$  : Data bersifat Tidak Acak

Jika nilai-p (*p-value*)  $< \alpha$ , maka  $H_0$  ditolak dan jika *p-value*  $> \alpha$ , maka  $H_0$  diterima

4. Data penelitian untuk variabel respon idealnya berskala interval. Sementara, jika data penelitian yang diperoleh berskala ordinal maka sebaiknya ditransformasi atau di ubah menjadi skala interval terlebih dahulu.
5. Kelompok yang dibandingkan harus berasal dari sampel yang berbeda atau tidak berpasangan dengan kata lain responden penelitian untuk masing-masing kelompok haruslah berbeda.
6. Variabel bebas berskala interval dan rasio, atau berskala ordinal.

#### **2.4. Uji Kruskal-Wallis [15]**

Kadang kala data yang kita olah, tidak memenuhi satu atau beberapa syarat atau asumsi dalam penggunaan ANOVA. Jika hal demikian terjadi maka kita dapat menggunakan uji-uji dalam Statistik Nonparametrik. Salah satu versi ANOVA dalam Statistika Nonparametrik adalah Uji Kruskal-Wallis.

## Fungsi

- Untuk menentukan apakah k sampel independen berasal dari populasi-populasi yang berbeda.
- Teknik Kruskal–Wallis menguji hipotesis-nol bahwa k sampel berasal dari populasi yang sama atau populasi identik, dalam hal nilai rata-rata.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

$H_0$  : minimal ada dua rata-rata yang tidak sama

- Uji ini membuat anggapan bahwa variabel yang dipelajari mempunyai distribusi kontinu.
- Uji ini menuntut pengukuran variabelnya paling lemah dalam skala ordinal.

## Langkah–langkah.

- Berilah ranking-ranking observasi untuk kelompok dalam suatu urutan dari 1 hingga N,

di mana  $N = \sum_{j=1}^k n_j$ ,  $n_j$  = banyaknya sampel dalam kelompok ke-j.

- Tentukan nilai R (jumlah ranking) untuk masing-masing k kelompok.
- Statistik yang digunakan dalam uji Kruskal–Wallis didefinisikan dengan rumus:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

- Metode untuk menilai signifikansi harga observasi H bergantung pada ukuran k dan pada ukuran kelompok itu.
- Jika nilai-p (*p-value*)  $< \alpha$ , maka  $H_0$  ditolak dan jika *p-value*  $> \alpha$ , maka  $H_0$  diterima.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Data Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia Menurut Sektor Tahun 2000 – 2019

Data emisi gas rumah kaca Indonesia menurut sektor penghasil Tahun 2000 – 2019 diperoleh dari Badan Pusat Statistik [6]. Data akan diolah dengan menggunakan Analisis Variansi (ANOVA) dan Uji Kruskal-Wallis.

#### 3.2. Variabel Penelitian

Variabel respon dalam penelitian ini adalah emisi gas rumah kaca (GRK) menurut sektor penghasil, dalam gigaton (Gt) CO<sub>2</sub>e pada tahun 2000 – 2019; sedangkan faktor adalah sektor penghasil emisi GRK yaitu Energi, IPPU, Pertanian, FOLU, Kebakaran Hutan dan Limbah.

#### 3.3. Prosedur Penelitian

Analisis dilakukan dengan menggunakan ANOVA dan Uji Kruskal-Wallis dengan tahapan analisis diberikan sebagai berikut:

1. Penyusunan Statistika Deskriptif Data Emisi GRK Indonesia menurut sektor penghasil pada tahun 2000 – 2019.
2. Pemeriksaan asumsi-asumsi ANOVA
3. Jika asumsi ANOVA tidak dipenuhi, maka pengolahan data dilakukan dengan menggunakan Uji Kruskal-Wallis.

#### 3.4. Pembagian tugas pengusul

Daftar tugas pengusul tersaji pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Daftar tugas pengusul**

No.	Nama Pengusul	Tugas
1.	Dra. Ir. Perak Samosir,MSi	1. Studi Pustaka 2. Pengumpulan Data 3. Pengolahan Data 4. Penyusunan Laporan
2.	Byakta Gana Pandita	1. Pengolahan Data 2. Penyusunan Laporan

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Pengolahan Data

##### 4.1.1. Statistika Deskriptif Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor

Pada Tabel 4.1. diberikan Tabel Statistika Deskriptif data emisi GRK Indonesia tahun 2000 – 2019 menurut ke-enam sektor penghasil emisi GRK. Pada kolom (2) terlihat nilai rata-rata (*mean*) emisi GRK yang dihasilkan oleh masing-masing sektor. Rata-rata total emisi GRK (*dihighlight*) 194.151,28 Gt CO<sub>2</sub>e.

**Tabel 4.1. Statistika Deskriptif Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor**

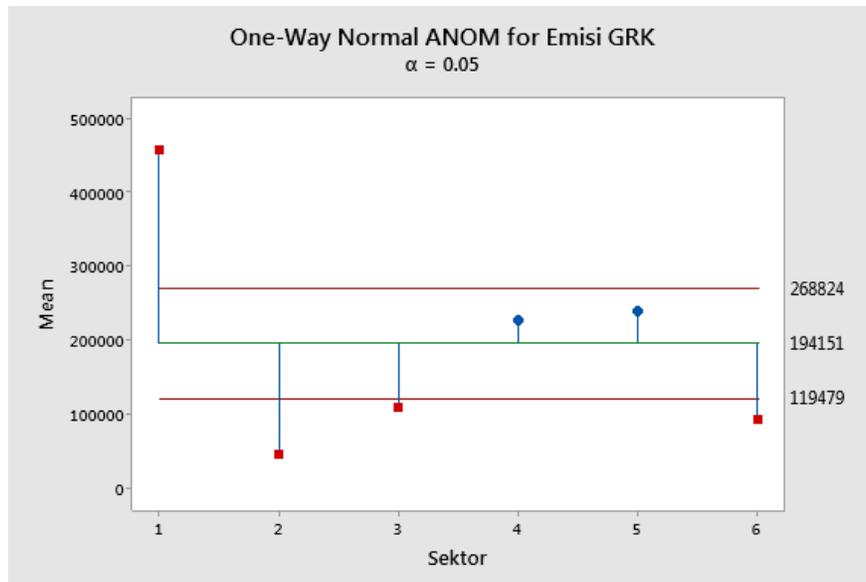
Variabel Respon: Emisi Gas Rumah Kaca (Gt CO<sub>2</sub>e)

Sektor	Rata-rata	Std. Deviation	N
(1)	(2)	(3)	(4)
Energi	456.512,10	94.674,303	20
IPPU ( <i>Industrial Process and Production Use</i> )	44.319,95	7.898,262	20
Pertanian	107.670,25	8.087,526	20
FOLU ( <i>Forestry and Other Land Use</i> )	226.677,55	251.678,003	20
Kebakaran Hutan	237.374,90	201.760,309	20
Limbah	92.352,95	19.884,648	20
Total	194.151,28	192.248.708	120

Sumber: Hasil Olah Data

Dari hasil *Analysis of Means* (ANOM) yaitu analisis terhadap rata-rata ke-enam sektor penghasil emisi GRK, terlihat bahwa ada 3 sektor yang mempunyai nilai rata-rata di atas nilai rata-rata total yaitu Sektor Energi, Sektor FOLU dan Sektor Kebakaran Hutan; sedangkan 3 sektor lainnya yaitu Sektor IPPU, Sektor Pertanian dan Sektor Limbah – mempunyai nilai rata-rata di bawah nilai rata-rata total (Gambar 4.1.).

Nilai rata-rata emisi GRK terkecil dari Sektor IPPU, sedangkan tiga nilai rata-rata emisi GRK tertinggi dari FOLU, Sektor Kebakaran Hutan dan Sektor Energi.



Sumber : Hasil Olah Data; 1 = Energi, 2 = IIPU, 3 = Pertanian, 4 = FOLU, 5 = Kebakaran Hutan, 6 = Limbah

**Gambar 4.1. Analysis of Means (ANOM) Rata-rata Emisi GRK Menurut Sektor Penghasil**

#### 4.1.2. Uji Asumsi ANOVA

##### a. Uji Kenormalan

Hasil Uji Kenormalan dengan menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov diberikan pada Tabel 4.2. di bawah ini. Dari Tabel 4.2. (*dihighlight*) terlihat bahwa Sektor Energi dan Sektor IIPU tidak berdistribusi normal (*highlight* kuning), sedangkan ke-empat sektor lainnya berdistribusi normal (*highlight* hijau).

**Tabel 4.2. Uji Kolmogorov-Smirnov Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor**

		Energi	IIPU	Pertanian	FOLU	Kebakaran Hutan	Limbah
N		20	20	20	20	20	20
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	456.512,10	44.319,95	107.670,25	226.677,55	237.374,90	92.352,95
	Std. Deviation	94.674,303	7.898,262	8.087,526	251.678,003	201.760,309	19.884,648
Most Extreme Differences	Absolute	0,204	0,209	0,110	0,102	0,175	0,110
	Positive	0,204	0,209	0,110	0,102	0,175	0,110
	Negative	-0,135	-0,143	-0,096	-0,082	-0,133	-0,083
Test Statistic		0,204	0,209	0,110	0,102	0,175	0,110
Asymp. Sig. (2-tailed)		0,028 <sup>c</sup>	0,022 <sup>c</sup>	0,200 <sup>c,d</sup>	0,200 <sup>c,d</sup>	0,111 <sup>c</sup>	0,200 <sup>c,d</sup>

Sumber: Hasil Olah Data

- Test distribution is Normal.
- Calculated from data.
- Lilliefors Significance Correction.
- This is a lower bound of the true significance.

Sedangkan asil Uji Kenormalan dengan menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov terhadap variabel respon Emisi GRK untuk semua sektor, diberikan pada Tabel 4.3. di bawah ini. Dari Tabel 4.3. (*dihighlight*) terlihat bahwa variabel respon tidak berdistribusi normal (*highlight* abu-abu).

Tabel 4.3. *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test*  
Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor

		EGRK
N		120
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	194151.28
	Std. Deviation	192248.708
Most Extreme Differences	Absolute	.256
	Positive	.256
	Negative	-.159
Test Statistic		.256
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000 <sup>c</sup>

Sumber: Hasil Olah Data

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.

#### b. Uji Kesamaan Variansi

Hasil olah data uji kesamaan variansi diberikan pada Tabel 4.4. di bawah ini. Dari Tabel 4.3. ini terlihat bahwa data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 menurut ke-enam sektor penghasil emisi GRK, tidak mempunyai variansi yang sama.

Tabel 4.4. *Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a,b</sup>*  
Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
EGRK	<i>Based on Mean</i>	22,297	5	114	0,000
	<i>Based on Median</i>	18,372	5	114	0,000
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	18,372	5	42,590	0,000
	<i>Based on trimmed mean</i>	20,552	5	114	0,000

Sumber: Hasil Olah Data

*Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.*

- a. Dependent variable: EGRK
- b. Design: Intercept + Sektor

c. Uji Keacakan.

Uji keacakan (randomisasi) dari data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 menurut sektor diberikan pada Tabel 4.5. Dari Tabel 4.5. terlihat hanya Sektor Kebakaran Hutan yang bersifat acak, sedangkan ke-lima sektor lainnya tidak bersifat acak.

**Tabel 4.5. Runs Test Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor**

	Energi	IPPU	Pertanian	FOLU	Kebakaran		EGRK
					Hutan	Limbah	
<i>Test Value</i> <sup>a</sup>	429.444	41.992	106.756	188.559	197.051	88.498	107.919
<i>Cases &lt; Test Value</i>	10	10	10	10	10	10	60
<i>Cases &gt;= Test Value</i>	10	10	10	10	10	10	60
<i>Total Cases</i>	20	20	20	20	20	20	120
<i>Number of Runs</i>	2	5	2	5	10	4	19
<i>Z</i>	-3,905	-2,527	-3,905	-2,527	-0,230	-2,987	-7,701
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	0,000	0,012	0,000	0,012	0,818	0,003	0,000

a. Median

d. Uji dengan ANOVA

Hasil Uji ANOVA dari data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 menurut sektor diberikan pada Tabel 4.6. Nilai-p dari Uji ANOVA diberikan pada kolom yang dihighlight, yaitu 0,000.

**Tabel 4.6. Uji ANOVA (Tests of Between-Subjects Effects)  
Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor**

Dependent Variable: EGRK					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.241.014.708.546,166 <sup>a</sup>	5	448.202.941.709.233	23,686	0,000
Intercept	4.523.366.498.397,635	1	4.523.366.498.397.635	239,046	0,000
Sektor	2.241.014.708.546,167	5	448.202.941.709.233	23,686	0,000
Error	2.157.173.602.644,200	114	18.922.575.461.791		
Total	8.921.554.809.588,000	120			
Corrected Total	4.398.188.311.190,365	119			

a. R Squared = .510 (Adjusted R Squared = .488)

e. Uji Kruskal-Wallis

Hasil pengolahan data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 menurut sektor dengan menggunakan Uji Kruskal-Wallis diberikan pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8. Pada Tabel 4.7. diberikan nilai rata-rata ranking dari masing-masing sektor penghasil emisi GRK.

**Tabel 4.7. Nilai Rata-rata Ranking Data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor**

	Sektor	N	Mean Rank	Urutan
EGRK	Energi	20	103,35	6
	IPPU	20	17,10	1
	Pertanian	20	59,00	3
	FOLU	20	65,40	4
	Hutan	20	70,80	5
	Limbah	20	47,35	2
	Total	120		

Sedangkan hasil pengujian hipotesis perbedaan nilai rata-rata dari emisi GRK ke-enam sektor penghasil emisi GRK diberikan pada Tabel 4.8. Nilai-p dari Uji Kruskal-Wallis diberikan pada kolom yang *dihighlight*, yaitu 0,000.

**Tabel 4.8. Pengujian hipotesis perbedaan nilai rata-rata dari emisi GRK dengan Uji Kruskal-Wallis**

Test Statistics <sup>a,b</sup>	
	EGRK
Kruskal-Wallis H	66,528
df	5
Asymp. Sig.	0,000
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Sektor	

## 4.2. Pembahasan

Dari hasil pengolahan data yang telah dipaparkan sebelumnya terlihat bahwa penggunaan ANOVA pada data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor, tidak memenuhi persyaratan (Tabel 4.2 – 4.5). Namun data tetap diolah dengan menggunakan ANOVA untuk dapat diperbandingkan hasilnya dengan Uji Kruskal-Wallis.

Dari hasil pengolahan data dengan menggunakan ANOVA (Tabel 4.6) terlihat bahwa hipotesis nol yaitu tidak terdapat perbedaan diantara nilai rata-rata emisi GRK dari ke-enam sektor penghasil emisi GRK, ditolak dengan nilai-p adalah 0,000. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan dari nilai rata-rata ke-enam sektor penghasil emisi GRK. Demikian juga hasil pengolahan data menggunakan Uji Kruskal-Wallis diperoleh bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari nilai rata-rata ke-enam sektor penghasil emisi GRK (Tabel 4.8)

Dari kasus ini terlihat bahwa meski penggunaan ANOVA tidak memenuhi persyaratan untuk diterapkan pada data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor, namun hasil pengolahan data sama dengan hasil Uji Kruskal-Wallis.

Berdasarkan analisis terhadap data Emisi GRK Indonesia Tahun 2000 – 2019 Menurut Sektor, dapat kiranya diberikan masukan kepada Pemerintah untuk memfokuskan program penurunan emisi GRK berdasarkan ranking nilai rata-rata sektor penghasil emisi GRK khususnya Sektor FOLU, Sektor Kebakaran Hutan dan Sektor Energi.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian ini diberikan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Terdapat perbedaan yang signifikan dari nilai rata-rata ke-enam sektor penghasil emisi GRK dengan nilai-p adalah 0,000.
- b. Dengan Uji Perbedaan Nilai Rata-rata (ANOM) diperoleh bahwa nilai rata-rata emisi GRK tertinggi berasal dari Sektor Energi.
- c. Dengan Uji Kruskal-Wallis diperoleh bahwa tiga ranking penghasil emisi GRK tertinggi, mulai dari bawah ke atas adalah Sektor FOLU, Sektor Kebakaran Hutan dan Sektor Energi.
- d. Dari hasil Uji ANOVA dan Uji Kruskal-Wallis terdapat perbedaan yang signifikan dari nilai rata-rata ke-enam sektor penghasil emisi GRK.

#### **5.2. Saran**

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan pemerintah bisa semakin meningkatkan upaya-upaya untuk menurunkan emisi GRK yang berasal dari Sektor FOLU, Sektor Kebakaran Hutan dan Sektor Energi agar tercapat target Pemerintah Indonesia bahwa pada tahun 2030 Indonesia akan menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 29% – 41%.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Riset Artikel Widyantara. Pemahaman Mendalam Terkait Kondisi Gas Rumah Kaca di Indonesia. 22 Januari 2024. Diakses 29 Januari 2024.  
[https://id.linkedin.com/pulse/riset-artikel-widyantara-kondisi-gas-rumah-kaca-di-indonesia-cnxmlc?trk=article-ssr-frontend-pulse\\_more-articles\\_related-content-card](https://id.linkedin.com/pulse/riset-artikel-widyantara-kondisi-gas-rumah-kaca-di-indonesia-cnxmlc?trk=article-ssr-frontend-pulse_more-articles_related-content-card)
2. Government of Indonesia. First Nationally Determined Contribution republic of Indonesia. November 2016.
3. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/09/19/berapa-besar-kontribusi-indonesia-bagi-emisi-gas-rumah-kaca-global> . Diakses 29 Januari 2024.
4. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2023/10/16/3630/sepanjang.tahun.2022.emisi.grk.turun.118.juta.ton> . Diakses 29 Januari 2024.
5. <https://dataindonesia.id/varia/detail/emisi-gas-rumah-kaca-indonesia-diproyeksi-terus-naik-hingga-2030>
6. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjA3MiMx/emisi-gas-rumah-kaca-menurut-jenis-sektor--ribu-ton-co2e---2000-2019.html>
7. Riza Pratama. Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi. Buletin Utama Teknik. Vol.14, No.2, Januari 2019.
8. [https://id.wikipedia.org/wiki/Pemanasan\\_global](https://id.wikipedia.org/wiki/Pemanasan_global)
9. Riza Pratama dan Luthfi Parinduri. Penanggulangan Pemanasan Global. Buletin Utama Teknik Vol. 15, No. 1, September 2019
10. J.G.J. Olivier and J.A.H.W. Peters. Trends in Global CO<sub>2</sub> and Total Greenhouse Gas Emissions. 2020 Report. PBL Publishers.
11. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan on behalf of the IPCC.
12. Buletin Gas Rumah Kaca. Kondisi Gas Rumah Kaca. Vol. 01, No. 01. 2021.
13. Lin Chen, et al. Strategies to Achieve A Carbon Neutral Society: A Review. Environ Chem Lett. 2022. 20(4):2277-2310.
14. W. Mendenhall and T. Sincich, A Second Course in Statistics. 2002
15. Sidney Siegel. Statistik Nonparametrik Untuk Ilmu-ilmu Sosial. P.T. Gramedia Pustaka Utama. 2011.