

**EMISI GAS RUMAH KACA DI INDONESIA DAN PERANNYA DALAM
PERUBAHAN IKLIM: PENGEMBANGAN DASHBOARD INTERAKTIF
BERDASARKAN SEKTOR DI INDONESIA**



Disusun Oleh:
Kelompok 12

Nur Na'imah Ma'ruf	(222313302)
Nuzul Athaillah	(222313305)
Rifa Fairuz	(222313348)

Dosen Pengampu : Yuliagnis Transver Wijaya, S.ST., M.Sc.

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV KOMPUTASI STATISTIK
POLITEKNIK STATISTIKA STIS
TAHUN AJARAN 2024/2025**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim telah menjadi tantangan tersendiri bagi negara-negara di dunia. Tantangan ini menjadi tantangan global yang semakin mendesak, dan emisi gas rumah kaca (GRK) merupakan penyebab utamanya. Gas-gas seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrat oksida (N_2O) yang dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia telah mempercepat pemanasan global, menyebabkan dampak seperti kenaikan permukaan air laut, cuaca ekstrem, dan gangguan ekosistem. Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan populasi besar dan keanekaragaman geografis serta sektor ekonomi, menghadapi dampak signifikan dari peningkatan emisi ini. Di sisi lain, Indonesia juga memiliki peran signifikan dalam kontribusi emisi GRK global sekaligus menghadapi konsekuensi serius dari perubahan iklim.

Dalam konteks nasional, berbagai sektor, seperti energi, industri, pertanian, kehutanan, dan limbah memberikan kontribusi berbeda terhadap total emisi GRK. Tidak hanya antar sektor, distribusi emisi juga bervariasi antar setiap provinsi di Indonesia. Hal ini dipengaruhi oleh Oleh karena itu, analisis emisi GRK yang mempertimbangkan dimensi spasial (provinsi) dan sektoral menjadi penting untuk merancang strategi mitigasi yang tepat sasaran.

Berdasarkan data dari BMKG dan KLHK, suhu rata-rata nasional mengalami peningkatan sekitar $0,03\text{--}0,05^\circ\text{C}$ per tahun, sejalan dengan tren global. Perubahan ini berdampak pada banyak aspek, termasuk pola curah hujan yang tidak menentu, peningkatan resiko kekeringan di musim kemarau, banjir bandang di musim hujan, serta kerentanan sektor pertanian dan ketahanan pangan.

Permasalahan yang muncul dalam pengendalian emisi di Indonesia sangat kompleks. Di sisi lain, sistem pemantauan dan pelaporan emisi masih sangat terbatas,

terutama untuk jenis gas seperti N₂O dan CH₄ yang seringkali tidak menjadi fokus dalam kebijakan lingkungan.

Data emisi GRK dari tahun 2000 hingga 2023 juga menunjukkan tren yang signifikan, namun informasi ini sering kali tersebar, kurang terintegrasi, dan sulit diakses oleh pemangku kepentingan. Visualisasi data yang interaktif dan mudah dipahami masih terbatas, sehingga menyulitkan pembuat kebijakan, peneliti, dan masyarakat umum untuk memahami pola emisi, baik dari segi sektoral maupun spasial, serta hubungannya dengan perubahan suhu global. Padahal, pemahaman yang komprehensif tentang kontribusi emisi dari setiap sektor dan provinsi sangat penting untuk merancang strategi mitigasi yang efektif dan tepat sasaran, seperti pengembangan energi terbarukan, pengelolaan hutan yang berkelanjutan, atau pengurangan limbah.

Selain itu, kesadaran lintas sektor terhadap kontribusi emisi gas rumah kaca selain CO₂ masih rendah, karena regulasi nasional masih berfokus pada pengendalian emisi CO₂. Oleh karena itu, diperlukan upaya yang terintegrasi untuk melakukan analisis data historis, identifikasi pola emisi, dan pengembangan sistem visualisasi yang dapat mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based policy*).

Proyek ini hadir untuk menjawab kebutuhan tersebut, dengan menyajikan analisis komprehensif terhadap emisi gas rumah kaca dari berbagai sektor dan provinsi di Indonesia sejak tahun 2000-2023, serta membangun dashboard interaktif berbasis RShiny yang dapat menampilkan tren, sumber emisi utama, dan memberikan wawasan yang berguna bagi pemerintah, industri, dan masyarakat dalam merumuskan langkah mitigasi yang tepat dan berkelanjutan.

BAB II

OBJECTIVE

2.1 Rumusan Masalah

1. Bagaimana tren emisi gas rumah kaca di Indonesia selama periode 2000–2023 ditinjau dari tingkat provinsi dan sektor?
2. Provinsi mana saja yang menjadi penyumbang emisi tertinggi setiap tahunnya, dan bagaimana sebaran geografnisnya secara interaktif?
3. Sektor mana saja yang paling berkontribusi terhadap total emisi nasional dalam kurun waktu tersebut?
4. Bagaimana hubungan antara emisi yang dihasilkan oleh tiap sektor dengan perubahan suhu rata-rata permukaan di Indonesia?
5. Bagaimana cara menyajikan informasi tersebut dalam bentuk dashboard yang interaktif, informatif, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data?

2.2 Tujuan

Dashboard interaktif yang dikembangkan dalam proyek ini bertujuan untuk menyediakan platform analisis yang komprehensif dan berbasis data terkait emisi gas rumah kaca (GRK) dari berdasarkan sektor dan provinsi di Indonesia sejak tahun 2000-2023.

Adapun tujuan spesifik dari pembuatan dashboard ini meliputi:

1. Menganalisis Tren Emisi GRK Secara Historis

Dashboard ini memungkinkan pengguna untuk mengeksplorasi tren historis emisi gas rumah kaca di Indonesia berdasarkan sektor IPCC (Energi, IPPU, Pertanian, FOLU, Limbah) serta sebarannya antar provinsi. Dengan filter tahun dan dropdown provinsi atau sektor, pengguna dapat mengidentifikasi perubahan signifikan dari waktu ke waktu.

2. Menyediakan Visualisasi Data yang Informatif dan Interaktif

Melalui penggunaan grafik batang, garis waktu (time-series), dan diagram kontribusi sektor, dashboard menyajikan data emisi dalam bentuk visual yang mudah dipahami.

Tujuannya adalah untuk menjembatani kesenjangan antara data mentah yang kompleks dengan informasi yang mudah dicerna oleh berbagai kalangan, baik peneliti, mahasiswa, maupun masyarakat umum.

3. Mengidentifikasi dan Membandingkan Faktor Penyumbang Emisi

Dashboard membantu mengenali provinsi-provinsi dengan emisi tertinggi setiap tahun, serta membandingkan kontribusi relatif antar sektor terhadap total emisi nasional. Analisis ini penting untuk memprioritaskan wilayah dan sektor dalam strategi mitigasi emisi karena dapat memperbandingkan kontribusi emisi yang disumbangkan antar tahun dan antar sektor.

4. Mengevaluasi Hubungan Emisi GRK terhadap Perubahan Suhu

Melalui tab inferensi, pengguna dapat memahami pengaruh emisi GRK dari masing-masing sektor terhadap kenaikan suhu rata-rata di Indonesia. Model regresi dan uji asumsi ditampilkan secara transparan untuk mendukung pemahaman berbasis statistik dan kausalitas.

5. Menyediakan Konteks Global dan Regional terhadap Emisi Indonesia

Pada bagian overview, dashboard juga menampilkan emisi global dan regional (Asia), serta posisi Indonesia dalam kontribusi terhadap emisi global dan peringkat emisi per kapita di Asia Tenggara sehingga dapat memberikan perspektif perbandingan yang penting secara global.

6. Mendukung Pengambilan Keputusan Berbasis Bukti dan Data

Dengan menyediakan informasi yang terintegrasi dan divisualisasikan secara sistematis, dashboard diharapkan dapat menjadi alat bantu dalam proses analisis dan pengambilan keputusan terkait strategi mitigasi emisi. Pengguna dapat mengenali sektor atau waktu dengan emisi tertinggi, serta memahami pola keterkaitan antara aktivitas sektor dengan output emisi.

7. Meningkatkan Literasi Emisi dan Kesadaran Lingkungan

Dashboard juga berfungsi sebagai media edukatif yang memperkenalkan pentingnya pelaporan dan pemantauan emisi GRK secara real time. Dengan tampilan yang

interaktif, pengguna diajak untuk lebih sadar terhadap sumber emisi terbesar dan urgensi pengendaliannya dalam konteks perubahan iklim global.

2.3. Variabel

Proyek ini menggunakan lima sektor utama penyumbang emisi gas rumah kaca (GRK) sebagai variabel utama, yaitu sektor energi, IPPU (Industrial Processes and Product Use), kehutanan dan penggunaan lahan, limbah, serta pertanian. Setiap sektor memiliki karakteristik sumber emisi yang berbeda, dengan jenis gas rumah kaca utama yang dihasilkan seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O).

Adapun rincian masing-masing variabel utama dalam proyek ini adalah sebagai berikut:

1. Energi

Sektor energi mencakup emisi GRK yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil untuk kebutuhan pembangkitan listrik, transportasi, dan industri.

- Total emisi GRK dari sektor energi (CO_2 , CH_4 , N_2O) yaitu emisi dari pembakaran batu bara, minyak bumi, dan gas alam.
- Jenis dan jumlah energi yang dikonsumsi, termasuk batu bara, solar, bensin, LPG, dan gas alam.
- Kapasitas dan output pembangkit listrik, digunakan untuk menghitung efisiensi energi dan emisi per MWh.
- Jumlah kendaraan bermotor, menjadi indikator utama untuk emisi transportasi darat.
- Volume aktivitas industri, diukur melalui konsumsi energi sektor manufaktur dan produksi output.

2. IPPU (Industrial Processes and Product Use)

Sektor ini meliputi emisi GRK yang berasal dari proses kimia dalam industri, bukan dari pembakaran energi.

- Emisi dari proses produksi industri, contohnya termasuk CO_2 dari produksi semen dan baja, serta N_2O dari produksi asam nitrat dan adipic acid. Volume produksi industri tertentu, seperti semen, pupuk, baja, dan bahan kimia lainnya yang secara langsung terkait dengan proses pelepasan emisi.

3. Kehutanan dan Penggunaan Lahan (AFOLU - Agriculture, Forestry and Other Land Use)

Sektor ini mencakup perubahan tutupan lahan dan pengelolaan hutan yang memengaruhi simpanan karbon dan menghasilkan emisi.

- Emisi dari deforestasi dan degradasi hutan, diukur dari perubahan luas hutan dan biomassa karbon yang dilepaskan.
- Perubahan penggunaan lahan, misalnya alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian atau pemukiman.
- Penyerapan karbon (carbon sink), meskipun tidak menghasilkan emisi, peran penyerapan karbon juga dikaji sebagai aspek keseimbangan karbon.

4. Limbah

Sektor ini meliputi emisi GRK yang berasal dari pengelolaan limbah padat dan cair baik domestik maupun industri.

- Emisi CH_4 dari tempat pembuangan akhir (TPA), dihasilkan dari degradasi anaerobik sampah organik.
- Emisi N_2O dari pengolahan air limbah, umumnya berasal dari limbah domestik dan limbah industri.
- Volume limbah yang dihasilkan dan metode pengelolaannya, seperti sanitary landfill, open dumping, atau insinerasi.

5. Pertanian

Sektor pertanian menyumbang emisi GRK dari aktivitas agrikultur dan peternakan.

- Emisi CH_4 dari fermentasi enterik ternak, terutama dari sapi dan kerbau.
- Emisi CH_4 dari sawah, terjadi pada sistem irigasi sawah yang tergenang.
- Emisi N_2O dari penggunaan pupuk nitrogen, hasil dari proses nitrifikasi dan denitrifikasi di tanah.
- Jumlah ternak dan luas lahan pertanian, digunakan sebagai indikator tingkat aktivitas dan potensi emisi.

Kelima sektor ini diintegrasikan dalam pengembangan dashboard interaktif untuk memvisualisasikan kontribusi masing-masing sektor terhadap total emisi GRK Indonesia pada periode 2000–2023. Setiap variabel dikembangkan dalam bentuk data time-series

dan spasial untuk mendukung analisis tren, distribusi, serta identifikasi prioritas mitigasi berbasis data.

BAB III

DESIGN DASHBOARD

3.1 Design Dashboard

● Tab Overview

The screenshot shows the 'Overview' tab of the 'Dashboard Perubahan Iklim'. At the top, there's a navigation bar with tabs for 'OVERVIEW', 'EMISI', 'INFERENSI', 'METADATA', and 'TENTANG KAMI'. Below the navigation bar, a title 'Overview Perubahan Iklim dan Emisi' is displayed. A dropdown menu labeled 'Pilih Tahun (Overview)' is set to '2023'. Three large cards provide key statistics: 'Share Emisi Global' (3.57%), 'Emisi Indonesia (miliar ton CO₂,eq)' (1,921,864,000), and 'Emisi Global (miliar ton CO₂,eq)' (53,816,852,000). To the right, a section titled 'Penjelasan Singkat' contains brief explanations of climate change and its causes. Another section, 'Peringkat Emisi Gas Rumah Kaca Per Kapita di Asia Tenggara', lists Brunei, Malaysia, and Singapore as the top three emitters. The bottom part of the dashboard shows a similar layout with the same sections and data.

Dashboard Perubahan Iklim
Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

Pilih Tahun (Overview): 2023

Share Emisi Global: 3.57%

Emisi Indonesia (miliar ton CO₂,eq): 1,921,864,000

Emisi Global (miliar ton CO₂,eq): 53,816,852,000

Penjelasan Singkat

Apa itu Perubahan Iklim?

Perubahan iklim adalah pergeseran jangka panjang suhu dan cuaca Bumi, terutama akibat aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil dan deforestasi. Perubahan iklim tidak hanya memengaruhi lingkungan, tetapi juga kehidupan sosial, ekonomi, dan ekosistem global, menjadikannya tantangan kritis yang membutuhkan perhatian dan tindakan segera dari seluruh lapisan masyarakat.

Penyebab Perubahan Iklim

Pemicu utama perubahan iklim adalah meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer, seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O). Gas-gas ini dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia.

Peringkat Emisi Gas Rumah Kaca Per Kapita di Asia Tenggara

Pilih Tahun: 2023

Peringkat	Negara	Emisi Total (ton CO ₂ e)
1	Brunei	37.3424
2	Malaysia	11.8326
3	Singapore	9.8392

Dashboard Perubahan Iklim
Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

Pilih Tahun (Overview): 2023

Share Emisi Global: 3.57%

Emisi Indonesia (miliar ton CO₂,eq): 1,921,864,000

Emisi Global (miliar ton CO₂,eq): 53,816,852,000

Penjelasan Singkat

Apa itu Perubahan Iklim?

Perubahan iklim adalah pergeseran jangka panjang suhu dan cuaca Bumi, terutama akibat aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil dan deforestasi. Perubahan iklim tidak hanya memengaruhi lingkungan, tetapi juga kehidupan sosial, ekonomi, dan ekosistem global, menjadikannya tantangan kritis yang membutuhkan perhatian dan tindakan segera dari seluruh lapisan masyarakat.

Penyebab Perubahan Iklim

Pemicu utama perubahan iklim adalah meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer, seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O). Gas-gas ini dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia.

Dampak Perubahan Iklim

Perubahan iklim membawa konsekuensi yang luas dan kompleks. Kenaikan suhu global memicu peristiwa cuaca ekstrem. Naiknya permukaan air laut akibat mencairnya es di kutub dan glasier mengancam wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Ekosistem alami menghadapi ancaman kepunahan spesies, sementara ketahanan pangan global terancam oleh menurunnya hasil pertanian dan perikanan. Dampak ini juga memengaruhi kesehatan manusia, memperburuk penyakit terakut panas dan memperluas penyebaran penyakit menular, serta memicu migrasi massal akibat bencana lingkungan.

Solusi Perubahan Iklim

Gunakan energi terbarukan, kurangi emisi gas rumah kaca, dan lindungi ekosistem alami untuk masa depan yang berkelanjutan.

Peringkat Emisi Gas Rumah Kaca Per Kapita di Asia Tenggara

Pilih Tahun: 2023

Peringkat	Negara	Emisi Total (ton CO ₂ e)
1	Brunei	37.3424
2	Malaysia	11.8326
3	Singapore	9.8392
4	Laos	6.9418
5	Indonesia	6.8348
6	Thailand	5.8136
7	Vietnam	5.3387
8	Kamboja	4.7635
9	Myanmar	3.7941
10	Timor Leste	3.4838
11	Filipina	2.4754

Dashboard Perubahan Iklim
Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW EMISI INFERENSI METADATA TENTANG KAMI

Tonton Video Perubahan Iklim dari NASA

Watch later Share

Bagaimana kondisi suhu dan emisi Indonesia dibandingkan dengan negara-negara Asia dan Global?

Grafik di bawah ini memberikan gambaran tren terkini.

Dashboard Perubahan Iklim
Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW EMISI INFERENSI METADATA TENTANG KAMI

Bagaimana kondisi suhu dan emisi Indonesia dibandingkan dengan negara-negara Asia dan Global?

Grafik di bawah ini memberikan gambaran tren terkini.

Tren Suhu Rata-Rata Permukaan

Tampilan Suhu Wilayah:
 Global Asia Indonesia

Tahun	Global (°C)	Asia (°C)	Indonesia (°C)
2000	14.5	10.0	10.0
2005	14.6	10.1	10.1
2010	14.7	10.2	10.2
2015	14.8	10.3	10.3
2020	14.9	10.4	10.4
2024	15.0	10.5	10.5

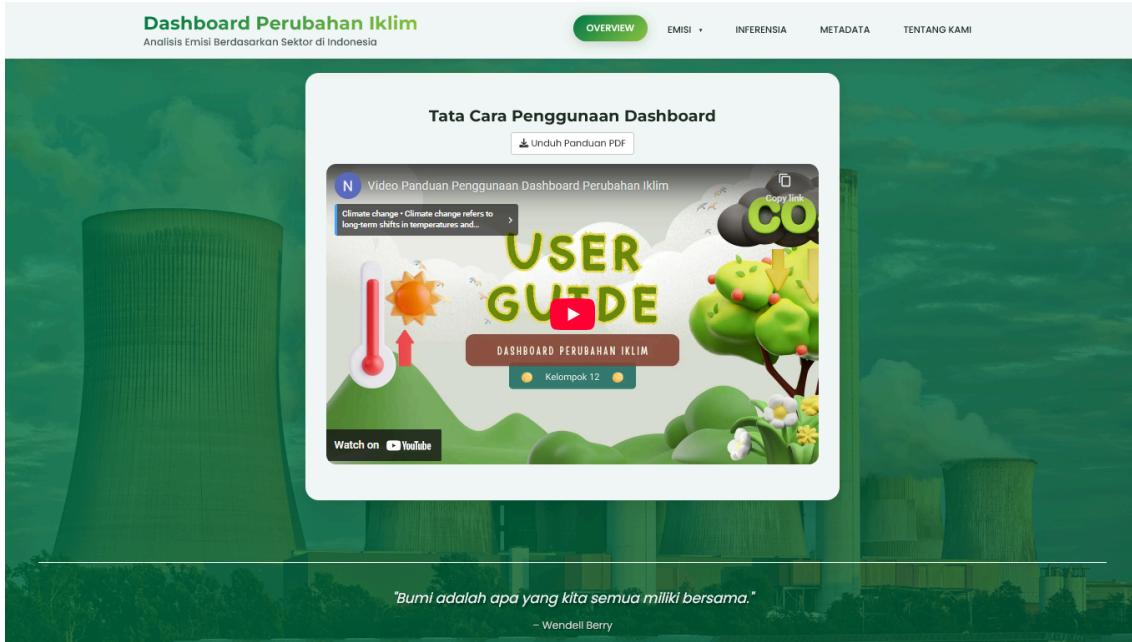
Tren Emisi Indonesia vs Asia vs Global

Tampilan Tren Emisi:
 Indonesia Asia Global

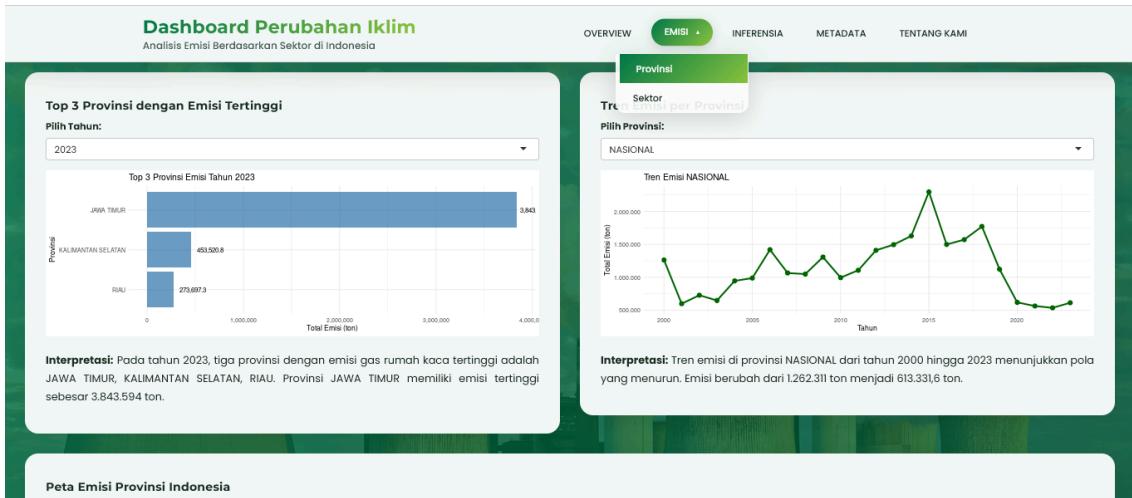
Tahun	Global (Gt CO2)	Asia (Gt CO2)	Indonesia (Gt CO2)
2000	40,000,000,000	15,000,000,000	1,000,000,000
2005	42,000,000,000	17,000,000,000	1,000,000,000
2010	44,000,000,000	19,000,000,000	1,000,000,000
2015	46,000,000,000	21,000,000,000	1,000,000,000
2020	48,000,000,000	23,000,000,000	1,000,000,000
2024	50,000,000,000	25,000,000,000	1,000,000,000

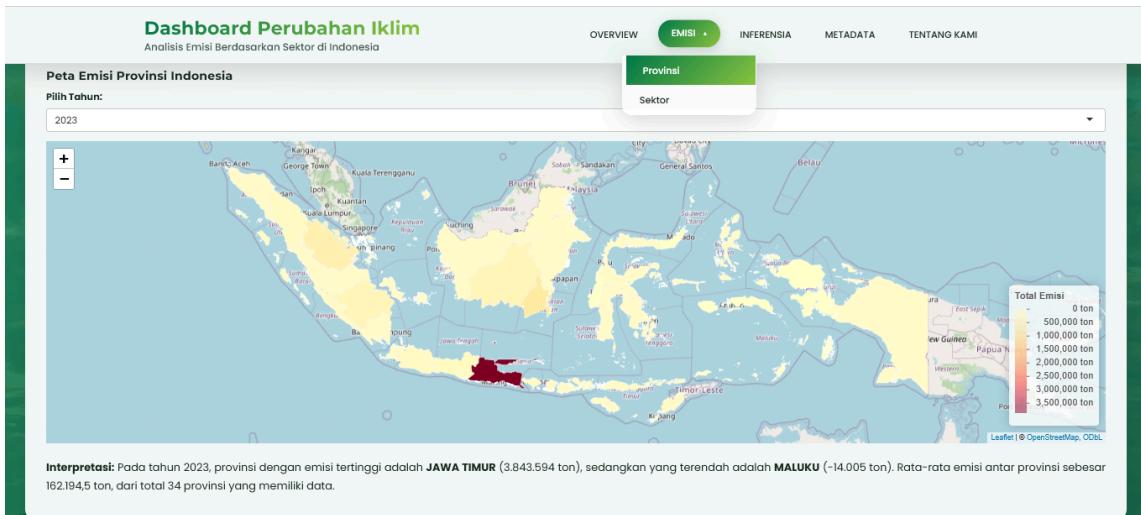
Tata Cara Penggunaan Dashboard

[Unduh Panduan PDF](#)

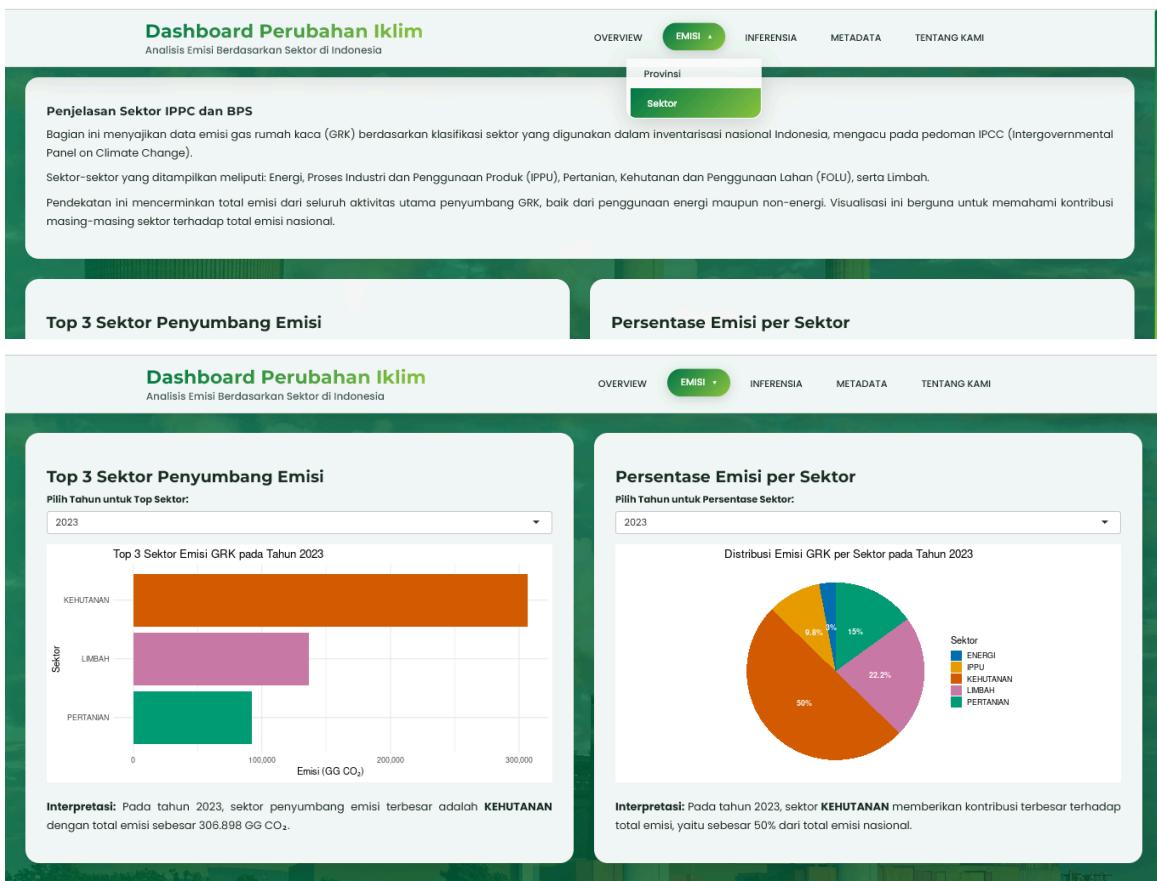


- Tab Emisi - Provinsi





● Tab Emisi - Sektor



Inferensi

Dashboard Perubahan Iklim
Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW EMISI INFERENSI METADATA TENTANG KAMI

Analisis Inferensia: Pengaruh Suhu berdasarkan Sektor terhadap Climate Change

Catatan: Variabel 'limbah' tidak dimasukkan dalam model regresi karena memiliki nilai VIF (Variance Inflation Factor) di atas 10, yang menunjukkan adanya multikolinearitas kuat dengan variabel independen lain. Penghapusan ini dilakukan untuk menjaga kestabilan dan interpretabilitas model.

Linearitas Korelasi Normalitas Homoskedastisitas Autokorelasi Outlier Multikolinearitas

Model Regresi

```
Call:
lm(formula = suhu ~ energi + ippu + pertanian + kehutanan, data = data_)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-0.286030 -0.098290  0.007937  0.065089  0.284145 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 2.356e+01 4.407e-01 53.459 <2e-16 ***
energi     -1.887e-07 2.260e-07 -0.835 0.4141  
ippu        1.549e-05 6.325e-06 2.448 0.0242 *  
pertanian   1.659e-05 5.155e-06 2.053 0.0541 .  
kehutanan   1.110e-07 1.243e-07 0.893 0.3830  
---
Signif. codes:  0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1661 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6645,    Adjusted R-squared:  0.5939 
F-statistic: 9.41 on 4 and 19 DF,  p-value: 0.0002279
```

Dashboard Perubahan Iklim
Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW EMISI INFERENSI METADATA TENTANG KAMI

Multikolinearitas

Visualisasi Linearitas

Jika titik-titik mengikuti garis biru pada setiap scatter plot, maka hubungan dapat dianggap linear.

Model Regresi

```
Call:
lm(formula = suhu ~ energi + ippu + pertanian + kehutanan, data = data_)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-0.286030 -0.098290  0.007937  0.065089  0.284145 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 2.356e+01 4.407e-01 53.459 <2e-16 ***
energi     -1.887e-07 2.260e-07 -0.835 0.4141  
ippu        1.549e-05 6.325e-06 2.448 0.0242 *  
pertanian   1.659e-05 5.155e-06 2.053 0.0541 .  
kehutanan   1.110e-07 1.243e-07 0.893 0.3830  
---
Signif. codes:  0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1661 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6645,    Adjusted R-squared:  0.5939 
F-statistic: 9.41 on 4 and 19 DF,  p-value: 0.0002279
```

Interpretasi Hasil Regresi

R-squared: 0.6645 → Model menjelaskan sekitar 66.45% variasi suhu yang diamati.

Dashboard Perubahan Iklim
Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW EMISI INFERENSI METADATA TENTANG KAMI

Interpretasi Hasil Regresi

R-squared: 0.6645 → Model menjelaskan sekitar 66.45% variasi suhu yang diamati.

Adjusted R-squared: 0.5939 → Mengoreksi pengaruh jumlah variabel bebas dalam model.

Uji F (simultan):
 H_0 : Semua koefisien regresi (selain intercept) = 0
 H_1 : Setidaknya satu koefisien regresi $\neq 0$
 $F = 9.41$, df = (4, 19)
 $p\text{-value} = 0.00023$
→ Terdapat setidaknya satu variabel independen yang berpengaruh signifikan secara simultan terhadap suhu.

Uji t (parsial):
 H_0 : Tidak ada pengaruh variabel independen terhadap suhu
 H_1 : Ada pengaruh variabel independen terhadap suhu

Interpretasi Koefisien:
energi: Koefisien = $-2e-07$, p-value = 0.4141 → **Tidak signifikan**
ippu: Koefisien = $1.55e-05$, p-value = 0.0242 → **Signifikan**

Dashboard Perubahan Iklim

Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW EMISI INFERENSI METADATA TENTANG KAMI

Uji t (parsial):

- H₀: Tidak ada pengaruh variabel independen terhadap suhu
- H₁: Ada pengaruh variabel independen terhadap suhu

Interpretasi Koefisien:

- energi: Koefisien = -2e-07, p-value = 0.4141 → **Tidak signifikan**
- ippu: Koefisien = 1.55e-05, p-value = 0.0242 → **Signifikan**
- pertanian: Koefisien = 1.06e-05, p-value = 0.0541 → **Tidak signifikan**
- kehutanan: Koefisien = 1e-07, p-value = 0.383 → **Tidak signifikan**

Kesimpulan Akhir:

Setidaknya satu variabel independen berpengaruh signifikan terhadap suhu. Model regresi dapat digunakan untuk menjelaskan hubungan antara sektor dan perubahan suhu.

Dashboard Climate Change Emission
Kelompok I2 – Praktikum Komputasi Statistik

Dashboard Perubahan Iklim

Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW EMISI INFERENSI METADATA TENTANG KAMI

Linearitas Korelasi Normalitas Homoskedastisitas Autokorelasi Outlier Multikolinearitas

Matriks Korelasi Antar Variabel

	energi	ippu	pertanian	kehutanan	suhu
energi	1.00	-0.40	-0.25	0.39	-0.35
ippu	-0.40	1.00	0.62	0.13	0.74
pertanian	-0.25	0.62	1.00	0.28	0.71
kehutanan	0.39	0.13	0.28	1.00	0.25
suhu	-0.35	0.74	0.71	0.25	1.00

Model Regresi

```
Call:
lm(formula = suhu ~ energi + ippu + pertanian + kehutanan, data = data_inferensi)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-0.286038 -0.098290  0.007937  0.065089  0.284145 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 2.356e+01 4.407e-01 53.459 <2e-16 ***
energi     -1.887e-07 2.260e-07 -0.835 0.4141  
ippu        1.549e-05 6.325e-06 2.448 0.0242 *  
pertanian   1.059e-05 5.155e-06 2.053 0.0541 .  
kehutanan   1.110e-07 1.243e-07 0.893 0.3830  
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 

Residual standard error: 0.1661 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6645, Adjusted R-squared:  0.5939 
F-statistic:  9.41 on 4 and 19 DF,  p-value: 0.0002279
```

Dashboard Perubahan Iklim

Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW EMISI INFERENSI METADATA TENTANG KAMI

Linearitas Korelasi Normalitas Homoskedastisitas Autokorelasi Outlier Multikolinearitas

Matriks Korelasi Antar Variabel

	energi	ippu	pertanian	kehutanan	suhu
energi	1.00	-0.40	-0.25	0.39	-0.35
ippu	-0.40	1.00	0.62	0.13	0.74
pertanian	-0.25	0.62	1.00	0.28	0.71
kehutanan	0.39	0.13	0.28	1.00	0.25
suhu	-0.35	0.74	0.71	0.25	1.00

Model Regresi

```
Call:
lm(formula = suhu ~ energi + ippu + pertanian + kehutanan, data = data_inferensi)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-0.286038 -0.098290  0.007937  0.065089  0.284145 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 2.356e+01 4.407e-01 53.459 <2e-16 ***  
energi     -1.887e-07 2.260e-07 -0.835 0.4141  
ippu        1.549e-05 6.325e-06 2.448 0.0242 *  
pertanian   1.059e-05 5.155e-06 2.053 0.0541 .  
kehutanan   1.110e-07 1.243e-07 0.893 0.3830  
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 

Residual standard error: 0.1661 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6645, Adjusted R-squared:  0.5939 
F-statistic:  9.41 on 4 and 19 DF,  p-value: 0.0002279
```

Interpretasi Hasil Regresi

R-squared: 0.6645 → Model menjelaskan sekitar 66.45% variasi suhu yang diamati.
Adjusted R-squared: 0.5939 → Mengoreksi pengaruh jumlah variabel bebas dalam model.

Uji F (simultan):

- H₀: Semua koefisien regresi (selain intercept) = 0
- H₁: Setidaknya satu koefisien regresi ≠ 0

F = 9.41, df = (4, 19)

Dashboard Perubahan Iklim

Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW EMISI INFERENSI METADATA TENTANG KAMI

Linearitas Korelasi Normalitas Homoskedastisitas Autokorelasi Outlier Multikolinearitas

Model Regresi

```
Call:
lm(formula = suhu ~ energi + ippu + pertanian + kehutanan, data = data_)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-0.286030 -0.098290  0.007937  0.065089  0.284145 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 2.356e+01 4.407e-01 53.459 <2e-16 ***
energi     -1.887e-07 2.260e-07 -0.835 0.4141  
ippu        1.549e-05 6.325e-06  2.448  0.0242 *  
pertanian  1.059e-05 5.155e-06  2.053  0.0541 .  
kehutanan   1.110e-07 1.243e-07  0.893  0.3830  
---
Signif. codes:  0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1661 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6645,  Adjusted R-squared:  0.5939 
F-statistic:  9.41 on 4 and 19 DF,  p-value: 0.0002279
```

Interpretasi Model Regresi

Dashboard Perubahan Iklim

Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW EMISI INFERENSI METADATA TENTANG KAMI

Linearitas Korelasi Normalitas Homoskedastisitas Autokorelasi Outlier Multikolinearitas

Model Regresi

```
Call:
lm(formula = suhu ~ energi + ippu + pertanian + kehutanan, data = data_)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-0.286030 -0.098290  0.007937  0.065089  0.284145 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 2.356e+01 4.407e-01 53.459 <2e-16 ***
energi     -1.887e-07 2.260e-07 -0.835 0.4141  
ippu        1.549e-05 6.325e-06  2.448  0.0242 *  
pertanian  1.059e-05 5.155e-06  2.053  0.0541 .  
kehutanan   1.110e-07 1.243e-07  0.893  0.3830  
---
Signif. codes:  0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1661 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6645,  Adjusted R-squared:  0.5939 
F-statistic:  9.41 on 4 and 19 DF,  p-value: 0.0002279
```

Dashboard Perubahan Iklim

Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW EMISI INFERENSI METADATA TENTANG KAMI

Linearitas Korelasi Normalitas Homoskedastisitas Autokorelasi Outlier Multikolinearitas

Model Regresi

```
Call:
lm(formula = suhu ~ energi + ippu + pertanian + kehutanan, data = data_)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-0.286030 -0.098290  0.007937  0.065089  0.284145 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 2.356e+01 4.407e-01 53.459 <2e-16 ***
energi     -1.887e-07 2.260e-07 -0.835 0.4141  
ippu        1.549e-05 6.325e-06  2.448  0.0242 *  
pertanian  1.059e-05 5.155e-06  2.053  0.0541 .  
kehutanan   1.110e-07 1.243e-07  0.893  0.3830  
---
Signif. codes:  0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1661 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6645,  Adjusted R-squared:  0.5939 
F-statistic:  9.41 on 4 and 19 DF,  p-value: 0.0002279
```

Dashboard Perubahan Iklim

Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW EMISI INFERENSI METADATA TENTANG KAMI

Outlier

Studentized Residual

a. Deteksi outlier berdasarkan Studentized Residual > 2
b. Outlier terdeteksi:
Index Studentized
1 1 -2.160
17 17 2.074
24 24 2.109

Cook's Distance

Call:
lm(formula = suhu ~ energi + ippu + pertanian + kehutanan, data = data_...
Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.286030	-0.098290	0.007937	0.065089	0.284145

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.356e+01	4.407e-01	53.459	<2e-16 ***
energi	-1.887e-07	2.260e-07	-0.835	0.4141
ippu	1.549e-05	6.325e-06	2.448	0.0242 *
pertanian	1.059e-05	5.155e-06	2.053	0.0541 .
kehutanan	1.110e-07	1.243e-07	0.893	0.3830

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1661 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6645, Adjusted R-squared: 0.5939
F-statistic: 9.41 on 4 and 19 DF, p-value: 0.0002279

Dashboard Perubahan Iklim

Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW EMISI INFERENSI METADATA TENTANG KAMI

Cook's Distance

Call:
(Intercept) 2.356e+01 4.407e-01 53.459 <2e-16 ***
energi -1.887e-07 2.260e-07 -0.835 0.4141
ippu 1.549e-05 6.325e-06 2.448 0.0242 *
pertanian 1.059e-05 5.155e-06 2.053 0.0541 .
kehutanan 1.110e-07 1.243e-07 0.893 0.3830

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 0.1661 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6645, Adjusted R-squared: 0.5939
F-statistic: 9.41 on 4 and 19 DF, p-value: 0.0002279

Interpretasi Hasil Regresi

R-squared: 0.6645 → Model menjelaskan sekitar 66.45% variasi suhu yang diamati.
Adjusted R-squared: 0.5939 → Mengoreksi pengaruh jumlah variabel bebas dalam model.

Uji F (simultan):
H₀: Semua koefisien regresi (selain intercept) = 0
H₁: Setidaknya satu koefisien regresi ≠ 0
F = 9.41, df = (4, 19)

Dashboard Perubahan Iklim

Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW EMISI INFERENSI METADATA TENTANG KAMI

Multikolinearitas

VIF (Variance Inflation Factor)

Variable	VIF
energi	1.60
ippu	1.81
pertanian	1.77
kehutanan	1.47

Interpretasi Multikolinearitas:
Semua nilai VIF < 10, tidak ditemukan indikasi multikolinearitas yang mengganggu.

Call:
lm(formula = suhu ~ energi + ippu + pertanian + kehutanan, data = data_...
Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.286030	-0.098290	0.007937	0.065089	0.284145

Coefficients:

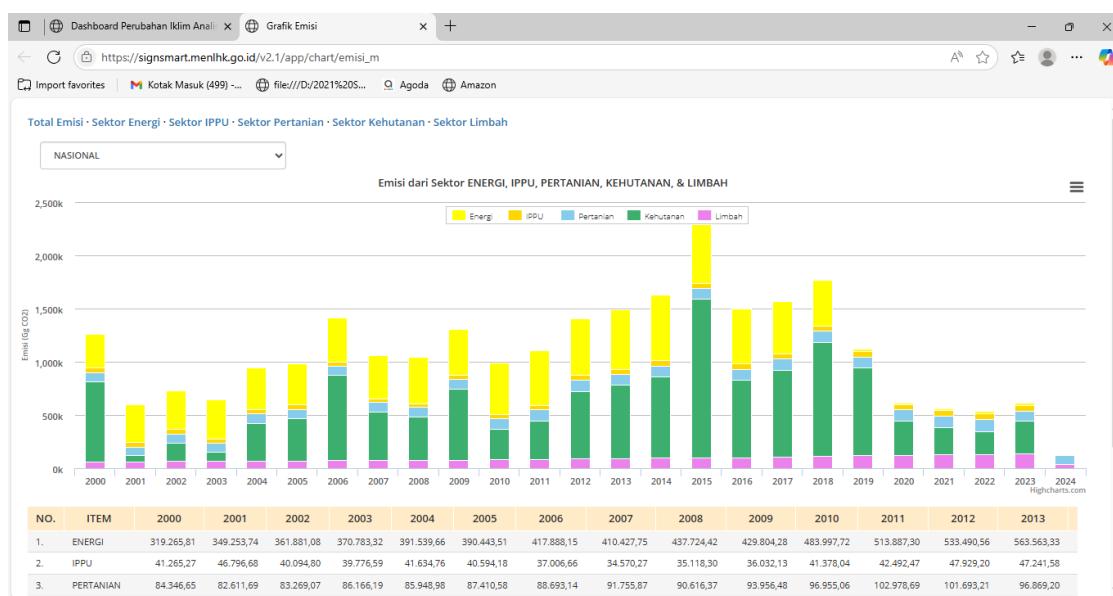
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.356e+01	4.407e-01	53.459	<2e-16 ***
energi	-1.887e-07	2.260e-07	-0.835	0.4141
ippu	1.549e-05	6.325e-06	2.448	0.0242 *
pertanian	1.059e-05	5.155e-06	2.053	0.0541 .
kehutanan	1.110e-07	1.243e-07	0.893	0.3830

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 0.1661 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6645, Adjusted R-squared: 0.5939
F-statistic: 9.41 on 4 and 19 DF, p-value: 0.0002279

● Metadata

Dashboard Perubahan Iklim		OVERVIEW	EMISI	INFERENSI	METADATA	TENTANG KAMI	
Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia							
<h2>Metadata Dataset Emisi dan Suhu</h2>							
Show	10	entries	Search:				
Jenis_Data	Nama_Data	Penyedia	Tahun	Link	Unduh	Detail	
1	Data Emisi GRK	Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Sektor di Indonesia 2000-2023	KLHK	2000-2023	Lihat Link	Unduh Data	Lihat Detail
2	Data Emisi GRK	Emisi Perkapita Negara Asia Tenggara	Our World in Data	2000-2023	Lihat Link	Unduh Data	Lihat Detail
3	Data Emisi GRK	Emisi Tahunan Global, Asia, dan Indonesia	Our World in Data	2000-2023	Lihat Link	Unduh Data	Lihat Detail
4	Data Emisi GRK	Tren Emisi Per Provinsi 2000-2024	KLHK	2000-2023	Lihat Link	Unduh Data	Lihat Detail
5	Data Suhu	Suhu Rata-rata Permukaan Global, Asia, dan Indonesia	Our World in Data	2000-2024	Lihat Link	Unduh Data	Lihat Detail
6	Data Tambahan	GADM Indonesia (GeoJSON Provinis)	GADM	-	Lihat Link	Unduh Data	Lihat Detail

Detail Metadata: Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Sektor di Indonesia 2000-2023																			
Deskripsi: Dataset ini memuat jumlah emisi gas rumah kaca berdasarkan sektor di Indonesia untuk periode tahun 2000–2023. Data disajikan dalam satuan Gigagram CO ₂ ekuivalen (GGCO ₂ e).																			
Struktur Variabel:																			
<table><thead><tr><th>Variable.Name</th><th>Description</th><th>Type</th><th>Scale</th></tr></thead><tbody><tr><td>Tahun</td><td>Tahun pengukuran</td><td>Numeric</td><td>Scale</td></tr><tr><td>Sektor</td><td>Kategori sektor</td><td>String</td><td>Nominal</td></tr><tr><td>Emisi</td><td>Jumlah emisi dalam GGCO₂e</td><td>Numeric</td><td>Scale</td></tr></tbody></table>				Variable.Name	Description	Type	Scale	Tahun	Tahun pengukuran	Numeric	Scale	Sektor	Kategori sektor	String	Nominal	Emisi	Jumlah emisi dalam GGCO ₂ e	Numeric	Scale
Variable.Name	Description	Type	Scale																
Tahun	Tahun pengukuran	Numeric	Scale																
Sektor	Kategori sektor	String	Nominal																
Emisi	Jumlah emisi dalam GGCO ₂ e	Numeric	Scale																
Showing 1 to 6 of 6 entries																			



The screenshot shows a web browser window with the title "Dashboard Perubahan Iklim" and subtitle "Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia". The main content area displays a table of data with columns: Jenis_Data, Nama_Data, Penyedia, Tahun, Link, Unduh, and Detail. A modal dialog titled "Downloads" is open, showing a single item: "Emissi Gas Rumah Kaca Menurut Sektor di Indonesia 2000-2023.xlsx" (0.8/5 - 12.1 KB of 12.1 KB). Below the table, a message says "Showing 1 to 6 of 6 entries". At the bottom right of the table area, there are "Previous" and "Next" buttons.

● Tentang Kami

The screenshot shows the "Tentang Kami" (About Us) section of the dashboard. The title "Tentang Kami" is at the top. The content area contains two paragraphs. The first paragraph explains the purpose of the dashboard: "Kami adalah mahasiswa Politeknik Statistika STIS yang mengembangkan dashboard interaktif berbasis R Shiny sebagai bagian dari Praktikum Komputasi Statistik. Proyek ini bertujuan untuk menyajikan analisis emisi gas rumah kaca (GRK) dari berbagai sektor di Indonesia yang berkontribusi terhadap perubahan iklim." The second paragraph describes the development process: "Dashboard ini dikembangkan melalui proses yang panjang dan kolaboratif, mulai dari pengumpulan dan integrasi data dari berbagai sumber terpercaya, pembersihan data, validasi, hingga penentuan indikator utama yang relevan. Visualisasi yang disajikan mencakup tren emisi dari tahun 2000 hingga 2023, serta sebagian data tahun 2024 yang telah tersedia meskipun belum lengkap untuk seluruh sektor dan wilayah. Fitur-fitur utama meliputi analisis kontribusi sektor, distribusi spasial emisi per provinsi, dan visualisasi komparatif antartahun yang dapat dieksplorasi secara interaktif oleh pengguna."

The screenshot shows the "Tentang Kami" section of the dashboard. The title "Tentang Kami" is at the top. The content area contains two paragraphs. The first paragraph discusses the data transformation and consolidation process: "Seluruh data yang digunakan telah melalui proses transformasi dan konsolidasi agar dapat dianalisis secara andal. Informasi ditampilkan dalam berbagai bentuk visual seperti grafik time series, pie chart kontribusi sektor, peta choropleth interaktif, dan ringkasan insight yang dirancang untuk meningkatkan pemahaman pengguna. Dashboard ini juga menyediakan fitur metadata agar pengguna dapat menelusuri detail struktur dan sumber data yang digunakan." The second paragraph highlights the user-centered design: "Dengan penyajian yang intuitif dan fleksibel, dashboard ini diharapkan menjadi kontribusi kecil namun bermakna dalam mendorong kesadaran kolektif terhadap isu perubahan iklim, serta memperkuat penggunaan data sebagai dasar pengambilan keputusan dan kebijakan di masa depan."

Dashboard Perubahan Iklim

Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW

EMISI ▾

INFERENSI

METADATA

TENTANG KAMI

Kelompok 12



Dashboard Perubahan Iklim

Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW

EMISI ▾

INFERENSI

METADATA

TENTANG KAMI

Anggota Tim



Nur Na'imah Ma'ruf



Nuzul Athaillah



Rifa Fairuz

Dashboard Perubahan Iklim

Analisis Emisi Berdasarkan Sektor di Indonesia

OVERVIEW

EMISI ▾

INFERENSI

METADATA

TENTANG KAMI

Dalam mengembangkan dashboard ini, setiap anggota tim berperan aktif sesuai dengan keahliannya. Kami saling mendukung dalam proses pengumpulan dan pembersihan data, eksplorasi visualisasi, analisis statistik, serta pengembangan fitur interaktif dengan R Shiny.

"Great things are done by a series of small things brought together."

— Vincent Van Gogh

BAB IV

TIMELINE PENGERJAAN

Proses pengembangan dashboard interaktif ini melalui beberapa tahapan yang terstruktur dan intensif, khususnya pada minggu-minggu terakhir proyek. Berikut adalah lini masa pengerjaan dari minggu ke-8 hingga minggu ke-14:

4.1. Minggu ke-8: Finalisasi Pengumpulan dan Pembersihan Data Awal

- Aktivitas Utama:
 - Verifikasi ulang kelengkapan dan konsistensi data emisi GRK dari sektor IPPU, kehutanan, limbah, dan pertanian untuk periode 2000–2023 dari berbagai sumber (BPS, Our World in Data, KLHK, Kementerian Perhubungan).
 - Pembersihan data (handling missing values, outliers, dan inkonsistensi format) secara menyeluruh.
 - Standarisasi satuan data untuk memastikan komparabilitas antar sektor dan tahun.
- Fokus: Memastikan ketersediaan data berkualitas tinggi sebagai fondasi pengembangan dashboard.
- Hasil: Dataset bersih dan siap digunakan untuk analisis awal.

4.2. Minggu ke-9: Analisis Data Eksploratif dan Identifikasi Pola Awal

- Aktivitas Utama:
 - Melakukan analisis statistik deskriptif terhadap data emisi GRK per sektor dan per tahun.
 - Mengidentifikasi tren historis emisi dan kontribusi relatif masing-masing sektor.
 - Pemetaan awal distribusi spasial emisi GRK antar provinsi.
 - Diskusi internal mengenai *insight* awal yang ditemukan dari data.
- Fokus: Memahami karakteristik data dan menemukan pola-pola kunci yang akan divisualisasikan.
- Hasil: Ringkasan temuan awal tentang tren emisi dan kontribusi sektor, serta identifikasi provinsi dengan emisi tinggi.

4.3. Minggu ke-10: Perancangan UI/UX Dashboard dan Pemilihan Visualisasi

- Aktivitas Utama:
 - Menerjemahkan temuan analisis data ke dalam rancangan visualisasi yang efektif (jenis grafik, layout tab, interaktivitas).
 - Membuat *wireframe* dan *mockup* awal untuk setiap tab dashboard (Overview, Emisi, Inferensi, Metadata, Tentang Kami).
 - Memilih jenis visualisasi yang paling sesuai untuk setiap tipe data (misalnya, *time-series plot* untuk tren, *pie chart* untuk kontribusi, *choropleth map* untuk spasial).
 - Pertimbangan aspek *user experience* agar dashboard mudah digunakan dan informatif.
- Fokus: Membangun kerangka visualisasi yang intuitif dan menarik.
- Hasil: Rancangan detail UI/UX dashboard beserta daftar jenis visualisasi yang akan diimplementasikan.

4.4. Minggu ke-11: Pengembangan Fungsionalitas Dasar Dashboard RShiny

- Aktivitas Utama:
 - Memulai implementasi dashboard menggunakan RShiny.
 - Membangun struktur dasar aplikasi RShiny (UI.R dan Server.R).
 - Mengintegrasikan dataset yang telah dibersihkan ke dalam aplikasi.
 - Mengembangkan visualisasi awal untuk tab "Overview" dan "Emisi" (misalnya, grafik tren emisi total dan emisi per sektor).
 - Mengimplementasikan filter dasar (pemilihan tahun, sektor).
- Fokus: Membangun fondasi teknis dashboard dan fungsionalitas visualisasi inti.
- Hasil: Prototype dashboard RShiny dengan visualisasi dasar yang fungsional.

4.5. Minggu ke-12: Pengembangan Fitur Interaktif dan Analisis Lebih Lanjut

- Aktivitas Utama:
 - Menambahkan fitur interaktif yang lebih kompleks, seperti pemilihan provinsi, perbandingan antar sektor/tahun, dan *tooltip* informatif.

- Mengembangkan visualisasi untuk tab "Inferensi" yang menampilkan faktor-faktor penyumbang emisi.
- Integrasi peta interaktif untuk visualisasi distribusi spasial emisi GRK.
- Mulai menulis draf awal narasi dan inferensi untuk setiap visualisasi.
- Fokus: Meningkatkan interaktivitas dan kedalaman analisis pada dashboard.
- Hasil: Dashboard yang lebih interaktif dengan visualisasi spasial dan inferensi awal.

4.6. Minggu ke-13: Fokus Penuh pada Penyempurnaan Dashboard dan Penulisan Laporan

- Aktivitas Utama:
 - Penyempurnaan Visualisasi: Fine-tuning desain visual (warna, font, label, legenda) untuk memastikan estetika dan kejelasan. Optimasi performa visualisasi agar loading cepat.
 - Validasi Data & Logika: Membandingkan hasil visualisasi dengan data mentah dan memastikan logika penghitungan dalam dashboard sudah benar.
 - Penulisan Konten: Melengkapi narasi pada setiap tab, menuliskan deskripsi metadata, dan merumuskan bagian "Tentang Kami".
 - Uji Coba Pengguna (Internal): Melakukan uji coba internal untuk mengidentifikasi *bug*, masalah *usability*, dan area yang perlu diperbaiki.
 - Pertemuan Intensif: Melakukan 2-3 pertemuan dalam seminggu untuk diskusi mendalam, *troubleshooting*, dan koordinasi antara tim pengolahan data, pengembang dashboard, dan dokumentasi.
- Fokus: Memastikan dashboard berfungsi optimal, informatif, dan memiliki tampilan yang profesional, serta memulai penyusunan laporan akhir secara paralel.
- Hasil: Dashboard yang hampir final dengan visualisasi dan fungsionalitas yang solid, serta draf laporan yang signifikan.

4.7. Minggu ke-14: Finalisasi Total, Debugging Akhir, dan Penyelesaian Laporan

- Aktivitas Utama:
 - Debugging Akhir: Melakukan *stress test* dan *debugging* menyeluruh untuk menghilangkan *bug* minor atau *glitches* yang tersisa.

- Optimasi Kode: Mengoptimalkan kode RShiny untuk kinerja yang lebih baik dan efisiensi.
- Review Laporan Akhir: Mereview dan merevisi laporan secara komprehensif (Bab I-VIII), memastikan konsistensi, akurasi data, dan kelengkapan narasi.
- Pertemuan Intensif: Pertemuan terakhir untuk finalisasi dan sinkronisasi seluruh elemen proyek.
- Fokus: Memastikan produk akhir (dashboard dan laporan) siap untuk diserahkan atau dipresentasikan, bebas dari kesalahan, dan memenuhi semua tujuan proyek.
- Hasil: Dashboard interaktif final yang stabil dan fungsional, serta laporan akhir proyek yang lengkap dan terstruktur.

BAB V

CONTRIBUTION

5.1. Kontribusi Anggota Tim

Proyek ini dikerjakan dengan bekerja sama satu sama lain, tetapi memiliki tanggung jawab masing-masing. Berikut pembagian tanggung jawab masing-masing anggota dalam proyek ini.

1. Nur Naimah Ma'ruf

- **Peran utama :** Pengolahan Data, Visualisasi, dan Integrasi Dashboard
- **Rencana kontribusi:**
 - Membersihkan dan mempersiapkan dataset mentah yang diperoleh dari berbagai sumber resmi yang sesuai dengan kebutuhan analisis seperti BPS, Our World in Data, KLHK, Departemen Perhubungan.
 - Melakukan data wrangling untuk menggabungkan, merapikan, dan menstrukturkan data sesuai kebutuhan analisis.
 - Membuat grafik tren dan visualisasi interaktif (bar chart, line chart, dan peta choropleth).
 - Mengintegrasikan seluruh bagian analisis (Overview, Emisi Provinsi, Emisi Sektor, Inferensia, Metadata, Tentang Kami) menjadi satu dashboard RShiny yang utuh dan fungsional.
 - Menyusun *User Guide* (panduan pengguna) dalam bentuk PDF dan video narasi interaktif dalam dashboard.
 - Memastikan dashboard dapat berjalan dengan baik di server lokal maupun setelah deployment ke shinyapps.io.

2. Nuzul Athaillah

- **Peran utama :** Visualisasi, Pengembangan Antarmuka, dan Fitur Interaktif
- **Rencana kontribusi :**

- Membangun struktur antarmuka pengguna (*user interface*) yang intuitif dan responsif menggunakan framework RShiny.
- Mengembangkan fitur unduh data dan grafik jika memungkinkan (downloadHandler).
- Menyesuaikan tampilan visualisasi menggunakan custom CSS agar layout tampil modern dan profesional.
- Membantu pengembangan grafik interaktif, serta memastikan penggunaan warna dan elemen visual sesuai standar perubahan iklim.
- Berkolaborasi dalam pembuatan grafik sektor dan provinsi sesuai kebutuhan eksplorasi data pengguna.
- Menguji kegunaan visual (UX) dan memperbaiki tampilan dashboard agar nyaman digunakan oleh berbagai kalangan pengguna.

3. Rifa Fairuz

- **Peran utama :** Pengumpulan Data, Dokumentasi Proyek, dan Visualisasi
- **Rencana kontribusi:**
 - Melakukan pencarian dan pengumpulan data sekunder dari sumber-sumber kredibel seperti BPS, Our World in Data, KLHK, Departemen Perhubungan.
 - Membersihkan data dan mengidentifikasi nilai kosong, anomali, serta kesalahan penulisan sebelum digunakan dalam analisis.
 - Membangun beberapa visualisasi berdasarkan data yang telah dibersihkan.
 - Menyusun dokumentasi awal hingga akhir proyek, termasuk latar belakang, tujuan, metodologi, dan hasil.
 - Menulis laporan akhir proyek berdasarkan data analisis dan visualisasi yang dihasilkan tim.
 - Menyusun narasi dashboard untuk menjelaskan interpretasi visualisasi yang dibuat.

BAB VI

CONCLUSION

Proyek pembuatan dashboard interaktif berbasis RShiny ini dikembangkan sebagai upaya untuk menyediakan sistem eksplorasi dan analisis emisi gas rumah kaca (GRK) di Indonesia secara komprehensif, berdasarkan klasifikasi sektor dan distribusi spasial antar provinsi. Fokus utama dashboard adalah memvisualisasikan data historis dari tahun 2000 hingga 2023, termasuk tren emisi tahunan, kontribusi sektor penyumbang emisi, serta peta persebaran emisi di tingkat provinsi.

Selain penyajian deskriptif, dashboard ini juga dilengkapi dengan fitur analisis inferensia, yang mengkaji pengaruh emisi sektor-sektor tertentu terhadap perubahan suhu permukaan di Indonesia. Hal ini diharapkan dapat menjadi dasar awal untuk mendukung penyusunan kebijakan lingkungan yang berbasis data (*evidence-based policy*).

Proses pengembangan dashboard mencakup tahapan penting seperti pengumpulan dan pembersihan data dari sumber kredibel (KLHK, BPS, Our World in Data, dll.), integrasi berbagai jenis data (numerik, spasial, metadata), pembangunan sistem visualisasi interaktif, serta penyusunan dokumentasi panduan pengguna. Informasi disajikan dalam berbagai bentuk visual seperti grafik tren (time series), diagram batang, pie chart, peta choropleth interaktif, hingga output model regresi.

Hasil akhir proyek ini adalah dashboard interaktif yang tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu pembelajaran dalam konteks akademik, tetapi juga sebagai media eksplorasi dan analisis kebijakan iklim yang dapat digunakan oleh publik, peneliti, dan pemangku kebijakan untuk memahami kondisi emisi dan perubahan iklim di Indonesia secara menyeluruh.

BAB VII

HASIL

7.1. Hasil Visualisasi Dashboard

Dashboard interaktif berbasis RShiny yang dikembangkan dalam proyek ini telah berhasil menampilkan data emisi gas rumah kaca (GRK) dari lima sektor utama (Energi, IPPU, Kehutanan, Limbah, dan Pertanian) di Indonesia pada periode 2000–2023 secara interaktif dan informatif.

7.1.1. Tab Overview

Tab ini berfungsi sebagai halaman muka yang memberikan gambaran umum mengenai total emisi GRK dari ketiga sektor utama (listrik, transportasi, industri) di Indonesia dari tahun 2000 hingga 2023.

- Visualisasi Utama: Grafik garis (time-series) yang menunjukkan tren total emisi GRK (CO_2 , CH_4 , N_2O) secara kumulatif setiap tahun.
- Insight yang Disajikan: Pengguna dapat dengan cepat melihat peningkatan atau penurunan emisi secara keseluruhan, memberikan pemahaman awal tentang dinamika emisi GRK di Indonesia. Misalnya, terlihat jelas bahwa total emisi cenderung meningkat dari tahun ke tahun, mengindikasikan peningkatan aktivitas di sektor-sektor kunci.

7.1.2. Tab Emisi

Tab ini menyajikan data emisi yang lebih detail, memungkinkan pengguna untuk mengeksplorasi kontribusi masing-masing sektor dan jenis gas.

- Visualisasi Utama:
 - Grafik Batang Komparatif: Menampilkan perbandingan emisi GRK antar sektor (listrik, transportasi, industri) untuk tahun yang dipilih.

- Diagram Lingkaran (Pie Chart): Menunjukkan proporsi kontribusi masing-masing gas (CO_2 , CH_4 , N_2O) terhadap total emisi dalam sektor atau tahun tertentu.
- Peta Interaktif (Choropleth Map): Memvisualisasikan distribusi spasial emisi GRK per provinsi, dengan *tooltip* yang menampilkan nilai emisi spesifik saat kursor diarahkan.
- Insight yang Disajikan:
 - Pengguna dapat mengidentifikasi sektor mana yang menjadi penyumbang emisi terbesar setiap tahun. Contohnya, sektor listrik seringkali menunjukkan kontribusi dominan karena ketergantungan pada PLTU batu bara.
 - Dashboard juga memperlihatkan bahwa meskipun CO_2 adalah gas utama, emisi CH_4 dan N_2O juga memiliki kontribusi signifikan yang tidak boleh diabaikan, terutama di sektor seperti transportasi (dari pembakaran tidak sempurna) dan industri (dari proses kimia tertentu).
 - Peta interaktif menunjukkan provinsi-provinsi dengan konsentrasi emisi tertinggi, seringkali berkorelasi dengan pusat-pusat industri, kota besar, atau wilayah dengan banyak pembangkit listrik.

7.1.3. Tab Inferensia

Tab ini berfungsi untuk memberikan interpretasi dan analisis lebih mendalam terkait pola emisi yang terlihat dari data, serta faktor-faktor pendorongnya.

- Visualisasi Utama: Grafik gabungan atau teks naratif yang menjelaskan korelasi antara aktivitas sektor (misalnya, peningkatan jumlah kendaraan, konsumsi energi fosil, atau kapasitas pembangkit listrik) dengan tren emisi yang diamati.
- Insight yang Disajikan:
 - Pengguna mendapatkan pemahaman tentang "mengapa" terjadi peningkatan emisi. Misalnya, peningkatan emisi di sektor transportasi

dapat diinferensikan dari lonjakan jumlah kendaraan bermotor yang terdaftar.

- Dijelaskan pula bagaimana rendahnya efisiensi teknologi di beberapa pembangkit listrik atau industri tua turut memperparah emisi.
- Pentingnya emisi N₂O dan CH₄, yang seringkali terabaikan, ditekankan di sini dengan menjelaskan sumber-sumber utamanya.

7.1.4. Tab Metadata

Tab ini menyediakan informasi penting mengenai sumber data, periode waktu, dan metodologi yang digunakan dalam penghitungan atau pengolahan data emisi.

- Informasi yang Disajikan: Daftar sumber data (BPS, Our World in Data, KLHK, dll.), deskripsi singkat tentang variabel yang digunakan, dan asumsi kunci dalam proses analisis.
- Manfaat: Meningkatkan transparansi dan kredibilitas data yang disajikan, memungkinkan pengguna untuk memverifikasi atau memahami konteks data.

7.1.5. Tab Tentang Kami

Tab ini berisi informasi mengenai tim pengembang proyek, peran masing-masing anggota, dan tujuan utama dari pengembangan dashboard ini.

- Informasi yang Disajikan: Profil singkat anggota tim (Nur Naimah Ma'ruf: Pengolahan Data, Nuzul Athaillah: Pembuatan Dashboard RShiny, Rifa Fairuz: Pengumpulan Data, Dokumentasi, dan Laporan Akhir) dan visi di balik proyek.
- Manfaat: Memberikan konteks mengenai pihak yang bertanggung jawab atas pengembangan dan memperkuat akuntabilitas proyek.

7.2. Capaian dan Implikasi

Pengembangan dashboard ini telah mencapai beberapa capaian penting:

- Integrasi Data Komprehensif: Berhasil mengintegrasikan data emisi GRK dari berbagai sumber resmi dan sektor yang berbeda ke dalam satu platform yang mudah diakses.
- Visualisasi Interaktif: Menyediakan visualisasi data yang dinamis dan interaktif, memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan tampilan berdasarkan tahun, sektor, atau provinsi, sehingga mempermudah eksplorasi data.
- Identifikasi Tren dan Faktor Pendorong: Melalui dashboard, pola tren emisi GRK, kontribusi relatif setiap sektor, dan distribusi spasial emisi dapat diidentifikasi secara jelas, mendukung pemahaman tentang sumber-sumber emisi utama.
- Dukungan Pengambilan Keputusan: Dashboard ini menjadi alat bantu yang powerful bagi pemerintah, peneliti, dan pihak berkepentingan lainnya dalam merumuskan kebijakan mitigasi emisi yang berbasis bukti dan data yang akurat.
- Edukasi dan Peningkatan Kesadaran: Dengan tampilan yang mudah dipahami, dashboard ini berfungsi sebagai media edukasi yang efektif untuk meningkatkan literasi masyarakat terhadap isu emisi GRK dan urgensi penanganannya dalam menghadapi perubahan iklim.

Secara keseluruhan, dashboard ini adalah sebuah alat yang inovatif dan relevan dalam mendukung upaya Indonesia untuk mengatasi tantangan perubahan iklim melalui pemahaman yang lebih baik tentang emisi gas rumah kaca.

BAB VIII

REFERENSI

Badan Pusat Statistik (BPS). (2000-2019). Emisi Gas Rumah Kaca menurut Jenis Sektor (ribu ton CO₂e), 2000-2019. Diakses dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjA3MiMx/emisi-gas-rumah-kaca-menurut-jenis-sektor--ribu-ton-co2e---2000-2019.html>

Our World in Data. (2000-2023). Emisi Gas Rumah Kaca Per Capita Indonesia, 2000-2023. Diakses dari <https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-per-capita?time=2000..latest&country=~IDN>

Our World in Data. (2000-2023). Average Monthly Surface Temperature, 2000-2024. Diakses dari <https://ourworldindata.org/grapher/average-monthly-surface-temperature>

Our World in Data. (2000-2023). Per Capita Greenhouse Gas Emissions, 2000-2023. Diakses dari <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>

Our World in Data. (2000-2023). Greenhouse Gas Emissions, 2000-2023. Diakses dari <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2000-2023). Konsumsi Energi Bahan Bakar Fosil. Diakses dari <https://signsmart.menlhk.go.id/v2.1/app/>

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). (2000-2024). Anomali Suhu Udara Rata-Rata Tahun 2024. Diakses dari <https://www.bmkg.go.id/iklim/anomali-suhu-udara-rata-rata-tahun-2024>

Our World in Data. (n.d.). Indonesia Country Profile GRK (CO₂). Diakses dari <https://ourworldindata.org/co2/country/indonesia#>