

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.3 Konversi Pemanfaatan Lahan

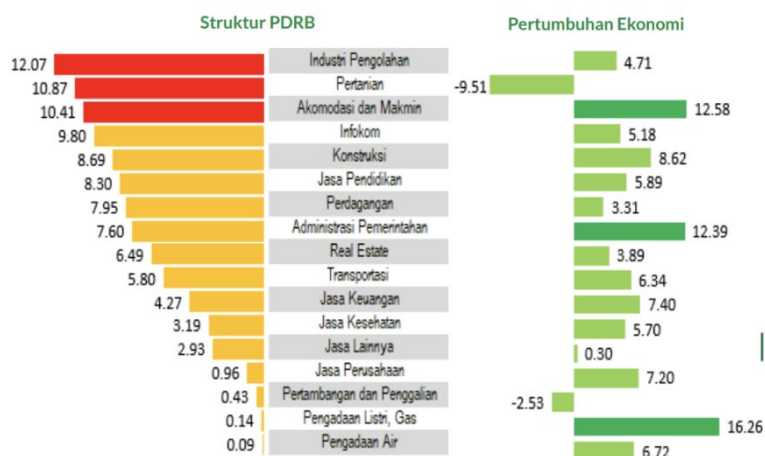
Menurut *Environmental Protection Agency* (EPA) penggunaan lahan adalah pemanfaatan lahan oleh manusia baik dalam kegiatan ekonomi atau budaya dengan kata lain seperti pertanian, perumahan, industri, pertambangan, dan tempat rekreasi. Dengan adanya perubahan penggunaan lahan tersebut dapat memberikan efek terhadap berbagai faktor, seperti kualitas udara dan air, iklim, hingga kesehatan manusia. Perubahan penggunaan lahan tidak dapat dihindari dalam suatu proses pelaksanaan pembangunan wilayah. Perubahan tersebut terjadi karena adanya keperluan untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang semakin meningkat terhadap penggunaan tanah (Rosnila, 2004).

2.4 Konversi Lahan

Konversi lahan atau alih fungsi lahan merupakan perubahan sektor lahan sebagian atau seluruh fungsi lahan dari fungsi semula menjadi fungsi yang lain dan memengaruhi lingkungan dan potensi lahan itu sendiri, hal ini merupakan bentuk aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhannya terkait dengan zaman dan populasi (PUPR Ngawi, 2022). Pada penelitian yang dilakukan di tahun 2011-2015 didapatkan bahwa perubahan penggunaan lahan memiliki pola *Complete Spatial Randomness*, yang dimana perubahan lahan yang terjadi dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) yang telah dikeluarkan tidak sesuai (Rumetna dkk., 2017). Berikut faktor-faktor yang berkontribusi dalam perubahan fungsi lahan, antara lain:

2.4.1 Aktivitas Ekonomi

Kegiatan ekonomi mencakup penggunaan sumber daya yang terbatas untuk memenuhi kebutuhan manusia yang tidak terbatas (Case dkk., 2007). Kegiatan ekonomi diklasifikasikan berdasarkan sektornya, antara lain sektor pertanian, sektor industri, sektor jasa, sektor konstruksi, sektor perdagangan, sektor keuangan, dan sektor transportasi (Mankiw, 2010).



Gambar 2. 1 Pertumbuhan PDRB Provinsi D.I. Yogyakarta tahun 2024

Sumber: BPS Provinsi DIY, 2024

Menurut BPS Provinsi DIY (2024), pada triwulan I tahun 2024 terlihat bahwa adanya pertumbuhan ekonomi dari masing-masing lapangan usaha. Pertumbuhan dari triwulan I tahun 2023 tertinggi berada pada sektor akomodasi, administrasi pemerintahan, dan pengadaan listrik gas yang masing-masingnya tumbuh diatas 12%.

2.4.2 Intensitas Energi

Salah satu ukuran yang dapat digunakan untuk mengukur efisiensi penggunaan energi sebuah negara adalah intensitas energinya, yang diukur sebagai jumlah energi yang dikonsumsi per Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)¹. Angka intensitas yang lebih rendah menunjukkan bahwa penggunaan energi sebuah negara lebih efisien. Dengan meningkatnya pemanfaatan dan penyediaan energi, maka emisi CO₂ atau emisi GRK juga akan meningkat (Kementerian ESDM, 2016).

2.4.3 Pertumbuhan Penduduk

Menurut BAPPENAS, pertumbuhan penduduk merupakan persentase perubahan jumlah penduduk di suatu wilayah pada waktu tertentu dibandingkan dengan jumlah penduduk pada waktu sebelumnya. Pada sebuah penelitian mengatakan bahwa peningkatan penduduk

¹ Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan jumlah nilai tambah bruto dari lapangan usaha terkait aktivitas produksinya disuatu wilayah dalam waktu tertentu (BPS DIY, 2024).

dipengaruhi oleh proporsi jumlah penduduk, penambahan penduduk, jarak tiap kelurahan dengan pusat sarana, dan penduduk pendatang (Suharyadi & Hardoyo, 2011).

Pada penelitian yang telah dilakukan dengan kaitannya pertumbuhan penduduk terhadap pertumbuhan ekonomi di Provinsi Yogyakarta, menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk memengaruhi pertumbuhan perkapita. Dilihat pada jumlah angkatan kerja, peningkatan penduduk akan memperluas peluang kerja dan menghasilkan pertumbuhan ekonomi yang cepat (Ananda, 2020).

2.5 Gas Rumah Kaca

Dikutip dari NASA, efek rumah kaca merupakan sebuah proses terperangkapnya panas di dekat permukaan bumi oleh zat-zat yang dikenal sebagai gas rumah kaca (GRK). Menurut Environmental Protection Agency (EPA), gas rumah kaca merupakan gas yang memerangkap panas di atmosfer yang mencakup karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitrogen oksida (N_2O), gas berfluorinasi, serta ozon dan uap air. Emisi gas rumah kaca (GRK) merupakan kontributor signifikan terhadap pemanasan global dan perubahan iklim, dengan sistem pangan sendiri bertanggung jawab atas sekitar sepertiga emisi antropogenik.

Sejak awal abad ke-21 hingga tahun 2019, emisi gas rumah kaca (GRK) global telah mengalami tren peningkatan terutama karena peningkatan emisi dari Tiongkok dan negara-negara berkembang lainnya. Akibatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer meningkat secara substantial sehingga meningkatkan efek rumah kaca alami, yang dapat berdampak negatif terhadap kehidupan di bumi (Emissions Database for Global Atmospheric Research, 2023). Dikutip dari *Air Company*, terdapat lima jenis gas rumah kaca, antara lain:

- Karbon Dioksida (CO_2)
Sumber utama dari CO_2 yaitu bahan bakar fosil, penggundulan hutan, dan perubahan tata guna lahan.
- Metana (CH_4)
Gas ini berasal dari produksi dan transportasi gas alam, minyak, batu bara, peternakan di sektor pertanian, dan sumber alami seperti lahan basah.
- Dinitrogen Oksida (N_2O)
Sumber utamanya berasal dari penggunaan pupuk sintesis dan proses industri seperti produksi asam nitrat.

- Ozon (O_3)

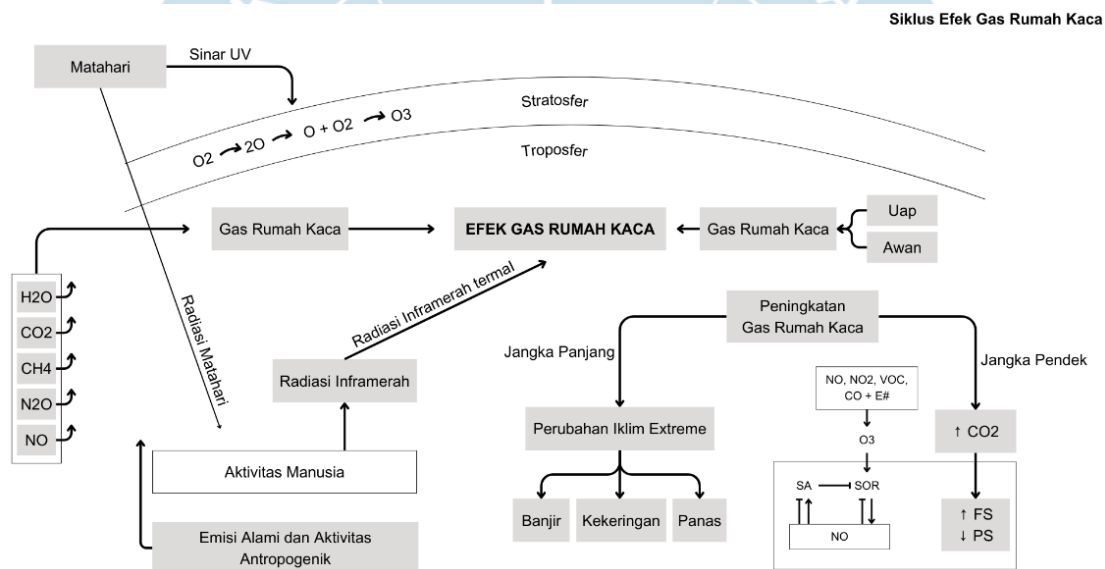
Ozon terbentuk dari aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil yang bereaksi dengan sinar matahari dan gas-gas lainnya di atmosfer.

- Uap Air

Pemanasan global yang disebabkan oleh manusia dapat menyebabkan peningkatan penguapan dan kadar uap air yang lebih tinggi di atmosfer, sehingga memperkuat efek pemanasan.

(Air Company, 2023).

Untuk dapat melihat bagaimana proses efek gas rumah kaca dan dampaknya, dapat terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Skema Gas Rumah Kaca dan Dampaknya pada Tanaman

Sumber: Digambar ulang berdasarkan Casia, 2018

Skema GRK yang tertera pada gambar 2.2 menunjukkan proses terjadinya efek rumah kaca, yaitu:

- Efek GRK terjadi pada lapisan troposfer bumi.
- GRK mencakup gas H_2O , CO_2 , CH_4 , N_2O , dan NO , serta uap dan awan, mereka berasal dari emisi alami dan antropogenik atau aktivitas manusia.
- Efek peningkatan GRK terbagi menjadi dua, pertama adalah efek peningkatan jangka panjang yang mengakibatkan perubahan iklim yang ekstrem (seperti banjir, kekeringan,

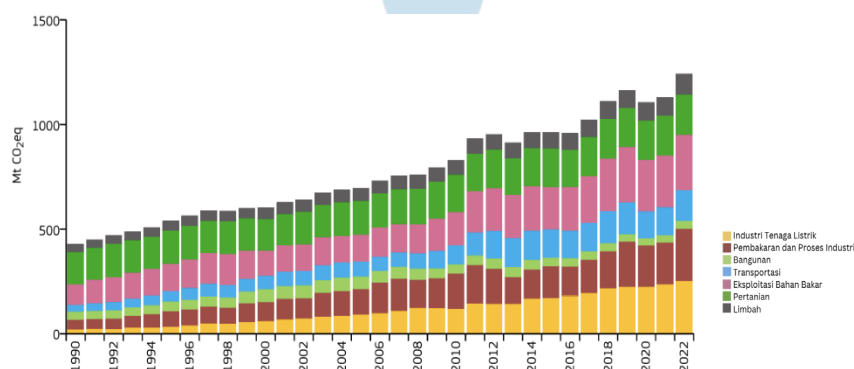
dan panas) serta menyebabkan pembentukan Spesies Oksigen Reaktif (SOR) dan Stres Oksidatif (SO) pada tanaman. Lalu untuk mengurangi SO, Nitric Oxide (NO) berperan dalam membantu menghilangkan ROS dan mengatur SA. Kedua, efek jangka pendek yang terjadi yaitu peningkatan CO₂ yang mengaktifkan fotosintesis (FS) dan menghambat Pembukaan Stomata (PS).

- Terdapat reaksi antara GRK dan Senyawa Organik Volatil (VOC), dimana Ozon Troposfer (O₃) dibentuk oleh reaksi GRK dan VOC dihadapan sinar matahari (E#). Meskipun O₃ berbahaya bagi kehidupan, O₃ berguna karena menyaring radiasi UV-B yang berbahaya.

Di Indonesia, total emisi GRK yang tercatat pada tahun 2018-2022 mengalami tren peningkatan, dimana pada tahun 2022, total emisi GRK di Indonesia mencapai 1.008.178 Gg CO₂eq, hal ini disebabkan oleh kuantitas emisi gas CO₂ dan CH₄ yang meningkat (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024).

2.6 Kondisi Emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia

Berdasarkan *JRC Science for Policy Report: GHG Emissions of All World Countries 2023* yang dikeluarkan oleh *European Union*, pada tahun 2022 total emisi GRK di Indonesia mencapai 1240.833 Mt CO₂eq dengan emisi GRK perkapita yaitu 4.473 t CO₂eq/cap/yr. Jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya, terjadi kenaikan yang cukup besar jika dibandingkan dari kenaikan tahun 2020-2021. Gas yang disumbangkan antara lain gas CO₂ sebesar 55.8%, CH₄ sebesar 36.5%, gas N₂O sebesar 6.4%, dan gas fluktuasi sebesar 1.3% (European Emission, 2022).



Gambar 2. 3 Gas rumah Kaca di Indonesia tahun 2022

Sumber: European Commission, 2024

2.7 Peran Urban Spasial dan Kadar CO₂ dalam Perencanaan Kota

Hubungan antara jumlah populasi perkotaan dan jumlah beban emisi karbon yang dihasilkan perkotaan menunjukkan bahwa dengan semakin banyak yang tinggal diperkotaan, maka beban emisi akan meningkat. Sehingga diperlukan untuk mengontrol populasi perkotaan dan memperluas perkotaan (Xia dkk., 2019). Perluasan wilayah berarti meningkatnya infrastruktur transportasi, produksi, dan aktivitas kehidupan lainnya yang membutuhkan energi dan penggunaan energi tersebut menghasilkan emisi karbon dioksida perluasan wilayah perkotaan meningkatkan sumber karbon dan mengurangi serapan karbon, hal ini mengarahkan pada meningkatnya emisi CO₂. Dalam perencanaan perkotaan, perluasan lahan perkotaan harus menjadi bahan pertimbangan secara menyeluruh, karena bentuk perkotaan berpotensi untuk mendorong pembangunan berkelanjutan dan mengurangi emisi CO₂ (Hong dkk., 2022).

Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan DIY, penyebaran emisi ditunjukkan pada Gambar. Sektor pertanian dan sektor energi menjadi penyumbang rata-rata di Yogyakarta. Namun, data dibawah masih bersifat terbatas. Terdapat data yang tidak tersedia baik untuk beberapa komponen ataupun untuk tahun sebelumnya. Beberapa faktor yang melatarbelakangi ketidakterersediaan data, seperti perhitungan atau analisis yang belum pernah dilakukan dan perhitungan yang baru dimulai pada tahun tertentu, sehingga pada tahun bawahnya tidak tersedia.

2.8 SDGs 2030

Berdasarkan Peta Jalan *Sustainable Development Goals* (SDGs) di Indonesia menuju 2030, terdapat beberapa indikator yang berisikan tujuan dan target dalam tantangan pembangunan di Indonesia, salah satunya indikator 13 yaitu Penanganan Perubahan Iklim. Tujuan dari SDGs 13 ini yaitu mengambil tindakan untuk memerangi perubahan iklim dan dampaknya. Pada tahun 2030, kontribusi utama emisi gas rumah kaca dihasilkan dari bahan bakar fosil, deforestasi, dan alih fungsi lahan (Bappenas, 2019). Pada tahun 2022, Indonesia berada di posisi ke sebagai penghasil emisi Gas Rumah Kaca tertinggi di dunia yang dimana mengalami peningkatan yang signifikan sebesar 10% dari tahun 2021 (JRC Science for Policy Report, 2023). Indikator SDGs 2030 terkait dengan penelitian ini berkaitan dengan beberapa targetnya, antara lain:

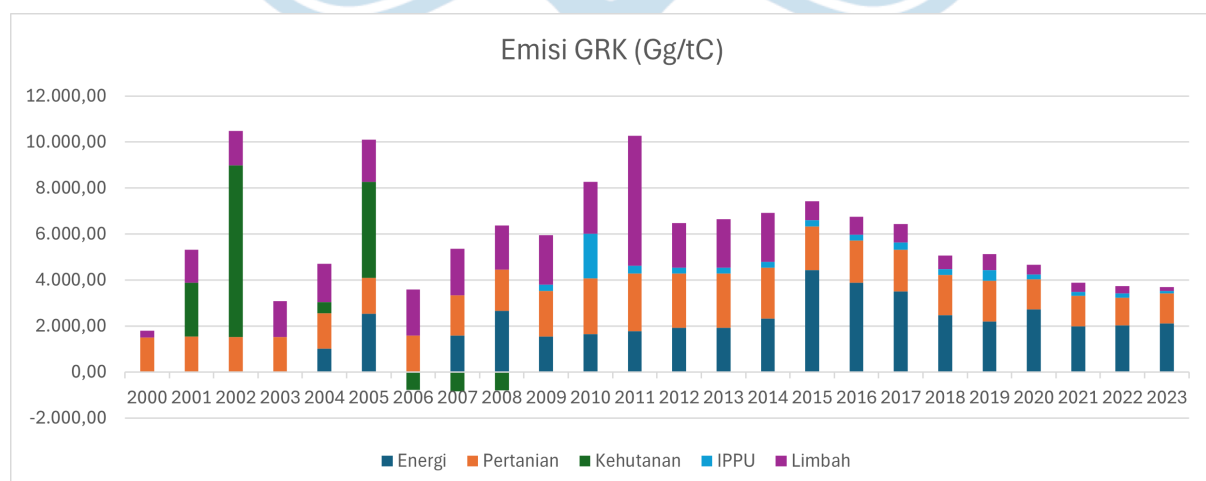
- Target 13.2: Meningkatkan kapasitas adaptasi terhadap perubahan iklim, cara termasuk pengurangan dampak, pengadaptasian dampak dan resistensi terhadap perubahan iklim.

- Target 15.3: Menciptakan masyarakat yang berdaya, mengatasi degradasi lahan dan henti berakhirnya kerusakan lahan.
- Target 15.4: Melindungi dan memulihkan ekosistem dan mempromosikan pengelolaan hutan yang berkelanjutan, penghutan sejuik, pembangunan lahan dan lahan yang menghijau.
- Target 11.6: Mengurangi dampak negatif per lingkungan, termasuk dengan memberdayakan dan mengatasi pembangunan, dalam mengelola risiko bencana, dan melakukan pengurangan risiko bencana.

Penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang bagaimana perubahan penggunaan lahan di Provinsi D.I. Yogyakarta dapat mempengaruhi emisi karbon. Dengan memahami dampaknya, dapat dirancang kebijakan dan strategi untuk mengurangi emisi tersebut, yang pada gilirannya mendukung pencapaian berbagai target SDGs terkait perubahan iklim, konservasi lahan, dan keberlanjutan perkotaan.

2.9 Kondisi Emisi Karbon di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) DIY, penyebaran emisi ditunjukkan pada Gambar 2.4, sektor pertanian dan sektor energi menjadi penyumbang rata-rata di Provinsi D.I. Yogyakarta. Namun, data dibawah masih bersifat terbatas.

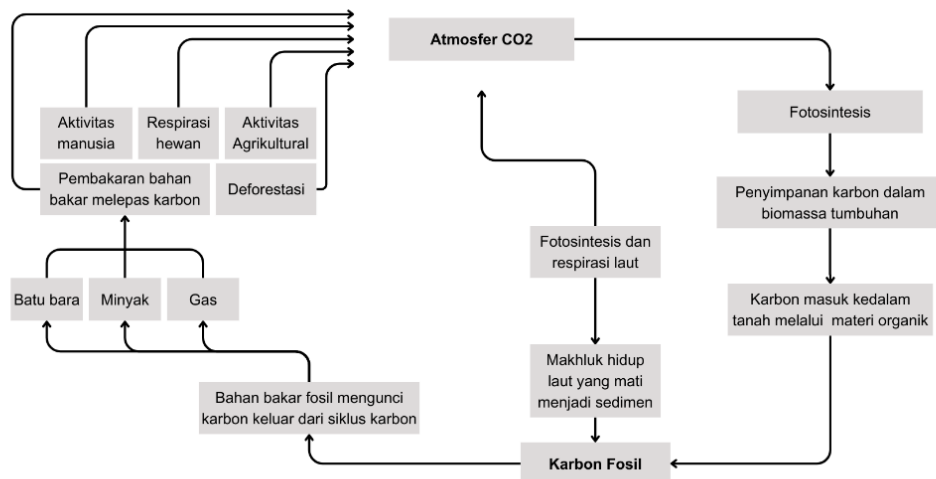


Gambar 2. 4 Gas Rumah Kaca di Provinsi D.I. Yogyakarta

Sumber: Digambar ulang berdasarkan DLHK DIY, 2024

2.10 Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), emisi merupakan pemancaran cahaya, panas, atau elektron dari suatu permukaan benda padat atau cair, sedangkan emisi karbon yaitu hasil pembakaran senyawa yang mengandung karbon, seperti bahan bakar fosil, dan menghasilkan gas. Sedangkan, berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, emisi karbon adalah emisi GRK berupa karbon dioksida dan GRK lainnya yang dapat dikonversi sebagai karbon dioksida ekuivalen (CO₂e). Emisi karbon dioksida berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dan pembuatan semen, yang mencakup konsumsi bahan bakar padat, cair, bahan bakar gas, serta pembakaran gas (European Union). Emisi karbon juga berarti pelepasan karbon ke atmosfer, umumnya GRK dihitung dalam ekuivalen karbon dioksida dan sering disebut “emisi karbon” (Castanho, 2021).



Gambar 2. 5 Siklus Karbon Dioxide di Atmosfer

Sumber: Digambar ulang berdasarkan Sheha, 2019

Dikutip dari *Our World in Data* terkait dengan emisi gas rumah kaca berdasarkan sektor. Emisi gas rumah kaca terbentuk dari berbagai sektor pada masing-masing jenis gas. Untuk dapat mengembangkan solusi dan strategi mitigasi emisi yang ada pada suatu wilayah secara efektif, perlu untuk mengetahui sumber penyumbang emisi tersebut. Untuk emisi karbondioksida (CO₂), sektor penyumbang emisi antara lain:

- a. **Listrik dan Panas:** Produsen kegiatan utama listrik dan panas seperti pembangkit listrik.
- b. **Transportasi:** Penggunaan bahan bakar pada kendaraan.
- c. **Manufaktur dan Konstruksi:** Konsumsi bahan bakar pada manufaktur dan konstruksi.
- d. **Bangunan:** Berasal dari perumahan dan komersial.
- e. **Industri:** Manufaktur.
- f. **Perubahan Penggunaan Lahan dan Hutan:** Seperti lahan hutan yang berubah menjadi lahan pertanian dan padang rumput.
- g. **Penerbangan dan Pengiriman:** Bunker kelautan dan penerbangan domestik.
- h. **Pembakaran Bahan Bakar Lainnya:** Emisi yang berasal dari aktivitas pertanian, kehutanan, perikanan, dan konsumsi bahan bakar lainnya.
- i. **Fugitive Emissions:** Emisi yang tidak terperangkap oleh sistem penangkapan yang sering kali disebabkan oleh kebocoran peralatan, proses penguapan, dan gangguan akibat angin (EEA, 2024).

2.11 Perhitungan Emisi Karbon

Tanpa banyak disadari, krisis iklim disebabkan oleh aktivitas manusia yang menghasilkan GRK. Untuk mengurangi krisis iklim, perhitungan emisi perlu dilakukan untuk mengetahui dan memahami berapa banyak emisi yang perlu dikurangi (WRI Indonesia, 2022). Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2019 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi dan Mitigasi Gas Rumah Kaca Bidang Energi, Inventarisasi Gas Rumah Kaca merupakan proses berkala untuk mendapatkan data dan informasi terkait perubahan emisi GRK dari berbagai sumber emisi, penyerapan, serta simpanan karbon. Secara total, satuan dari emisi GRK yaitu CO₂eq, yang merupakan penyetaraan dari beberapa macam gas menjadi setara dengan gas karbondioksida (CO₂).

2.12 Estimasi Emisi Antropogenik Nasional

Dalam membantu mendefinisikan emisi GRK, *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) mengeluarkan pedoman yang lebih dikenal dengan “*2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*”. IPCC sendiri merupakan badan yang berada dibawah

PBB dan dibentuk oleh *World Metereological Organization* (WMO) dan *United Nations Environment Programme* (UNEP) pada tahun 1988. Tujuan pendiriannya yaitu untuk meninjau perubahan iklim, dampak, dan potensi bahayanya, serta strategi adaptasi dan mitigasi bagi pembuat kebijakan (IPCC, 2024).

Pedoman IPCC 2006 menyediakan metodologi estimasi emisi antropogenik nasional serta upaya penghilangan GRK. Emisi antropogenik merupakan emisi dan serapan GRK yang dihasilkan dari aktivitas manusia. Estimasi ini diklasifikasikan dalam empat sektor utama, yaitu sektor energi; sektor proses industri dan penggunaan produk (IPPU); pertanian, kehutanan, dan penggunaan lahan lainnya (AFOLU); dan limbah. Setiap sektor masih terdiri dari beberapa kategori yang dimana inventarisasi akan dilakukan dalam tingkat kategori untuk dapat mengestimasi secara tepat. (Eggleston dkk., 2008).

Pedoman IPCC telah diterapkan dalam perhitungan emisi atau inventarisasi daerah di Indonesia. Hal ini juga menjadi referensi pada Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional yang dirilis oleh Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2012. Emisi karbondioksida (CO₂) tidak dihasilkan oleh semua kategori, penghasil gas CO₂ antara lain sebagai berikut:

a. Transportasi

Sektor transportasi termasuk kedalam emisi dari pembakaran bahan bakar dari sumber bergerak yang mencakup kendaraan pribadi, kendaraan niaga, dan sepeda motor. Di Yogyakarta, populasi terus meningkat, begitu pula dengan kebutuhan dan aktivitas masyarakat. Hal ini menjadi salah satu faktor pemicu kenaikan jumlah kendaraan dan aktivitas penggunaan transportasi. Sumber emisi dari aktivitas transportasi merupakan konsumsi dari bahan bakar yang digunakan (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012a). Untuk mengestimasi emisi yang dihasilkan dari sektor transportasi, perhitungan menggunakan Tier 1 dan Tier 2. Dengan faktor emisi *default* IPCC:

Tabel 2. 1 Faktor Emisi Transportasi

Faktor Emisi (FE) Transportasi	
Fuel Type	Default (kg/TJ)
Motor Gasoline	69.300
Gas/Diesel Oil	74.100
Liquified Petroleum Gases	63.100

Kerosene	71.900
Compressed Natural	56.100
Liquefied Natural Gas	56.100

Sumber: Buku II Volume 1 – Pengadaan dan Penggunaan Energi

Untuk mengkonversi konsumsi bahan bakar, digunakan faktor konversi yang telah sesuai dengan standar yang telah ada, yaitu untuk bahan bakar gasoline 0,0330 GJ/l dan bahan bakar gasoil yaitu 0,03660 GJ/l.

b. Industri

Dalam kegiatan industri, penghasil emisi terbagi dari dua sumber, yaitu sektor energi dan sektor IPPU, sebagaimana penjelasan tersebut dibawah ini:

- **Energi**

Penggunaan energi dalam aktivitas industri, dimana aktivitas yang intensif dan pemakaian bahan bakar yang beragam menjadi faktor meningkatnya emisi yang dihasilkan. Konsumsi energi pada industri sedang dan besar berasal dari bahan bakar bensin, solar, minyak tanah, batubara, dan LPG. Sebelum melakukan perhitungan data aktivitas dan faktor emisi, diperlukan konversi untuk nilai konsumsi berdasarkan table 2.2.

Tabel 2. 2 Nilai Konversi Beban Emisi Bahan Bakar Industri

Jenis Bahan Bakar	Berat Jenis (kg/l)	NCV	Faktor Emisi (g/GJ)
Bensin	0,711	0,033	69.300
Solar	0,832	0,038	74.100
Minyak Tanah	0,8201	0,0431	71.900
Batu Bara	-	18,9	97.500
LPG	-	47,3	63.100

Sumber: KLH, 2012

- **IPPU**

Sumber utama emisi yaitu pembuangan dari aktivitas industri yang mengubah bahan secara kimia atau fisik. Beban emisi GRK dari kegiatan IPPU (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012b), antara lain:

- Emisi GRK yang terjadi selama proses/reaksi kimia di industri.

- Penggunaan gas-gas kategori GRK di dalam produk.
- Penggunaan karbon bahan bakar fosil untuk kegiatan (non-energi), yaitu bukan untuk penyediaan energi namun untuk kegiatan produksi.

Terdapat beragam jenis industri yang berpotensi menghasilkan emisi IPPU. Di Yogyakarta, pada inventarisasi yang telah dilaksanakan di Kota Yogyakarta, diketahui bahwa kondisi data terbatas. Dimana data yang dapat diolah hanya data penggunaan pelumas (Dinas Lingkungan Hidup, 2017). Dalam inventarisasi, penting untuk mengkonversi satuan volume cair (l) menjadi berat (kg atau ton), kebutuhan nilai konversi tertera pada table.

Tabel 2. 3 FE dan NCV Beban Emisi Pelumas

Beban Emisi	NCV (GJ/ton)	Kandungan karbon (kg/GJ)	Faktor ODU	Rasio massa CO ₂ /C
Pelumas	40,2	20	0,2	44/12

Sumber: KLH, 2012

c. Rumah Tangga, Komersial, dan lainnya

Energi listrik merupakan sumber energi yang digunakan oleh berbagai sektor kegiatan, yaitu rumah tangga, pemerintah, industri, sosial, usaha dan hotel, serta penerangan jalan.

Tabel 2. 4 FE dan NCV Beban Emisi Penggunaan Listrik

Kegiatan	Faktor Emisi (tonCO ₂ /MWh)
Penggunaan Listrik	0,903

Sumber: KLH, 2012

d. Pertanian

Emisi yang dihasilkan berasal dari penggunaan pupuk urea. Hal ini bisa dilihat dari data aktivitas luas tanam atau dosis penggunaan pupuk pertanian. Kegiatan pertanian melepaskan CO₂, dimana adanya air dan enzim urease memungkinkan konversi urea (CO(NH₂)₂) menjadi ammonium (NH₄), ion hidroksil (OH⁻), dan ion bikarbonat (HCO₃⁻). Hal ini menyerupai reaksi tanah terhadap penambahan kapur, bikarbonat yang terbentuk kemudian berubah menjadi CO₂ (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012c).

Dengan ketersediaan data penggunaan pupuk urea yang terbatas, perhitungannya dapat memanfaatkan data luas tanam dan dosis anjuran berdasarkan standar yang telah tersedia. Untuk di Indonesia, standar dosis anjuran penggunaan pupuk urea tertera pada table 2.5.

Tabel 2. 5 Doses Anjuran Pupuk Urea pada Komoditas Pertanian

No.	Jenis Tanaman	Dosis N (kg/ha)	Urea (kg/ha)
A	TANAMAN PANGAN		
1	Padi	113	250
2	Jagung	158	350
3	Kedelai	25	56
4	Kacang Tanah	25	56
5	Kacang Hijau	25	56
6	Ubi Kayu	68	150
7	Ubi Jalar	68	150
B	TANAMAN HORTIKULTURA		
1	Buah-buahan	72	160
2	Sayur-sayuran	100	222
3	Hias	42	93
4	Biofarmaka	200	444
C	TANAMAN PERKEBUNAN		
1	Karet	135	300
2	Kelapa	90	200
3	Kelapa Sawit	113	250
4	Kopi	158	350
5	The	90	200
6	Kakao	200	444
7	Tebu	158	351
8	Tembakau	90	200
9	Kapas	45	100

Sumber: Pawitan, 2009

Untuk faktor emisi urea, penggunaan standar mengikuti pada pedoman IPCC yang tertera pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Faktor Emisi Pupuk Urea

Jenis	Faktor Emisi
Pupuk Urea	0,20

Sumber: IPCC, 2006

Faktor Emisi diatas merupakan standar umum yang digunakan dan diterapkan pada inventarisasi emisi gas rumah kaca di Indonesia.

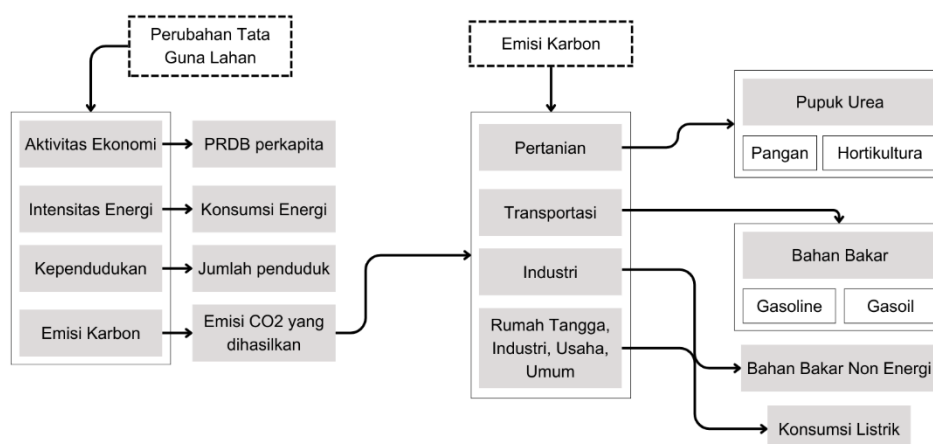
Dalam penelitian ini, berbagai elemen-elemen penelitan yang digunakan sebagaimana terlihat pada tabel 2.7 dan gambar 2.1.

Tabel 2. 7 Elemen Penelitian

No.	Variabel	Parameter	Indikator
1	Perubahan Tata Guna Lahan	Aktivitas Ekonomi	Pendapatan perkapita Provinsi Yogyakarta
		Intensitas Energi	Konsumsi energi
		Penduduk	Jumlah penduduk
		Emisi Karbon	Total emisi karbon yang dihasilkan pertahun
2.	Emisi Karbon	Pertanian	Pemakaian Pupuk Urea
		Transportasi	Penggunaan Bahan Bakar
		Indusrti	Penggunaan Bahan Bakar
		Rumah Tangga, Umum, Usaha	Konsumsi Listrik

Sumber: Analisa Penulis, 2024

Pada tabel diatas, terdapat 2 variabel penelitian, pertama perubahan tata guna lahan yang akan mengukur aktivitas ekonomi, intensitas energi, kependudukan dan emisi karbon, serta variabel kedua yaitu emisi karbon dengan parameter penelitiannya sektor pertanian, transportasi, industri dan rumah tangga, umum dan usaha.



Gambar 2. 6 Elemen Penelitian

Sumber: Analisis Penulis, 2024

Grafik 2.6 menunjukkan keterikatan masing-masing variabel dengan parameternya serta menunjukkan indikatornya.

2.13 Tinjauan Lokasi

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

1. Area Penelitian

Penelitian ini mengambil wilayah objek penelitian di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang dimana setiap tahunnya memiliki peningkatan angka penduduk yang disebabkan salah satunya oleh urbanisasi yang juga mengarahkan kepada perubahan tata guna lahan untuk memenuhi kebutuhan aktivitas mereka. Provinsi D.I. Yogyakarta memiliki luas 0,17% dari luas Indonesia yaitu 3.133,15 km/1.860.359,67 km, letaknya berada di bagian selatan Pulau Jawa. D.I. Yogyakarta memiliki lima wilayah administratif, yaitu Kabupaten Kulon Progo, Kabupaten Bantul, Kabupaten Gunung Kidul, Kabupaten Sleman, dan Kota Yogyakarta (Badan Pusat Statistik, 2024).



Gambar 2. 7 Peta Administrasi Provinsi D.I. Yogyakarta Tahun 2022

Sumber: BAPPEDA, 2024

Kabupaten Sleman sebagai wilayah hulu Kota Yogyakarta dan merupakan wilayah aglomerasi perkotaan. Wilayah aglomerasinya mencakup Kecamatan Depok, Gamping, sebagian wilayah Kecamatan Ngaglik dan Mlati. Menurut UU No.2 Tahun 2024, kawasan aglomerasi merupakan kawasan yang saling memiliki keterkaitan fungsional yang dihubungkan dengan sistem jaringan prasarana wilayah yang terintegrasi sekalipun berbeda dari sisi administratif sebagai satu pusat pertumbuhan ekonomi sosial nasional berskala nasional.

a) Kependudukan

Di Provinsi D.I. Yogyakarta, kependudukannya terus meningkat, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Demografi Provinsi D.I.Yogyakarta

Kabupaten/Kota	Populasi (ribu)		Laju Pertumbuhan Penduduk (%)	Kepadatan Penduduk (km ²)	
	2020	2023	2020-2023	2020	2023
Kulon Progo	436.395	443.053	1,75	744	755,70
Bantul	985.770	1.009.434	2,75	1.945	1.992
Gunungkidul	747.161	751.011	0,59	503	506
Sleman	1.125.804	1.157.292	3,20	1.959	2.013
Kota Yogyakarta	373.589	375.699	0,65	11.495	11.560
D.I. Yogyakarta	3.668.719	3.736.489	2,11	1.152	1.173

Sumber: BPS, 2024 Data diolah

Dari data diatas, didapatkan bahwa adanya kenaikan pada angka populasi sebesar 67.770 ribu penduduk; 2,11% pada laju pertumbuhan penduduk; dan 21 km² kenaikan di angka kepadatan penduduk dalam jangka waktu 3 tahun. Berbagai faktor menjadi salah satu penyebab kenaikan angka tersebut seperti meningkatnya laju pertumbuhan di suatu wilayah yang merupakan sebuah awal proses dari adanya urbanisasi. Proses urbanisasi berkaitan dengan proses pertumbuhan penduduk pada kawasan tertentu (Sato & Yamamoto, 2005).

b) Perekonomian

Menurut data stastistik BPS, terdapat tiga sektor utama yang mendukung pertumbuhan ekonomi di Provinsi D.I. Yogyakarta, yaitu Jasa Keuangan dan Asuransi yang berkontribusi sebesar 10,29%, diikuti dengan Transportasi dan Pergudangan sebesar 10,27%, dan terakhir Jasa Perusahaan sebesar 8,28%. Angka PDRB atas harga konstan di tahun 2023 sebesar

118.626,84 miliar rupiah, sebagaimana distribusi pada kabupaten dan kota dapat terlihat di Tabel 2.9.

Tabel 2. 9 PDRB Provinsi D.I. Yogyakarta Tahun 2023

Kabupaten/Kota	PDRB (miliar rupiah)	PDRB perkapita (ribu rupiah)	Laju Pertumbuhan (%)
Kulon Progo	9.951,95	22.462	5,09
Bantul	21.861,77	21.657	4,16
Gunungkidul	15.749,22	20.971	4,85
Sleman	39.508,68	34.139	4,05
Kota Yogyakarta	31.378,80	83.521	5,03
D.I. Yogyakarta	118.626,84	182.750	4,63

Sumber: BPS, 2024

Pada tabel diatas, dikatakan bahwa laju pertumbuhan PDRB Provinsi D.I. Yogyakarta Tahun 2023 sebesar 4,63%. Kota Yogyakarta memiliki angka PDRB perkapita tertinggi yaitu sebesar 83.521 ribu rupiah yang kemudian diikuti oleh Kabupaten Sleman sebesar 34.139 ribu rupiah, Kabupaten kulon Progo, Kabupaten Bantul, dan Kabupaten Gunungkidul.