

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca atau “GRK” ialah gas yang seyogyanya terdapat pada atmosfer, baik secara alami dengan penyerapannya infra merah sebagian radiasinya dengan pemancaran dan matahari lalu dengan atmosfernya serta mengakibatkan “Efek Rumah Kaca”. Kegiatan-kegiatan manusia secara tidak langsung juga ikut dalam meningkatkan nilai GRK. Gas buang yang berasal pembangkitnya, dengan pemakaian pupuk, dan beberapa hal lainnya (Ikkatai et al., 2008).

Efek rumah kaca memberikan akibat yaitu dengan dapat menyebabkan peningkatan suhunya, sehingga memberikan dampak berupa perubahan iklim secara mendunia, dengan acuan disebabkan karena peningkatan jumlahnya. Melalui Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca Dalam Pembangunan Nasional, Pemerintah Indonesia memiliki kebijakan untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 29% sampai dengan 41% pada tahun 2030 dibandingkan dengan *Baseline* Emisi Gas Rumah Kaca. Berdasarkan peraturan tersebut, Pemerintah Provinsi dan Kota memiliki kewajiban untuk menyusun inventarisasi GRK, termasuk Kota Semarang. Laporan inventarisasi GRK Kota Semarang ini merupakan kegiatan inventarisasi GRK yang dilakukan oleh Pemerintah Kota Semarang melalui Dinas Lingkungan Hidup (DLH) terhadap sumber-sumber emisi GRK berdasarkan aktivitas untuk tahun 2018 yang dapat dilihat pada tabel 2.1

**Tabel 2.1 Emisi GRK pada berbagai sektor**

Sektor	Ton CO <sub>2</sub> e				
	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Pengadaan dan Penggunaan Energi</b>	1.658.440,24	3.198.161,56	4.349.392,23	3.745.058,39	3.387.385,33
<b>Proses Industri dan Penggunaan Produk</b>	354,92	354,63	355,84	355,84	355,84
<b>Peternakan, Lahan dan Pertanian</b>	36.123,78	59.613,55	104.180,92	55.660,86	52.886,08
<b>Pengelolaan Limbah</b>	576.642,68	585.671,26	617.140,64	659.927,35	686.659,64
<b>Total</b>	<b>2.271.561,62</b>	<b>3.843.800,99</b>	<b>5.071.069,64</b>	<b>4.461.002,44</b>	<b>4.127.286,89</b>

Sumber: Laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca dan MPV 2018, Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang

Sektor energi berkontribusi paling besar terhadap emisi GRK di Kota Semarang disusul oleh sektor pengelolaan limbah, AFOLU dan kemudian IPPU.

## 2.2 Perubahan Iklim

Perubahan iklim ialah perubahan signifikan dari iklim maupun variabilitas iklim yang menetap dalam jangka waktu yang lama atau seterusnya (IPCC, 2001). Pemanasan global juga dapat memengaruhi macam fase efek baliknya dengan peristiwa dengan uap air, hal ini dikarenakan dengan dimana pemanasannya dengan keberlanjutan dengan keseimbangannya dengan kondisi yang berdampak dengan menaikannya dengan kandungannya ataupun menurunnya yang hangat dan pembalikannya (Soden & Held, 2006)

## 2.3 Jejak Karbon

Jejak karbon ialah jumlah yang berasal dari hasil total emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>), secara langsung juga tidak langsung serta yang menjadi akumulasinya yang digunakan dengan kesehariannya (Wiedmann & Minx, 2007). Jejak karbon yaitu ukuran dari suatu akibat yang

disebabkan oleh kegiatan manusianya pada lingkungannya dapat dikaitkannya dengan kehidupan keseharian, baik yang secara langsung (untuk transportasi, pemanasan, pendinginan) maupun tidak langsung (untuk penggunaan listrik). Menurut Carbon Trust (2007), metodologi untuk memperkirakan total emisi gas rumah kaca (GRK) dalam ekuivalen karbon dari suatu produk di seluruh siklus hidupnya mulai dari produksi bahan mentah yang digunakan dalam pembuatannya, hingga pembuangan produk jadi (tidak termasuk emisi yang sedang digunakan) serta merupakan sebuah teknik untuk mengidentifikasi dan mengukur masing-masing emisi gas rumah kaca dari setiap aktivitas dalam langkah proses rantai pasokan dan kerangka kerja untuk menghubungkannya dengan setiap produk keluaran yang disebut dengan produk jejak karbon. Jejak karbon adalah ukuran jumlah karbon dioksida yang dipancarkan melalui pembakaran bahan bakar fosil. Dalam kasus organisasi bisnis, ini adalah jumlah CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan baik secara langsung maupun tidak langsung sebagai akibat dari operasinya sehari-hari. Ini juga mungkin mencerminkan energi fosil yang diwakili dalam produk atau komoditas yang mencapai pasar (Grub & Ellis, 2007).

Menghitung jejaknya dengan pemakaian bahan bakarnya yang digunakan dengan perolehan dengan memenuhi kebutuhan keseharian, dapat menghasilkan penjumlahan dan menjadi akan digunakan (Wiedmann & Minx, 2007). Berdasarkan Browne *et al.*, 2009, "Satuan jejak karbon yaitu ton CO<sub>2</sub> ekuivalen (tCO<sub>2</sub>e) atau kilogram CO<sub>2</sub> ekuivalen (kgCO<sub>2</sub>e)."

Faktor emisi adalah penilaian yang berasal dari parameternya dengan hal yang umumnya menggunakan persatuan, inilah yang menyebabkan adanya variasi dimana menyebabkan faktor emisi tiap unit yang berbeda. Jejak karbon langsung (primer) ketika mengendarai kendaraan fosil dan memasak dengan menggunakan bahan bakar. Kegiatan sebagai sumber energinya dengan jejak karbon tersebut (Walser, 2010).

Jejak karbon dengan ketidak berlangsungan penggunaan media

mempergunakan listrik dimana sumber daya biasanya memakai bahan bakar dengan menggunakan melaksanakan pembakarannya ataupun sumbernya.

Dalam IESR, (2011), menyatakan bahwa, “Kondisi sekarang ini membuat orang cenderung untuk hidup nyaman dimana mendorong munculnya kebiasaan hidup yang dapat memberikan dampak terhadap lingkungan seperti menggunakan kendaraan pribadi dibandingkan kendaraan umum, penggunaan pemanas dan pendingin ruangan, serta penggunaan perangkat elektronik lainnya menjadi bentuk kebiasaan yang berkontribusi terhadap banyaknya nilai jejak karbon yang dihasilkan”. Gambar 2.1 adalah jenis-jenis kegiatan yang dapat menghasilkan jejak karbon :



**Gambar 2.1. Jejak karbon**

### **2.3.1 Sektor Permukiman**

Menurut Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman, yang dimaksud dengan permukiman adalah bagian dari lingkungan hunian yang terdiri atas lebih dari satu satuan perumahan yang mempunyai prasarana, sarana, utilitas umum, serta mempunyai penunjang kegiatan fungsi lain di kawasan perkotaan atau kawasan perdesaan sedangkan perumahan adalah kumpulan rumah sebagai bagian dari permukiman, baik perkotaan maupun perdesaan, yang dilengkapi dengan prasarana, sarana, dan utilitas umum sebagai hasil upaya pemenuhan rumah yang layak huni. Perumahan merupakan suatu komoditi yang harus dihasilkan secara efisien dan dapat berkelanjutan dengan tujuan

untuk memenuhi kebutuhan rumah sebagai salah satu kebutuhan dasar manusia, mewujudkan perumahan layak dalam lingkungan yang sehat, aman serasi dan teratur, memberi arah pada pertumbuhan wilayah serta menunjang pembangunan di bidang ekonomi, sosial budaya dan bidang-bidang lain dalam rangka peningkatan dan pemerataan kesejahteraan untuk seluruh kelompok masyarakat sesuai dengan kebijaksanaan lingkungan hunian yang berimbang.

Rumah tangga merupakan tempat dimana manusia banyak melakukan berbagai macam aktivitasnya dimana dari aktivitas tersebut dapat menghasilkan nilai jejak karbon yang berbeda-beda pada setiap rumah tangga (Wiratama *et al*, 2016). Rumah tangga termasuk ke dalam sektor permukiman. Sektor permukiman merupakan salah satu penyumbang gas rumah kaca pada sektor energi, dimana pada sektor ini menghasilkan emisi gas rumah kaca yang paling besar dibandingkan dengan sektor-sektor yang lainnya. Pada sektor permukiman ini, pemanfaatan energi yang digunakan terdiri dari kebutuhan pemakaian energi listrik seperti penggunaan alat-alat elektronik, lampu, pendingin serta energi kalor yang digunakan untuk kebutuhan memasak dengan menggunakan LPG sebagai bahan bakarnya.

Gaya hidup masyarakat di kota biasanya cenderung untuk menggunakan banyak teknologi dimana mempermudah dalam keberlangsungan hidup dalam kehidupan sehari-hari dibandingkan dengan masyarakat yang ada di desa yang masih bersifat konvensional. Hal ini dapat berdampak pada kondisi lingkungan yaitu meningkatnya nilai jejak karbon yang dihasilkan yang dapat berkontribusi pada kenaikan emisi gas rumah kaca. Menurut Wiratama, *et al*.2016 mengatakan bahwa faktor yang mendorong pertumbuhan energi sektor rumah tangga/permukiman adalah pertumbuhan populasi (jumlah rumah tangga) dan daya beli (PDB/kapita).

Di dalam konsep perumahan dan permukiman yang berwawasan lingkungan, terdapat beberapa konsep yang berhubungan dengan jejak karbon pada sektor permukiman, yaitu:

- a. Sektor energi merupakan faktor yang bisa memberikan pengaruh jejak karbon pada sektor permukiman dimana dapat menghasilkan emisi jejak karbon baik secara tidak langsung dan langsung. aktivitas pada sektor permukiman yang berhubungan dengan emisi jejak karbon adalah penggunaan energi listrik, penggunaan lpg dan penggunaan air bersih.
- b. Menjaga ekosistem permukiman yaitu ruang terbuka hijau, jalan dan sistem drainase.
- c. Sektor transportasi ini dapat memberikan pengaruh pada kualitas udara karena menghasilkan gas buang berupa gas karbondioksida yang merupakan hasil pembakaran dari bahan bakar fosil.
- d. Sektor limbah ini memberikan pengaruh pada emisi karbon akibat dari aktivitas manusia yang menghasilkan limbah berupa sampah, air limbah dan kegiatan dari dapur.

### **2.3.2 Sektor Transportasi**

Transportasi merupakan salah satu bagian dari teknologi yang penting dan mempermudah dalam beraktivitas khususnya mobilisasi bagi kehidupan saat ini. Pada saat ini, kebutuhan akan penggunaan transportasi sangat besar. Di sisi lain, dampak dari perkembangan dan banyaknya kendaraan adalah terjadinya pencemaran udara. Dimana kendaraan bermotor menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber bahan bakarnya. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil tidak dapat dibiarkan, karena kebutuhan energi terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk, meningkatnya industrialisasi serta perkembangan teknologi yang maju dan modern.

Penggunaan yang berasal dari bahan bakar fosil ini merupakan “sumber utama emisi CO<sub>2</sub> di dunia telah mencapai 74% dari total emisi bahan bakar fosil yang dipergunakan untuk pemanasan dan pendinginan, transportasi, industri, konversi energi serta pembakaran beraneka macam

produksi industri dan limbah rumah tangga” (Sugiyono, 1998). Emisi CO<sub>2</sub> sendiri dapat dikategorikan menjadi 2, yaitu:

- Emisi Langsung (Primer)  
Emisi langsung/primer ialah emisinya dengan pengeluaran aktivitas dengan penempatannya dengan kendaraan bermotor.
- Emisi Tidak Langsung (Sekunder)  
Emisi tidak langsung/sekunder merupakan suatu hasil dari aktivitas dengan ruangnya dan konsumsinya.

### **2.3.3 Sektor Persampahan**

Sampah merupakan “salah satu sektor dari kegiatan manusia yang berkontribusi pada terjadinya pemanasan global. Sampah yaitu penyumbang gas rumah kaca dalam bentuk gas metana (CH<sub>4</sub>) dan gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Sampah yang sudah tertimbun dalam waktu yang relatif lama akan terdekomposisi serta menghasilkan gas-gas yang dapat menyebar di udara. Gas yang paling banyak dihasilkan dari proses degradasi sampah organik yaitu gas metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Namun dalam penelitian ini berfokus pada emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari limbah yang dihasilkan.

Sampah di Indonesia masih banyak yang belum dikelola dengan baik dimana masih ada beberapa masyarakat yang membuang sampah ke sungai ataupun membakar sampahnya, hal ini juga melihat dari kondisi lingkungannya. Biasanya di daerah pedesaan bagi warga yang memiliki lahan akan membakar sampah mereka sedangkan bagi warga di daerah perkotaan akan cenderung membuang ke sungai. Hal ini secara langsung akan menjadi pencemaran dan permasalahan lingkungan yang terus menerus apabila tidak ditangani.

Sampah yang tidak dikelola dengan baik tidak hanya mengganggu lingkungan yang bersih akan tetapi juga dapat memberikan pengaruh pada gas rumah kaca. Dimana gas rumah kaca itu sendiri dapat mengakibatkan suhu pada bumi meningkat dan perubahan iklim yang biasanya disebut

dengan pemanasan global.

### **2.3.4 Sektor Air Bersih**

Sektor air bersih biasaya berhubungan dengan sektor permukiman di bagian energi listrik dikarenakan penggunaan pompa air dimana sumber energinya menggunakan energi listrik. Pompa digunakan untuk mengambil air bersih yang bersumber dari air tanah. Pendekatan metodologi yang digunakan yaitu emisi dari hasil pembakaran bahan bakar pembangkit listrik menghasilkan emisi karbon dioksida. Menurut Anggraini (2012), mengatakan bahwa “Energi listrik yang berasal dari bahan bakar fosil memiliki jejak karbon yang sangat besar karena kegiatan membakar bahan bakar fosil selama proses operasi”. Penggunaan energi listrik tidak secara langsung menyumbangkan emisi CO<sub>2</sub> tetapi ikut andil dalam menghasilkan CO<sub>2</sub> di pusat pembangkit listrik dihitung berdasarkan emisi CO<sub>2</sub> dari pembakaran bahan bakar (Puri, 2010) namun, tidak semua orang untuk mendapatkan air bersih menggunakan pompa air, ada juga yang hanya menggunakan air PDAM saja”.

Air bersih semakin lama semakin menipis oleh karena itu perlu adanya upaya untuk menghemat air bersih. Pemakaian air bersih untuk kebutuhan rumah tangga (domestik) sangat penting bagi kehidupan sehari-hari. Kebutuhan air yaitu jumlah air yang dibutuhkan secara wajar untuk keperluan utama manusia serta kegiatan lainnya yang membutuhkan air sedangkan pemakaian air ialah jumlah air yang terpakai dari sistem yang ada bagaimanapun keadaannya. Oleh karena itu, perlu adanya kesadaran dari masyarakat untuk menggunakan air secara bijaksana.

### **2.4 Pemetaan Jejak Karbon**

Pemetaan adalah usaha untuk menyampaikan, menganalisis dan mengklasifikasikan data yang bersangkutan serta menyampaikan ke dalam bentuk peta dengan mudah, memberi gambaran yang jelas, rapi dan bersih (Prasetyo, 2009) dimana dapat dikatakan bahwa pemetaan jejak karbon

merupakan suatu usaha untuk menyampaikan, menganalisis jejak karbon yang dihasilkan dari aktivitas manusia ke dalam satuan  $\text{kgCO}_2\text{eq}$  dan menyampaikannya dalam bentuk peta. Pemetaan jejak karbon akan dibantu dengan penggunaan “*software*”.

## 2.5 SIG

Sistem Informasi Geografis atau “*Geographic Information System*” ialah perkumpulan dengan media dengan perolehan dan pengelolaan menganalisis modelnya (Tim teknis Nasional UNDP, 2007). SIG pemberian kerangkanya, dengan pengumpulan keuangannya, dengan penampilan analisisnya. Sebagian besar, data yang akan dioperasikan pada SIG merupakan data spasial ialah pendataan dengan acuan yang krusial:

### 1. Informasi lokasi (spasial)

Berkaitan menggunakan “suatu koordinat baik koordinat geografi (lintang dan bujur) dan koordinat XYZ, termasuk antara lain informasi datum serta proyeksi. Karakteristik utama berasal dari data spasial yaitu bagaimana mengumpulkannya serta memeliharanya untuk berbagai macam kepentingan, selain itu juga ditujukan sebagai salah satu elemen yang kritis pada pelaksanaan pembangunan sosial ekonomi secara berkelanjutan dan pengelolaan lingkungan. Berdasarkan perkiraan hampir lebih berasal dari 80 % informasi mengenai bumi berhubungan dengan informasi spasial” (Wulan, 2002) .

Kemajuan teknologi dengan kecepatan pengambilan pendataan dengan perubahan wujud strukturnya, memengaruhi dan menggunakan indera yang ada. Sumber Data Spasial Data spasial dapat dihasilkan dari beragam sarana, yaitu :

- a. Citra Satelit, dimana untuk mendapatkan data memakai satelit sebagai sarannya. “Satelit tersebut menggunakan sensor untuk bisa merekam kondisi atau gambaran dari permukaan bumi. Umumnya diaplikasikan pada kegiatan yang berhubungan dengan pemantauan sumber daya alam pada permukaan bumi

(bahkan ada beberapa satelit yang sanggup merekam sampai di bawah permukaan bumi), studi perubahan lahan serta lingkungan, dan aplikasi lain yang melibatkan aktivitas manusia pada permukaan bumi. Kelebihan dari teknologi terutama pada dekade ini ialah dalam kemampuan merekam cakupan wilayah yang luas serta tingkat resolusi dalam merekam obyek yang sangat tinggi. Data yang dihasilkan dari citra satelit kemudian diturunkan menjadi data tematik serta disimpan dalam bentuk basis data untuk digunakan pada berbagai macam perangkat lunak”.

- b. Peta Analog, merupakan bentuk awal data spasial yang menjadi pembedanya hanya pada wujud penyimpanannya. Peta analog merupakan bentuk konvensional dari data spasial, dimana data berbentuk pada kertas atau film. Oleh karena itu, dengan menggunakan kemajuan teknologi saat ini, peta analog dipindai menjadi format digital dimana selanjutnya akan disimpan dalam basis data.
- c. Foto Udara (*Aerial Photographs*), merupakan salah satu sumber data yang banyak dipakai apabila ingin data spasial terlepas dari citra satelit. Perbedaan dengan citra satelit adalah hanya pada sarana serta cakupan daerahnya. Umumnya, foto udara memakai pesawat udara. Prosedurnya, proses pengambilan atau perekaman datanya mirip dengan citra satelit. Sebelum teknologi kamera digital maju, kamera yang dipakai yaitu kamera konvensional dengan negatif film, saat ini sudah memakai kamera digital, dimana hasil dari data perekaman dapat langsung disimpan dalam basis data. Sedangkan untuk data lama (format foto film) dapat disimpan dalam basis data akan tetapi harus dilakukan diubah terlebih dulu dengan menggunakan mesin pemindai, baru bisa menghasilkan foto

udara dalam format digital.

- d. Data Tabular, bertugas sebagai atribut pada data spasial. Data ini biasanya dalam wujud tabel. Salah satu contoh data ini dipergunakan sebagai data sensus penduduk, data sosial, data ekonomi. Data tabular ini lalu digabungkan dengan data spasial untuk menghasilkan tema data tertentu.
- e. Data Survei (Pengamatan atau pengukuran di lapangan), data ini didapatkan dari hasil survei atau pengamatan di lapangan. Contohnya yaitu pengukuran sebidang tanah dengan ukuran tertentu dengan memakai metode survei terestris.

2. Informasi deskriptif (atribut) atau informasi non spasial

Kedudukan mempunyai pemaparan dengan kaitannya yaitu jenis vegetasi, populasi, luasan, kode pos, dan sebagainya.

Manfaat dari Sistem Informasi Geografis sangatlah beragam, “beberapa manfaat SIG sebagai berikut (Bafdal *et al.*, 2011) dan (Sudarmilah *et al.*, 2012):

- a. Dijadikan sebagai alat analisis komunikasi serta integrasi antar disiplin ilmu terutama yang memerlukan informasi-informasi geosciences.
- b. Memecahkan permasalahan seputar akurasi representasi, akurasi prediksi serta keputusan yang diambil berdasarkan representasi, minimalisasi volume data yang digunakan, maksimalisasi kecepatan komputasi, kesesuaian dengan para pengguna, perangkat lunak, serta proyek-proyek yang lain tentang bumi”.
- c. Meningkatkan pengintegrasian organisasi  
Banyak organisasi yang sudah mengimplementasi SIG menemukan kenyataan, bahwa keuntungan utama yang mereka dapatkan adalah peningkatan kinerja manajemen terhadap organisasi maupun pengelolaan sumber dayanya. Hal itu terjadi karena SIG memiliki

kemampuan untuk menghubungkan berbagai perangkat data secara bersamaan berdasarkan geografis, memfasilitasi informasi yang terjadi antar bagian, untuk saling dimanfaatkan dan dikomunikasikan. Dengan membuat sebuah database yang bisa dimanfaatkan bersama, maka sebuah bagian akan memperoleh keuntungan dari hasil kerja dari bagian lain, di mana akan berlaku ketentuan, bahwa data cukup sekali dikoleksi, tetapi bisa dimanfaatkan berkali-kali.

d. Membuat keputusan-keputusan lebih sempurna

SIG bukan sebuah sistem yang mampu membuat keputusan secara otomatis. SIG hanya sebuah sarana untuk pengambilan data, menganalisisnya, dari kumpulan data berbasis pemetaan untuk mendukung proses pengambilan keputusan. Teknologi SIG banyak digunakan untuk membantu berbagai kegiatan pekerjaan seperti penyajian informasi pada saat pembuatan perencanaan, membantu memecahkan masalah yang berkaitan dengan kekacauan teritorial. Informasi bisa disajikan secara ringkas dan jelas berupa gambar peta, yang dilampiri dengan laporan, memungkinkan para pengambil keputusan untuk memusatkan perhatiannya pada masalah-masalah nyata dibanding dengan upaya memahami data. Karena produk SIG bisa dibuat secepatnya, dengan berbagai skenario, untuk kemudian setelah itu dievaluasi secara efektif dan efisien. Membantu membuat peta Peta merupakan kunci pada SIG. Proses untuk membuat (menggambar) peta dengan SIG jauh lebih fleksibel, bahkan dibanding dengan menggambar peta secara manual, atau dengan pendekatan kartografi yang serba otomatis. Dimulai dengan membuat database, gambar peta yang sudah ada bisa digambar dengan digitizer, dan informasi tertentu kemudian bisa diterjemahkan ke dalam SIG. Database kartografi berbasis SIG dapat bersambungan dan bebas skala. Peta-peta kemudian bisa diciptakan terpusat di berbagai lokasi, dengan sembarang skala, dan menunjukkan informasi terpilih, yang mencerminkan secara efektif untuk menjelaskan suatu karakteristik khusus. Sifat-sifat sebuah atlas

dan serangkaian peta dapat direkam pada program komputer, dan dibandingkan terhadap database pada akhir proses produksi.



# Sekolah Pascasarjana