

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Permukiman

Definisi permukiman menurut UU No.1/2011 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.

Pemerintah membagi jenis rumah dalam tiga kriteria, yaitu :

1. Rumah sederhana adalah rumah yang dibangun dengan luas tanah antara 54 sampai 200 m² atau biaya pembangunan per m² tidak melebihi dari harga satuan per m² tertinggi untuk pembangunan perumahan dinas pemerintah kelas C yang berlaku.
2. Rumah menengah adalah rumah yang dibangun dengan luas tanah antara 200 m² sampai 600 m² dan/atau biaya pembangunan per m² antara harga satuan per m² tertinggi untuk pembangunan perumahan dinas pemerintah kelas C sampai A yang berlaku.
3. Rumah mewah adalah rumah yang dibangun dengan luas tanah antara 600 m² sampai 2000 m² dan/atau biaya pembangunan per m² diatas harga satuan per m² tertinggi untuk pembangunan perumahan dinas kelas A yang berlaku.

Pemerintah berupaya mengatur setiap perumahan dan permukiman agar berwawasan lingkungan. Ada 5 (lima) prinsip utama dari konsep perumahan dan permukiman yang berwawasan lingkungan yang dikembangkan yaitu :

1. Mempertahankan dan memperkaya ekosistem yang ada
2. Penggunaan energi yang efisien
3. Pengendalian limbah dan pencemaran
4. Menjaga kelanjutan sistem sosial budaya lokal
5. Peningkatan pemahaman konsep lingkungan

Perumahan dan permukiman yang ramah lingkungan mengandung pengertian bahwa perumahan dan permukiman yang dibangun dalam suatu lingkungan yang mempertimbangkan dan memadukan ekosistem. Artinya perumahan dan permukiman tidak hanya dibangun dengan bangunan yang megah dan artistik saja namun juga tetap mempertimbangkan bangunan tersebut dirancang untuk seminimal mungkin menimbulkan polusi dan efisien dalam penggunaan energi serta penggunaan air (Nasution, 2012).

Dalam konsep perumahan dan permukiman yang berwawasan lingkungan ada 4 (empat) konsep yang berhubungan dengan jejak karbon permukiman, yaitu :

1. Ekosistem, dalam permukiman yang dimaksud dengan ekosistem permukiman adalah ruang terbuka hijau (RTH), sistem drainase, dan jalan.
2. Energi merupakan faktor yang mempengaruhi jejak karbon permukiman. Sektor energi menghasilkan emisi karbon baik secara langsung maupun tidak langsung. Kegiatan permukiman yang terkait dengan emisi karbon dari sektor energi adalah penggunaan air, penggunaan listrik dan penggunaan gas LPG.
3. Limbah, sektor ini mempengaruhi emisi karbon berdasarkan aktivitas manusia yang menghasilkan limbah baik air limbah, sampah, dan kegiatan dari dapur.
4. Transportasi, sektor ini mempengaruhi kualitas udara karena menghasilkan emisi karbon dioksida dari pembakaran bahan bakar di ruang bakar kendaraan bermotor.

2.2. Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca (GRK) merupakan gas yang berada di atmosfer dan berfungsi untuk menyerap radiasi infra merah serta ikut menentukan suhu atmosfer (Kementerian Lingkungan Hidup RI, 2012). Menurut (Porteous, 1992) gas rumah kaca merupakan istilah kolektif dari gas-gas yang mempunyai efek rumah kaca seperti klorofluorokarbon (CFC), karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), nitrogen oksida (NO_x), ozon (O_3) dan uap air (H_2O) yang mana gas-gas tersebut memiliki efek rumah kaca lebih besar daripada gas lainnya. Konsentrasi gas rumah kaca seperti emisi gas karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitrooksida (N_2O) dan CFC di atmosfer saat ini mengalami peningkatan yang disebabkan oleh berbagai

aktivitas manusia. Kenaikan konsentrasi gas rumah kaca akan menyebabkan terjadinya pemanasan global di mana suhu bumi mengalami kenaikan dari tahun ke tahun yang diakibatkan oleh terperangkapnya energi matahari di atmosfer bumi. Matahari melepaskan energi panas ke bumi kemudian energi tersebut ketika sampai di atmosfer sebagian diserap dan sebagian lagi dipantulkan kembali ke angkasa. Gas-gas karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), asam nitrat dan lainnya menyaring energi yang dipancarkan sehingga memberi efek seperti rumah kaca yang secara alami menyebabkan suhu bumi tidak menjadi dingin namun menjadi nyaman untuk kehidupan.

Saat ini dengan semakin meningkatnya aktivitas manusia menyebabkan peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer sehingga berpengaruh terhadap suhu di bumi yang juga mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Aktivitas yang dapat menimbulkan emisi gas-gas rumah kaca antara lain gas CO_2 yang sumber utamanya berasal dari gas buang hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak bumi pada pembangkit listrik dan kendaraan bermotor. Gas nitro oksida (N_2O) merupakan dampak dari kebakaran hutan, pemakaian pupuk buatan pada pertanian. Gas metana (CH_4) dilepaskan dari kegiatan persawahan, pembusukan pakan ternak, sampah organik, kotoran hewan, tanah yang tergenang air seperti rawa-rawa. AC dan campuran produk kaleng semprot menghasilkan GRK sebagai akibat penggunaan gas freon.

Gas CO_2 dan CH_4 merupakan gas rumah kaca yang paling berperan dalam pemanasan global dan perubahan iklim (IPCC, 2006). Secara alami gas CO_2 dan CH_4 terdapat di atmosfer namun semenjak era industri dari tahun 1750 - 2005 gas CO_2 dan CH_4 secara global mengalami peningkatan konsentrasi di atmosfer yang sangat pesat. Persentase gas CO_2 dalam total gas rumah kaca adalah sebesar 50% sementara persentase gas CH_4 sebesar 20% (Ikkatai et al., 2008). Sumber utama dari emisi gas rumah kaca adalah pembakaran bahan bakar minyak kemudian sumber selanjutnya adalah penggunaan biomassa dari kayu bakar dan limbah pertanian, dan kemudian gas bumi (Soedomo, 1999). Sektor transportasi memberikan kontribusi terhadap emisi Gas Rumah Kaca dengan persentase sebesar 20% dan menempati urutan kedua setelah sektor listrik dan panas dalam sumber

emisi dari pembakaran bahan bakar (Koch et al., 2011). Dampak dari peningkatan konsentrasi gas rumah kaca yang sudah dirasakan saat ini adalah peningkatan temperatur di bumi yang menyebabkan dampak lanjutan seperti mencairnya es di kutub, kenaikan muka air laut, mengganggu pertanian dan pada akhirnya secara tidak langsung berdampak pada ekonomi suatu negara (Darwin, 2004).

2.3. Jejak Karbon

Jejak karbon adalah ukuran jumlah total dari emisi karbon dioksida yang diakibatkan oleh suatu kegiatan atau terakumulasi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam kehidupan sehari-hari (Wiedmann and Minx, 2008). Konsep jejak karbon sudah sangat dikenal dalam beberapa dekade terakhir sebagai indikator emisi gas rumah kaca yang berasal dari kegiatan manusia (Finkbeiner, 2009). Dalam konsep jejak karbon dikenal jejak karbon primer dan jejak karbon sekunder. Jejak karbon primer adalah ukuran emisi CO₂ yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar secara langsung seperti bahan bakar minyak atau LPG untuk memasak (Alwin, 2016), dan bahan bakar minyak sektor transportasi sedangkan Jejak karbon sekunder merupakan emisi karbondioksida yang bersifat tidak langsung. Jejak karbon sekunder dihasilkan dari peralatan-peralatan elektronik rumah tangga dimana peralatan elektronik tersebut dapat difungsikan dengan menggunakan daya listrik yang bersumber dari pembangkit listrik dengan bahan bakar fosil sehingga secara tidak langsung konsumen pengguna daya listrik telah melakukan pembakaran bahan bakar fosil untuk mendapatkan sumber energi listrik. Hal ini tentu menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara jejak karbon sekunder dengan karbon primer yang dihasilkan. Satuan jejak karbon adalah ton setara CO₂ (tCO₂e) atau kg-setara-CO₂ (kgCO₂e) (Browne et al., 2009).

Perhitungan jejak karbon dapat dihitung dengan cara melihat penggunaan bahan bakar fosil yang digunakan. Bahan bakar fosil tersebut berupa minyak bumi ataupun gas alam yang secara langsung dapat menghasilkan karbondioksida (CO₂). Selain itu jejak karbon juga dapat dihitung dengan melihat penggunaan listrik dalam kehidupan sehari-hari. Emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas penggunaan listrik

berasal dari pembangkit listrik sebagai pemasok energi listrik yang dipakai (Wiedmann and Minx, 2008).

Emisi karbon dioksida dihitung dengan cara mengalikan banyaknya konsumsi bahan bakar dengan faktor emisi dari jenis bahan bakar yang dikonsumsi tersebut. Metode perhitungan ini adalah metode perhitungan emisi CO₂ berdasarkan *fuel-used based* yang memiliki tingkat reliabilitas sehingga sangat disarankan untuk menghitung emisi CO₂ dari konsumsi bahan bakar (Damassa, 2008).

Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari sampah dikategorikan dalam emisi tidak langsung karena emisi yang dihasilkan oleh sampah tidak langsung dihasilkan oleh sumbernya melainkan dari proses lainnya seperti pengangkutan sampah dan proses reaksi kimia (Liu, 2014). Penyumbang terbesar sampah adalah kegiatan domestik (rumah tangga) dan industri (Philippe and Nicks, 2015). Aktivitas domestik akan meningkat seiring dengan tingkat ekonomi dan pertumbuhan jumlah penduduk sehingga emisi yang dihasilkan dari sampah berbanding lurus dengan jumlah sampah yang dihasilkan (Chaerul et al., 2016).

2.4. Faktor Emisi Spesifik

Perkiraan jejak karbon secara umum dapat ditentukan dengan persamaan sederhana, yaitu berdasarkan data aktivitas dikalikan faktor emisi. Data aktivitas adalah semua aktivitas yang menghasilkan emisi karbon dioksida sedangkan faktor emisi menunjukkan besarnya emisi per satuan unit aktivitas yang dilakukan (Yuliana, 2018). Faktor emisi merupakan nilai rata-rata suatu parameter pencemar udara yang dikeluarkan sumber spesifik per satuan massa bahan bakar yang dikonsumsi atau per unit produksi (Porteous, 1992). Faktor-faktor ini biasanya dinyatakan sebagai berat polutan dibagi dengan satuan berat, volume, jarak, atau lamanya aktivitas yang dapat mengeluarkan polutan. Adanya variasi tersebut menimbulkan faktor emisi dengan unit yang berbeda Faktor emisi default umumnya sudah ditentukan oleh IPCC Guidelines, 2006. Dari faktor emisi inilah maka dapat ditentukan faktor emisi spesifik dan estimasi jejak karbon dari suatu kegiatan.

Jejak karbon primer dalam rumah tangga dihitung dengan mengalikan faktor emisi primer dan jumlah penggunaan bahan bakar dalam rumah tangga seperti LPG.

Adapun faktor emisi primer dan berat bersih untuk LPG menurut IPCC, 1996 ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Faktor Emisi dan Berat Bersih (NCV) LPG

Bahan Bakar	Faktor Emisi (kg CO ₂ /TJ)	NCV (TJ/kg)
LPG	63100	47,3x10 ⁻⁶

Sumber : IPCC, 2006

Data faktor emisi setiap kegiatan telah dikumpulkan dan dianalisis dari beberapa sumber literatur penelitian yang telah dilakukan dan terpercaya seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Faktor Emisi Tiap Kegiatan

No.	Kegiatan (satuan)	Faktor Emisi
1.	Motor/mobil (kg CO ₂ -e/km)	0,2310 ⁽¹⁾
2.	Bus dalam kota (kg CO ₂ -e/km)	0,03417 ⁽²⁾
3.	Bus luar kota (kg CO ₂ -e/km)	0,086 ⁽²⁾
4.	Kereta KRL (kg CO ₂ -e/km)	0,1056 ⁽²⁾
5.	Kereta malam (kg CO ₂ -e/km)	0,08 ⁽¹⁾
6.	Pesawat domestik (kg CO ₂ -e/km)	0,41 ⁽²⁾
7.	Pesawat LN (kg CO ₂ -e/km)	0,26 ⁽²⁾
8.	Karbohidrat (kg CO ₂ -e/kg)	3,9 ⁽³⁾
9.	Daging (kg CO ₂ -e/kg)	35,9 ⁽³⁾
10.	Ikan (kg CO ₂ -e/kg)	5,4 ⁽³⁾
11.	Sayuran (kg CO ₂ -e/kg)	1,6 ⁽³⁾
12.	Buah (kg CO ₂ -e/kg)	0,9 ⁽³⁾
13.	Telur (kg CO ₂ -e/kg)	4,9 ⁽³⁾
14.	Sampah organik (kg CO ₂ -e/kg)	0,374 ⁽⁴⁾
15.	Sampah kertas (kg CO ₂ -e/kg)	0,963 ⁽⁴⁾
16.	Air bersih (kg CO ₂ -e/m ³)	0,344 ⁽⁵⁾

Sumber :

- US DOE, 2010⁽¹⁾
- US EPA, 2010⁽²⁾
- Scarborough, et al., 2014⁽³⁾
- Wilson R., 2013⁽⁴⁾
- Defra UK, 2016⁽⁵⁾

2.5. IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)

IPCC *Guideline* (2006) mengelompokkan tingkat ketelitian dalam perhitungan emisi GRK menjadi 3 (tiga) tingkat ketelitian yang dikenal dengan istilah “Tier”. Tingkat ketelitian ini berhubungan dengan data dan metode perhitungan yang digunakan. Tingkat ketelitian tersebut antara lain :

1. Tier 1 : Estimasi GRK didasari oleh data aktivitas dan faktor emisi *default* IPCC.
2. Tier 2 : Estimasi GRK berdasarkan data aktivitas yang lebih akurat dan faktor emisi spesifik.
3. Tier 3 : Estimasi GRK berdasarkan metode spesifik suatu negara dengan atau aktivitas lebih akurat dan faktor emisi spesifik.

2.6. Analisa Jejak Karbon Permukiman

Aspek teknis jejak karbon meliputi perhitungan emisi CO₂ dan Faktor Emisi Spesifik (FES) yang dihasilkan oleh kegiatan rumah tangga. Basis data untuk melakukan analisis aspek teknis dari jejak karbon sektor permukiman adalah berdasarkan data kegiatan rumah tangga yang menghasilkan dampak terhadap emisi karbon yang dihasilkan. Hampir semua aktivitas yang dilakukan dalam rumah tangga menghasilkan jejak karbon. Jejak karbon yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga terdiri dari jejak karbon primer dan sekunder. Jejak karbon primer dari rumah tangga adalah jejak karbon yang dihasilkan secara langsung dari suatu kegiatan rumah tangga seperti penggunaan bahan bakar untuk kegiatan memasak, penggunaan alat transportasi baik kendaraan pribadi maupun kendaraan umum, sampah rumah tangga. Jejak karbon sekunder dari kegiatan rumah tangga berhubungan dengan jejak karbon yang dihasilkan dari kegiatan yang secara tidak langsung menghasilkan emisi karbon seperti penggunaan energi listrik dan konsumsi air bersih yang dihasilkan dari suatu proses yang menghasilkan emisi karbon. Faktor-faktor yang dapat dipertimbangkan dalam penghitungan jejak karbon permukiman adalah :

1. Tipe rumah tangga yang dibedakan menjadi sederhana, sedang, dan mewah.

2. Tipe daya listrik terpasang yang dibedakan menjadi daya 450 watt, 1300 watt, 2200 watt, 4400 watt dan > 4400 watt.
3. Jenis transportasi yang digunakan seperti kendaraan pribadi (mobil, motor), bus, angkutan umum.
4. Jenis bahan bakar untuk memasak (LPG, gas alam, kerosene, kayu bakar).
5. Limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga.
6. Konsumsi air bersih dari rumah tangga.

Aspek lingkungan dari jejak karbon dari kegiatan permukiman berhubungan erat dengan dampak yang dihasilkan suatu aktivitas permukiman terhadap emisi yang karbon dihasilkan yang akan memberikan dampak terhadap lingkungan hidup. Tinjauan aspek lingkungan dari jejak karbon dari aktivitas permukiman dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa skenario yang dapat menurunkan jejak karbon yang dihasilkan

2.7. Pemetaan

Pola persebaran dan estimasi jejak karbon di suatu wilayah dapat dilakukan dengan melakukan pemetaan. Teknologi yang umum dilakukan untuk melakukan pemetaan adalah dengan pemanfaatan teknologi GIS (*Geography Information System*). GIS atau Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki beberapa komponen utama yaitu perangkat lunak (*software*), perangkat keras (*computer*), data geografis, sumber daya manusia dan manajemen sistem. Jadi secara umum GIS adalah suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis, dan sumber daya manusia yang bekerja Bersama secara efektif untuk memasukkan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis (Tim PWK Undip, 2015). Adanya teknologi GIS pembuatan peta tematik dapat dilakukan. Banyak metode yang dapat digunakan dalam pembuatan peta tematik. Pemanfaatan GIS untuk pemetaan dapat dilakukan dengan penggunaan *software ArcGis*.

2.8. Upaya Penurunan Jejak Karbon

Pemerintah berupaya melakukan penurunan emisi gas rumah kaca dengan mengeluarkan Peraturan Presiden (Perpres) No. 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca. Perpres ini dikeluarkan untuk memenuhi komitmen Pemerintah Indonesia dalam pertemuan G-20 di Pittsburg untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 6 % dengan usaha sendiri dan mencapai 41% jika mendapat bantuan internasional pada tahun 2020 dari kondisi tanpa adanya aksi (*business as usual/BAU*).

Upaya mitigasi dapat dilakukan jika data inventarisasi emisi gas rumah kaca kondisi BAU diperoleh. Pada sektor energi di rumah tangga beberapa contoh upaya penurunan emisi gas rumah kaca adalah dengan melakukan penghematan energi seperti menggunakan lampu hemat energi, penghematan penggunaan bahan bakar kendaraan, dan penggunaan energi yang ramah lingkungan. Pada sektor limbah padat penurunan emisi gas rumah kaca dapat dilakukan dengan melakukan pengawasan kegiatan pembakaran terbuka sampah dan peningkatan kapasitas sampah (Bappenas, 2010).

