ANALISIS JEJAK KARBON DARI AKTIVITAS PERMUKIMAN DI KECAMATAN BENOWO KOTA SURABAYA

TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Ninda Fatma Wati

H75216042

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Ninda Fatma Wati

NIM : H75216042

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2016

Menyatakan bahwa tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya berjudul "ANALISIS JEJAK KARBON DARI AKTIVITAS PERMUKIMAN DI KECAMATAN BENOWO KOTA SURABAYA" Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan Tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 4 Januari 2021

Yang Menyatakan

METERAI TEMPEL

1B3A8AHF851206404

6000

ENAM RIBU RUPIAH

(Ninda Fatma Wati)

NIM. H75216042

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh:

NAMA : NINDA FATMA WATI

NIM : H75216042

JUDUL : ANALISIS JEJAK KARBON DARI AKTIVITAS PERMUKIMAN DI KECAMATAN BENOWO KOTA SURABAYA

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 4 Januari 2021

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T	Sarita Oktorina, S.KM., M.Kes.
NIP. 198503222014032003	NIP. 198710052014032003

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Ninda Fatma Wati ini telah dipertahankan

Didepan tim penguji

Di Surabaya, 4 Januari 2021

Mengesahkan,

Tim Penguji

Dosen Penguji I

Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T.
NIP. 198503222014032003

Dosen Penguji II

Sarita Oktorina, S.KM., M.Kes.
NIP. 198710052014032003

Dosen Penguji III

Linda Prasetyaning Widayanti., M.Kes.
NIP. 198704172014032003

Dosen Penguji IV

Teguh Taruna Utama, S.T., M.T.
NIP. 201603319

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Evi Fatimatur Rusydiyah, M.Ag.
NIP. 197312272005012003

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ninda Fatma Wati
NIM : H75216042
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : nindafatmaw@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
■ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :
ANALISIS JEJAK KARBON DARI AKTIVITAS PERMUKIMAN DI KECAMATAN BENOWO KOTA SURABAYA

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 4 Januari 2021

Penulis

(Ninda Fatma Wati)

ABSTRAK

ANALISIS JEJAK KARBON DARI AKTIVITAS PERMUKIMAN DI KECAMATAN BENOWO KOTA SURABAYA

Setiap rumah tangga yang ditempati suatu individu atau kelompok yang melakukan berbagai macam aktivitas dapat menyebabkan nilai jejak karbon yang berbeda. Beberapa sektor yang mengakibatkan peningkatan gas rumah kaca yang berasal dari aktivitas permukiman yaitu energi, transportasi, sampah, peternakan, dan pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah emisi karbon yang dihasilkan dari aktivitas permukiman beserta pemetaannya. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode perhitungan berdasarkan pendekatan terhadap faktor emisi (FE) default dalam *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) 2006. Pemetaan wilayah penelitian dilakukan dengan menggunakan ArcGIS. Berdasarkan hasil pengolahan data, sektor energi menghasilkan nilai emisi CO_2 sebesar 199.257,78 ton CO_2-eq/tahun, sektor transportasi menghasilkan nilai emisi CO_2 sebesar 63.890,69 ton CO_2-eq/tahun, sektor persampahan menghasilkan nilai emisi CO_2 sebesar 40.826,57 ton CO_2-eq/tahun, sektor peternakan nilai emisi CO_2 sebesar 2,63 ton CO_2-eq/tahun, dan sektor pertanian menghasilkan emisi CO_2 sebesar 928,86 ton CO_2-eq/tahun. Besarnya emisi pada tiap sektor dipengaruhi oleh jumlah populasi dari tiap sektor kegiatan yang menghasilkan emisi. Pemetaan total emisi Kecamatan Benowo dilakukan berdasarkan pengelompokan kategori warna yaitu warna merah, kuning, dan hijau. Kategori warna merah memiliki jangkauan emisi 118.536,44 – 173.855,94 ton CO_2-eq/tahun, kategori warna kuning memiliki jangkauan emisi 63.216,94 – 118.536,44 ton CO_2-eq/tahun, dan kategori warna hijau memiliki jangkauan emisi 7.897,44 – 63.216,94 ton CO_2-eq/tahun.

Kata Kunci : Jejak Karbon, Gas Rumah Kaca, IPCC

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

CARBON FOOTPRINT ANALYSIS OF RESIDENTIAL ACTIVITIES IN BENOWO SUBDISTRICT SURABAYA CITY

Each household that is occupied by an individual or group that carries out various types of activities, it can cause different carbon footprint values. Several sectors that have resulted in an increase in greenhouse gases from residential activities are energy, transportation, waste, livestock, and agriculture. This study aims to determine the amount of carbon emissions resulting from settlement activities and their mapping. The method used in this study is a calculation method based on the default approach to emission factors (EF) in the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2006. Mapping of research areas is carried out using ArcGIS. Based on the results of the data, the energy sector emissions in Benowo Subdistrict are 199.257,78 tons CO_2-eq/year, the transportation sector emissions are 63.890,69 tons CO_2-eq/year, the waste sector emissions are 40.826,57 tons CO_2-eq/year, the livestock sector emissions are 2,63 tons CO_2-eq/year, and the agricultural sector is equal to 928,86 tons CO_2-eq/year. The amount of emissions in each sector is influenced by the population of each sector of activities that produce emissions. The mapping of total emission in Benowo Subdistrict was carried out based on the color category grouping, namely red, yellow, and green. Red category has an emission range of 118.536,44 – 173.855,94 tons CO_2-eq/tahun, yellow category has an emission range of 63.216,94 – 118.536,44 tons CO_2-eq/tahun, and yellow category has an emission range of 7.897,44 – 63.216,94 tons CO_2-eq/tahun.

Keywords : Carbon Footprint, Greenhouse Gases, IPCC

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI ..... **vi**
DAFTAR TABEL ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Definisi Udara 5
2.2 Karbon 5
2.3 Sumber Karbon 8
2.4 Jejak Karbon 9
2.5 Pemanasan Global 19
2.6 Permukiman 21
2.7 Integrasi Keilmuan 23
2.8 Penelitian Terdahulu 24
BAB III METODE PENELITIAN **31**
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian 31
3.2 Kerangka Pikir Penelitian 33
3.3 Tahapan Penelitian 33
3.3.1 Tahap Persiapan Penelitian 35
3.3.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian 35
3.4 Jenis Penelitian 40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **41**
4.1 Distribusi Frekuensi 41
4.2 Emisi Karbon 53
4.2.1 Sektor Energi 54

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.2 Sektor Transportasi 58
4.2.3 Sektor Persampahan 62
4.2.4 Sektor Peternakan 63
4.2.5 Sektor Pertanian 68
4.3 Pemetaan Emisi Karbon 70
4.3.1 Pemetaan Sektor Energi 71
4.3.2 Pemetaan Sektor Transportasi 74
4.3.3 Pemetaan Sektor Persampahan 77
4.3.4 Pemetaan Sektor Peternakan 80
4.3.5 Pemetaan Sektor Pertanian 83
4.4 Pemetaan Total Emisi Karbon 86
BAB V PENUTUP 89
5.1 Kesimpulan 89
5.2 Saran 89
DAFTAR PUSTAKA 90
LAMPIRAN

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Emisi GRK (Data 2001-2006).....9
Tabel 2.2 Faktor Emisi Bahan Bakar 12
Tabel 2.3 Nilai Faktor Emisi Bahan Bakar Kendaraan 12
Tabel 2.4 Nilai Kalor Bahan Bakar di Indonesia 13
Tabel 2.5 Faktor Emisi Metana dari Fermentasi Enterik 15
Tabel 2.6 Faktor Emisi Metana dari Pengelolaan Kotoran Ternak 16
Tabel 2.7 Dosis Anjuran Pupuk Urea Beberapa Komoditas Pertanian 18
Tabel 2.8 Nilai GWP 21
Tabel 2.9 Penelitian Terdahulu 24
Tabel 4.1 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin.....41
Tabel 4.2 Distribusi Responden Berdasarkan Usia 42
Tabel 4.3 Distribusi Responden Berdasarkan Pekerjaan.....42
Tabel 4.4 Distribusi Responden Berdasarkan Penghasilan 43
Tabel 4.5 Distribusi Responden Berdasarkan Penghuni Rumah.....44
Tabel 4.6 Distribusi Responden Berdasarkan Status Kepemilikan Rumah 44
Tabel 4.7 Distribusi Responden Berdasarkan Luas Bangunan Rumah.....45
Tabel 4.8 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Bangunan Rumah.....45
Tabel 4.9 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Bahan Bakar Memasak ...46
Tabel 4.10 Distribusi Responden Berdasarkan Pemakaian LPG 47
Tabel 4.11 Distribusi Responden Berdasarkan Daya Listrik 47
Tabel 4.12 Distribusi Responden Berdasarkan Kepemilikan Kendaraan 48
Tabel 4.13 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Jenis Kendaraan 48
Tabel 4.14 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis BBM 49
Tabel 4.15 Distribusi Responden Berdasarkan Jumlah BBM 49
Tabel 4.16 Distribusi Responden Berdasarkan Kepemilikan Hewan Ternak 50
Tabel 4.17 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Jenis Hewan Ternak.....51
Tabel 4.18 Distribusi Responden Berdasarkan Kepemilikan Lahan Pertanian..51
Tabel 4.19 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Jenis Tanaman 52
Tabel 4.20 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Luas Lahan Penanaman 52

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.21 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Pupuk 53
Tabel 4.22 Perhitungan Emisi Sektor Energi Kecamatan Benowo.....56
Tabel 4.23 Perhitungan Emisi Sektor Transportasi Kecamatan Benowo 60
Tabel 4.24 Perhitungan Emisi Sektor Persampahan Kecamatan Benowo 62
Tabel 4.25 Perhitungan Emisi Sektor Peternakan Kecamatan Benowo.....66
Tabel 4.26 Perhitungan Emisi Sektor Pertanian Kecamatan Benowo 69
Tabel 4.27 Jangkauan Emisi Sektor Energi 71
Tabel 4.28 Jangkauan Emisi Sektor Transportasi 74
Tabel 4.29 Jangkauan Emisi Sektor Persampahan.....77
Tabel 4.30 Jangkauan Emisi Sektor Peternakan 80
Tabel 4.31 Jangkauan Emisi Sektor Pertanian.....83
Tabel 4.32 Jangkauan Total Emisi Karbon 86

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Administrasi Kecamatan Benowo Kota Surabaya.....32
Gambar 3.2 Kerangka Pikir Penelitian.....33
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.....34
Gambar 4.1 Peta Sebaran Emisi Sektor Energi.....73
Gambar 4.2 Peta Sebaran Emisi Sektor Transportasi.....76
Gambar 4.3 Peta Sebaran Emisi Sektor Persampahan 79
Gambar 4.4 Peta Sebaran Emisi Sektor Peternakan.....82
Gambar 4.5 Peta Sebaran Emisi Sektor Pertanian 85
Gambar 4.6 Total Emisi Karbon Kecamatan Benowo 88

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan global diakibatkan dari meningkatnya gas-gas rumah kaca yang telah menjadi perhatian dunia dalam beberapa dekade terakhir. Menurut IPCC (2006), gas rumah kaca (GRK) merupakan emisi gas buang yang dilepaskan ke udara dan memiliki potensi menyebabkan pemanasan global. Berdasarkan *United Nations Framework Convention on Clinate Change* (UNFCCC) (2014), emisi gas yang diperhitungkan batasnya yaitu CO_2, CH_4 , N_2O, HFCs, PFCs, No_x, So_x, *Non-Methane Volatile Organic Compounds* (NMVOC), dan CO. Penyumbang emisi utama dalam gas rumah kaca di Indonesia adalah emisi CO_2, CH_4, dan N_2O. Hal ini disebabkan karena gas CO_2 memiliki presentase sebesar 94%, CH_4 sebesar 5%, dan N_2O sebesar 1% dalam tingkat emisi gas rumah kaca yang dihasilkan sektor energi (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018)

Menurut Pasal 1 ayat (1) UU No.1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman, 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. Rumah merupakan tempat suatu individu atau kelompok melakukan aktivitasnya. Setiap rumah tangga memiliki berbagai macam aktivitas yang akan menyebabkan perbedaan nilai jejak karbon. Berdasarkan data dari Kementerian Negara Lingkungan Hidup Indonesia menunjukkan bahwa energi seperti penggunaan bahan bakar memberikan sumbangsih emisi pada gas rumah kaca, khususnya CO_2 yang bersumber dari rumah tangga (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018).

Aktivitas rumah tangga dapat menyebabkan kenaikan panas suhu bumi (Rachmawati, 2015). Aktivitas rumah tangga seperti kegiatan memasak, transportasi, pertanian, dan penimbunan sampah dapat mengakibatkan tingginya pencemaran udara. Kenaikan drastis ini juga disebabkan karena

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

meningkatnya jumlah penduduk dan kebutuhan lahan untuk permukiman yang mengakibatkan peningkatan emisi yang dihasilkan dari aktivitas permukiman (Pratiwi, 2015). Beberapa sektor yang dapat mengakibatkan peningkatan GRK dari aktivitas permukiman yaitu energi, transportasi, sampah, peternakan, dan pertanian. Peningkatan gas rumah kaca yaitu CO_2 CH_4, dan N_2O pada sektor energi dihasilkan dari adanya penggunaan minyak tanah, LPG, dan kayu bakar, serta penggunaan listrik pada rumah tangga. Sektor transportasi dapat berasal dari bahan bakar fosil pada kendaraan bermotor yang menghasilkan CO_2, CH_4, dan N_2O. Penimbunan sampah juga dapat berpengaruh pada emisi gas rumah kaca yaitu CO_2. Sektor peternakan dan pertanian juga memberikan kontribusi untuk meningkatkan efek GRK khususnya dari gas metana yang dihasilkan dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak dapat melepaskan gas metana (CH_4) ke atmosfer. Serta, emisi CO_2 yang dihasilkan dari penggunaan pupuk urea.

Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2016 menyatakan total emisi GRK di Kota Surabaya pada tahun 2016 sebesar 17.089.187,86 ton CO_2 dengan presentase sektor energi sebanyak 95,8%, sektor sampah sebanyak 3,87%, sektor pertanian dan peternakan sebanyak 0,31%, dan sektor proses produksi dan penggunaan produk sebanyak 0,016%. Kota Surabaya merupakan kota metropolitan dengan jumlah penduduk mencapai 3.074.883 jiwa (Badan Pusat Statistik, 2019). Kota Surabaya, khususnya di Kecamatan Benowo menjadi kecamatan yang memiliki laju pertumbuhan penduduk paling pesat yaitu mencapai 4,54% dengan jumlah penduduk sebanyak 66.062 jiwa. Kecamatan Benowo mengalami peningkatan jumlah penduduk yang dapat berakibat pada peningkatan emisi yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga. Selain itu di kecamatan Benowo juga terdapat Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang juga turut menyumbang kenaikan emisi CH_4 akibat proses pembusukan sampah.

Berdasarkan PP No.61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK dan PP No.71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional yang menyatakan bahwa setiap daerah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pemerintahan daerah Kabupaten/Kota wajib melakukan kegiatan inventarisasi GRK. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan inventarisasi emisi di Kecamatan Benowo. Berdasarkan kondisi ini, maka penelitian ini dilaksanakan untuk menganalisis jejak karbon dari aktivitas permukiman di Kecamatan Benowo, Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Berapa besar nilai emisi karbon yang dihasilkan dari aktivitas permukiman di Kecamatan Benowo, Kota Surabaya ?
2. Bagaimana pemetaan jejak karbon di Kecamatan Benowo, Kota Surabaya?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Pengambilan titik sampling ditentukan di kawasan permukiman Kecamatan Benowo, Kota Surabaya.
2. Survei dilakukan di rumah tangga yang digunakan sebagai tempat tinggal tanpa adanya aktivitas usaha seperti *laundry*, toko, dan lain sebagainya.
3. Perhitungan emisi karbon pada aktivitas pemukiman meliputi sektor energi, transportasi, persampahan, peternakan, dan pertanian.
4. Emisi karbon yang dimaksud dalam penelitian ini adalah CO_2, CH_4, dan N_2O yang disetarakan dalam satuan CO_2 ekivalen (CO_2-eq).
5. Penelitian ini tidak melakukan perhitungan terhadap emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari pembangkit listrik, yang menggunakan bahan bakar fosil maupun bahan bakar *biomass-based fuel*.
6. Emisi yang dihitung pada sektor energi hanya berasal dari penggunaan LPG dan listrik.
7. CO_2 yang dihitung didapatkan dari jumlah pemakaian LPG, konsumsi energi listrik pada rumah per bulan, jumlah pemakaian bahan bakar kendaraan per bulan, jumlah sampah tiap rumah per bulan, serta penggunaan pupuk selama satu bulan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

8. CH_4 yang dihitung didapatkan dari jumlah pemakaian LPG, konsumsi energi listrik pada rumah per bulan, jumlah pemakaian bahan bakar kendaraan per bulan, fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak, serta lama budidaya padi.
9. N_2O yang dihitung didapatkan dari jumlah pemakaian LPG, konsumsi energi listrik, dan jumlah pemakaian bahan bakar kendaraan per bulan.
10. Perhitungan emisi karbon dihitung menggunakan rumus perhitungan IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*).
11. Pemetaan jejak karbon di Kecamatan Benowo, Kota Surabaya menggunakan software ArcGIS.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui jumlah emisi karbon yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga pada sektor energi, transportasi, persampahan, peternakan, dan pertanian di Kecamatan Benowo, Kota Surabaya.
2. Mengetahui pemetaan jejak karbon di Kecamatan Benowo, Kota Surabaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Akademisi
   a. Memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan dan keahlian yang telah dipelajari.
   b. Menjadi sumber data maupun bahan perbandingan penelitian di bidang pencemaran udara.
2. Bagi Pemerintah
   a. Memberikan informasi mengenai tingkat penyebaran emisi karbon di Kecamatan Benowo, Kota Surabaya.
   b. Terbentuknya mekanisme pengumpulan data yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat emisi sehingga dapat dilakukan *monitoring* dan upaya mitigasi tingkat daerah.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Udara

Udara adalah suatu komponen yang baik untuk kehidupan, baik manusia maupun makhluk hidup lainnya. Udara merupakan gabungan dari gas yang terdiri dari sekitar 78% nitrogen, 20% oksigen, 0,9% argon, 0,03% karbon dioksida, dan sisanya adalah neon, helium, metana, dan hidrogen (Wardhani, 2019). Menurut Nabillah & Nugraha (2017), udara adalah campuran gas yang ada pada lapisan bumi. Komposisi campuran gas tersebut tidak selalu konstan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara bahwa udara ambien adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfer yang berada di dalam wilayah yuridis Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, mahluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Banyaknya oksigen di dalam ruangan dan di luar ruangan tidak jauh berbeda. Makhluk hidup akan mengalami kesulitan bernafas jika konsentrasi oksigen di dalam ruangan dan di luar ruangan berkurang, hal ini terjadi karena konsentrasi CO_2 yang meningkat.

2.2 Karbon

Gas karbon dapat diketahui dengan metode pembakaran senyawanya, dimana pembakaran secara tidak sempurna dapat menghasilkan zat sisa berupa arang (karbon) dan pembakaran secara sempurna dapat menghasilkan gas karbon dioksida. Senyawa karbon dapat berasal dari berbagai sumber seperti :

1. Tumbuhan dan hewan
2. Batubara
3. Gas alam dan minyak bumi

Senyawa karbon dapat digolongkan menjadi 2 macam yaitu karbon organik dan anorganik. Senyawa karbon organik dapat berupa lemak, karbohidrat, dan protein. Sedangkan yang termasuk dalam golongan senyawa

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

karbon anorganik seperti karbonat, karbon monoksida, dan karbon dioksida (Subkhan, 2017).

a. Karbon Dioksida (CO_2)

Karbon dioksida merupakan material yang tersusun oleh satu atom karbon (C) dan dua atom oksigen (O_2). Karbon dioksida (CO_2) adalah salah satu dari sekian banyak gas penyusun lapisan atmosfer bumi seperti oksigen, nitrogen, dan argon. Komposisi gas penyusun atmosfer tersebut tidak selalu konstan, akan tetapi mengalami transformasi dari waktu ke waktu. Konsentrasi gas CO_2 di atmosfer dapat melonjak setiap tahun dengan beberapa perkiraan pada kecepatan 1 ppm per tahun. Karbon dioksida memiliki tekanan parsial rata-rata yaitu sebesar 3.0×10^{-4} atm serta konsentrasi rata-rata CO_2 di troposfer sebesar 350 ppm atau 0,000350 atm (Vallero, 2008)

Sumber pembebasan karbon dioksida di atmosfer salah satunya adalah lautan. Terdapat 8.0 Giga Ton karbon dioksida oleh faktor antropogenik yang dilepaskan tiap tahunnya. Pembakaran bahan bakar fosil dan alih fungsi lahan menghasilkan tiga perempat karbon dioksida. Sekitar 2.3 Giga Ton dari total karbon tersebut masuk dalam proses pelarutan di laut dan dengan jumlah yang sama digunakan untuk proses pertumbuhan tanaman. Sedangkan sisanya 3.4 Giga Ton berada pada atmosfer bumi (Subkhan, 2017).

Karbon dioksida (CO_2) merupakan gas penting dan jika dalam kadar yang normal dapat bermanfaat untuk melindungi kehidupan manusia di bumi. Pencemaran emisi CO_2 dapat dihasilkan dari 2 (dua) kegiatan yaitu pencemaran yang berasal dari alam dan pencemaran yang berasal dari manusia seperti emisi CO_2 yang berasal dari transportasi, sampah, dan konsumsi energi listrik rumah tangga. Jumlah konsentrasi emisi CO_2 dari kegiatan manusia biasanya relatif lebih tinggi sehingga dapat menyebabkan terganggunya sistem kesetimbangan di udara, serta dapat merusak lingkungan dan kesejahteraan manusia (Rachmawati, 2015).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Gas Metana (CH_4)

Peningkatan gas metana (CH_4) di atmosfer pertama kali diketahui pada tahun 1980an. Gas metana dapat meningkat hingga mencapai sekitar 5-10 ppb/tahun. Peningkatan emisi gas metana ini dapat diakibatkan karena adanya hal yang cukup kompleks. Kenaikan gas metana dapat terjadi karena adanya sumber dan penyerapan gas metana secara global, seperti dari lahan basah, laut, pertanian, peternakan, penimbunan sampah, pembakaran biomassa, penggunaan bahan bakar fosil, serta pertambangan minyak gas dan batubara. Gas metana berdasarkan sumbernya dapat digolongkam menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu metana biogenik, termogenik dan pirogenik. Metana biogenik adalah gas metana yang diperoleh dari proses biologis seperti penggunaan lahan basah, pertanian, dan peternakan. Sedangkan metana termogenik dan pirogenik merupakan gas metana yang diperoleh melalui proses fisika-kimia. Emisi gas metana yang dihasilkan dari kebocoran kegiatan tambang bahan bakar fosil merupakan sumber gas metana termogenik yang mendominasi emisi gas metana global.

Lahan basah juga dapat berkontribusi dalam peningkatan gas metana biogenik di masa yang akan datang, karena pemanasan bumi yang terus berlanjut dan dapat menyebabkan peningkatan emisi gas metana dari lahan basah. Gas metana di lahan basah memiliki kontribusi sebesar 23% dari emisi gas metana global. Rentang emisinya berkisar antara 0,6 dan 11 mg/m^2.jam dan secara umum lebih rendah dari yang diemisikan oleh persawahan yaitu sebesar 13 mg/m^2.jam (Ulumuddin, 2019). Peningkatan gas metana di atmosfer saat ini telah berganti sumber dari termogenik menjadi biogenik. Sumber gas metana tersebut banyak diyakini berasal dari pertanian dan peternakan jika dibandingkan dari penggunaan lahan basah (Ishak dkk., 2019).

c. Dinitrogen Oksida (N_2O)

Kementerian Lingkungan Hidup (2012) menyebutkan bahwa nitrogen oksida merupakan gas hasil pembakaran pada suhu tinggi (gas nitrogen di udara dan unsur nitrogen yang terkandung dalam bahan bakar) yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

membentuk lapisan kabut kecokelatan di langit. Gas N_2O di atmosfer relatif lebih lama berada di alam jika dibandingkan dengan gas karbon dioksida (CO_2) dan gas metana (CH_4) dengan sifat potensi pemanasan global 310 kali lebih tinggi daripada CO_2 dan CH_4. Pembentukan NO_x dalam proses pembakaran ditentukan oleh rasio udara bahan bakar, temperatur pembakaran, dan lama pembakaran. Sumber utama keberadaan emisi nitrogen oksida adalah kendaraan bermotor, pembangkit listrik, dan proses industri. Sektor transportasi yang terdiri dari mobil menghasilkan 54% emisi Nox, kendaraan berat menghasilkan 38% emisi Nox, dan kendaraan ringan menghasilkan 7% (Reis, 2005).

2.3 Sumber Karbon

Keberadaan karbon dioksida dapat secara alami dapat bersumber dari tumbuhan, hewan, pembusukan dan respirasi oleh mikroba, serta pembakaran biomassa. Data terbaru yang diterbitkan oleh *International Energy Agency*, (2015) menyebutkan bahwa nilai emisi GRK dari pemanfaatan energi mencapai 68% dan karbon dioksida mendominasi yaitu sebesar 90% nya. Subsektor yang memberikan sumbangan besar yaitu dari penggunaan listrik dan generator panas, transportasi, serta perumahan. Penggunaan bahan bakar fosil merupakan sumber utama emisi CO_2 di dunia dan dapat mencapai 74% dari total emisi (Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral, 2015). Bahan bakar fosil ini diperuntukkan untuk pemanasan dan pendinginan, transportasi, industri, konversi energi, dan pembakaran beraneka macam produksi industri dan buangan rumah tangga. Menurut Nugrahayu (2015), emisi CO_2 dapat dikategorikan menjadi:

a. Emisi Langsung (Primer)

Emisi primer adalah emisi yang dihasilkan secara langsung dari aktivitas atau sumber dalam ruang batas yang ditetapkan, seperti emisi gas CO_2 yang dihasilkan dari kendaraan bermotor.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Emisi Tidak Langsung (Sekunder)

Emisi sekunder adalah emisi yang dihasilkan dari aktivitas di dalam ruang batas yang ditetapkan, seperti konsumsi energi listrik di rumah tangga. Emisi CO_2 dari kegiatan permukiman dihasilkan dari aktivitas rumah tangga, terutama emisi karbon yang berasal dari peralatan elektronik dan penggunaan bahan bakar. Emisi gas rumah kaca dari beberapa sektor disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Emisi GRK (Data 2001-2006)

No.	Sektor/Subsektor
1.	Kehutanan
	- Hutan (campuran)
2.	Pertanian
	- Peternakan
	- Lahan sawah
3.	Energi
	- Rumah tangga
	- Komersil
	- Transportasi
	- Pembangkit listrik
	- *Coal mining*
4.	Industri Proses
	- Produk kapur
	- Besi & baja
	- Semen
	- Ammonia
5.	Limbah
	- Sampah di TPA
	- Limbah cair domestik

Sumber : Purwanta, 2010

2.4 Jejak Karbon

Jejak karbon adalah ukuran dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan dan perubahan iklim tertentu. Hal ini terkait dengan jumlah gas rumah kaca yang dihasilkan dalam kehidupan sehari-hari melalui pembakaran bahan bakar fosil untuk listrik, pemanasan dan transportasi, dan kegiatan lainnya yang menghasilkan beban emisi. Jejak karbon merupakan jumlah total dari hasil emisi karbon dioksida secara langsung maupun tidak langsung, serta

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

merupakan akumulasi dari penggunaan produk dalam kehidupan sehari-hari (Wiedmann & Minx, 2008).

Jejak karbon dapat diperhitungkan dari berbagai sumber penghasil emisi, seperti penggunaan bahan bakar fosil yang digunakan. Penggunaan bahan bakar tersebut berupa minyak bumi atapun gas alam. Bahan bakar fosil tersebut secara langsung dapat menghasilkan karbon dioksida (CO_2). Jejak karbon juga dapat berasal dari penggunaan listrik untuk keperluan sehari-hari. Aktivitas penggunaan listrik memproduksi sejumlah CO_2 yang berasal dari pembangkit listrik pemasok dan energi listrik yang dipakai (Wiedmann & Minx, 2008)

Perhitungan emisi karbon dioksida (CO_2) dapat dilakukan dengan cara mengalikan volume bahan bakar yang dikonsumsi dengan faktor emisi dari jenis bahan bakar yang digunakan. Faktor emisi adalah nilai rata-rata suatu parameter pencemar udara yang dikeluarkan sumber spesifik. Faktor emisi dinyatakan sebagai berat polutan dibagi dengan satuan berat, volume, jarak, atau lamanya aktivitas yang dapat menghasilkan polutan. Variasi tersebut menimbulkan faktor emisi dengan unit yang berbeda pada tiap jenis polutan.

Jejak karbon primer adalah ukuran emisi karbon dioksida (CO_2) yang bersifat langsung. Jejak karbon primer bersumber dari hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti memasak dan transportasi. Setiap kegiatan atau aktivitas manusia yang menggunakan bahan bakar dapat menghasilkan jejak karbon yang berbeda-beda tergantung dari lama penggunaannya. Sedangkan jejak karbon sekunder adalah ukuran emisi karbon dioksida (CO_2) yang bersifat tidak langsung. Jejak karbon sekunder bersumber dari peralatan-peralatan elektronik rumah tangga, dimana peralatan elektronik tersebut dapat difungsikan dengan menggunakan daya listrik. Daya listrik dapat bersumber dari pembangkit listrik yang produksinya menggunakan bahan bakar fosil. Secara tidak langsung konsumen pengguna daya listrik telah melakukan pembakaran bahan bakar fosil untuk mendapatkan sumber energi listrik. Hal ini tentu menunjukkan bahwa jejak karbon sekunder tidak terlepas dari karbon primer yang dihasilkan.

Perhitungan estimasi emisi jejak karbon menggunakan pedoman inventarisasi emisi yang dimiliki IPCC (2006). Pendekatan metode yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dipergunakan dalam inventarisasi emisi dikenal dengan istilah "*Tier*". Semakin tinggi tingkatan ketelitian yang digunakan, maka inventarisasi emisi yang dihasilkan semakin akurat. Tingkat ketelitian tersebut tergantung dari penggunaan faktor emisi dari suatu kegiatan. Secara umum, tingkat ketelitian (*tier*) dalam penyelenggaraan inventarisasi gas rumah kaca dibagi menjadi 3 (tiga) tingkatan yaitu:

a. Tier 1 : Metode perhitungan emisi yang menggunakan persamaan dasar, faktor emisi default, dan data aktivitas yang digunakan sebagian bersumber dari sumber data global.
b. Tier 2: Metode perhitungan emisi yang menggunakan faktor emisi default atau faktor emisi lokal (spesifik) yang diperoleh dari hasil pengukuran langsung dan data aktivitas berasal dari sumber data nasional dan/atau daerah.
c. Tier 3: Metode perhitungan emisi dan serapan menggunakan metode yang paling rinci (dengan pendekatan *modeling* dan *sampling*). Pendekatan *modeling* faktor emisi lokal dapat divariasikan sesuai dengan keberagaman kondisi yang ada sehingga emisi dan serapan akan memiliki tingkat kesalahan lebih rendah.

A. Sektor Energi

Emisi karbon yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga ada yang dihasilkan secara langsung dan secara tidak langsung. Emisi karbon secara langsung dihasilkan dari kegiatan memasak yaitu dengan penggunaan bahan bakar. Secara umum persamaan yang digunakan untuk perhitungan emisi CO_2 dari penggunaan bahan bakar yaitu sebagai berikut:

Konsumsi energi (TJ) = Konsumsi energi (sat.fisik) x NCV

Emisi CO_2 = Konsumsi energi x FE ..... **(2.1)**

Keterangan :

FE : Faktor emisi CO_2 bahan bakar (kg/TJ)

Emisi CO_2 : Jumlah emisi CO_2 (ton/tahun)

Berdasarkan IPCC (2006) faktor emisi merupakan faktor yang menunjukkan banyaknya emisi per unit aktivitas. Faktor emisi mempunyai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

satuan massa emisi atau satuan kegiatan. Faktor emisi tersebut merupakan faktor emisi default yang terdapat pada IPCC (2006). Faktor emisi default dari penggunaan bahan bakar dalam dalam IPCC (2006) yang disajikan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Faktor Emisi Bahan Bakar

No	Bahan Bakar	Faktor Emisi CO_2 (kg CO_2/TJ)	Faktor Emisi CH_4 (kg CH_4 /TJ)	Faktor Emisi N_2O (kg N_2O /TJ)	NCV (TJ/Gg)
1.	Gas Alam	56100	5	0,1	48
2.	LPG	63100	5	0,1	47,3
3.	Minyak tanah	71900	10	0,6	43,8
4.	Kayu	112000	300	4	15,6

Sumber : IPCC, 2006

Perhitungan emisi tidak langsung yang dihasilkan dari penggunaan listrik dalam kehidupan sehari-hari dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

Emisi CO_2 = Konsumsi energi x FE Listrik **(2.2)**

Keterangaan :

Emisi CO_2 : Jumlah emisi CO_2 (kg/tahun)

FE listrik : Faktor emisi CO_2 listrik yaitu 0.000794 ton CO_2/KWh

B. Sektor Transportasi

Emisi karbon pada sektor transportasi dilakukan dengan pendekatan faktor emisi pada bahan bakar. Nilai faktor emisi yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2012. Nilai tersebut mengacu pada nilai faktor emisi default yang diterbitkan oleh IPCC tahun 2006. Faktor emisi default tersebut disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Nilai Faktor Emisi Bahan Bakar Kendaraan

No	Bahan Bakar	Faktor Emisi CO_2 (kg/TJ)	Faktor Emisi CH_4 (kg CH_4 /TJ)	Faktor Emisi N_2O (kg N_2O /TJ)
1.	Gasolin	69300	33	3,2
2.	Solar	74100	3,9	3,9

Sumber : IPCC, 2006

Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2012 memiliki nilai kalor untuk bahan bakar gasolin dan solar yang dapat dinyatakan dalam satuan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(TJ/L). Nilai kalor ini merupakan nilai kalor bahan bakar di Indonesia. Adapun nilai kalor bahan bakar tersebut disajikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Nilai Kalor Bahan Bakar di Indonesia

No	Bahan Bakar	Nilai Kalor (TJ/L)
1.	Premium	33×10^{-6}
2.	Pertalite	33×10^{-6}
3.	Pertamax	33×10^{-6}
4.	Pertamax Plus	33×10^{-6}
5.	Pertamina Dex	33×10^{-6}
6.	Solar	36×10^{-6}
7.	Biosolar	36×10^{-6}

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

Perhitungan nilai emisi gas rumah kaca dapat diketahui dengan satuan konsumsi energinya yaitu dari ton menjadi TJ (Terra Joule). Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

Konsumsi energi (TJ) = konsumsi energi (sat. Fisik) x Nilai kalor **(2.3)**

Perhitungan emisi CO_2 dapat dihitung setelah mengetahui konsumsi energi dalam satuan TJ, yang selanjutnya dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

Emisi CO_2 = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg/TJ) **(2.4)**

C. Sektor Persampahan

Sampah timbul dari sisa proses produksi dan sisa pemakaian produk, baik dari aktivitas rumah tangga, pasar, pertokoan, penyapuan jalan, taman, dan industri yang menghasilkan buangan padat sisa produksi. Sumber sampah akan menghasilkan sejumlah sampah yang secara kuantitas disebut timbulan sampah. Timbulan sampah adalah jumlah sampah yang dinyatakan dalam satuan berat ataupun volume. Jumlah dan komposisi sampah yang timbul dari berbagai provinsi di Indonesia sangat bervariasi dan tergantung pada aspek ekonomi, sosial, budaya dan gaya hidup masyarakat, peraturan, iklim, pengelolaan awal dari sampah, dan aktivitas daur ulang serta ukuran kota (BAPPENAS, 2014). Berdasarkan SNI 19-3983-1995 mengenai spesifikasi timbulan sampah di Indonesia berdasarkan jenis rumah yaitu dikelompokkan sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a. Timbulan sampah rumah permanen sebesar 2,25-2,5 l/orang/hari
b. Timbulan sampah rumah semi permanen sebesar 2-2,25 l/orang/hari.
c. Timbulan sampah rumah non permanen sebesar 1,75-2 l/orang/hari.

Berdasarkan sifat biologis dan kimianya, secara garis besar sampah dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Sampah yang dapat membusuk/organik
2. Sampah yang tidak membusuk/anorganik.

Berdasarkan SNI 19-3964-1994, klasifikasi komponen sampah terbagi menjadi 9 komponen dan beberapa di antaranya mengandung bahan organik yang dapat terdegradasi sehingga dapat berpotensi menghasilkan emisi CH_4 selama proses degradasi berlangsung (IPCC 2006). Komponen sampah tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sisa makanan, termasuk sampah dari berbagai makanan, sampah sayur dan buah
2. Kertas, termasuk koran, cacahan kertas, tisu, diapers
3. Kayu dan taman, termasuk furniture bekas, kayu, limbah konstruksi, daun/ranting dari taman
4. Tekstil dan produk tekstil
5. Karet dan kulit
6. Plastik
7. Kaca
8. Logam
9. Lain – lain seperti tanah, abu, dsb.

Perhitungan emisi CO_2 dari tempat pembuangan limbah padat dapat dilakukan dengan persamaan dibawah ini. Berikut perhitungan emisi CO_2 dari sektor persampahan oleh *Campus Carbonfootprint by Adam Wilson* dalam Alwin, 2016.

Emisi karbon = Jumlah sampah yang dihasilkan x faktor emisi **(2.5)**

FE = Faktor emisi sampah yaitu 1.09

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

D. Peternakan

Emisi gas rumah kaca dari sektor peternakan dapat dihitung dari emisi metana (CH_4) yang berasal dari fermentasi enterik. Fermentasi enterik adalah suatu proses dimana karbohidrat dalam tubuh hewan dipecah menjadi molekul sederhana oleh mikroorganisme untuk diserap ke dalam aliran darah. Emisi CO_2 dari peternakan tidak diperkirakan karena emisi CO_2 diasumsikan nol karena CO_2 diserap oleh tanaman melalui fotosintesis dikembalikan ke atmosfer sebagai CO_2 melalui respirasi. Kotoran ternak baik padat maupun cair memiliki potensi untuk menghasilkan emisi gas metana (CH_4) selama proses penyimpanan, pengolahan, dan penumpukan, dan pengendapan.

Gas metana (CH_4) mempunyai daya pemanas global (GWP) sekitar 21 kali gas CO_2, hal ini menunjukkan bahwa satu ton CH_4 memiliki efek pemanasan global setara dengan 21 ton CO_2. Sehingga, dalam perhitungan emisi metana (CH_4) perlu dikonversi ke CO_2 ekivalen (CO_2-eq) dengan menggunakan faktor pengali 21. Estimasi emisi metana dari peternakan dihitung dengan menggunakan IPCC (2006). Metode untuk memperkirakan emisi CH_4 dari peternakan memerlukan data aktivitas yang diperlukan untuk tier 1 yaitu populasi ternak dan faktor emisi fermentasi enterik untuk berbagai jenis ternak sebagaimana disajikan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Faktor Emisi Metana dari Fermentasi Enterik

No	Jenis Ternak	Faktor Emisi Metana (kg/ekor/tahun)
1.	Ayam Buras	-
2.	Ayam Ras	-
3.	Ayam Petelur	-
4.	Bebek	-
5.	Babi	1
6.	Domba	5
7.	Kambing	5
8.	Kuda	18
9.	Sapi pedaging	47
10.	Kerbau	55
11.	Sapi Perah	61

Sumber : IPCC, 2006

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Jenis ternak di Indonesia yang menghasilkan gas metana (CH_4) adalah sapi pedaging, sapi perah, kerbau, domba, kambing, babi, dan kuda. Emisi metana (CH_4) dari fermentasi enterik dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Emisi CH_4 = $N_{(T)}$ x $FE_{(T)}$ ..... **(2.6)**

Keterangan :

Emisi : Emisi metana dari fermentasi enterik (kg CH_4/Thn)

$FE_{(T)}$: Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu (kg CH_4/Thn)

$N_{(T)}$: Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu (Ekor)

T : Jenis/kategori ternak

Faktor utama yang mempengaruhi jumlah emisi gas metana yaitu jumlah kotoran yang dihasilkan dan bagian yang didekomposisi secara anorganik. Faktor emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak dapat diambil dari default faktor emisi IPCC (2006) seperti yang disajikan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Faktor Emisi Metana dari Pengelolaan Kotoran Ternak

No	Jenis Ternak	Faktor Emisi Metana (kg/ekor/tahun)
1.	Ayam Buras	0,02
2.	Ayam Ras	0,02
3.	Ayam Petelur	0,02
4.	Bebek	0,03
5.	Domba	0,15
6.	Kambing	0,17
7.	Sapi pedaging	1
10.	Kuda	1,64
11.	Babi	7
12.	Sapi Perah	31

Sumber : IPCC, 2006

Emisi metana dari kotoran ternak dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Emisi CH_4 = $(EF_T \times N_T) \times 10^{-6}$ ..... **(2.7)**

Keterangan :

Emisi CH_4 = Emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak

$EF_{(T)}$ = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu (kg CH_4/Thn)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$N_{(T)}$ = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, animal unit

T = Jenis/kategori ternak

E. Pertanian

Emisi gas rumah kaca dari sektor pertanian dihitung dari emisi karbon dioksida (CO_2) karena adanya pengaplikasian pupuk urea ke lahan pertanian. Penggunaan pupuk urea pada budidaya pertanian dapat mengakibatkan lepasnya karbon dioksia (CO_2) yang diikat selama proses pembuatan pupuk. Urea ($CO(NH_2)_2$) diubah menjadi amonium (NH_4^+), ion hidroksil (OH^-), dan bikarbonat (HCO_{3-}) dengan adanya air dan enzim urease. Mirip dengan reaksi tanah pada penambahan kapur, bikarbonat yang terbentuk selanjutnya berkembang menjadi CO_2 dan air. Kategori sumber ini perlu dimasukkan karena pengambilan (fiksasi) CO_2 dari atmosfer selama pembuatan urea diperhitungkan dalam sektor industri. Berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2018 emisi CO_2 dari penggunaan pupuk urea dihitung dengan persamaan berikut:

Emisi CO_2 = M urea x FE urea **(2.8)**

Keterangan :

Emisi CO_2 : Emisi C tahunan dari aplikasi Urea (ton CO_2/ tahun)

M urea : Jumlah pupuk urea yang diaplikasikan, ton per tahun

FE urea : Faktor emisi, ton C per (Urea). Default IPCC (Tier 1) untuk faktor emisi urea adalah 0,20 atau setara dengan kandungan karbon pada pupuk urea berdasarkan berat atom (20% dari $CO(NH_2)_2$)

Perhitungan jumlah pupuk tersebut digunakan beberapa asumsi agar jumlah pupuk urea yang dihitung sesuai dengan penerapan di lapangan. Asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut :

a) Tanaman pangan

Jumlah pupuk = Luas tanaman x Dosis anjuran

b) Tanaman holtikulutura

Jumlah pupuk = Luas tanam x Dosis anjuran x Faktor koreksi

c) Tanaman perkebunan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Jumlah pupuk = Luas tanam x dosis anjuran x Faktor koreksi

Dosis anjuran penggunaan pupuk urea untuk masing-masing komoditas disajikan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Dosis Anjuran Pupuk Urea Beberapa Komoditas Pertanian

No	Jenis Tanaman	Dosis N (kg/ha)	Urea (kg/ha)
A.	**Tanaman Pangan**		
1.	Kedelai	25	56
2.	Kacang tanah	25	56
3.	Kacang hijau	25	56
4.	Ubi kayu	68	150
5.	Ubi jalar	68	150
6.	Padi	113	250
7.	Jagung	158	350
B.	**Tanaman Hortikultura**		
1.	Hias	42	93
2.	Buah-buahan	72	160
3.	Sayur-sayuran	100	222
4.	Biofarmaka	200	444
C.	**Tanaman Perkebunan**		
1.	Kapas	45	100
2.	Kelapa	90	200
3.	Teh	90	200
4.	Tembakau	90	200
5.	Kelapa sawit	113	250
6.	Karet	135	300
7.	Kopi	158	350
8.	Tebu	158	351
9.	Kakao	200	444

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2017

Dekomposisi bahan organik secara anaerobik pada lahan sawah menghasilkan emisi gas metana (CH_4) ke atmosfer. Jumlah CH_4 yang diemisikan didapatkan dari perhitungan umur tanaman, rejim air sebelum dan selama periode budidaya, dan penggunaan bahan organik dan anorganik. Selain itu, emisi gas metana (CH_4) juga dipengaruhi oleh jenis tanah, suhu, dan jenis varietas. Emisi gas metana (CH_4) diketahui dengan mengalikan faktor emisi harian dengan lama budidaya padi sawah dan luas panen dengan menggunakan persamaan berikut

$$CH_{4\,Rice} = \Sigma_{ijk} (FE_{i,j,k} \times t_{i,j,k} \times A_{i,j,k} \times 10^{-6}) \quad \textbf{(2.9)}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Keterangan :

$CH_{4\ Rice}$ = Emisi metan dari budidaya padi sawah (Gg CH_4/thn)

$FE_{i,j,k}$ = Faktor emisi untuk kondisi i, j, dan k; (kg CH_4/thn)

$t_{i,j,k}$ = Lama budidaya padi sawah untuk kondisi i, j, dan k; (hari)

$A_{i,j,k}$ = Luas panen padi sawah untuk kondisi i, j, dan k (ha/thn)

i, j, dan k = Mewakili ekosistem berbeda: i: rezim air, j: jenis dan jumlah pengembalian bahan organik tanah, dan k: kondisi lain di mana emisi CH_4 dari padi sawah dapat bervariasi

2.5 Pemanasan Global

Perubahan iklim diartikan sebagai perubahan signifikan dari iklim maupun variabilitas iklim yang menetap dalam jangka waktu yang lama atau seterusnya (IPCC, 2006). Perubahan iklim adalah salah satu fenomena alam dimana terjadi perubahan nilai unsur-unsur iklim baik secara alamiah maupun yang dipercepat akibat aktivitas manusia. Sejak revolusi industri dimulai hingga sekarang telah menyebabkan terjadinya peningkatan suhu udara global. Perubahan iklim juga menyebabkan anomali iklim seperti fenomena Enso (El-Nino dan La-Nina), IOD (*Indian Ocean Dipole*), penurunan atau peningkatan suhu udara secara ekstrem, curah hujan dan musim bergeser dari pola biasanya dan tidak menentu, serta permukaan air laut meningkat dan terjadinya rob di beberapa wilayah.

Karbon dioksida dapat menyebabkan pemanasan di troposfer, sehingga jumlah uap air di atmosfer meningkat. Uap air termasuk gas rumah kaca sehingga jika terjadi peningkatan konsentrasi akan mengurangi jumlah radiasi infra merah yang dibuang atmosfer yang mengakibatkan temperatur menjadi tidak normal dan mengakibatkan pemanasan yang lebih besar dibandingkan sebelumnya. Faktor lain yang memiliki kontribusi terhadap pemanasan global yaitu efek balik positif akibat terlepasnya CO_2 dan CH_4 dari melunaknya tanah beku. Es yang mencair juga akan melepas CH_4 yang dapat menimbulkan umpan balik positif. Laut memiliki kemampuan ekologis untuk menyerap karbon di atmosfer. Fitoplankton mampu menyerap karbon guna kelangsungan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

proses fotosintesis. Kemampuan ini akan berkurang jika laut menghangat yang diakibatkan oleh menurunnya tingkat nutrien pada zona *mesopelagic* sehingga membatasi pertumbuhan diatom daripada fitoplankton.

Pemanasan global pada dasarnya adalah fenomena peningkatan temperatur global dari tahun ke tahun karena terjadinya efek rumah kaca yang disebabkan oleh peningkatan emisi gas karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitrogen oksida (N_2O) dan CFC sehingga energi matahari terperangkap dalam atmosfer bumi. Energi matahari memanasi permukaan bumi dan sebaliknya bumi memantulkan kembali energi tersebut ke angkasa. Gas di atmosfer (uap air, karbon dioksida, metana, asam nitrat dan gas lainnya) menyaring sejumlah energi yang dipancarkan, memberi efek seperti rumah kaca, sehingga gas diatmosfer tersebut disebut gas rumah kaca. Gas rumah kaca adalah istilah kolektif untuk gas-gas yang memiliki 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). Beberapa gas tersebut mempunyai efek rumah kaca lebih besar dibandingkan gas lainnya. Efek rumah kaca secara alami ini menyebabkan suhu udara di permukaan bumi tidak lagi dingin, tetapi menjadi lebih tidak nyaman dan aman untuk kehidupan.

Sumber utama karbon dioksida (CO_2) berasal dari gas buang pembangkit listrik dan kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil. Kebakaran hutan dan pemakaian pupuk urea pada pertanian dapat menghasilkan emisi Dinitrogen Oksida (N_2O). Pembusukan pakan ternak, kotoran hewan, sampah organik, tanah yang tergenang air seperti rawa-rawa dan persawahan akan menghasilkan emisi gas metana (CH_4). Penggunaan gas freon untuk AC dan campuran produk kaleng semprot juga menghasilkan gas rumah kaca. Menurut IPCC (2006), gas-gas utama yang dikategorikan sebagai penghasil emisi gas rumah kaca dan memiliki potensi menyebabkan pemanasan global adalah karbon dioksida (CO_2) dan gas metana (CH_4). Karbon dioksida (CO_2) dan gas metana (CH_4) secara alami terdapat di atmosfer. Namun pada era industrialiasi sejak tahun 1750 sampai tahun 2005 gas-gas tersebut mengalami kenaikan jumlah yang pesat dan secara global. Gas karbon dioksida

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(CO_2) memiliki persentase sebesar 50% dalam total gas rumah kaca, sementara metana (CH_4) memiliki persentase sebesar 20% (Alwin, 2016). Efek dari keberadaan gas rumah kaca yang dapat dirasakan saat ini yaitu peningkatan temperatur di bumi. Peningkatan temperatur ini dapat mengakibatkan efek lanjutan seperti mencairnya es di kutub dan kenaikan muka air laut.

Setiap jenis emisi dalam gas rumah kaca mempunyai dampak pemanasan global yang berbeda pula, hal ini dapat dilihat dari kemampuan suatu gas menyerap energi dan kurun waktu gas tersebut bertahan di atmosfer. *Global Warming Potential* (GWP) telah dikembangkan untuk melihat perbandingan dampak pemanasan global dari setiap jenis gas yang ada. Secara khusus, GWP adalah suatu ukuran jumlah energi yang diserap oleh 1 ton emisi GRK dalam suatu periode tertentu, reklatif terhadap 1 ton emisi karbon dioksida (CO_2). Jika nilai GWP semakin besar, maka semakin besar pula peran gas tersebut terhadap pemanasan global dalam kurun waktu tertentu. Nilai GWP ditujukan untuk mengkonversi data emisi non-CO_2 menjadi data emisi CO_2 ekivalen (CO_2-eq). Sehingga emisi CH_4 dan N_2O dapat dijumlahkan dengan emisi CO_2 menjadi CO_2-eq. Nilai GWP disajikan pada Tabel 2.8

Tabel 2.8 Nilai GWP

Jenis Gas	GWP
Karbon Dioksida (CO_2)	1
Metana (CH_4)	21
Dinitrogen Oksida (N_2O)	310

Sumber : IPCC, 2006

2.6 Permukiman

Permukiman merupakan bagian dari lingkungan hidup di luar kawasan lindung, baik yang berupa kawasan perkotaan maupun perdesaan yang berfungsi lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian dan tempat kegiatan yang mendukung kehidupan. Menurut Pasal 1 ayat (1) Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman, yang dimaksud dengan perumahan adalah kumpulan rumah sebagai bagian dari permukiman, baik perkotaan maupun perdesaan, yang dilengkapi dengan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

prasarana, sarana, dan utilitas umum sebagai hasil upaya pemenuhan rumah yang layak huni. Sedangkan menurut pasal 1 ayat (5) menjelaskan bahwa permukiman adalah bagian dari lingkungan hunian yang terdiri atas lebih dari satu satuan perumahan yang mempunyai penunjang kegiatan fungsi lain di kawasan perkotaan atau kawasan perdesaan.

Aktivitas yang berkembang di kawasan perkotaan menjadikan intensitas penggunaan lahan di kawasan tersebut menjadi tinggi. Intensitas penggunaan lahan tinggi baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mengakibatkan peningkatan produksi emisi gas rumah kaca. Sekitar 85% emisi yang dihasilkan di Indonesia pada tahun 2005 berasal dari aktivitas yang berhubungan dengan penggunaan lahan (Novananda & Setiawan, 2015). Permukiman yang berwawasan lingkungan mempunyai empat komponen yang digunakan sebagai indikatornya, yaitu ekonomi, sosial, lingkungan, dan budaya (Kumara & Mutiarin, 2019). Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman, rumah adalah bangunan gedung yang berfungsi sebagai tempat tinggal yang layak huni, sarana pembinaan keluarga, cerminan harkat dan martabat penghuninya, serta aset bagi pemiliknya, sedangkan perumahan adalah kumpulan rumah sebagai bagian dari permukiman, baik perkotaan maupun perdesaan, yang dilengkapi dengan sarana, prasarana, dan utilitas umum sebagai hasil upaya pemenuhan rumah yang layak huni.

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2011, tipe rumah berdasarkan luas lahan dikelompokkan sebagai berikut :

a. Rumah sederhana
b. Rumah menengah
c. Rumah mewah

Jumlah penghasilan pokok kepala rumah tangga perbulan berdasarkan UU No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan dibagi menjadi :

a. < Rp. 750.000
b. Rp. 750.000 – Rp. 1.500.000
c. Rp. 1.500.000 – Rp. 3.000.000

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

d. > Rp. 3.000.000

2.7 Integrasi Keilmuan

Gas rumah kaca adalah suatu masalah besar yang sering dihadapi oleh manusia. Berbagai upaya pengelolaan sudah dilakukan manusia untuk melakukan pencegahan bahkan penanganan agar pemanasan global menurun. Sebagian besar gas rumah kaca disumbangkan oleh aktivitas rumah tangga, industri skala besar atau kecil, dan kegiatan lainnya (Alwin, 2016).

Alam dengan segala sumber dayanya diciptakan Tuhan untuk keberlangsungan hidup manusia agar berjalan lancar. Namun, jika semua proses ini tidak dapat berjalan dengan lancar maka akan terjadi kerusakan alam. Serta manusia sebagi penanggung jawab jika terjadi kerusakan lingkungan dan polusi baik terjadi daratan maupu di lautan (Muzayyid, 2014). Hal ini dijelaskan dalam firman Allah dalam surah Ar Rum ayat 41 yang menguatkan adanya ayat mengenai dampak kerusakan alam sebagai berikut:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya :

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (Ar-Rum ayat 41)

Pemeliharaan lingkungan dalam islam merupakan bagian totalitas ibadah manusia yang menyebabkan islam menjadi *rahmatan lil ‘alamin* (rahmat bagi seluruh alam) yang mendorong umat manusia agar tidak melakukan kerusakan di bumi (Muzayyid, 2014). Allah SWT memerintahkan manusia untuk tidak melakukan kerusakan di bumi, serta untuk berdoa agar senantiasa terhindar dari keburukan dan bencana di bumi yang dijelaskan dalam firman Allah dalam surah Al Araf ayat 56 sebagai berikut :

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

“Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi, setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.” (Surah Al Araf ayat 56)

Manusia sebagai snetral dari lingkungan yang berarti bahwa manusia memiliki kedudukan tertinggi dibandingkan dengan makhluk hidup lainya karena manusia ditunjuk oleh Allah sebagai khalifah di muka bumi (Hipzon, 2018). Maka, lingkungan tidak lepas dari tangan manusia sebagaimana terdapat dalam firman Allah dalam surah Al-Baqarah ayat 30 sebagai berikut :

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً ۖ قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۖ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ

Artinya:

“Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: "Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi". Mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui (Surah Al-Baqarah ayat 30)

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai jejak karbon dari aktivitas permukiman di Kecamatan Benowo, Kota Surabaya didasarkan pada penelitian terdahulu. Penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai salah satu acuan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Penelitian Terdahulu

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1.	Siti Rahmatia Pratiwi (2015)	Penentuan Faktor Emisi Spesifik Untuk Estimasi Tapak Karbon Dan Pemetaannya dari Sektor Permukiman Dan Persampahan	Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengembangan metode estimasi emisi gas rumah kaca dengan pendekatan nilai faktor emisi spesifik. Metode perhitungan yang digunakan pada penelitian ini adalah IPCC 2006 dnegan tingkat ketelitian yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
		di Kabupaten Malang	digunakan yaitu tier 1. Kemudian dilanjutkan dengan tingkat ketelitian tier 2. Hasil estimasi karbon pada penelitian ini ditunjukkan dengan pemetaan emisi karbon pada sektor permukiman dan persampahan di Kabupaten Malang, Jawa Timur. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sektor permukiman mempunyai 2 (dua) faktor emisi spesifik yaitu perkotaan sebanyak 0,412 ton CO_2/RT perkotaan.tahun dan pedesaan sebanyak 1,755 ton CO_2/RT pedesaan.tahun. Total emisi dari sektor permukiman di Kota Malang sebanyak 754.686,620 ton CO_2/tahun. Hasil pemetaan pada penelitian ini menunjukkan bahwa Kecamatan Singosari, Dampit, dan Sumbermanjing mempunyai tingkat emisi tertinggi dan Kecamatan Sumberpucung memiliki tingkat emisi terendah.
2.	I Gusti Ngurah Made Wiratama (2015)	Jejak Karbon Konsumsi LPG Dan Listrik Pada Rumah Tangga di Kota Denpasar,Bali	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai jejak karbon dari penggunaan konsumsi LPG dan listrik rumah tangga, serta mengetahui faktor yang paling dapat mempengaruhi nilai jejak karbon dari konsumsi LPG dan listrik rumah tangga di Kota Denpasar. Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata jejak karbon total sebesar 138.037,02 g karbon/bulan. Berdasarkan rata-rata jejak karbon total, maka total jejak karbon di Kota Denpasar dengan rumah tangga sebanyak 15.908 rumah tangga adalah 2.195,89 ton CO_2e/bulan. Analisis uji statistik pada penelitian ini menunjukkan faktor yang dapat mempengaruhi jejak karbon adalah jumlah anggota rumah tangga, jumlah alat rumah tangga yang menggunakan bahan bakar memasak LPG, lama penggunaan alat rumah tangga yang menggunakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
			LPG, jumlah alat rumah tangga yang menggunakan daya listrik, dan lama penggunaan alat rumah tangga yang menggunakan daya listrik dengan R2 sebanyak 90%. Lama penggunaan alat rumah tangga yang menggunakan daya listrik memiliki pengaruh yang paling tinggi yaitu sekitar 61,90%.
3.	Layli Yuliana, Joni Hermana, dan Rachmat Boedisantoso (2016)	Penentuan Faktor Emisi Spesifik Sektor Permukiman Untuk Estimasi Tapak Karbon Dan Pemetaannya di Kabupaten Banyuwangi	Penelitian ini bertujuan untuk menentukan faktor emisi spesifik sektor permukiman dan menganalisis persebaran emisi dengan melakukan pemetaan jejak karbon. Penelitian ini melakukan perhitungan dengan pendekatan terhadap faktor emisi IPCC. Data yang dikumpulkan pada penelitian ini berasal dari aktivitas rumah tangga yaitu penggunaan bahan bakar untuk memasak di lingkup perkotaan dan pedesaan. Pada umumnya di lingkup perkotaan menggunakan bahan bakar memasak LPG dan di lingkup pedesaan menggunakan bahan bakar memasak LPG dan kayu bakar. Hasil analisis pada penelitian ini diperoleh dari nilai faktor emisi spesifik penggunaan bahan bakar untuk memasak di wilayah perkotaan 0,3855 ton CO_2/rumah tangga.tahu dan di wilayah pedesaan 1,7776 ton CO_2/rumah tangga.tahun. Hasil perhitungan dan pemetaan emisi pada penelitian ini menunjukkan bahwa jejak karbon dari penggunaan bahan bakar lebih tinggi di wilayah pedesaan karena adanya pemakaian kayu bakar.
4.	Raihana Najwa Alwin (2016)	Analisis Jejak Karbon Dari Aktivitas Permukiman di Desa Ciherang, Dramaga, \Dan Petir, Kabupaten Bogor, Jawa Barat	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah emisi CO_2, memetakan emisi jejak karbon, dan melakukan analisis kemampuan pengurangan CO_2 dengan penanaman pohon. Hasil perhitungan pada penelitian ini menunjukkan bahwa nilai emisi di Desa Ciherang dengan 38 KK sebesar 10,277.47 ton CO_2-eq, di Desa Dramaga dengan 27 KK sebesar 7,755.91 ton CO_2-eq dan di Desa Petir dengan 34 KK sebesar

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
			16,164.53 ton CO_2-eq. Hasil penelitian didapatkan bahwa 7 jenis pohon yang dipilih sebagai penyerap CO_2 untuk ditanam di kawasan Desa Ciherang sebanyak 60 pohon, di Desa Dramaga sebanyak 40 pohon dan 125 pohon di Desa Petir.
5.	Oliver J. Robinson, Adam Tewkesbury, Simon Kemp, dan Ian D. Williams (2018)	*Towards A Universal Carbon Footprint Standard: A Case Study Of Carbon Management At Universities*	Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji beberapa elemen dari aktivitas kampus yang dapat menghasilkan karbon dan mengkaji upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi emisi karbon, serta memperhitungkan keuangan dan sumber daya yang dapat mempengaruhi aktivitas di kampus tersebut.
6.	Nurhayati (2017)	Kajian Jejak Karbon Aktivitas Kampus Universitas Satya Negara Indonesia (USNI) Jakarta	Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah jejak karbon dari aktivitas kampus dan memberikan rekomendasi reduksi yang sesuai. Jejak karbon dihitung menggunakan pendekatan GWP *values for 100-year time* horizon menurut standar GHG *Protocol*. Metode yang dilakukan adalah dengan mengintegrasikan pola konsumsi dan pendekatan *bottom-up*, serta menggunakan metode perhitungan dari IPCC. Aktivitas yang dihitung pada penelitian adalah konsumsi LPG, kendaraan operasional fakultas, daya listrik, transportasi mahasiswa dan staf, kertas dan sampah. Jumlah jejak karbon yang dihasilkan dari aktivitas di kampus Universitas Satya Negara Indonesia (USNI) Jakarta tahun 2016 adalah sebanyak 1.644,0719 t CO_2-eq, dimana 0,29% berasal dari konsumsi LPG, 0,28% dari kendaraan operasional fakultas, 62,58% berasal dari daya listrik, 21,80% dari kegiatan transportasi mahasiswa dan staf, 0,73% dari konsumsi kertas dekanat dan jurusan, 12,52% dari konsumsi kertas mahasiswa dan staf, dan 1,80% dari sampah kampus. Rekomendasi reduksi paling efektif yang dianjurkan penelitian ini adalah peningkatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
			efisiensi penggunaan alat-alat listrik yang digunakan oleh kampus.
7.	Qorry Nugrahayu, Nabila Khumaira Nurjannah, dan Luqman Hakim (2017)	Estimasi Emisi Karbon Dioksida Dari Sektor Permukiman Di Kota Yogyakarta Menggunakan IPCC Guidelines	Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi emisi jejak karbon dan pemetaannya di Kota Yogyakarta. Berdasarkan hasil perhitungan pada penelitian ini menunjukkan bahwa emisi karbon di setiap kecamatan menunjukan emisi tertinggi berada pada Kecamatan Gedontengen yaitu sebanyak 994.033 ton CO_2/rumahtangga.tahun. Sedangkan emisi terendah berada pada Kecamatan Pakualaman yaitu sebanyak 20.811 ton CO_2/rumah tangga.tahun. Berdasarkan hasil pemetaan menunjukkan bahwa dari 14 kecamatan ada tiga (3) kecamatan berada pada emisi skala sangat tinggi yaitu 994.000–528.000 ton CO_2/rumah tangga.tahun, tiga (3) kecamatan berada pada emisi skala tinggi 528.000-186.000 ton CO_2/rumah tangga.tahun, satu (1) kecamatan berada pada skala emisi sedang 95.000 ton CO_2/rumah tangga.tahun, lima (5) kecamatan berada pada skala rendah 95.000-34.460 ton CO_2/rumah tangga.tahun, dan dua (2) kecamatan berada pada skala sangat rendah yaitu 34.460-20.811 ton CO_2/rumah tangga.tahun.
8.	Aryo Sasmita, Jecky Asmura, dan Ivnaini Andesgur (2018)	Analisis *Carbon Footprint* yang Dihasilkan dari Aktivitas Rumah Tangga di Kelurahan Limbungan Baru Kota Pekanbaru	Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perhitungan emisi CO_2 yang dilakukan dengan menggunakan metode IPCC 2006. Data primer pada penelitian ini didapat dari hasil survey terhadap 98 responden. Data sekunder yang didapatkan diantaranya yaitu peta wilayah, data demografi, dan daya listrik. Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah jumlah bahan bakar LPG, minyak tanah, dan daya listrik yang ada di rumah tersebut. Total emisi rumah tangga yang dihasilkan dari penelitian di Kelurahan Limbungan Baru yaitu sebesar 2.194,614 ton CO_2/bulan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
9.	Oleg E. Aksyutin, Alexander G. Ishkov, Konstantin V. Romanov,dan Vladimir A. Grachev (2018)	*The Carbon Footprint Of Natural Gas And Its Role In The Carbon Footprint Of Energy Production*	Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji jejak karbon gas alam untuk mengetahui dampak yang diakibatkan untuk pemanasan global. Proporsi jejak karbon dari metana pada tahap produksi berasal dari pembangkit listrik yang menggunakan gas alam sebanyak 4,5-7,5 % dan sebanyak 2,8% jejak karbon pada pembangkit listrik berbahan bakar batubara.
10.	Indra Wirana Jaya Gobel, Linda Tondobala, Rieneke L. E Sela (2019)	Sebaran Spasial Emisi Gas Karbon Dioksida (CO_2) Pada Kawasan Permukiman di Kecamatan Singkil Kota Manado	Penelitian ini bertujuan untuk menentukan faktor emisi spesifik (FES), melakukan analisis sebaran emisi CO_2, serta melakukan pemetaan tingkat emisi CO_2 pada kawasan permukiman di Kecamatan Singkil, Kota Manado. Penelitian ini menggunakan jenis data dan analisis kuantitatif kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan pendekatan metode yang keluarkan IPCC dengan mengetahui terlebih dahulu besaran penggunaan bahan bakar untuk memasak tiap tahunnya. Kemudian dilakukan perhitungan besaran emisi CO_2 dari penggunaan bahan bakar untuk memasak setiap kelurahan. Selanjutnya menentukan faktor emisi spesifik yang diharapkan nilai dari faktor emisi spesifik tersebut dapat dipergunakan untuk menghitung estimasi jejak karbon. Setelah mengethaui emisi jejak karbon pada setiap kelurahan, dilakukan pemetaan tingkat emisi CO_2 agar penyebaran jejak karbon tersebut dapat diketahui wilayah yang menyumbang emisi CO_2 tertinggi, sedang, dan terendah. Karakteristik bahan bakar yang digunakan untuk memasak pada wilayah penelitian ini adalah LPG, minyak tanah, dan kayu bakar, dimana penggunaan pertahunnya sebesar 83.752 kg/tahun dengan nilai emisi CO_2 terhadap penggunaan bahan bakar untuk memasak sebesar 238 ton/tahun. Faktor emisi spesifik tertinggi berada di Kelurahan Singkil Satu yaitu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
			sebanyak 0,6492 ton/tahun dan diikuti kelurahan lainnya. Hasil perhitungan nilai jejak karbon pada penelitian ini yaitu di Kecamatan Singkil sebesar 8.837,71 ton CO_2/tahun.

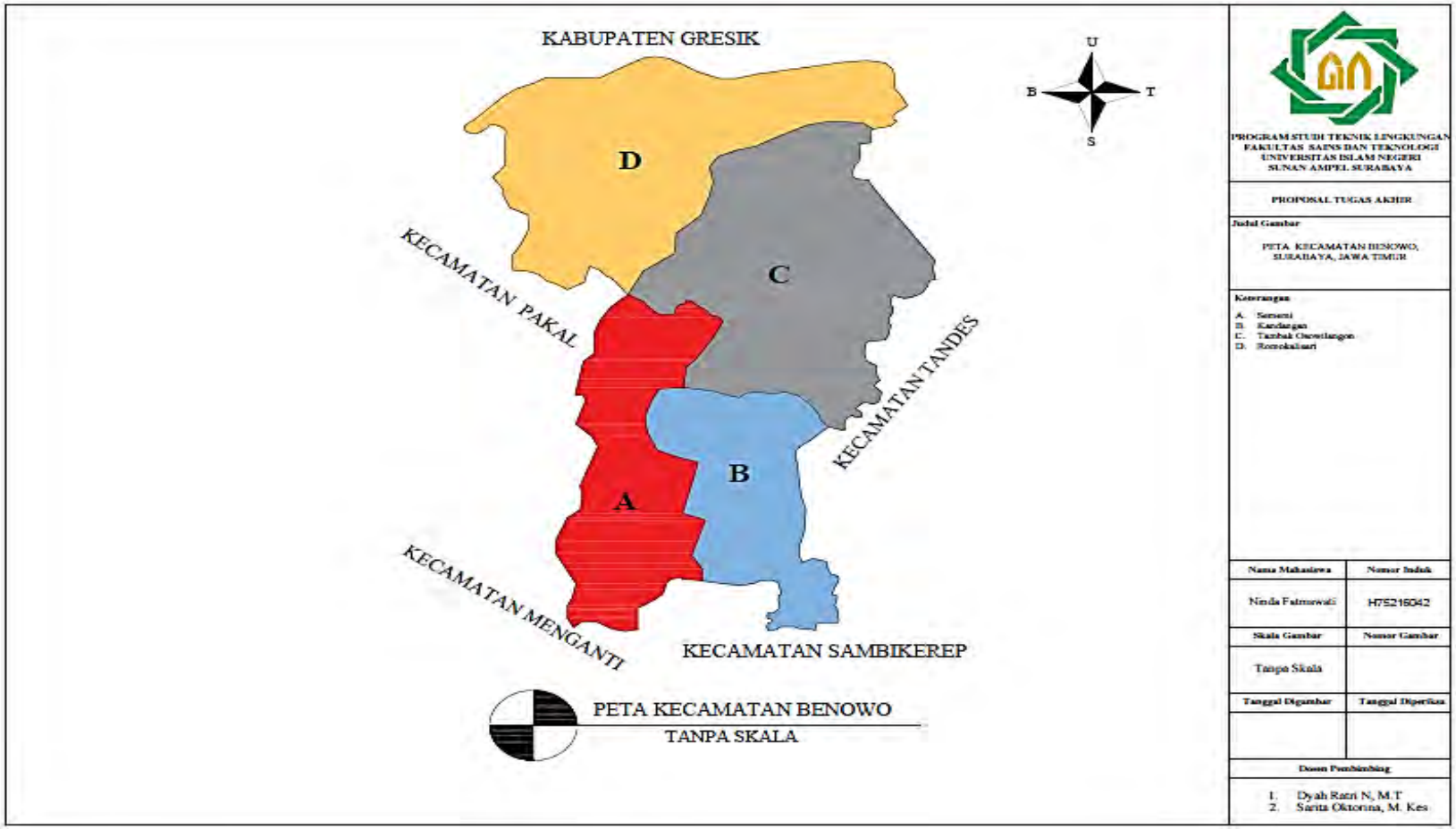
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berjudul Analisis Jejak Karbon dari Aktivitas Permukiman di Kecamatan Benowo Kota Surabaya. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Benowo, Kota Surabaya. Penelitian ini dilakukan mulai bulan Maret 2020 hingga bulan September 2020. Peta administrasi Kecamatan Benowo disajikan pada Gambar 3.1.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



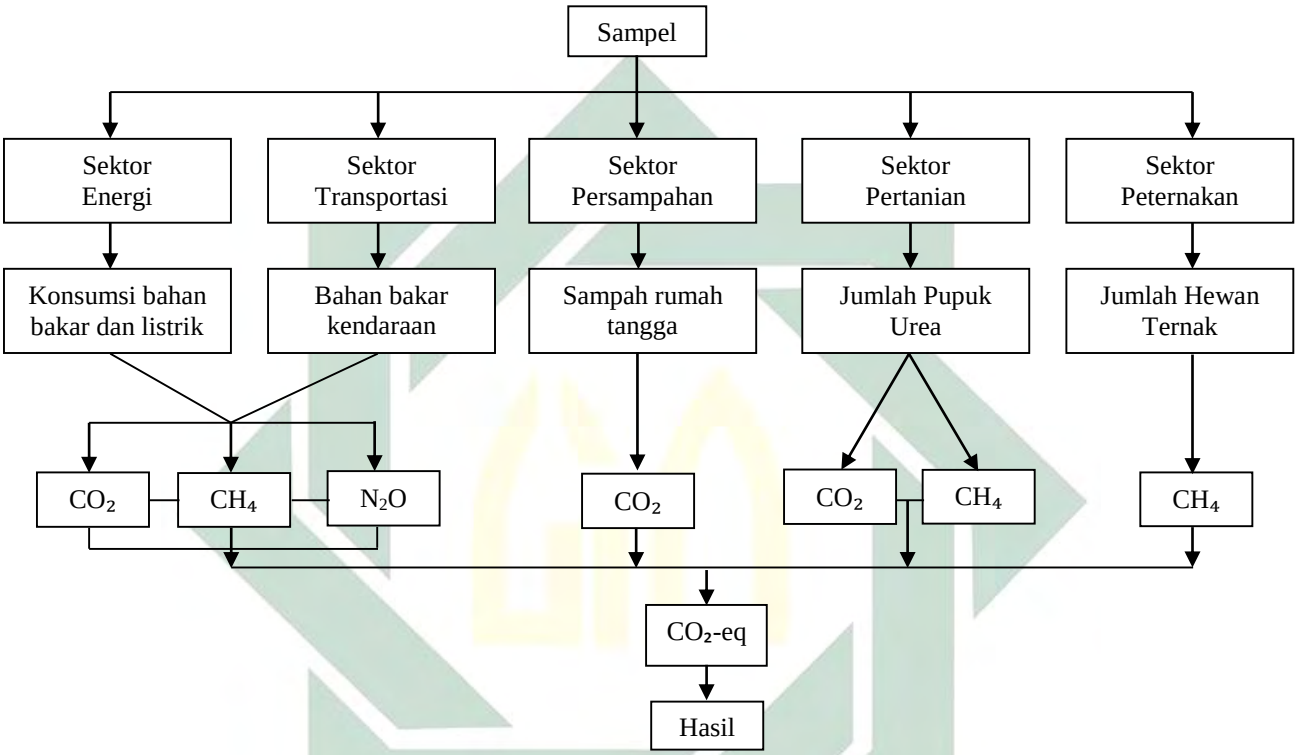
Gambar 3.1 Peta Administrasi Kecamatan Benowo

Sumber : Kecamatan Benowo, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.2 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian merupakan diagram alir sistematis dan terstruktur dalam penelitian. Kerangka pikir dilakukan agar penelitian ini sesuai dengan tujuan penelitian. Kerangka pikir penelitian disajikan pada Gambar 3.2

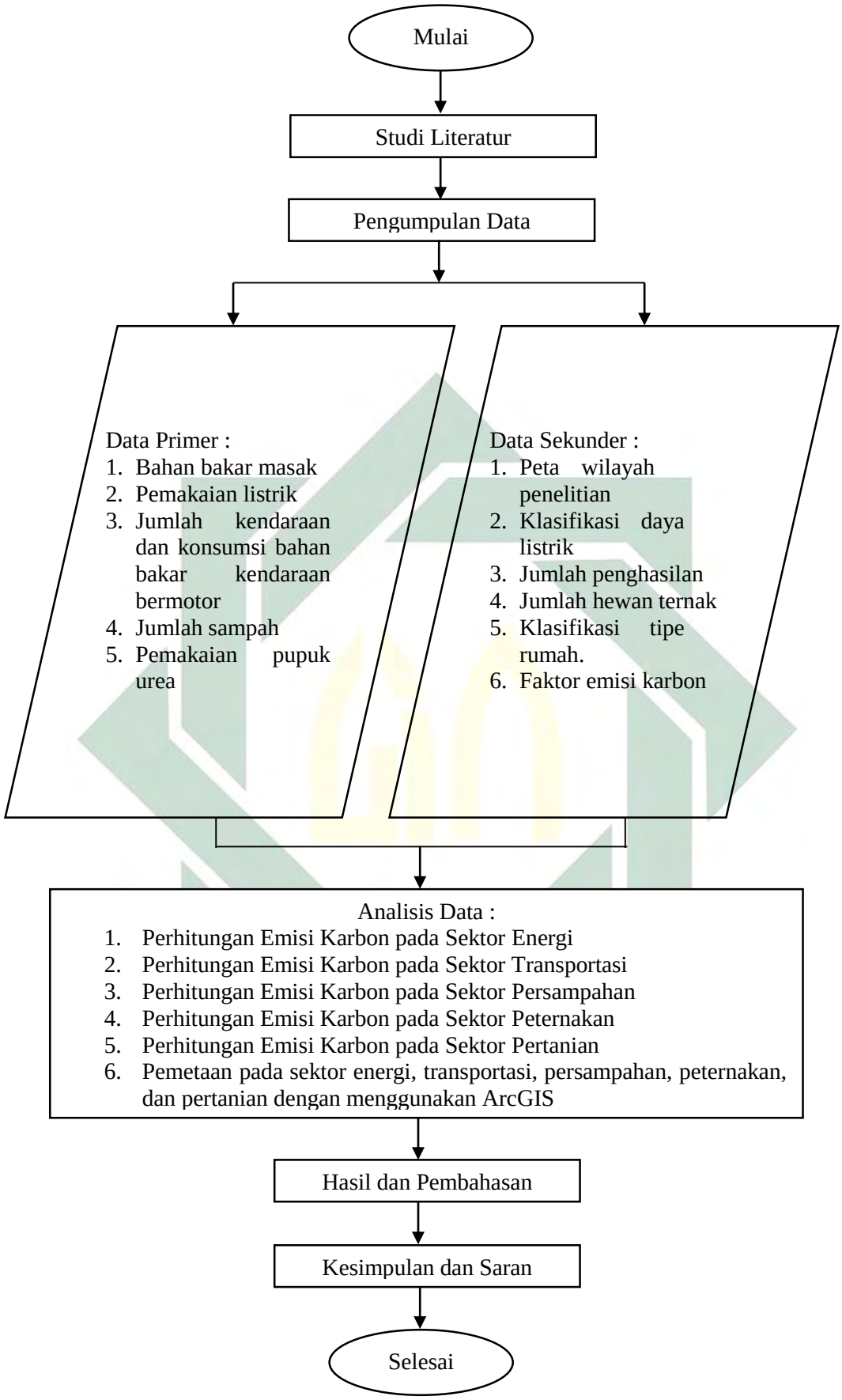


Gambar 3.2 Kerangka Pikir Penelitian

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi 3 tahapan yaitu tahap persiapan penelitian dan tahap pelaksanaan penelitian. Tahapan - tahapan tersebut disajikan pada Gambar 3.3 sebagai berikut :

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3.1 Tahap Persiapan Penelitian

Tahap persiapan dimulai dengan mendapatkan studi literatur dan mengkaji teori yang mendasari ruang lingkup penelitian, serta mendukung tercapainya tujuan penelitian. Sumber-sumber literatur yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jurnal penelitian, buku, serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini. Studi literatur yang mendukung penelitian ini meliputi :

a. Emisi karbon yang bersumber dari sektor permukiman
b. Jejak karbon
c. Gas Rumah Kaca
d. IPCC

3.3.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini membutuhkan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari kuesioner. Data primer dan data sekunder yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

a. Data Primer

Data primer diperoleh dari kuesioner untuk mengetahui konsumsi bahan bakar yang digunakan untuk kegiatan memasak, daya listik, jumlah kendaraan pribadi, konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor, jumlah sampah yang dihasilkan dalam sebulan, pemakaian pupuk urea dalam sebulan.

b. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta wilayah penelitian, klasifikasi daya listrik, jumlah penghasilan, jumlah hewan ternak, klasifikasi tipe rumah, dan faktor emisi karbon. Daya listrik rumah terbagi menjadi lima bagian, yaitu tipe daya listrik rumah sebesar 450 VA, 900 VA, 1300 VA, 2200 VA, 4400 VA. Jumlah pengasilan pokok kepala rumah tangga perbulan berdasarkan UU No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan dibagi menjadi :

a. < Rp. 750.000

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Rp. 750.000 – Rp. 1.500.000
c. Rp. 1.500.000 – Rp. 3.000.000
d. > Rp. 3.000.000

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2011, tipe rumah berdasarkan luas lahan dikelompokkan sebagai berikut :

a. Rumah sederhana
b. Rumah menengah
c. Rumah mewah

Pengolahan data primer dilakukan untuk memperoleh nilai emisi karbon di tiap titik sampling rumah tangga pada wilayah penelitian sehingga diperoleh nilai emisi karbon di Kelurahan Sememi, Kandangan, Tambak Oso Wilangun, dan Romo Kalisari, Kecamatan Benowo, Surabaya. Data sekunder digunakan untuk menunjang pengolahan data primer. Perhitungan emisi dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

a. Sektor Energi (IPCC, 2006)
   1) Emisi CO_2 = Konsumsi Energi x Faktor Emisi.....**(1)**
      Keterangan :
      Emisi CO_2 : Jumlah emisi CO_2 (ton/tahun)
      Konsumsi Energi : Bahan bakar yang dikonsumsi (TJ/tahun)
      Faktor Emisi : Faktor emisi bahan bakar (kg/TJ)
   2) Emisi CO_2 = Konsumsi Listrik x Faktor Emisi.....**(2)**
      Konsumsi Listrik : Listrik yang dikonsumsi (KWh)
      Faktor Emisi Listrik : 0.000794 ton CO_2/Kwh
b. Sektor Transportasi (IPCC, 2006)
   Emisi CO_2 = Konsumsi Energi x Faktor Emisi.....**(3)**
   Keterangan :
   Konsumsi energi : Bahan bakar yang dikonsumsi (TJ/tahun)
   Faktor Emisi : Faktor emisi bahan bakar (kg/TJ)
c. Sektor Persampahan (*Campus Carbonfootprint by Adam Wilson* dalam Alwin, 2016)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Emisi Karbon = Jumlah Sampah x Faktor Emisi **(4)**

Keterangan :

Jumlah Sampah : Jumlah sampah tiap KK (kg/tahun)

Faktor Emisi : 1.09

d. Sektor Peternakan (IPCC, 2006)

1) Emisi CH_4 = $N_{(T)}$ x $FE_{(T)}$ **(5)**

Keterangan :

Emisi CH_4 : Emisi metana dari fermentasi enterik (ton CH_4/Thn)

$FE_{(T)}$: Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu (kg CH_4/Thn)

N : Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu (Ekor)

T : Jenis/kategori ternak

2) Emisi CH_4 = (FE_T x N_T) **(6)**

Keterangan :

Emisi CH_4 : Emisi metana dari kotoran ternak (ton CH_4/Thn)

$FE_{(T)}$: Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu (kg CH_4/Thn)

$N_{(T)}$: Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu (ekor)

T : Jenis/kategori ternak

e. Sektor Pertanian (IPCC, 2006)

1) Emisi CO_2 = M Urea x Faktor Emisi **(7)**

Keterangan :

M Urea : Luas Tanaman x Dosis Anjuran

Faktor Emisi : 0,2

2) $CH_{4\ Rice}$ = Σ_{ijk} ($FE_{i,j,k}$ x $t_{i,j,k}$ x $A_{i,j,k}$ x 10^{-6}) **(8)**

Keterangan :

$CH_{4\ Rice}$: Emisi metan dari budidaya padi sawah (Gg CH_4/thn)

$FE_{i,j,k}$: Faktor emisi untuk kondisi i, j, dan k; (kg CH_4/thn)

$t_{i,j,k}$: Lama budidaya padi sawah untuk kondisi i, j, dan k; (hari)

$A_{i,j,k}$: Luas panen padi sawah untuk kondisi i, j, dan k (ha/thn)

i, j,k : Mewakili ekosistem berbeda: i: rezim air, j: jenis dan jumlah pengembalian bahan organik tanah, dan k: kondisi lain di mana emisi CH_4 dari padi sawah dapat bervariasi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Populasi pada penelitian ini diperoleh dari sampling kepala keluarga (KK) yang dipilih secara acak namun sesuai kriteria yang ditentukan, dan terdaftar di wilayah administratif Kecamatan Benowo, Surabaya. Metode sampling yang digunakan pada penelitian ini adalah *quota sampling* untuk menentukan jumlah sampel terlebih dahulu. Metode sampling selanjutnya yaitu *purposive sampling* untuk mengambil sampel dengan penggunaan kriteria tertentu. *Purposive sampling* dipilih karena ada pertimbangan-pertimbangan atau kriteria-kriteria tertentu yang harus dipenuhi oleh sampel-sampel yang digunakan dalam penelitian ini. Jenis penelitian ini menggunakan deskriptif kuantitatif.

Kriteria yang digunakan dalam *purposive sampling* sebagai berikut :

1. Pengambilan titik sampling ditentukan di kawasan permukiman Kecamatan Benowo, Kota Surabaya.
2. Survei dilakukan di rumah tangga yang hanya digunakan sebagai tempat tinggal tanpa adanya aktivitas usaha.

Jumlah sampling pada penelitian ini menurut Lopulalan, 2015 ditentukan dengan menggunakan rumus Slovin pada persamaan (9).

$n = N / (1 + Nx^2)$.....**(9)**

Dimana:

n = Jumlah total sampel wilayah studi (rumah)

N = Jumlah populasi dalam wilayah studi (rumah)

x^2 = Galat pendugaan atau batas error (5-10%)

Jumlah sampel pada penelitian ini dapat dihitung sebagaimana berikut :

$n = N / (1 + Nx^2)$

$n = 66.062/ (1 + (66.062 \times 0,1^2))$

n = 100 sampel

Jumlah sampel yang akan diambil dalam satu kelurahan digunakan persamaan (10).

$n_i = n \times (Ni/N)$ .....**(10)**

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dimana:

Ni : Jumlah populasi pada masing-masing wilayah studi

N : Jumlah total populasi wilayah studi

n : Jumlah total sampel wilayah studi

n_i : Jumlah sampel pada masing-masing wilayah studi

Penentuan interval untuk pemetaan pada tiap sektor dihitung berdasarkan rumus Wirawan (2016) sebagai berikut :

$$C = \frac{Xn - X_1}{K} \quad \textbf{(11)}$$

Keterangan :

C : Interval

Xn : Nilai data terbesar

X_1 : Nilai data terkecil

K : Banyak kelas

Penentuan jumlah sampel dilakukan dalam 2 tahap yaitu tahap pertama penentuan jumlah sampel untuk Kecamatan Benowo dan tahap kedua penentuan jumlah sampel di setiap kelurahan di Kecamatan Benowo. Penentuan jumlah sampel tahap pertama menggunakan persamaan (9) dan penentuan jumlah sampel menurut katagori KK setiap kelurahan menggunakan persamaan (10). Selanjutnya penyebaran kuesioner dilakukan pada setiap kelurahan di wilayah Kecamatan Benowo.

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan perhitungan emisi karbon menggunakan pendekatan faktor emisi dan persamaan-persamaan dari IPCC (2006) dan literatur lain yang mendukung. Perhitungan emisi karbon yang berasal dari pemakaian bahan bakar rumah tangga yaitu LPG menggunakan persamaan (1). Perhitungan emisi CO_2 yang berasal dari pemakaian listrik menggunakan persamaan (2). Perhitungan emisi karbon yang berasal dari sektor transportasi menggunakan persamaan (3). Perhitungan emisi karbon yang berasal dari sektor persampahan menggunakan persamaan (4). Perhitungan emisi karbon dari sektor peternakan menggunakan persamaan (5) dan (6), serta

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

perhitungan emisi karbon dari sektor pertanian menggunakan persamaan (7) dan (8).

Berdasarkan dari pengolahan data yang telah dilakukan, selanjutnya dilakukan pemetaan terhadap emisi karbon yang telah diperoleh menggunakan persamaan (11) untuk mengetahui jangkauan emisi untuk pemetannya. Pemetaan emisi dilakukkan menggunakan aplikasi software ArcGIS. Setelah dilakukan perhitungan terhadap emisi karbon yang dihasilkan pada tiap kelurahan di wilayah studi, maka hasil perhitungan tersebut akan digunakan sebagai dasar perhitungan interval pemetaan jejak karbon.

3.4 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptip kuantitatif. Tujuan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif ini yaitu untuk menjelaskan suatu situasi yang diteliti dengan dukungan studi kepustakaan sehingga lebih memperkuat analisa untuk membuat suatu kesimpulan. Hasil penelitian diperoleh dari hasil perhitungan indikator - indikator variabel penelitian. Metode deskriptif merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menggambarkan masalah yang terjadi pada masa sekarang atau yang sedang berlangsung. Metode ini bertujuan untuk mendeskripsikan hal yang terjadi sebagaimana mestinya pada saat penelitian dilakukan. Pendekatan kuantitatif adalah pendekatan yang dilakukan dengan cara pencatatan dan penganalisaan data hasil penelitian dengan menggunakan perhitungan statistik.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Distribusi Frekuensi

Penelitian ini menggunakan kuesioner sebagai alat pendukung pengumpulan data untuk mengetahui jejak karbon yang berasal dari aktivitas permukiman di Kecamatan Benowo. Responden yang dipilih yaitu sebanyak 100 responden yang tersebar di Kecamatan Benowo. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, jumlah responden yang akan diamati terdiri dari 56 kepala keluarga di Kelurahan Sememi, 34 kepala keluarga di Kelurahan Kandangan, 6 kepala keluarga di Kelurahan Tambak Oso Wilangun, dan 4 kepala keluarga di kelurahan Romo Kalisari.

Responden ditentukan menggunakan metode *quota sampling* dan *purposive sampling*. Setelah data kuesioner terisi dan terkumpul dapat dilakukan pengelolaan dan penyajian data. Berdasarkan hasil pengelolaan data, dapat disajikan distribusi frekuensi yang meliputi identitas responden dan sumber emisi yang dihasilkan pada sektor energi, transportasi, peternakan, dan pertanian.

A. Distribusi Frekuensi Identitas Responden

1. Jenis Kelamin

Karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin menunjukkan banyaknya responden berdasarkan jenis kelamin. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Frekuensi	Presentase (%)
Laki-Laki	29	29
Perempuan	71	71
Total	100	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa jenis kelamin dari responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah responden

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

berjenis kelamin laki-laki sebesar 29% dan responden yang berjenis kelamin perempuan sebesar 71%.

2. Usia

Karakteristik responden berdasarkan usia menunjukkan banyaknya responden berdasarkan usia. Pengelompokan responden berdasarkan usia dikelompokkan menjadi empat (4) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan usia disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Distribusi Responden Berdasarkan Usia

Usia (Tahun)	Frekuensi	Presentase (%)
19-30	33	33
31-40	12	12
41-50	35	35
>50	20	20
Total	100	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa usia responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah usia 19–30 tahun sebanyak 33%, usia 31-40 tahun sebanyak 12%, usia 41–50 tahun sebanyak 35%, dan usia lebih dari 50 tahun sebanyak 20%.

3. Pekerjaan

Karakteristik responden berdasarkan pekerjaan menunjukkan banyaknya responden berdasarkan pekerjaan yang dimiliki. Pengelompokan responden berdasarkan pekerjaan dikelompokkan menjadi lima (5) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan pekerjaan disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Distribusi Responden Berdasarkan Pekerjaan

Pekerjaan	Frekuensi	Presentase (%)
Buruh	9	9
Petani	9	9
PNS	8	8
Pensiunan	2	2
Swasta	72	72
Total	100	100

Sumber : Data Primer, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa pekerjaan yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah buruh sebanyak 9%, petani sebanyak 9%, PNS sebanyak 8%, pensiunan sebanyak 2%, dan pekerja swasta sebanyak 72%.

4. Penghasilan

Karakteristik responden berdasarkan penghasilan menunjukkan banyaknya responden berdasarkan penghasilan. Pengelompokan responden berdasarkan penghasilan dikelompokkan menjadi empat (4) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan pekerjaan disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Distribusi Responden Berdasarkan Penghasilan

Penghasilan	Frekuensi	Presentase (%)
< Rp 750.000	9	9
Rp 750.000 – Rp 1.500.000	22	22
Rp 1.500.000 – Rp 3.000.000	32	32
> Rp 3.000.000	37	37
Total	100	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa penghasilan dari responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah responden dengan penghasilan kurang dari Rp 750.000 sebanyak 9%, responden dengan penghasilan Rp 750.000 – Rp 1.500.000 sebanyak 22%, responden dengan penghasilan Rp 1.500.000 – Rp 3.000.000 sebanyak 32%, dan responden dengan penghasilan lebih dari Rp 3.000.000 sebanyak 37%.

5. Penghuni Rumah

Karakteristik responden berdasarkan penghuni menunjukkan banyaknya responden berdasarkan jumlah penghuni rumah. Pengelompokan responden berdasarkan jumlah penghuni rumah dikelompokkan menjadi empat (4) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan penghuni rumah disajikan pada Tabel 4.5.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.5 Distribusi Responden Berdasarkan Penghuni Rumah

Penghuni Rumah	Frekuensi	Presentase (%)
2 Orang	8	8
3 Orang	19	19
4 orang	30	30
> 4 orang	43	43
Total	100	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa jumlah penghuni tiap rumah dari responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah responden dengan jumlah penghuni rumah sebanyak 2 orang sebesar 8%, responden dengan jumlah penghuni rumah sebanyak 3 orang sebesar 19%, responden dengan penghuni rumah sebanyak 4 orang sebesar 30%, dan responden dengan penghuni rumah lebih dari 4 orang sebesar 43%.

6. Status Kepemilikan Rumah

Karakteristik responden berdasarkan status kepemilikan rumah menunjukkan banyaknya responden berdasarkan status kepemilikan rumah. Pengelompokan responden berdasarkan status kepemilikan rumah dikelompokkan menjadi dua (2) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan status kepemilikan rumah disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Distribusi Responden Berdasarkan Status Kepemilikan Rumah

Status Kepemilikan Rumah	Frekuensi	Presentase (%)
Pribadi	96	96
Kontrak	4	4
Total	100	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa status kepemilikan rumah dari responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah rumah pribadi sebanyak 96% dan rumah kontrak sebanyak 4%.

7. Luas Bangunan Rumah

Karakteristik responden berdasarkan luas bangunan rumah menunjukkan banyaknya responden berdasarkan luas bangunan rumah yang ditinggali. Pengelompokan responden berdasarkan luas bangunan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

rumah dikelompokkan menjadi tiga (3) kelompok. Rumah tipe 36 adalah rumah dengan luas kurang dari 50 m², rumah tipe 54 adalah rumah yang memiliki luas 50 m² sampai 150 m², dan rumah dengan tipe 120 adalah rumah yang memiliki luas lebih dari 150 m². Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan luas kepemilikan rumah disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Distribusi Responden Berdasarkan Luas Bangunan Rumah

Luas Bangunan Rumah	Frekuensi	Presentase (%)
Tipe 36	6	6
Tipe 54	83	83
Tipe 120	11	11
Total	100	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa tipe rumah dari responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah responden yang memiliki rumah dengan tipe 36 sebesar 6%, responden yang memiliki rumah dengan tipe 54 sebesar 83%, dan responden yang memiliki rumah dengan tipe 120 sebesar 11%.

8. Jenis Bangunan Rumah

Karakteristik responden berdasarkan jenis bangunan rumah menunjukkan banyaknya responden berdasarkan jenis bangunan rumah. Pengelompokan responden berdasarkan jenis bangunan rumah dikelompokkan menjadi dua (2) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan jenis bangunan rumah disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Bangunan Rumah

Jenis Bangunan Rumah	Frekuensi	Presentase (%)
Semi Permanen	4	4
Permanen	96	96
Total	100	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa jenis bangunan rumah dari responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

responden yang memiliki rumah dengan jenis semi permanen sebesar 4% dan responden yang memiliki rumah dengan jenis permanen sebesar 96%.

B. Distribusi Frekuensi Sektor Energi

1. Jenis Bahan Bakar Memasak

Karakteristik responden berdasarkan jenis bahan bakar memasak menunjukkan banyaknya responden berdasarkan jenis bahan bakar untuk memasak pada tiap responden. Pengelompokan responden berdasarkan jenis bahan bakar memasak dikelompokkan menjadi tiga (3) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan jenis bahan bakar memasak disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Bahan Bakar Memasak

Jenis Bahan Bakar Memasak	Frekuensi	Presentase (%)
LPG	98	98
Kayu Bakar	1	1
LPG dan Kayu Bakar	1	1
Total	100	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa jenis bahan bakar responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah responden yang menggunakan LPG untuk kegiatan memasak sebesar 98%, responden yang menggunakan kayu bakar untuk memasak sebesar 1%, dan responden yang menggunakan LPG dan kayu bakar sebesar 1%.

2. Jumlah Pemakaian LPG

Karakteristik responden berdasarkan jumlah pemakaian LPG menunjukkan banyaknya responden berdasarkan pemakaian LPG tiap bulan. Pengelompokan responden berdasarkan pemakaian LPG dikelompokkan menjadi tiga (3) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan jumlah pemakaian LPG disajikan pada Tabel 4.10.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.10 Distribusi Responden Berdasarkan Pemakaian LPG

Pemakaian LPG (kg/bulan)	Frekuensi	Presentase (%)
3 – 12	75	76
13 – 22	13	13
23 – 32	11	11
Total	99	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.10 dapat diketahui bahwa jumlah pemakaian LPG responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah responden yang menggunakan LPG sebesar 3 - 12 kg/bulan sebanyak 76%, responden yang menggunakan LPG sebesar 13 - 22 kg/bulan sebanyak 13%, dan responden yang menggunakan LPG sebesar 22 - 32 kg/bulan sebanyak 11%.

3. Daya Listrik

Karakteristik responden berdasarkan daya listrik menunjukkan banyaknya responden berdasarkan jenis daya listrik yang digunakan oleh responden. Pengelompokan responden berdasarkan daya listrik dikelompokkan menjadi empat (4) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan daya listrik disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Distribusi Responden Berdasarkan Daya Listrik

Daya Listrik (VA)	Frekuensi	Presentase (%)
450	26	26
900	49	49
1300	19	19
2200	6	6
Total	100	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa jenis daya listrik dari responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah responden yang menggunakan daya listrik 450 VA sebanyak 26%, responden yang menggunakan daya listrik 900 VA sebanyak 49%,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

responden yang menggunakan daya listrik 1300 VA sebanyak 19%, dan responden yang menggunakan daya listrik 2200 VA sebanyak 6%.

C. Distribusi Frekuensi Sektor Transportasi

1. Kepemilikan Kendaraan

Karakteristik responden berdasarkan kepemilikan kendaraan menunjukkan banyaknya responden yang memiliki kendaraan baik sepeda motor dan mobil. Pengelompokan responden berdasarkan kepemilikan kendaraan dikelompokkan menjadi dua (2) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan kepemilikan kendaraan disajikan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Distribusi Responden Berdasarkan Kepemilikan Kendaraan

Kepemilikan Kendaraan	Frekuensi	Presentase (%)
Memiliki kendaraan	98	98
Tidak memiliki kendaraan	2	2
Total	100	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.12 dapat diketahui bahwa responden yang memiliki kendaraan baik sepeda motor maupun mobil adalah sebanyak 98% dan responden yang tidak memiliki kendaraan sebanyak 2%.

2. Jenis Kendaraan

Karakteristik responden berdasarkan jenis kendaraan menunjukkan jumlah jenis kendaraan baik sepeda motor dan mobil penumpang. Pengelompokan responden berdasarkan jenis kendaraan dikelompokkan menjadi dua (2) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan jenis kendaraan disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Jenis Kendaraan

Jenis Kendaraan	Frekuensi	Presentase (%)
Sepeda Motor	245	92
Mobil Penumpang (Premium)	20	8
Total	265	100

Sumber : Data Primer, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan Tabel 4.13 dapat diketahui bahwa presentase sepeda motor sebesar 92% dan jumlah mobil penumpang yang berbahan bakar premium sebanyak 8%.

3. Jenis BBM

Karakteristik responden berdasarkan jenis BBM menunjukkan BBM yang digunakan untuk sepeda motor dan mobil penumpang. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan jenis BBM disajikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Jenis BBM

Jenis BBM	Frekuensi	Presentase (%)
Gasolin	265	100
Total	265	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.14 dapat diketahui bahwa jenis BBM yang digunakan oleh responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah responden yang menggunakan gasolin yang meliputi premium, pertamax, dan pertalite sebesar 100%.

4. Jumlah BBM

Karakteristik responden berdasarkan jumlah BBM yang digunakan responden. Pengelompokan responden berdasarkan jumlah BBM dikelompokkan menjadi tiga (3) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan jumlah BBM disajikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Distribusi Responden Berdasarkan Jumlah BBM

Jumlah BBM (liter/bulan)	Frekuensi	Presentase (%)
0	5	2
5 – 38,67	167	63
38,67 – 72,33	66	25
72,33 - 106	27	10
Total	265	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.15 dapat diketahui bahwa jumlah pemakaian BBM oleh responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah responden yang tidak memiliki kendaraan sehingga jumlah BBM 0 liter

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sebesar 2%, responden yang menggunakan BBM sebanyak 5 - 38,67 liter/bulan sebesar 63%, responden yang menggunakan BBM sebanyak 38,67 - 72,33 liter/bulan sebesar 25%, dan responden yang menggunakan BBM sebanyak 72,33 - 106 liter/bulan sebanyak 10%.

D. Distribusi Frekuensi Sektor Peternakan

1. Kepemilikan Hewan Ternak

Karakteristik responden berdasarkan kepemilikan hewan ternak menunjukkan banyaknya responden yang memiliki hewan ternak. Pengelompokan responden berdasarkan kepemilikan hewan ternak dikelompokkan menjadi dua (2) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan kepemilikan hewan ternak disajikan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Distribusi Responden Berdasarkan Kepemilikan Hewan Ternak

Kepemilikan Hewan Ternak	Frekuensi	Presentase (%)
Memiliki hewan ternak	8	8
Tidak memiliki hewan ternak	92	92
Total	100	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.16 dapat diketahui bahwa responden yang memiliki hewan ternak adalah sebanyak 8% dan responden yang tidak memiliki hewan ternak sebanyak 92%.

2. Jenis Hewan Ternak

Karakteristik responden berdasarkan jenis hewan ternak menunjukkan banyaknya jenis hewan ternak yang dimiliki responden. Pengelompokan responden berdasarkan jenis hewan ternak dikelompokkan menjadi dua (2) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan jenis hewan ternak disajikan pada Tabel 4.17.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.17 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Jenis Hewan Ternak

Jenis Hewan Ternak	Frekuensi	Presentase (%)
Ayam	5	62.5
Kambing	3	37,5
Total	8	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.17 dapat diketahui bahwa jenis hewan ternak yang dimiliki oleh responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah responden yang memiliki ayam sebanyak 62,5% dan responden yang memiliki kambing sebanyak 37,5%.

E. Distribusi Frekuensi Sektor Pertanian

1. Kepemilikan Lahan Pertanian

Karakteristik responden berdasarkan kepemilikan lahan pertanian menunjukkan banyaknya responden yang memiliki lahan pertanian. Pengelompokan responden berdasarkan kepemilikan lahan pertanian dikelompokkan menjadi dua (2) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan kepemilikan lahan pertanian disajikan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Distribusi Responden Berdasarkan Kepemilikan Lahan Pertanian

Kepemilikan Lahan Pertanian	Frekuensi	Presentase (%)
Memiliki lahan pertanian	14	14
Tidak memiliki lahan pertanian	86	86
Total	100	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.18 dapat diketahui bahwa responden yang memiliki lahan pertanian adalah sebanyak 14% dan responden yang tidak memiliki lahan pertanian sebanyak 86%.

2. Jenis Tanaman

Karakteristik responden berdasarkan jenis tanaman menunjukkan banyaknya jenis tanaman yang ditanam oleh responden. Pengelompokan responden berdasarkan jenis tanaman dikelompokkan menjadi lima (5)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan jenis tanaman disajikan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Jenis Tanaman

Jenis Tanaman	Frekuensi	Presentase (%)
Ubi Kayu (Singkong)	1	7
Padi dan Jagung	5	36
Padi	3	21
Jagung	1	7
Semanggi	4	29
Total	14	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.19 dapat diketahui bahwa jenis tanaman yang ditanam oleh responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah responden yang menanam ubi kayu (singkong) sebesar 7%, responden yang menanam padi dan jagung secara bergantian sebesar 36%, responden yang menanam padi sebesar 21%, responden yang menanam jagung sebesar 7%, dan responden yang menanam semanggi sebesar 29%.

3. Luas Lahan Penanaman

Karakteristik responden berdasarkan luas lahan penanaman menunjukkan jumlah luas lahan yang ditanami. Pengelompokan responden berdasarkan luas lahan penanaman dikelompokkan menjadi tiga (3) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan luas lahan penanaman disajikan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Luas Lahan Penanaman

Luas Lahan Penanaman (Ha)	Frekuensi	Presentase (%)
0,0006 – 0,13	8	57
0,13 – 0,27	5	36
0,27 – 0,40	1	7
Total	14	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.20 dapat diketahui luas lahan penanaman dari responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah responden yang memiliki luas lahan tanam sebesar 0,0006-0,13 Ha sebanyak 57%,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

responden yang memiliki luas lahan tanam sebesar 0,13-0,27 Ha sebanyak 36%, dan responden yang memiliki luas lahan tanam sebesar 0,27 – 0,40 Ha sebanyak 7%.

4. Jumlah Pemakaian Pupuk

Karakteristik responden berdasarkan jumlah pemakaian pupuk menunjukkan pemakaian pupuk urea yang digunakan responden untuk di aplikasikan di lahan pertanian. Pengelompokan responden jumlah pemakain pupuk dikelompokkan menjadi tiga (3) kelompok. Distribusi frekuensi dari karakteristik responden berdasarkan jumlah pemakaian pupuk disajikan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Pupuk

Pemakaian Pupuk (kg/Ha)	Frekuensi	Presentase (%)
0 - 113	7	50
113 - 207	5	36
207 - 300	2	14
Total	14	100

Sumber : Data Primer, 2020

Berdasarkan Tabel 4.21 dapat diketahui jumlah pemakaian pupuk dari responden yang mengisi kuesioner pada penelitian ini adalah responden yang memakai pupuk sebanyak 0 - 113 kg/Ha sebesar 50%, responden yang memakai pupuk sebanyak 113 - 207 kg/Ha sebesar 36%, dan responden yang memakai pupuk sebanyak 207 - 300 kg/Ha sebesar 14%.

4.2 Emisi Karbon

Sektor energi adalah penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca di atmosfer. Emisi yang dihasilkan dari sektor energi dapat meningkat dengan cepat dan akan terus meningkat sesuai dengan peningkatan aktivitas dan pertumbuhan manusia. Jumlah responden yang diamati bergantung pada jumlah kepala keluarga yang terdaftar pada data administratif di Kelurahan Sememi, Kandangan, Tambak Oso Wilangun, dan Romo Kalisari, Kecamatan Benowo, Surabaya. Jumlah kepala keluarga yang terdaftar pada Kecamatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Benowo pada tahun 2019 yaitu sebesar 64.872 kepala keluarga dengan jumlah kepala keluarga tiap desa yaitu 36.194 kepla keluarga di Kelurahan Sememi, 22.297 kepala keluarga di Kelurahan Kandangan, 3.831 kepala keluarga di Kelurahan Tambak Oso Wilangun, dan 2.550 kepala keluarga di Kelurahan Romo Kalisari.

4.2.1 Sektor Energi

Berdasarkan data yang diperoleh pada sektor energi, data yang diperoleh berupa rata-rata konsumsi bahan bakar untuk memasak dan konsumsi pemakaian listrik tiap bulan. Berdasarkan data tersebut dilakukan perhitungan emisi karbon di Kecamatan Benowo, contoh perhitungan yang diambil adalah Kelurahan Romo Kalisari.

Diketahui :

a) Rata-rata konsumsi LPG : 0,25245 Gg/tahun

b) LPG

1. NCV LPG : 47,3 TJ/Gg
2. Faktor emisi CO_2 : 63100 kg/TJ
3. Faktor emisi CH_4 : 5 kg/TJ
4. Faktor emisi N_2O : 0,1 kg/TJ

Maka emisi yang dihasilkan dari bahan bakar memasak LPG adalah sebagai berikut :

1. Konsumsi energi = Konsumsi energi (sat.fisik) x NCV LPG
   = 0,25245 Gg/tahun x 47,3 TJ/Gg
   = 11,941 TJ/tahun
2. Emisi CO_2 = Konsumsi energi x FE CO_2
   = 11,941 TJ/tahun x 63100 kg/TJ
   = 753.477,1 kg CO_2/tahun
   = 753,47 ton CO_2/tahun
3. Emisi CH_4 = Konsumsi energi x FE CH_4
   = 11,941 TJ/tahun x 5 kg/TJ
   = 59,705 kg CH_4/tahun
   = 0.0597 ton CH_4/tahun

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

= 1,2537 ton CO_2-eq/tahun

4. Emisi N_2O = Konsumsi energi x FE N_2O

= 11,941 TJ/tahun x 0,1 kg/TJ

= 1,1941 kg N_2O/tahun

= 0,00119 ton N_2O/tahun

= 0,37 ton CO_2-eq/tahun

Emisi CO_2 yang dihasilkan dari pemakaian listrik dapat dihitung sebagai berikut :

Emisi CO_2 = Konsumsi energi x FE CO_2

= 5.331.670,55 kwh/tahun x 0.000794 ton CO_2/KWh

= 4.233,35 ton CO_2/tahun

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.22 Perhitungan Emisi Sektor Energi Kecamatan Benowo

Kelurahan	Konsumsi Energi LPG (TJ/tahun)	Konsumsi Energi Listik (kwh/tahun)	CO_2 (ton CO_2 /tahun)		CH_4 (ton CH_4/tahun)	Konversi CH_4 (ton CO_2-eq/ tahun)	N_2O (ton N_2O/tahun)	Konversi N_2O (ton CO_2-eq/ tahun)	Total CO_2-eq (ton CO_2-eq/tahun)
			LPG	Listrik	LPG		LPG		
Sememi	232,217	125.277.637,81	14.652,91	9.9470,44	1,1611	24,3831	0,0232	7,2	114.154,94
Kandangan	138,469	81.618.096,90	8.737,40	64.804,77	0,6923	14,539	0,0138	4,3	73.561
Tambak Oso Wilangun	26,094	6.175.487,26	1.646,51	4.903,34	0,1305	2,74	0,0026	0,8	6.553,40
Romo Kalisari	11,941	5.331.670,55	753,47	4.233,35	0,0597	1,25	0,0012	0,4	4.988,44
Total	408,721	218.402.892,5	25.790,29	173.411,9	2,0436	42,9121	0,0408	12,7	199.257,78

Sumber : Hasil Analisis, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Nilai emisi yang disajikan pada Tabel 4.22 menunjukkan bahwa nilai emisi CO_2 di Kelurahan Sememi sebesar 114.154,94 ton CO_2-eq/tahun, emisi CO_2 di Kelurahan Kandangan sebesar 73.561 ton CO_2-eq/tahun, emisi CO_2 di Kelurahan Tambak Oso Wilangun sebesar 6.553,40 ton CO_2-eq/tahun, dan emisi CO_2 di Kelurahan Romo Kalisari sebesar 4.988,44 ton CO_2-eq/tahun. Berdasarkan perhitungan diatas, emisi tertinggi berada di Kelurahan Sememi dan emisi terendah berada di Kelurahan Romo Kalisari.

Perhitungan pada tabel diatas, terkait konversi gas metana (CH_4) dan N_2O diubah menjadi CO_2. Gas metana (CH_4) memiliki daya pemanas global (GWP) sekitar 21 kali gas CO_2 dan gas N_2O memiliki daya pemanas global (GWP) sekitar 310 kali gas CO_2. Sehingga dalam perhitungan emisi metana perlu dikonversi ke CO_2 ekivalen (CO_2-eq) dengan menggunakan faktor pengali 21 dan emisi gas N_2O perlu dikonversi ke CO_2 ekivalen (CO_2-eq) dengan menggunakan faktor pengali 310.

Berdasarkan hasil perhitungan yang disajikan dalam Tabel 4.22, emisi CO_2 total didapatkan dari penjumlahan emisi CO_2 primer yang berasal konsumsi pemakaian LPG dengan emisi CO_2 sekunder yang berasal dari konsumsi pemakaian listrik tiap KK di Kecamatan Benowo. Tabel diatas juga menunjukkan bahwa nilai emisi CO_2 sekunder lebih besar dibanding CO_2 primer, sehingga CO_2 sekunder berpengaruh terhadap besarnya nilai emisi yang dihasilkan pada suatu wilayah. Hal ini sejalan dengan Puspitasari dkk., (2018) yang menyatakan bahwa emisi CO_2 sekunder yang bersumber dari energi listrik lebih tinggi dibandingkan emisi yang dihasilkan oleh LPG. Selain itu, jumlah penduduk di Kelurahan Sememi berada paling tinggi dibanding kelurahan lain sehingga menyebabkan konsumsi bahan bakar dan energi listrik yang digunakan juga semakin besar yang turut berdampak pada emisi yang dihasilkan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Perhitungan pada sektor energi yang terkait pada penelitian ini tidak menghitung jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh penggunaan bahan bakar pada unit pembangkit tenaga listrik. Penggunaaan bahan bakar pada unit pembangkit tenaga listrik yang mengkonsumsi bahan bakar fosil sebagai pemantik atau *start-up* maupun pembangkit tenaga listrik yang menggunakan bahan bakar *biomass-based fuel* tidak dicantumkan perhitungannya pada penelitian ini.

4.2.2 Sektor Transportasi

Berdasarkan data yang diperoleh pada sektor transportasi, data yang diperoleh berupa jumlah kendaraan bermotor dan konsumsi bahan bakar kendaraan bemotor. Bedasarkan data tersebut diperoleh nilai emisi CO_2 pada sektor transportasi di Kecamatan Benowo, contoh perhitungan yang diambil adalah Kelurahan Romo Kalisari.

Diketahui :

a) Rata-rata konsumsi energi : 688.500 L
b) Nilai kalor : 33 x 10^{-6} TJ/L
c) Faktor Emisi CO_2 : 69300 kg/TJ
d) Faktor Emisi CH_4 : 33 kg/TJ
e) Faktor Emisi N_2O : 3,2 kg/TJ

Maka,

Konsumsi energi

=Konsumsi energi (sat.fisik) x Nilai kalor (TJ/(sat.fisik)

= 688.500 L x 33 x 10^{-6} (TJ/L)

= 22,72050 TJ/tahun

Kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai emisi CO_2 sebagai berikut :

1. Emisi CO_2 = Konsumsi energi (TJ/tahun)x FE (sat.fisik)
   = 22,72050 TJ/tahun x 69300 kg/TJ
   = 1.574.530,65 (kg/tahun)
   = 1574,53 ton CO_2/tahun

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. Emisi CH_4 = Konsumsi energi x FE CH_4

= 22,72050 TJ/tahun x 33 kg/TJ

= 749,7765 kg CH_4/tahun

= 0,749 ton CH_4/tahun

= 15,745 CO_2-eq/tahun

3. Emisi N_2O = Konsumsi energi x FE N_2O

= 22,72050 TJ/tahun x 3,2 kg/TJ

= 72,7056 kg N_2O/tahun

= 0,0727 ton N_2O/tahun

= 22,5387 ton CO_2-eq/tahun

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.23 Perhitungan Emisi Sektor Transportasi Kecamatan Benowo

Kelurahan	Konsumsi Energi (L/tahun)	CO_2 (ton CO_2/ tahun)	CH_4 (ton CH_4/ tahun)	Konversi CH_4 (ton CO_2-eq/ tahun)	N_2O (ton N_2O/ tahun)	Konversi N_2O (ton CO_2-eq/ tahun)	Total CO_2-eq (ton CO_2-eq/ tahun)
Sememi	15.659.076	35.810,74	17,053	358,10740	1,6536	512,61550	36.681,46
Kandangan	9.042.089	20.678,35	9,8468	206,78354	0,95484	296,00184	21.181,14
Tambak Oso Wilangun	1.884.852	4.310,47	2,0526	43,10468	0,19904	61,70252	4.415,28
Romo Kalisari	688.500	1.574,53	0,74978	15,745	0,072706	22,53874	1.612,81
Total	27.274.517	62.374,09	29,70218	623,74062	2,880186	892,8586	63.890,69

Sumber : Hasil Analisis, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hasil perhitungan emisi CO_2 pada sektor transportasi menunjukkan bahwa nilai emisi CO_2 di Kelurahan Sememi sebesar 36.681,46 ton CO_2-eq/tahun, emisi CO_2 di Kelurahan Kandangan sebesar 21.181,14 ton CO_2-eq/tahun, nilai emisi CO_2 di Kelurahan Tambak Oso Wilangun sebesar 4.415,28 ton CO_2-eq/tahun, dan emisi CO_2 di Kelurahan Romo Kalisari sebesar 1.612,81 ton CO_2-eq/tahun.

Perhitungan pada tabel diatas, terkait konversi gas metana (CH_4) dan N_2O diubah menjadi CO_2. Gas metana (CH_4) memiliki daya pemanas global (GWP) sekitar 21 kali gas CO_2 dan gas N_2O memiliki daya pemanas global (GWP) sekitar 310 kali gas CO_2. Sehingga dalam perhitungan emisi metana perlu dikonversi ke CO_2 ekivalen (CO_2-eq) dengan menggunakan faktor pengali 21 dan emisi gas N_2O perlu dikonversi ke CO_2 ekivalen (CO_2-eq) dengan menggunakan faktor pengali 310.

Konsumsi energi yang digunakan untuk perhitungan emisi adalah pemakaian bahan bakar minyak (BBM) oleh penduduk Kecamatan Benowo yang diperuntukkan untuk kegiatan transportasi seperti, bekerja, bersekolah, belanja, dan kegiatan lainnya yang memerlukan kendaraan sebagai alat transportasi. Jenis BBM yang digunakan oleh mayoritas penduduk Kecamatan Benowo adalah bensin (gasolin) yang meliputi premium, pertalite, dan pertamax. Jenis transportasi di Kecamatan Benowo didominasi oleh sepeda motor.

Berdasarkan hasil perhitungan yang disajikan dalam tabel 4.23 menunjukkan bahwa emisi tertinggi terdapat pada Kelurahan Sememi dan emisi terendah terdapat di Kelurahan Romo Kalisari. Berdasarkan perhitungan diatas, Kelurahan Sememi mengkonsumsi energi untuk kegiatan transportasi sebesar 15.659.076 liter/tahun yang menghasilkan emisi sebesar 36.681,46 ton CO_2-eq/tahun. Hal ini dikarenakan aktivitas sehari-hari yang lebih tinggi pada suatu wilayah dapat mempengaruhi jumlah pemakaian bahan bakar pada kendaraan bermotor yang digunakan. Selain itu apabila jumlah penduduk dan kebutuhan terhadap

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

transportasi meningkat maka jumlah konsumsi bahan bakar dari kendaraan pribadi yang dimiliki juga turut meningkat. Hal ini didukung oleh Giasi (2017) yang menyebutkan bahwa semakin tinggi ketergantungan penduduk terhadap kendaraan bermotor maka semakin tinggi pula emisi yang dihasilkan.

4.2.3 Sektor Persampahan

Berdasarkan data yang diperoleh dari kecamatan Benowo, emisi karbon dari persampahan yang dihasilkan dihitung menggunakan persamaan dari *Adam Wilson* dalam Alwin (2016). Bedasarkan data tersebut diperoleh nilai emisi CO_2 pada sektor persampahan di Kecamatan Benowo, contoh perhitungan yang diambil adalah Kelurahan Romo Kalisari.

Diketahui:

Rata-rata jumlah sampah yang dihasilkan : 1.187,663 ton/tahun

Faktor Emisi (FE) : 1,09

Maka,

Emisi CO_2 = Jumlah sampah (ton/tahun)x FE

= 1.187,663 (ton/tahun) x 1,09

= 1294,552 ton CO_2/tahun

Tabel 4.24 Perhitungan Emisi Sektor Persampahan Kecamatan Benowo

Kelurahan	Konsumsi Energi (ton/tahun)	CO_2-eq Persampahan (ton CO_2-eq/tahun)
Sememi	20.911,73	22.793,79
Kandangan	13.132,28	14.314,18
Tambak Oso Wilangun	2.223,896	2.424,046
Romo Kalisari	1.187,663	1.294,552
Total	37.455,569	40.826,57

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Hasil perhitungan emisi CO_2 pada sektor persampahan menunjukkan bahwa nilai emisi CO_2 di Kelurahan Sememi sebesar 22.793,79 ton CO_2-eq/tahun, emisi CO_2 di Kelurahan Kandangan sebesar

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

14.314,18 ton CO_2-eq/tahun, nilai emisi CO_2 di Kelurahan Tambak Oso Wilangun sebesar 2.424,046 ton CO_2-eq/tahun, dan emisi CO_2 di Kelurahan Romo Kalisari sebesar 1.294,552 ton CO_2-eq/tahun. Sehingga berdasarkan analisa perhitungan diatas menunjukkan bahwa emisi tertinggi terdapat pada Kelurahan Sememi dan emisi terendah terdapat di Kelurahan Romo Kalisari.

Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surabaya No.12 Tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034 pada pasal 67 ayat 1 menyebutkan bahwa Kecamatan Benowo merupakan salah satu kecamatan yang menjadi kawasan strategis untuk kepentingan pertumbuhan ekonomi. Menurut Kiswandayani dkk., (2016) pertambahan penduduk yang semakin tinggi, serta intensitas kegiatan yang tinggi dapat menyebabkan naiknya jumlah timbulan sampah. Keadaan sosial ekonomi masyarakat yang tinggi turut mengakibatkan banyaknya jumlah per kapita sampah yang yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa perekonomian pada suatu daerah dan tingkat daya beli masyarakat yang cukup tinggi, dapat mengakibatkan sampah yang dihasilkan juga semakin tinggi.

4.2.4 Sektor Peternakan

Berdasarkan data yang diperoleh dari Kecamatan Benowo, ditemukan beberapa kelurahan yang memiliki peternakan. Sehingga potensi gas metana dapat dihitung dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran hewan ternak yang dihasilkan.

A. Gas Metana (CH_4) Berdasarkan Fermentasi Enterik

Perhitungan emisi metana (CH_4) dapat berasal dari fermentasi enterik hewan ternak. Berikut merupakan hasil perhitungan potensi gas metana yang dihasilkan dari Kecamatan Benowo, contoh perhitungan yang diambil adalah Kelurahan Romo Kalisari.

Diketahui :

Jumlah hewan ternak di kelurahan Romo Kalisari :

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a. 15 ekor kambing

b. 5 ekor ayam

Faktor Emisi (FE) kambing : 5 (kg/ekor/tahun)

Faktor Emisi (FE) ayam : tidak tersedia

Maka,

Emisi CH_4 Romo Kalisari dari kambing

= Jumlah hewan ternak (ekor) x FE (kg/ekor/tahun)

= 15 (ekor) x 5 (kg/ekor/tahun)

= 75 kg CH_4/tahun

= 0,075 ton CH_4/tahun

= 1,575 ton CO_2-eq/tahun

B. Gas Metana (CH_4) Berdasarkan Pengelolaan Kotoran Ternak

Perhitungan emisi metana (CH_4) dapat berasal dari pengelolaan kotoran hewan ternak. Berikut merupakan hasil perhitungan potensi gas metana yang dihasilkan dari Kecamatan Benowo, contoh perhitungan yang diambil adalah Kelurahan Romo Kalisari.

Diketahui :

Jumlah hewan ternak di kelurahan Romo Kalisari :

a. 15 ekor kambing

b. 5 ekor ayam

Faktor Emisi (FE) kambing : 0,17 (kg/ekor/tahun)

Faktor Emisi (FE) ayam : 0,02 (kg/ekor/tahun)

Maka,

1. Emisi CH_4 Romo Kalisari dari kambing

   = Jumlah hewan ternak (ekor) x FE (kg/ekor/tahun)

   = 15 (ekor) x 0,17 (kg/ekor/tahun)

   = 2,55 kg CH_4/tahun

   = 0,00255 ton CH_4/tahun

   = 0,05355 ton CO_2-eq/tahun

2. Emisi CH_4 Romo Kalisari dari ayam

   = Jumlah hewan ternak (ekor) x FE (kg/ekor/tahun)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

= 5 (ekor) x 0,02 (kg/ekor/tahun)

= 0,1 kg CH_4/tahun

= 0,0001 ton CH_4/tahun

= 0,0021 ton CO_2-eq/tahun

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.25 Perhitungan Emisi Sektor Peternakan Kecamatan Benowo

Kelurahan	Kambing (ekor)	Ayam (ekor)	FE Fermentasi Enterik (kg/ekor/tahun)		FE Pengelolaan Kotoran Ternak (kg/ekor/tahun)		CH_4 (ton CH_4 /tahun)	CO_2-eq (ton CO_2eq /tahun)
			Kambing	Ayam	Kambing	Ayam		
Sememi	0	40	5	-	0	0,02	0,0008	0,01680
Kandangan	9	7	5	-	0,17	0,02	0,04667	0,98007
Tambak Oso Wilangun	0	0	5	-	0	0	0	0
Romo Kalisari	15	5	5	-	0,17	0,02	0,07765	1,6306
Total	24	52	20	0	0,34	0,06	0,07765	2,63

Sumber : Hasil Analisis, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan hasil perhitungan emisi karbon pada sektor peternakan, diperoleh nilai emisi CO_2 di Kelurahan Sememi sebesar 0,01680 ton CO_2-eq/tahun, nilai emisi CO_2 di Kelurahan Kandangan sebesar 0,98007 CO_2-eq/tahun, nilai emisi CO_2 di Kelurahan Tambak Oso Wilangun sebesar 0 ton CO_2-eq/tahun, dan emisi CO_2 di Kelurahan Romo Kalisari sebesar 1,6306 ton CO_2-eq/tahun. Sehingga berdasarkan analisa perhitungan diatas menunjukkan bahwa emisi tertinggi terdapat pada Kelurahan Romo Kalisari dan emisi terendah terdapat di Kelurahan Tambak Oso Wilangun. Perhitungan pada tabel diatas, terkait konversi gas metana (CH_4) dan N_2O diubah menjadi CO_2. Gas metana (CH_4) memiliki daya pemanas global (GWP) sekitar 21 kali gas CO_2. Sehingga dalam perhitungan emisi metana perlu dikonversi ke CO_2 ekivalen (CO_2-eq) dengan menggunakan faktor pengali 21.

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel diatas, nilai faktor emisi yang digunakan untuk perhitungan terhadap emisi gas metana (CH_4) dari hasil fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak pada kambing lebih besar jika dibandingkan dengan faktor emisi pada ayam. Sehingga nilai emisi yang dihasilkan juga tinggi. Peternakan di Kecamatan Benowo tergolong sedikit karena sedikitnya penduduk yang berprofesi sebagai peternak. Hal ini didukung oleh Widiyono & Sarmin (2017) yang menyatakan tentang keterbatasan sumber daya alam untuk peternakan dan pertanian di daerah pinggiran kota yang diakibatkan adanya penyempitan lahan dan penurunan kualitas sumber daya alam. Sehingga timbul keterbatasan tempat untuk beternak dan jumlah pakan ternak yang semakin berkurang. Mayoritas lahan kosong di Kelurahan Tambak Oso Wilangun dan Kelurahan Romo Kalisari diperuntukkan untuk tambak ikan. Namun, penelitian ini tidak mencamtukan perhitungan emisi untuk kegiatan perikanan karena tidak adanya faktor emisi untuk kegiatan peirikanan pada IPCC (2006).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.5 Sektor Pertanian

Pemakaian pupuk urea pada budidaya pertanian menyebabkan lepasnya CO_2 yang yang diikat selama proses pembuatan pupuk. Kecamatan Benowo memiliki lahan pertanian yang hanya terdapat di Kelurahan Sememi dan Kelurahan Kandangan.

A. CO_2 Penggunaan Pupuk

Emisi CO_2 yang berasal dari pemakaian pupuk urea pada lahan pertanian dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini, contoh perhitungan yang diambil adalah Kelurahan Sememi.

Diketahui :

M Urea : 7.268,83 kg/tahun

Faktor Emisi (FE) :0,2

Maka,

Emisi CO_2 = M Urea x FE

= 7.268,83 kg/tahun x 0,2

= 1.453,77 kg CO_2/tahun

= 1,453 ton CO_2/tahun

B. CH_4 Lama Budidaya Tanaman

Emisi CH_4 dari sektor pertanian dihitung dengan mengalikan faktor emisi harian dengan lama budidaya padi sawah dan luas panen dengan menggunakan persamaan dibawah ini dan contoh perhitungan yang diambil adalah Kelurahan Sememi.

CH_4 = Σ (FE x t x A)

= 1,3 kg CH_4/ha/hari x 365 hari x 22,51 ha/tahun

= 10.680,995 kg CO_2/tahun

= 10,68 ton CH_4/tahun

= 224,28 ton CO_2-eq/tahun

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.26 Perhitungan Emisi Sektor Pertanian Kecamatan Benowo

Kelurahan	M Urea (kg/tahun)	Dosis N (Kg/tahun)	CO_2 Pupuk (ton CO_2/tahun)	CH_4 Lama Budidaya (ton CH_4/tahun)	Konversi CH_4 (ton CO_2/tahun)	CO_2-eq (ton CO_2-eq/tahun)
Sememi	7.268,83	322,94	1,453	10,68	224,28	225,73
Kandangan	53.367,58	767,97	10,67352	32,97	692,37	703,13
Tambak Oso Wilangun	0	0	0	0	0	0
Romo Kalisari	0	0	0	0	0	0
Total	60.636,41	1.090,91	12,13	43,65	916,65	928,86

Sumber : Hasil Analisis, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan hasil perhitungan emisi karbon sektor pertanian, diperoleh nilai emisi CO_2 di Kelurahan Sememi sebesar 225,73 ton CO_2-eq/tahun dan emisi CO_2 di Kelurahan Kandangan sebesar 703,13 ton CO_2-eq/tahun. Sehingga berdasarkan perhitungan diatas menunjukkan bahwa emisi tertinggi terdapat pada Kelurahan Kandangan dan emisi terendah terdapat di Kelurahan Tambak Oso Wilangun dan Kelurahan Romo Kalisari. Perhitungan pada tabel diatas, terkait konversi gas metana (CH_4) dan N_2O diubah menjadi CO_2. Gas metana (CH_4) memiliki daya pemanas global (GWP) sekitar 21 kali gas CO_2. Sehingga dalam perhitungan emisi metana perlu dikonversi ke CO_2 ekivalen (CO_2-eq) dengan menggunakan faktor pengali 21.

Berdasarkan perhitungan diatas, Kelurahan Kandangan memiliki luas lahan pertanian terbesar dibandingkan kelurahan lain. Sehingga pupuk urea yang digunakan juga semakin banyak. Jenis tanaman yang ditanami di Kecamatan Benowo yaitu padi, jagung, singkong, dan semanggi. Perhitungan emisi pada sektor pertanian tidak dapat dilakukan di Kelurahan Tambak Oso Wilangun dan Kelurahan Romo Kalisari karena di daerah tersebut tidak terdapat lahan pertanian. Hal ini sejalan dengan Prihatin (2015) yang menyebutkan bahwa penyempitan lahan untuk pertanian di perkotaan diakibatkan oleh alih fungsi lahan yang dapat mempengaruhi sisi ekonomi, sosial, dan lingkungan masyarakat tersebut.

4.3 Pemetaan Emisi Karbon

Penelitian ini menggunakan pembagian atau klasifikasi nilai emisi berdasarkan nilai pada sumber pencemar emisi gas rumah kaca. Penentuan klasifikasi dapat dibuat berdasarkan peraturan-peraturan yang mengatur baku mutu kualitas udara yang ada atau berdasarkan nilai interval emisi. Namun, dalam penelitian ini klasifikasi nilai emisi dibuat berdasarkan interval nilai emisinya. Jumlah kelas yang digunakan pada penelitian ini terdapat 3 (tiga) kelas yang mewakili 3 (tiga) jangkauan emisi. Pemetaan emisi karbon

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dilakukan dengan pengelompokan berdasarkan kategori warna yaitu warna merah, kuning, dan hijau.

4.3.1 Pemetaan Sektor Energi

Pemetaan pada sektor energi dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS. Data nilai emisi di masukkan ke dalam program sesuai dengan emisi yang dihasilkan pada tiap kelurahan di Kecamatan Benowo. Pemetaan sektor energi dibuat menjadi 3 *range*, hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan beban emisi pada tiap kelurahan serta mempermudah pembacaan pemetaan. Perhitungan interval pada sektor energi dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{Xn - X_1}{K}$$

$$= \frac{114.154,94 - 4.988,44}{3}$$

$$= 36.388,83$$

Pengelompokan jangkauan emisi pada sektor energi disajikan pada Tabel 4.27

Tabel 4.27 Jangkauan Emisi Sektor Energi

Warna	Jangkauan Emisi (ton CO_2-eq /tahun)
Hijau	4.988,44 – 41.377,27
Kuning	41.377,27 – 77.766,11
Merah	77.766,11 – 114.154,94

Sumber : Hasil Analisis, 2020

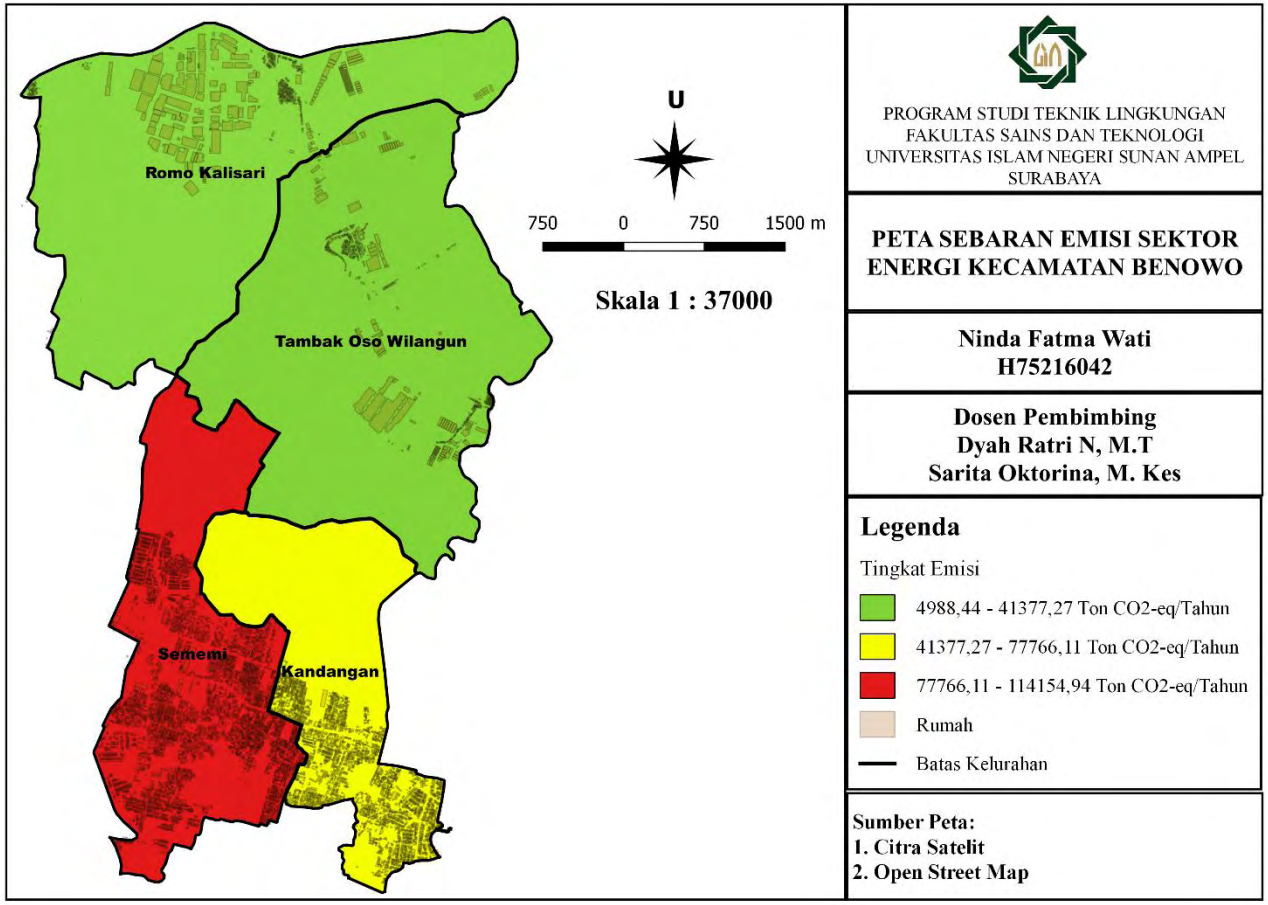
Berdasarkan perhitungan interval pada sektor energi, wilayah Kecamatan Benowo yang memiliki jangkauan emisi 4.988,44 – 41.377,27 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna hijau, wilayah dengan jangkauan emisi 41.377,27 – 77.766,11 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna kuning, dan wilayah dengan jangkauan emisi 77.766,11 – 114.154,94 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna merah.

Pemetaan sebaran emisi karbon pada sektor energi disajikan pada Gambar 4.1. Berdasarkan hasil pemetaan pada sektor energi, dapat dilihat Kelurahan Sememi dan Kandangan menyumbang emisi paling besar. Hal

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ini dikarenakan Kelurahan Sememi memiliki jumlah penduduk tertinggi dibandingkan kelurahan lain yang terdapat di Kecamatan Benowo, sehingga emisi yang dihasilkan dari jumlah penggunaan bahan bakar memasak dan konsumsi listrik juga tinggi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.1 Peta Sebaran Emisi Sektor Energi

Sumber : Hasil Analisis, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.3.2 Pemetaan Sektor Transportasi

Pemetaan pada sektor transportasi dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS. Data nilai emisi di masukkan ke dalam program sesuai dengan emisi yang dihasilkan pada tiap kelurahan di Kecamatan Benowo. Pemetaan sektor transportasi dibuat menjadi 3 *range*, hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan beban emisi pada tiap kelurahan serta mempermudah pembacaan pemetaan. Perhitungan interval pada sektor transportasi dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{Xn - X_1}{K}$$

$$= \frac{36.681,46 - 1.612,81}{3}$$

$$= 11.689,55$$

Pengelompokan jangkauan emisi pada sektor transportasi disajikan pada Tabel 4.28

Tabel 4.28 Jangkauan Emisi Sektor Transportasi

Warna	Jangkauan Emisi (ton CO_2-eq /tahun)
Hijau	1.612,81 - 13.302,36
Kuning	13.302,36 – 24.991,91
Merah	24.991,91 – 36.681,46

Sumber : Hasil Analisis, 2020

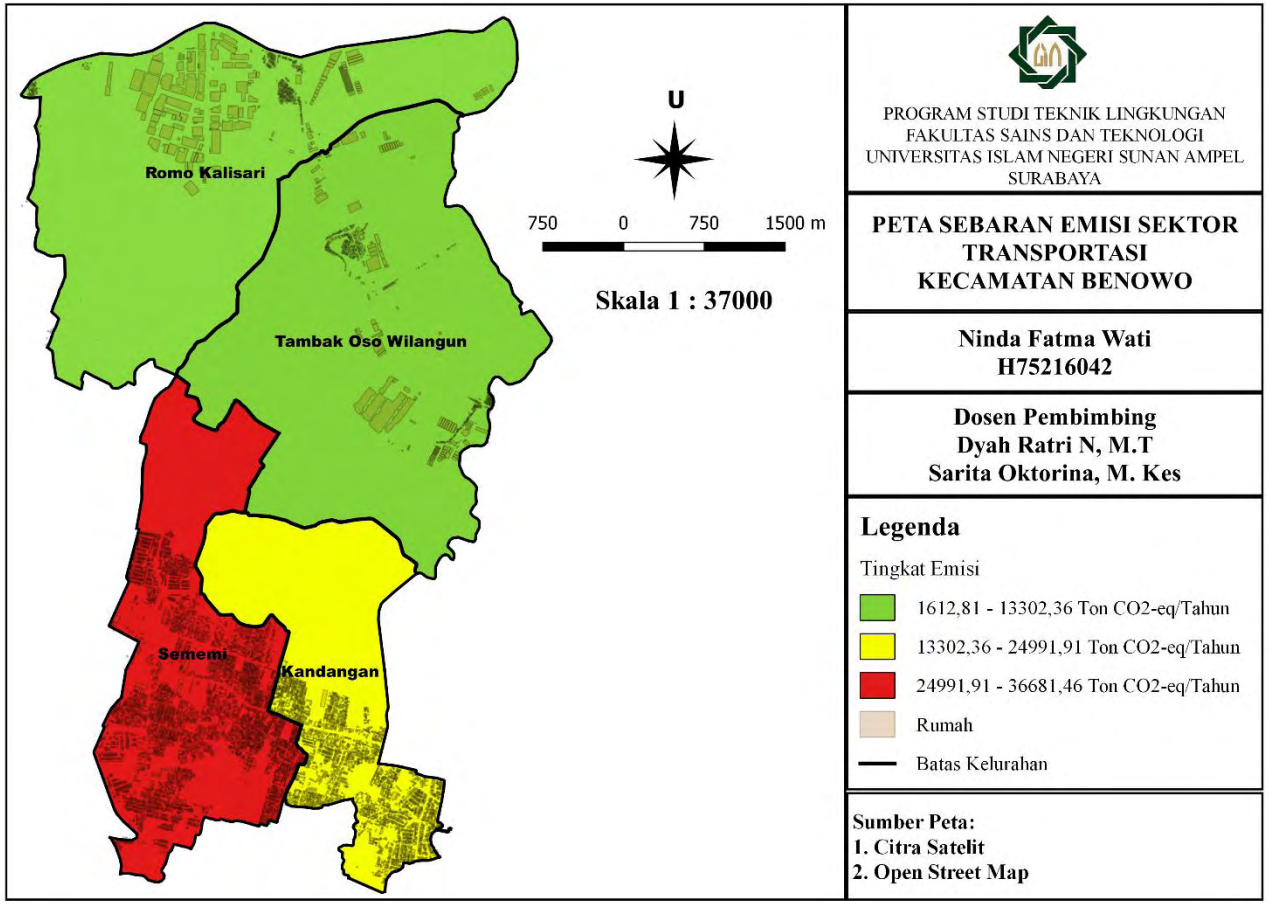
Berdasarkan perhitungan interval pada sektor transportasi, wilayah Kecamatan Benowo yang memiliki jangkauan emisi 1.612,81 - 13.302,36 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna hijau, wilayah dengan jangkauan emisi 13.302,36 – 24.991,91 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna kuning, dan wilayah dengan jangkauan emisi 24.991,91 – 36.681,46 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna merah.

Pemetaan emisi karbon pada sektor transportasi disajikan pada Gambar 4.2. Berdasarkan hasil pemetaan pada sektor transportasi bahwa penyumbang emisi transportasi terbesar berada di Kelurahan Sememi. Hal ini dikarenakan jumlah konsumsi BBM untuk alat transportasi pada setiap titik dapat berbeda bergantung pada jumlah konsumsi BBM yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

digunakan. Kelurahan Sememi merupakan kelurahan dengan penduduk terpadat di Kecamatan Benowo sehingga jumlah kendaraan serta konsumsi BBM yang digunakan tinggi dan berpengaruh pada emisi yang dihasilkan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.2 Peta Sebaran Emisi Sektor Transportasi

Sumber : Hasil Analisis, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.3.3 Pemetaan Sektor Persampahan

Pemetaan pada sektor persampahan dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS. Data nilai emisi di masukkan ke dalam program sesuai dengan emisi yang dihasilkan pada tiap kelurahan di Kecamatan Benowo. Pemetaan sektor persampahan dibuat menjadi 3 *range*, hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan beban emisi pada tiap kelurahan serta mempermudah pembacaan pemetaan. Perhitungan interval pada sektor persampahan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{Xn - X_1}{K}$$

$$= \frac{22.973,79 - 1.294,55}{3}$$

$$= 7.166,41$$

Pengelompokan jangkauan emisi pada sektor persampahan disajikan pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Jangkauan Emisi Sektor Persampahan

Warna	Jangkauan Emisi (ton CO_2-eq /tahun)
Hijau	1.294,55 – 8.460,96
Kuning	8.460,96 – 15.627,37
Merah	15.627,37 – 22.793,79

Sumber : Hasil Analisis, 2020

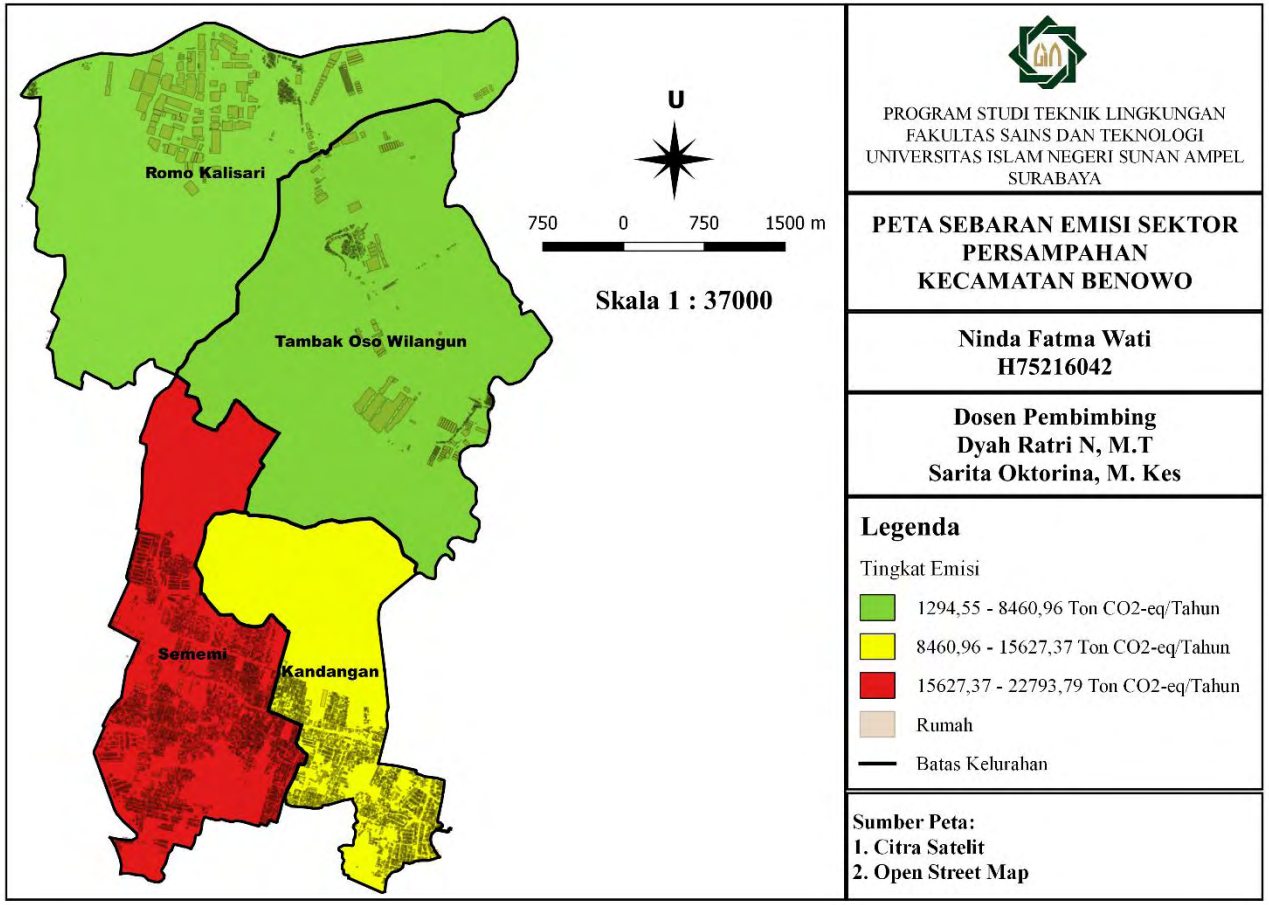
Berdasarkan perhitungan interval pada sektor persampahan, wilayah Kecamatan Benowo yang memiliki jangkauan emisi 1.294,55 – 8.460,96 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna hijau, wilayah dengan jangkauan emisi 8.460,96 – 15.627,37 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna kuning, dan wilayah dengan jangkauan emisi 15.627,37 – 22.793,79 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna merah.

Pemetaan emisi karbon pada sektor persampahan disajikan pada Gambar 4.3. Berdasarkan hasil pemetaan pada sektor persampahan bahwa penyumbang emisi persampahan terbesar berada di Kelurahan Sememi. Hal ini dikarenakan jumlah penduduk terbanyak berada di Kelurahan Sememi. Hal ini sejalan dengan Kiswandayani dkk (2016)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang menyatakan bahwa pertambahan penduduk yang semakin tinggi serta intensitas kegiatan yang tinggi dapat menyebabkan naiknya jumlah timbulan sampah.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.3 Peta Sebaran Emisi Sektor Persampahan

Sumber : Hasil Analisis, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.3.4 Pemetaan Sektor Peternakan

Pemetaan pada sektor peternakan dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS. Data nilai emisi di masukkan ke dalam program sesuai dengan emisi yang dihasilkan pada tiap kelurahan di Kecamatan Benowo. Pemetaan sektor peternakan dibuat menjadi 3 *range*, hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan beban emisi pada tiap kelurahan serta mempermudah pembacaan pemetaan. Perhitungan interval pada sektor peternakan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{Xn - X_1}{K}$$

$$= \frac{1{,}63 - 0}{3}$$

$$= 0{,}54$$

Pengelompokan jangkauan emisi pada sektor peternakan disajikan pada Tabel 4.30

Tabel 4.30 Jangkauan Emisi Sektor Peternakan

Warna	Jangkauan Emisi (ton CO_2-eq /tahun)
Hijau	0 - 0,54
Kuning	0,54 - 1,09
Merah	1,09 - 1,63

Sumber : Hasil Analisis, 2020

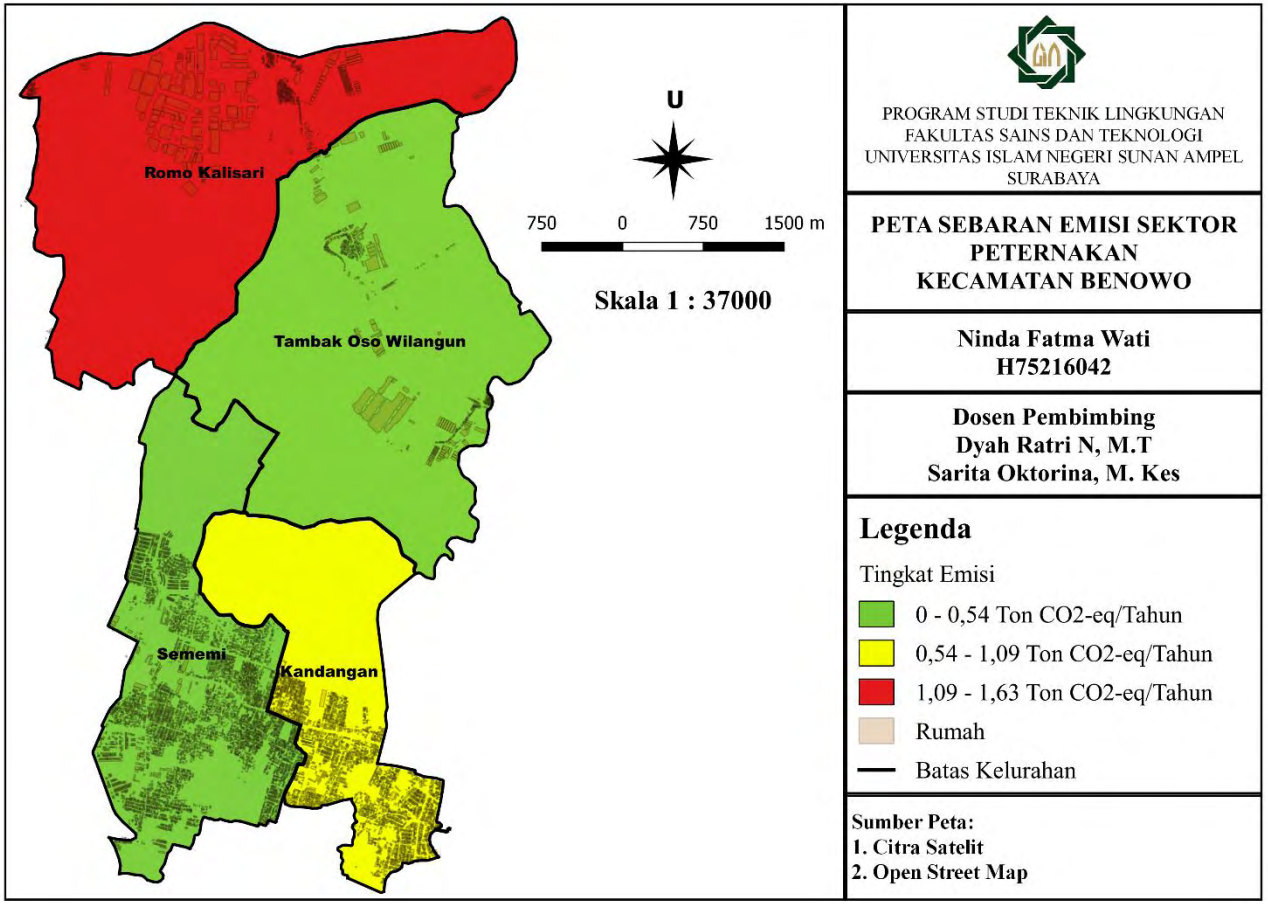
Berdasarkan perhitungan interval pada sektor peternakan, wilayah Kecamatan Benowo yang memiliki jangkauan emisi 0 - 0,54 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna hijau, wilayah dengan jangkauan emisi 0,54 - 1,09 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna kuning, dan wilayah dengan jangkauan emisi 1,09 - 1,63 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna merah.

Pemetaan emisi karbon pada sektor peternakan disajikan pada Gambar 4.4. Berdasarkan hasil pemetaan pada sektor peternakan bahwa penyumbang emisi terbesar berada di Kelurahan Kandangan dan Kelurahan Romo Kalisari. Hal ini dikarenakan jenis hewan ternak yang terdapat di Kelurahan Kandangan dan Kelurahan Romo Kalisari terdapat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2 jenis yaitu kambing dan ayam. Selain itu, berdasarkan hasil perhitungan pada penelitian ini, faktor emisi yang digunakan untuk perhitungan terhadap emisi gas metana (CH_4) dari hasil fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak pada kambing yang terdapat di 2 kelurahan tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan faktor emisi pada ayam. Sehingga nilai emisi yang dihasilkan juga tinggi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.4 Peta Sebaran Emisi Sektor Peternakan

Sumber : Hasil Analisis, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.3.5 Pemetaan Sektor Pertanian

Pemetaan pada sektor pertanian dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS. Data nilai emisi di masukkan ke dalam program sesuai dengan emisi yang dihasilkan pada tiap kelurahan di Kecamatan Benowo. Pemetaan sektor pertanian dibuat menjadi 3 *range*, hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan beban emisi pada tiap kelurahan serta mempermudah pembacaan pemetaan. Perhitungan interval pada sektor pertanian dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{Xn - X_1}{K}$$

$$= \frac{703{,}13 - 0}{3}$$

$$= 234{,}38$$

Pengelompokan jangkauan emisi pada sektor pertanian disajikan pada Tabel 4.31

Tabel 4.31 Jangkauan Emisi Sektor Pertanian

Warna	Jangkauan Emisi (ton CO_2-eq /tahun)
Hijau	0 - 234,2
Kuning	234,38 - 468,75
Merah	468,75 - 703,13

Sumber : Hasil Analisis, 2020

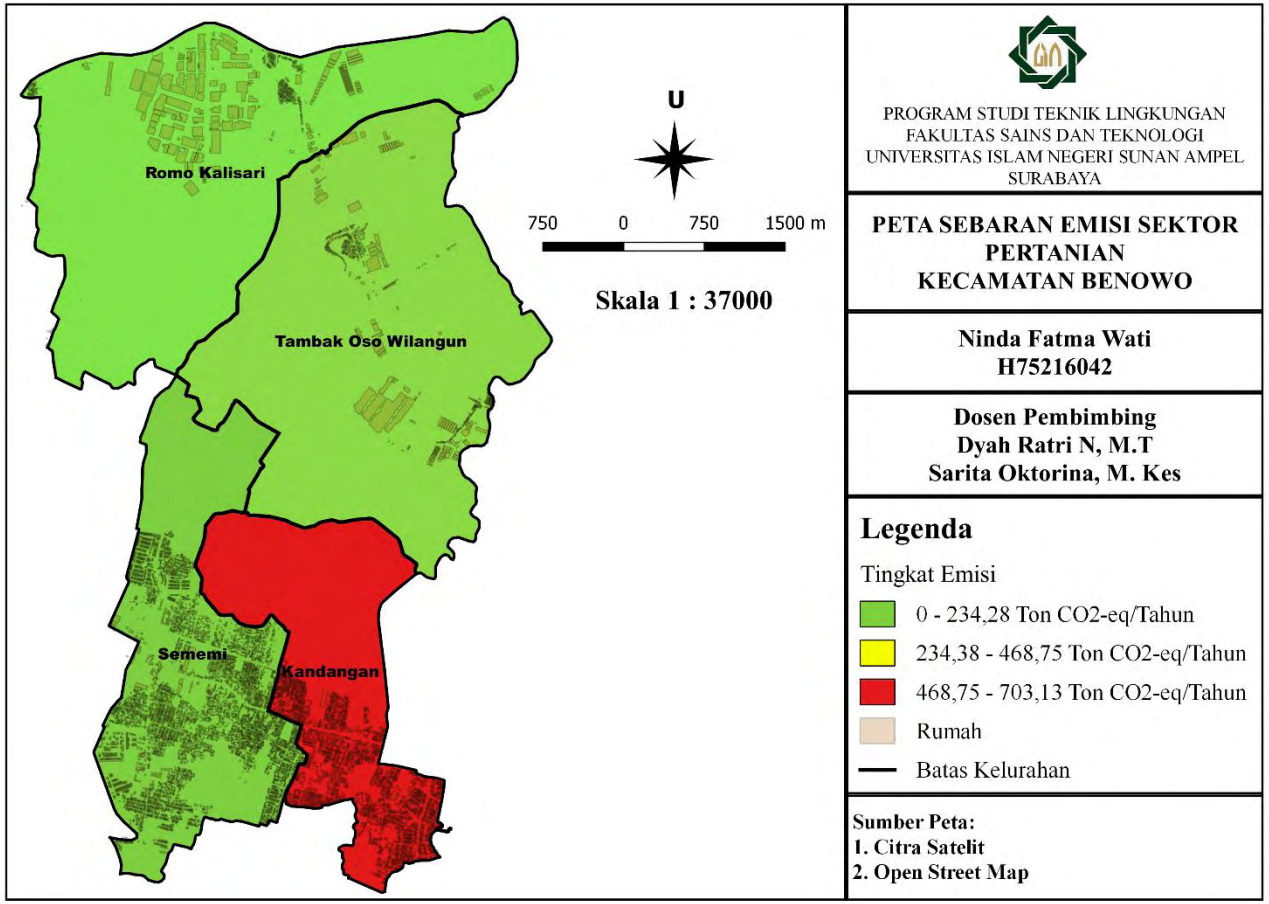
Berdasarkan perhitungan interval pada sektor pertanian, wilayah Kecamatan Benowo yang memiliki jangkauan emisi 0 - 234,2 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna hijau, wilayah dengan jangkauan emisi 234,38 - 468,75 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna kuning, dan wilayah dengan jangkauan emisi 468,75 - 703,13 ton CO_2-eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna merah.

Pemetaan emisi karbon pada sektor pertanian disajikan pada Gambar 4.5. Berdasarkan hasil pemetaan pada sektor pertanian bahwa penyumbang emisi terbesar berada di Kelurahan Sememi dan Kelurahan Kandangan. Hal ini dikarenakan Kelurahan Sememi dan Kelurahan Kandangan memiliki lahan untuk pertanian serta penggunaan pupuk urea

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang besar yang dapat menyebabkan tingginya nilai emisi karbon pada sektor pertanian. Sedangkan di Kelurahan Tambak Oso Wilangun dan Romo Kalisari tidak terdapat lahan untuk melakukan kegiatan pertanian.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.5 Peta Sebaran Emisi Sektor Pertanian

Sumber : Hasil Analisis, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.4 Pemetaan Total Emisi Karbon

Pemetaan pada total emisi karbon dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS. Data nilai emisi di masukkan ke dalam program sesuai dengan keseluruhan emisi karbon di Kecamatan Benowo. Pemetaan total emisi karbon dibuat menjadi 3 *range*, hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan beban emisi pada tiap kelurahan serta mempermudah pembacaan pemetaan. Perhitungan interval pemetaan total emisi karbon dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{Xn - X_1}{K}$$

$$= \frac{173.855,94 - 7.897,44}{3}$$

$$= 55.319,5$$

Pemetaan total emisi karbon ditunjukkan dengan pengelompokan berdasarkan kategori warna yaitu hijau, kuning, dan merah. Pemetaan dilakukan terhadap nilai emisi pada total emisi karbon yang dihasilkan dari seluruh aktivitas permukiman pada tiap kelurahan di Kecamatan Benowo. Jumlah keseluruhan emisi karbon pada tiap kelurahan disajikan pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Jangkauan Total Emisi Karbon

Warna	**Kelurahan**	**Jangkauan Emisi (ton CO_2-eq/ tahun)**	**Emisi Karbon (ton CO_2-eq/ tahun)**
Merah	Sememi	118.536,44 – 173.855,94	173.855,94
Kuning	Kandangan	63.216,94 – 118.536,44	109.760,43
Hijau	Tambak Oso Wilangun	7.897,44 – 63.216,94	13.392,72
	Romo Kalisari		7.897,44
Total			304.906,53

Sumber : Hasil Analisis, 2020

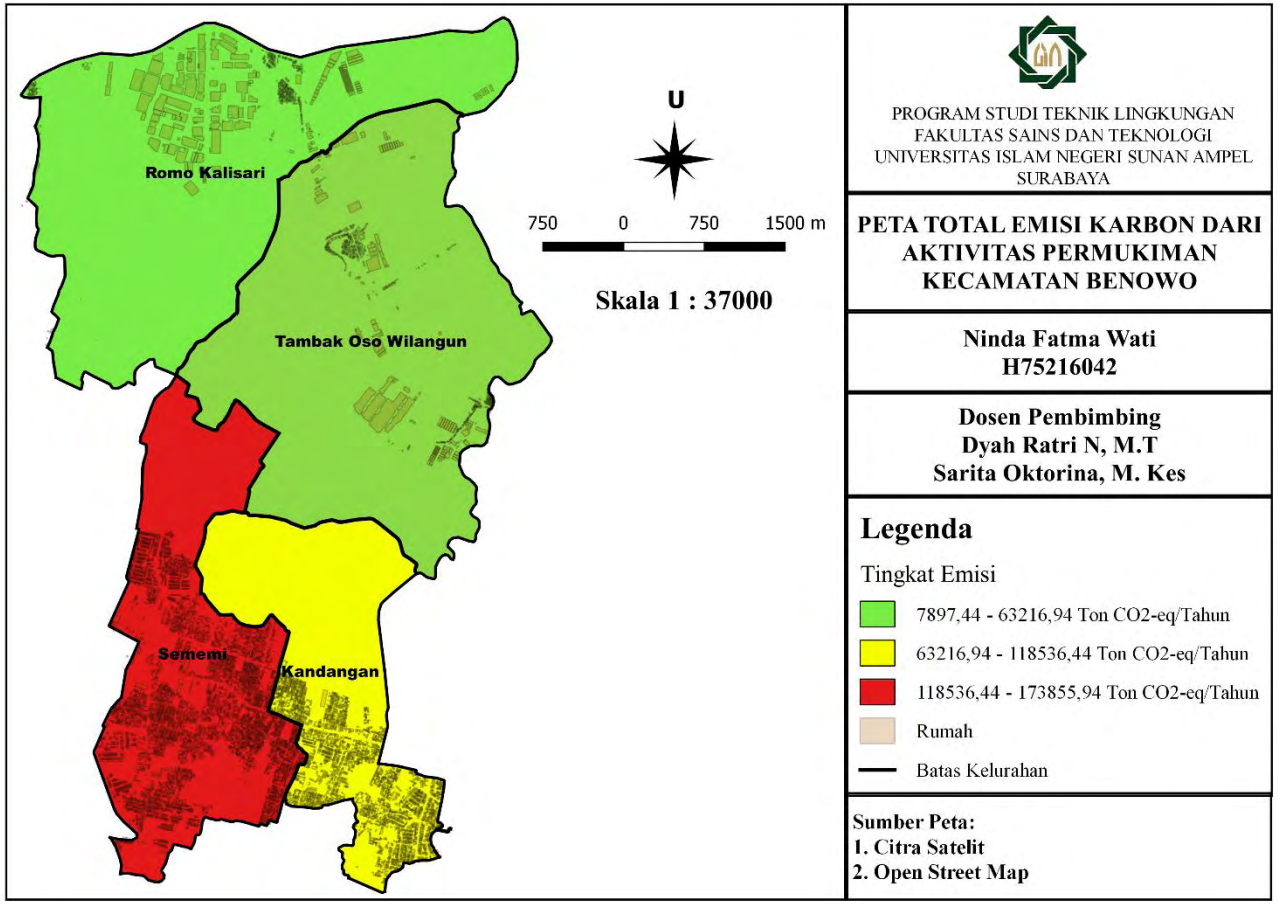
Berdasarkan hasil perhitungan total emisi karbon yang disajikan pada Tabel 4.32 dapat diketahui bahwa nilai emisi di Kelurahan Sememi berada pada jangkauan emisi 118.536,44 – 173.855,94 ton CO_2-eq/tahun, Kelurahan Kandangan berada pada jangkauan emisi 63.216,94 – 118.536,44 ton CO_2-eq/tahun, dan Kelurahan Tambak Oso Wilangun dan Kelurahan Romo Kalisari pada satu jangkauan yaitu sebesar 7.897,44 – 63.216,94 ton CO_2-eq/tahun. Jika

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

satuan emisi gas CO_2 diubah kedalam satuan ppm, maka emisi gas CO_2 di Kecamatan Benowo sebesar 3,9 x 10^{-5} ppm, dimana ambang batas CO_2 menurut Vallero (2008) di udara adalah sebesar 350 ppm sehingga dapat dikatakan bahwa emisi CO_2 di Kecamatan Benowo belum melebihi ambang batas.

Menurut Rachmawati (2015), perubahan lahan yang disertai dengan laju pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat dapat menyebabkan peningkatan jumlah penduduk. Sehingga lahan yang dibutuhkan untuk permukiman juga ikut meningkat. Dengan meningkatnya jumlah pemukiman di Kecamatan Benowo akan berakibat pada peningkatan emisi yang dihasilkan dari aktivitas permukiman. Salah satu faktor yang mempengaruhi besaran nilai emisi yang dihasilkan pada tiap kelurahan di Kecamatan Benowo ialah jumlah populasi penduduk yang terdapat di wilayah penelitian. Sehingga, jika semakin banyak jumlah penduduk yang terdapat di wilayah penelitian, maka semakin besar pula emisi gas CO_2 yang dihasilkan, begitu pula sebaliknya. Selanjutnya pemetaan total emisi karbon disajikan pada Gambar 4.6.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.6 Total Emisi Karbon Kecamatan Benowo

Sumber : Hasil Analisis, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai jejak karbon dari aktivitas permukiman di Kecamatan Benowo dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sektor energi menghasilkan nilai emisi CO_2 sebesar 199.257,78 ton CO_2-eq/tahun, sektor transportasi menghasilkan nilai emisi CO_2 sebesar 63.890,69 ton CO_2-eq/tahun, sektor persampahan menghasilkan nilai emisi CO_2 sebesar 40.826,57 ton CO_2-eq/tahun, sektor peternakan menghasilkan nilai emisi CO_2 sebesar 2,63 ton CO_2-eq/tahun, dan sektor pertanian menghasilkan nilai emisi CO_2 sebesar 928,86 ton CO_2-eq/tahun. Maka, berdasarkan aktivitas permukiman di Kecamatan Benowo, emisi karbon tertinggi dihasilkan dari sektor energi yang berasal dari penggunaan LPG dan konsumsi listrik.
2. Pemetaan nilai jejak karbon dari Kecamatan Benowo, Kota Surabaya didapatkan bahwa Kelurahan Sememi berada pada jangkauan emisi 118.536,44 – 173.855,94 ton CO_2-eq/tahun yang ditandai dengan warna merah, Kelurahan Kandangan berada pada jangkauan emisi 63.216,94 – 118.536,44 ton CO_2-eq/tahun yang ditandai dengan warna kuning, dan Kelurahan Tambak Oso Wilangun dan Kelurahan Romo Kalisari pada satu jangkauan yang sama yaitu sebesar 7.897,44 – 63.216,94 ton CO_2-eq/tahun yang ditandai dengan warna hijau.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian dengan pendekatan lebih lanjut pada tiap sektor dengan menggunakan tier yang lebih tinggi agar hasil akurasi yang didapatkan juga lebih tinggi.
2. Penelitian pada sektor persampahan dapat dikembangkan dengan melakukan perhitungan terhadap jumlah timbulan sampah setiap rumah.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Aksyutin, O. E., Ishkov, A. G., Romanov, K. V., & Grachev, V. A. (2018). The Carbon Footprint of Natural Gas And Its Role in The Carbon Footprint of Energy Production. *International Journal of Geomate*, *15*(8), 155–160.

Alwin, R. N. (2016). *Analisis Jejak Karbon dari Aktivitas Permukiman di Desa Ciherang, Dramaga Dan Petir, Kabupaten Bogor, Jawa Barat* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.

Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. (2016). *Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)*.

Badan Pusat Statistik. (2019). *Kecamatan Benowo Dalam Angka 2019*.

BAPPENAS. (2014). *Pedoman Teknis Perhitungan Baseline Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Pengelolaan Limbah*. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.

Giasi, A. (2017). Pengaruh Kekompakan Perkotaan Terhadap Tingkat Emisi dari Sektor Energi Kegiatan Transportasi; Studi Kasus Perkotaan Marisa Kabupaten Pohuwatu. *Universitas Hasanuddin*.

Gobel, I. W. Jaya, Tondobala, L., & Sela, R. L. (2019). Sebaran Spasial Emisi Gas Karbon Dioksida (CO_2) Pada Kawasan Permukiman di Kecamatan Singkil Kota Manado. *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, *6*(3).

Hipzon. (2018). *Pelestarian Lingkungan Dalam Pandangan Islam (Studi di Desa Pardasuka Kecamatan Ngaras Kabupaten Pesisir Barat)*. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories Emissions from Livestock And Manure Management* (Chapter 10, Vol. 4).

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories Mobile Combustion* (Chapter 3, Vol. 2).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories Stationary Combustion* (Chapter 2, Vol. 2).

International Energy Agency. (2015). *CO_2 Emissions from Fuel Combustion*.

Ishak, A. B. L., Takdir, M., & Wardi. (2019). Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Sektor Peternakan Tahun 2016 di Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Peternakan Indonesia*, *21*(1), 51–58.

Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. (2015). *Data Inventory Emisi GRK Sektor Energi*.

Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan. (2018). *Inventarisasi Gas Rumah Kaca Dan Monitoring Pelaporan Verifikasi Tahun 2018*.

Kementerian Lingkungan Hidup. (2012). *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Kegiatan Pengadaan Dan Penggunaan Energi* (Vol. 2).

Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan. (2017). *Peraturan Direktur Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim Nomor P5/PPI/SET/KUM/12/2017*.

Kiswandayani, A. V., Susanawati, L. D., & Wirosoedarmo, R. (2016). Komposisi Sampah Dan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca Pada Pengelolaan Sampah Domestik: Studi Kasus TPA Winongo Kota Madiun. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 9–17.

Kumara, L. A., & Mutiarin, D. (2019). Generating The New Dimensions of Social Sustainability Into Sustainable Urban Development Policy. *Policy And Governance Review*, *3*(3), 189–206.

Lopulalan, M. C. (2015). *Penentuan Faktor Emisi Spesifik Untuk Estimasi Dan Pemetaan Tapak Karbon dari Sektor Transportasi Dan Industri di Kabupaten Banyuwangi*. [Tesis]. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Muzayyid. (2014). *Studi Konsentrasi Kadar Karbon Monoksida (CO) di Jalan A. P Pettarani Kota Makassar Tahun 2014* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Alauddin.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Nabillah, I. P. W., & Nugraha, J. (2017). Analisis *Cluster* Tingkat Kualitas Udara Ambien Jalan Raya di DIY 2015. *Prosiding Si Manis*, *1*(1), 178–187.

Novananda, E., & Setiawan, R. P. (2015). Persebaran Spasial Produksi Emisi Karbon Dioksida (CO_2) dari Penggunaan Lahan Permukiman di Kawasan Perkotaan Gresik Bagian Timur. *Jurnal Teknik ITS*, *4*(1), 2337–3539.

Nugrahayu, Q. (2015). *Penentuan Faktor Emisi Spesifik dari Sektor Transportasi Dan Industri Untuk Estimasi Tapak Karbon Dan Pemetaannya di Kabupaten Sumenep Jawa Timur*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Nugrahayu, Q., Nurjannah, N. K., & Hakim, L. (2017). *Estimasi Emisi Karbondioksida dari Sektor Permukiman di Kota Yogyakarta Menggunakan IPCC Guidelines*. *9*(1).

Nurhayati. (2017). *Kajian Jejak Karbon Aktivitas Kampus Universitas Satya Negara Indonesia (USNI) Jakarta*. *2*(1), 8–15.

Peraturan Daerah Kota Surabaya. (2014). *Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034*.

Pratiwi, S. R. (2015). *Penentuan Faktor Emisi Spesifik Untuk Estimasi Tapak Karbon Dan Pemetaannya dari Sektor Permukiman Dan Persampahan di Kabupaten Malang*. [Tesis]. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Prihatin, R. B. (2015). *Alih Fungsi Lahan di Perkotaan (Studi Kasus di Kota Bandung Dan Yogyakarta)*. 105–118.

Purwanta, W. (2010). *Perhitungan Emisi Karbon dari Lima Sektor Pembangunan Berdasarkan Metode IPCC Dengan Verfikasi Faktor Emisi Dan Data Aktivitas Lokal*.

Puspitasari, G. A., Sari, K. E., & Utomo, D. M. (2018). Jejak Karbon dari Sumber Tidak Bergerak Pada Perumahan Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo. *Planning For Urban Region And Environment*, *7, No.3*.

Rachmawati, V. (2015). *Penentuan Faktor Emisi Spesifik Untuk Estimasi Tapak Karbon Dan Pemetaannya dari Permukiman Dan Persampahan di Kabupaten Sidoarjo*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Reis, S. (2005). *Costs of Air Pollution Control: Analyses of Emission Control Options For Ozone Abatement Strategies*. Springer.

Republik Indonesia. (1999). *Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara*.

Republik Indonesia. (2003). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan*.

Republik Indonesia. (2011). *Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 Tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca*.

Republik Indonesia. (2011). *Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 Tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*.

Republik Indonesia. (2011). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2011 Tentang Perumahan Dan Kawasan Permukiman*.

Robinson, O. J., Tewkesbury, A., Kemp, S., & Williams, I. D. (2018). Towards A Universal Carbon Footprint Standard: A Case Study of Carbon Management At Universities. *Journal of Cleaner Production*, *172*, 4435–4455.

Sasmita, A., Asmura, J., & Andesgur, I. (2018). Analisis *Carbon Footprint* Yang Dihasilkan dari Aktivitas Rumah Tangga di Kelurahan Limbungan Baru Kota Pekanbaru. *Jurnal Teknik Waktu*, *16*(1), 96–105.

SNI 19-3964-1994. (1994). *Metode Pengambilan Dan Pengukuran Contoh Timbulan Dan Komposisi Sampah Perkotaan*.

SNI 19-3983-1995. (1995). *Spesifikasi Timbulan Sampah Untuk Kota Kecil Dan Sedang Di Indonesia*.

Subkhan, A. (2017). *Kajian Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Pemanfaatan Energi Rumah Tangga di Kelurahan Candi Kota Semarang* [Skripsi]. Universitas Negeri Semarang.

Ulumuddin, Y. I. (2019). Metana: Emisi Gas Rumah Kaca dari Ekosistem Karbon Biru, Mangrove. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *7*(2), 359–372.

UNFCCC. (2014). *Green House Gas (GHG) Data from UNFCCC.* United Nations Framework Convention on Climate Change.

Vallero, D. A. (2008). *Fundamentals of Air Pollution* (4th Ed.). Elsevier.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Wardhani, E. (2019). Profil Kualitas Udara Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Rekayasa Hijau*, *3*(1), 61–70.

Widiyono, I., & Sarmin. (2017). Pemberdayaan Peternak Marginal (Studi Kasus di Wilayah Banguntapan Bantul. *Indonesian Journal of Community Engagement*, *02*(02), 163–174.

Wiedmann, Thomas, & Minx, Jan. (2008). *A Definition of Carbon Footprint* (Chapter 1). Nova Science Publisher.

Wiratama, I. G. N. M. (2015). *Jejak Karbon Konsumsi LPG Dan Listrik Pada Rumah Tangga di Kota Denpasar, Bali*. Universitas Udayana Denpasar.

Wirawan, N. (2016). *Statistika Ekonomi Dan Bisnis*. Keraras Emas.

Yuliana, L., Hermana, J., & Boedisantoso, R. (2016). Penentuan Faktor Emisi Spesifik Sektor Permukiman Untuk Estimasi Tapak Karbon Dan Pemetaannya di Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Purifikasi*, *16*(1), 1–10.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id