



TUGAS AKHIR (WT43250)

**ANALISIS JEJAK KARBON DARI AKTIVITAS PERMUKIMAN
KECAMATAN PABEAN CANTIAN KOTA SURABAYA**

Salwa Permata A'yun
NRP. 1022040032

DOSEN PEMBIMBING:
TANTI UTAMI DEWI, S.Si., M.Sc.
MAR'ATUS SHOLIAH, S.ST., M.Sc.

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGOLAHAN LIMBAH
JURUSAN TEKNIK PERMESINAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA
2026

HALAMAN KOSONG



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

TUGAS AKHIR (WT43250)

**ANALISIS JEJAK KARBON DARI AKTIVITAS
PERMUKIMAN KECAMATAN PABEAN CANTIAN KOTA
SURABAYA**

Salwa Permata A'yun
NRP. 1022040032

DOSEN PEMBIMBING:
TANTI UTAMI DEWI, S.Si., M.Sc.
MAR'ATUS SHOLIAH, S.ST., M.Sc.

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGOLAHAN LIMBAH
JURUSAN TEKNIK PERMESINAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA
2026**

HALAMAN KOSONG

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

ANALISIS JEJAK KARBON DARI AKTIVITAS PERMUKIMAN KECAMATAN
PABEAN CANTIAN KOTA SURABAYA

Disusun Oleh:
Salwa Permata A'yun
1022040032

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan
Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah
Jurusan Teknik Permesinan Kapal
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

Disetujui oleh Tim penguji Tugas Akhir Tanggal Ujian: 3 Juli 2026
Periode Wisuda: Oktober 2026

Menyetujui,

Dosen Penguji	NIDN/NUPTK	Tanda Tangan
1. Tanti Utami Dewi, S.Si., M.Sc.	(9662760661231052)	(.....)
2. Mar'atus Sholihah, S.ST., M.Sc.	(1742774675230282)	(.....)
3. Dr. Mirna Apriani, S.T., M.T.	(5746756657230172)	(.....)
4. Novia Anggraini, S.Pd., M.Pd.	(5755771672230352)	(.....)

Dosen Pembimbing	NIDN/NUPTK	Tanda Tangan
1. Tanti Utami Dewi, S.Si., M.Sc.	(9662760661231052)	(.....)
2. Mar'atus Sholihah, S.ST., M.Sc.	(1742774675230282)	(.....)



Dr. Ir. Privo Agus Setiawan, S.T., M.T.
NIP. 197708192005011001

Mengetahui
Koordinator Program Studi,

Dr. Mirna Apriani, S.T., M.T.
NIP. 197804142005012002

HALAMAN KOSONG



PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

No. : F,WD I, 021
Date : 3 Nopember 2015
Rev. : 01
Page : 1 dari 1

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Salwa Permata A'yun

NRP. : 1022040032

Jurusan/Prodi : Jurusan Teknik Permesinan Kapal/D4 Teknik Pengolahan Limbah

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

Tugas Akhir yang akan saya kerjakan dengan judul :

**"ANALISIS JEJAK KARBON DARI AKTIVITAS PERMUKIMAN KECAMATAN
PABEAN CANTIAN KOTA SURABAYA"**

Adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah tersebut, maka saya bersedia menerima **sanksi** sesuai ketentuan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab.

Surabaya, Juli 2026

Yang membuat pernyataan,



(Salwa Permata A'yun)
NRP. 1022040032

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Swt. atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Analisis Jejak Karbon Dari Aktivitas Permukiman Kecamatan Pabean Cantian Kota Surabaya" dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Program Studi Teknik Pengolahan Limbah di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

Penulis menyadari bahwa penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, uluran tangan, arahan, masukan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang selalu mendukung, mendoakan, dan membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung hingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir.
2. Bapak Rachmat Tri Soelitijono, S.T., M.T selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Bapak Dr. Priyo Agus Setiawan, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Ibu Dr. Mirna Apriani, S.T., M.T selaku Koordinator Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dan selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan masukan sehingga tugas akhir dapat terselesaikan dengan baik.
5. Ibu Ayu Nindyapuspa, S.T., M.T selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Pengolahan Limbah.
6. Ibu Tanti Utami Dewi, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan memberikan arahan, saran, dan masukan terbaik kepada penulis, sehingga pengerjaan tugas akhir ini dapat selesai dengan baik dan tepat waktu.
7. Ibu Mar'atus Sholihah, S.ST., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan memberikan arahan, saran, dan masukan terbaik kepada penulis, sehingga pengerjaan tugas akhir ini dapat selesai

dengan baik dan tepat waktu.

8. Ibu Novia Anggraini, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan masukan sehingga tugas akhir dapat terselesaikan dengan baik.
9. Bapak Camat Kecamatan Pabean Cantian yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.
10. Teman – teman seperjuangan tugas akhir Teknik Pengolahan Limbah 2022.
11. Teman – Teman Pondok Pesantren Mahasiswa Khoirul Huda 3 Surabaya.

ANALISIS JEJAK KARBON DARI AKTIVITAS PERMUKIMAN KECAMATAN PABEAN CANTIAN KOTA SURABAYA

Salwa Permata A'yun

ABSTRAK

Kecamatan Pabean Cantian di Kota Surabaya memiliki mobilitas penduduk yang tinggi akibat aktivitas industri, pergudangan, dan perdagangan. Mobilitas tersebut meningkatkan aktivitas permukiman yang berkontribusi terhadap emisi karbon. Penelitian ini bertujuan menganalisis emisi karbon dioksida dari aktivitas permukiman berdasarkan tipe rumah. Perhitungan emisi mengacu pada metode *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) 2006. Sumber emisi meliputi penggunaan listrik, LPG, sampah, transportasi, limbah cair domestik, dan respirasi manusia. Total emisi mencapai 129.396,05 ton CO₂ per tahun. Emisi rumah sederhana, menengah, dan mewah berturut-turut sebesar 35.381,96; 34.511,16; dan 59.502,93 ton CO₂ per tahun. Rumah mewah menghasilkan emisi terbesar yang didominasi sektor penggunaan energi. Distribusi spasial emisi disajikan berdasarkan akumulasi emisi seluruh tipe rumah. Kapasitas serapan ruang terbuka hijau eksisting belum mampu mengimbangi emisi yang dihasilkan aktivitas permukiman. Mitigasi direkomendasikan melalui pengembangan ruang terbuka hijau privat menggunakan tanaman karet kebo (*Ficus elastica*) dan pucuk merah (*Syzygium oleina*).

Kata Kunci: *Emisi Karbon Dioksida, Aktivitas Permukiman, IPCC 2006, Ruang Terbuka Hijau.*

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

ANALYSIS OF THE CARBON FOOTPRINT OF RESIDENTIAL ACTIVITIES IN PABEAN CANTIAN DISTRICT, SURABAYA CITY

Salwa Permata A'yun

ABSTRACT

*Pabean Cantian District, Surabaya, experiences high population mobility due to industrial, warehousing, and commercial activities. This condition increases residential activities that contribute to carbon emissions. This study aimed to analyze carbon dioxide (CO₂) emissions from residential activities based on housing type. Emission calculations followed the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2006 Guidelines. Emission sources included electricity consumption, liquefied petroleum gas (LPG), solid waste, transportation fuel, domestic wastewater, and human respiration. Total CO₂ emissions reached 129,396.05 tons/year. Emissions from simple, medium, and luxury houses were 35,381.96, 34,511.16, and 59,502.93 tons CO₂/year, respectively. Luxury houses produced the highest emissions, primarily from energy consumption. The spatial distribution of CO₂ emissions was mapped using the cumulative emissions of all housing types. Existing green open spaces were unable to offset the total CO₂ emissions generated by residential activities. Therefore, carbon mitigation is recommended through the development of private green open spaces by planting rubber fig (*Ficus elastica*) and red shoot (*Syzygium oleina*) in simple, medium, and luxury residential areas.*

Keywords: Carbon dioxide (CO₂) emissions, Residential Activities, IPCC 2006, Green Open Space.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”
This Page Intentionally Left Blank

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR BEBAS PLAGIAT	i
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Gambaran Umum Kecamatan Pabean Cantian	7
2.2 Permukiman	9
2.3 Gas Rumah Kaca.....	11
2.4 Jejak Karbon.....	13
2.5 Klasifikasi Karbon	16
2.6 Perhitungan Jejak Karbon	17
2.7 Ruang Terbuka Hijau	18
2.8 Perhitungan Sampel Rumah yang di Survei.....	22
2.9 Quantum GIS (QGIS)	22
2.10 Penelitian Terdahulu	30
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Diagram Alir Penelitian	33
3.2 Tahapan Penelitian	34
3.2.1 Menentukan Ide Penelitian	34
3.2.2 Menentukan Rumusan Masalah dan Tujuan.....	35
3.2.3 Studi Literatur	36
3.2.4 Melakukan Perizinan dan Permohonan Data.....	36

3.2.5 Tahapan Pengumpulan Data.....	37
3.2.6 Perhitungan Jejak Karbon	40
3.2.7 Perhitungan Daya Serap Karbon	47
3.2.8 Menyusun Pembahasan, Kesimpulan dan Saran	49
3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian	50
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Distribusi Frekuensi.....	51
4.2 Analisis Jejak Karbon Sektor LPG	56
4.3 Analisis Jejak Karbon Sektor Transportasi	60
4.4 Analisis Jejak Karbon Sektor Listrik.....	64
4.5 Analisis Jejak Karbon Sektor Respirasi Manusia.....	69
4.6 Analisis Jejak Karbon Sektor Limbah Cair	70
4.7 Analisis Jejak Karbon Sektor Timbulan Sampah	74
4.8 Analisis Total Emisi CO ₂	79
4.9 Pemetaan Karbon.....	82
4.10 Analisis Daya Serap Ruang Terbuka Hijau	84
4.10.1 Ruang Terbuka Hijau Privat.....	85
4.10.2 Daya Serap RTH Privat	88
4.10.3 Kebutuhan RTH Privat Ideal	93
4.10.4 Daya Serap RTH Publik	95
4.10.5 Strategi Pemenuhan Ruang Terbuka Hijau Privat Ideal	97
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	105
5.1 Kesimpulan.....	105
5.2 Saran	105
DAFTAR PUSTAKA	107
Lampiran I Kuisioner Responden	111
Lampiran II Kuisioner Timbulan Sampah	115
Lampiran III Surat Izin Permintaan Data	119
Lampiran IV Data Hasil Survei	123
Lampiran V Data Sektor LPG	139
Lampiran VI Data Sektor Transportasi.....	147
Lampiran VII Data Sektor Listrik	161
Lampiran VIII Data Sektor Respirasi Manusia	169
Lampiran IX Data Sektor Limbah Cair	177
Lampiran X Data Sektor Timbulan Sampah	185

Lampiran XI Data RTH Privat Eksisting.....	203
Lampiran XII Data Luas Tanah.....	211
Lampiran XIII Data RTH Publik.....	215
Lampiran XIV Data Intensitas Cahaya	219
Lampiran XV Dokumentasi Penelitian	223
Lampiran XVI Pemetaan Emisi CO2 Dari Aktivitas Permukiman.....	229
BIODATA PENULIS.....	236

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jumlah dan Kepadatan Penduduk Kecamatan Pabean Cantian	8
Tabel 2. 2 Jumlah Rukun Warga (RW) dan Rukun Tetangga (RT).....	8
Tabel 2. 3 Daya Serap Tanaman	19
Tabel 2. 4 Daya Serap Ruang Terbuka Hijau	21
Tabel 2. 5 Intensitas Cahaya	21
Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu	30
Tabel 3. 1 Pembagian Sampel Tiap Kelurahan	39
Tabel 3. 2 Nilai Potensi Pemanasan Gas Bumi.....	41
Tabel 3. 3 Nilai Kalor dan Faktor Emisi Pembakaran	41
Tabel 3. 4 Tarif Tenaga Listrik untuk Keperluan Rumah Tangga	42
Tabel 3. 5 Nilai Default Ui dan Ti	44
Tabel 3. 6 Nilai MCF Berdasarkan Sistem Pengolahan.....	45
Tabel 4. 1 Rata-Rata Jumlah Penghuni Rumah	52
Tabel 4. 2 Jumlah Pendapatan Rumah Sederhana	52
Tabel 4. 3 Jumlah Pendapatan Rumah Menengah	53
Tabel 4. 4 Jumlah Pendapatan Rumah Mewah	53
Tabel 4. 5 Daya Listrik Rumah Sederhana	54
Tabel 4. 6 Daya Listrik Rumah Menengah	54
Tabel 4. 7 Daya Listrik Rumah Mewah	54
Tabel 4. 8 Rata – rata konsumsi LPG Tiap Tipe Rumah	57
Tabel 4. 9 Rata – Rata Emisi CO ₂ Penggunaan LPG.....	59
Tabel 4. 10 Total Emisi CO ₂ dari penggunaan LPG	60
Tabel 4. 11 Jumlah Kendaraan Responden	60
Tabel 4. 12 Rata – rata konsumsi BBM Tiap Tipe Rumah.....	62
Tabel 4. 13 Rata – Rata Emisi CO ₂ Penggunaan BBM	63
Tabel 4. 14 Total Emisi CO ₂ Penggunaan BBM.....	64
Tabel 4. 15 Rata – Rata Penggunaan Listrik.....	66
Tabel 4. 16 Rata – rata Emisi CO ₂ Penggunaan Listrik.....	67
Tabel 4. 17 Total Emisi CO ₂ Penggunaan Listrik.....	68
Tabel 4. 18 Rata – rata Emisi dari Respirasi Manusia	69

Tabel 4. 19 Total Emisi CO ₂ dari Respirasi Manusia.....	70
Tabel 4. 20 Nilai BOD Air Limbah Kota Surabaya	71
Tabel 4. 21 Rata – Rata Emisi CO ₂ Berdasarkan Total Sampel.....	73
Tabel 4. 22 Total Emisi CO ₂ Sektor Limbah Cair.....	73
Tabel 4. 23 Hasil Rata – Rata Pengukuran Timbulan Sampah Berdasarkan Jenis	75
Tabel 4. 24 Nilai DDCOm Berdasarkan Tipe Rumah.....	76
Tabel 4. 25 Jumlah CH ₄ (Lo) Berdasarkan Tipe Rumah.....	76
Tabel 4. 26 Total emisi CH ₄ Berdasarkan Tipe Rumah	77
Tabel 4. 27 Emisi CO ₂ Berdasarkan Tipe Rumah	77
Tabel 4. 28 Total Emisi CO ₂ Dari Timbulan Sampah	78
Tabel 4. 29 Rata – Rata Emisi CO ₂ Berdasarkan Tipe Rumah per Total Sampel.	79
Tabel 4. 30 Total Emisi CO ₂ Berdasarkan Tipe Rumah per Total Rumah.....	Error!
Bookmark not defined.	
Tabel 4. 31 Total Emisi CO ₂ Kecamatan Pabean Cantian.....	81
Tabel 4. 32 Rata – Rata RTH Privat Tipe Rumah Berdasarkan Sampel	87
Tabel 4. 33 Luas Rata – Rata RTH Privat Tipe Rumah Berdasarkan Jumlah Rumah.....	87
Tabel 4. 34 Jenis dan Jumlah Pohon Tipe Rumah Sederhana	88
Tabel 4. 35 Jenis dan Jumlah Pohon Tipe Rumah Menengah.....	89
Tabel 4. 36 Jenis dan Jumlah Pohon Tipe Rumah Sederhana	89
Tabel 4. 37 Total Daya Serap Pohon Tiap Tipe Rumah.....	91
Tabel 4. 38 Rata – Rata Sisa Emisi Berdasarkan Tipe Rumah per Total Sampel.	93
Tabel 4. 39 Total Emisi Berdasarkan Tipe Rumah per Total Rumah	93
Tabel 4. 40 Perbandingan RTH Privat Eksisting dan RTH Ideal Berdasarkan Tipe Rumah.....	94
Tabel 4. 41 Ruang Terbuka Hijau Publik Kecamatan Pabean Cantian	96
Tabel 4. 42 Penambahan Jumlah Tanaman Berdasarkan Jumlah Responden...	102
Tabel 4. 43 Penambahan Jumlah Tanaman Berdasarkan Jumlah Rumah	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Kecamatan Pabean Cantian	7
Gambar 2. 2 Peta Industri Kecamatan Pabean Cantian.....	9
Gambar 2. 3 Contoh Wilayah Perumahan	9
Gambar 2. 4 Contoh Wilayah Perkampungan	10
Gambar 2. 5 Contoh Rumah Sederhana	11
Gambar 2. 6 Contoh Rumah Menengah.....	11
Gambar 2. 7 Contoh Rumah Mewah.....	11
Gambar 2. 8 Spesifikasi QGIS	23
Gambar 2. 9 Tampilan Awal QGIS	24
Gambar 2. 10 Tampilan Tambahan Fitur Gratis	25
Gambar 2. 11 Langkah Awal QGIS.....	25
Gambar 2. 12 Cara Input Peta	26
Gambar 2. 13 Contoh Tampilan Peta	26
Gambar 2. 14 Contoh Tampilan Atribut Table	26
Gambar 2. 15 Contoh Tampilan Informasi Wilayah.....	27
Gambar 2. 16 Contoh Cara Settings Koordinat & Skala	27
Gambar 2. 17 Contoh Penambahan Layer	27
Gambar 2. 18 Cara On/Off Layer	28
Gambar 2. 19 Tampilan Tabel Atribut.....	28
Gambar 2. 20 Contoh Tampilan Selected pada Peta.....	28
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 4. 1 Pemetaan Emisi Sektor Permukiman di Kecamatan Pabean Cantian Berdasarkan Total Emisi Tiap Keluurahan	84
Gambar 4. 2 Tanaman Karet Kebo	98
Gambar 4. 3 Tanaman Pucuk Merah.....	99

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”
This Page Intentionally Left Blank

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim merupakan salah satu isu global yang menjadi tantangan besar bagi dunia. Hal ini disebabkan oleh beberapa aspek kegiatan kehidupan manusia (Hasnsa, 2021). Hasil sensus penduduk tahun 2024 mencatat jumlah penduduk Indonesia adalah sebanyak 282 juta jiwa. Laju pertumbuhan penduduk Indonesia mencapai 1,05% per tahun dari tiga tahun terakhir (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2025). Peningkatan jumlah penduduk berbanding lurus dengan meningkatnya emisi gas rumah kaca, khususnya karbon dioksida (Wirana dkk., 2019). Berdasarkan Perpres No. 98 Tahun 2021 pemerintah menetapkan kebijakan dan langkah serta implementasi kegiatan mengurangi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) 29% hingga 40% pada tahun 2030.

Jejak karbon merupakan ukuran dari total emisi karbon dioksida (CO_2) dan gas metana (CH_4). Total emisi CO_2 secara langsung maupun tidak langsung disebabkan oleh aktivitas manusia yang melebihi batas penggunaan produk dalam kehidupan sehari-hari (Yolanda dkk., 2021). CO_2 merupakan gas utama penyebab efek rumah kaca yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Sumber emisi CO_2 meliputi sektor transportasi, kegiatan memasak, pembangkit listrik, dan proses industri. Selain itu, sektor peternakan, pertanian, kehutanan, serta perubahan tata guna lahan turut berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca (Abdillah, 2024). Sumber emisi CH_4 berasal dari pengolahan limbah cair. Mikroorganisme memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan aktivitas metaboliknya. Selama proses pengolahan terbentuk biomassa dan lumpur yang perlu dipisahkan untuk memastikan efluen yang dilepas ke lingkungan telah memenuhi baku mutu. (Zurfi & Sibarani, 2025).

Kota Surabaya menjadi Ibu Kota Provinsi Jawa Timur. Kondisi tersebut menyebabkan Surabaya memiliki tingkat kepadatan penduduk yang relatif tinggi. Kecamatan Pabean Cantian merupakan salah satu kecamatan di kota Surabaya, Jawa Timur. Jumlah penduduk Kecamatan Pabean Cantian pada tahun 2025 berjumlah sekitar 73.931 jiwa. Kepadatan penduduk per km^2 sebesar 13.491 jiwa/

km² dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,59% selama 3 tahun terakhir (Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2025).

Kecamatan Pabean Cantian memiliki 5 perusahaan industri besar dan 16 industri sedang yang masih aktif (Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2019). Sektor industri merupakan pengguna energi terbanyak di Indonesia. Peningkatan kebutuhan energi yang terdominasi oleh sumber energi tak terbarukan menyebabkan emisi yang sangat besar dan dampaknya terhadap iklim sangat penting (Citra dkk., 2024). Kecamatan Pabean Cantian merupakan salah satu pusat perekonomian di Kota Surabaya yang didukung oleh aktivitas perdagangan, industri, pergudangan, dan operasional pelabuhan. Keberadaan berbagai sektor tersebut menjadikan Kecamatan Pabean Cantian sebagai kawasan strategis yang berperan penting dalam mendukung aktivitas ekonomi dan distribusi barang di Kota Surabaya (Santoso & Petra, 2021).

Semakin padat penduduk pada kawasan permukiman, maka semakin banyak pula konsumsi energi bahan bakar dan listrik pada penggunaan rumah tangga (Ngurah dkk., 2016). Sektor rumah tangga di Indonesia menyumbang 3,8% emisi CO₂ langsung dan 20,7% emisi CO₂ tidak langsung. Konsumsi energi rumah tangga didominasi LPG dengan laju pertumbuhan rata-rata mencapai 14,46%. Emisi dari sektor ketenagalistrikan merupakan kontributor terbesar dengan proporsi sekitar 35% (Rusyda dkk., 2022). Respirasi manusia menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂) secara terus menerus. Respirasi manusia menjadi salah satu pemasok emisi karbon dioksida terbesar ketika jumlah masyarakat mengalami peningkatan 2% tiap tahunnya (Saputri dkk., 2022). Emisi gas rumah kaca (GRK) dari pengolahan air limbah diperkirakan sebesar 2.941,896 ton CO₂e per tahun, yang berasal dari pengolahan di IPAL (WWTP), tangki septik, dan saluran drainase (Kristanto, 2020). Berdasarkan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2020), sektor limbah berkontribusi sekitar 7% terhadap total emisi GRK nasional, yaitu sebesar 134.119 Gg CO₂e. Dari total emisi sektor limbah tersebut, kegiatan pengolahan sampah domestik menyumbang sekitar 43.784 Gg CO₂e atau setara dengan 32,65%.

Penyeimbangan ruang terbuka hijau berperan strategis dalam menurunkan

emisi CO₂ melalui peningkatan kapasitas serapan karbon. Ruang Terbuka Hijau (RTH) adalah area memanjang/jalur dan atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka. RTH sebagai tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh tanaman secara alamiah maupun yang sengaja ditanam (Widyawati, 2022). Berdasarkan PERDA Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 ruang terbuka hijau publik minimal 20% dari luas wilayah daratan dan ruang terbuka hijau privat minimal 10%. Permasalahan rendahnya kapasitas serapan RTH tidak hanya berdampak pada kualitas lingkungan kota, tetapi juga berkaitan dengan tantangan pengendalian emisi secara lebih luas. Kondisi ini menunjukkan perlunya upaya mitigasi berbasis data untuk menyeimbangkan beban emisi perkotaan dengan kemampuan serapan karbon vegetasi. Hal tersebut selaras dengan Perpres No. 98 Tahun 2021 mengenai target penurunan emisi GRK nasional, sehingga penelitian ini relevan dalam mendukung pencapaian komitmen tersebut di tingkat daerah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berapa besaran emisi CO₂-eq yang dihasilkan dari aktivitas permukiman di Kecamatan Pabean Cantian Kota Surabaya?
2. Bagaimana pemetaan emisi CO₂-eq di Kecamatan Pabean Cantian Kota Surabaya?
3. Bagaimana kemampuan kapasitas serapan karbon dari ruang terbuka hijau eksisting dalam mengompensasi besaran emisi karbon yang dihasilkan dari aktivitas permukiman di Kecamatan Pabean Cantian Kota Surabaya?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah pada subbab sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menghitung dan menganalisis besaran emisi CO₂-eq yang dihasilkan dari aktivitas permukiman di Kecamatan Pabean Cantian Kota Surabaya.
2. Memetakan emisi CO₂-eq di Kecamatan Pabean Cantian Kota Surabaya.
3. Menganalisis kapasitas serapan karbon ruang terbuka hijau (RTH) eksisting dalam mengompensasi emisi karbon yang dihasilkan dari aktivitas permukiman di Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi Akademis

Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber rujukan ilmiah terkait besaran emisi CO₂-eq yang dihasilkan dari kawasan permukiman di Kecamatan Pabean Cantian.

2. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan pertimbangan bagi masyarakat dalam merumuskan langkah-langkah adaptif dan mitigatif guna mengendalikan pencemaran udara di lingkungan permukiman.

3. Bagi Pemerintah

Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pemerintah dalam merumuskan kebijakan pengendalian emisi karbon sektor permukiman secara terukur dan berbasis data, termasuk penentuan prioritas wilayah penanganan dan perencanaan ruang terbuka hijau. Selain itu, temuan penelitian mendukung penyusunan strategi mitigasi perubahan iklim perkotaan serta pencapaian target penurunan emisi daerah secara lebih efektif dan terarah.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian dilakukan di Kecamatan Pabean Cantian Kota Surabaya meliputi Kelurahan Tanjung Perak, Krembangan Utara, Nyamplungan, Bongkaran.
2. Parameter yang diukur adalah karbon dioksida (CO₂) dan metana (CH₄).
3. Perhitungan emisi CH₄ dari limbah cair/tangki septik dan timbulan sampah.
4. Perhitungan emisi CO₂ dari penggunaan listrik, LPG, transportasi, limbah cair dan respirasi manusia, dan timbulan sampah.
5. Sampel penelitian tidak termasuk permukiman bertingkat (rusunawa dan apartemen), perhotelan, pusat perbelanjaan dan kegiatan industri.
6. Sampel penelitian hanya untuk rumah sebagai tempat tinggal tanpa adanya aktivitas usaha.

7. Sampel penelitian hanya untuk rumah dengan jumlah 1 Kartu Keluarga (KK).

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”
This Page Intentionally Left Blank

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

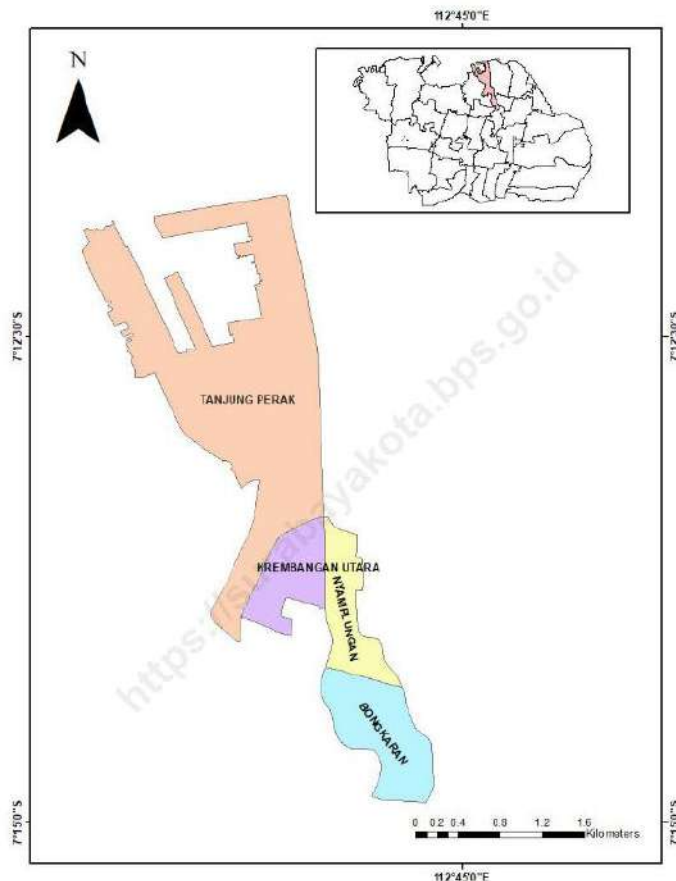
2.1 Gambaran Umum Kecamatan Pabean Cantian

Kecamatan Pabean Cantian merupakan salah satu kecamatan di Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur. Kecamatan Pabean Cantian terletak antara 7°13' S Lintang Selatan dan 112°43' Bujur Timur dengan luas wilayah seluas 5,48 km².

Peta lokasi Kecamatan Pabean Cantian dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Berikut merupakan batas wilayah Kecamatan Pabean Cantian.

- Bagian Utara : Laut/Selat Madura (area pesisir Teluk Lamong)
- Bagian Timur : Kecamatan Semampir
- Bagian Selatan : Kecamatan Genteng
- Bagian Barat : Kecamatan Krembangan



Gambar 2. 1 Peta Kecamatan Pabean Cantian (BPS, 2025)

Kecamatan Pabean Cantian terdiri dari 4 kelurahan yaitu Kelurahan

Tanjung Perak, Krembangan Utara, Nyamplungan, dan Bongkaran. Luas dari masing-masing kelurahan dapat dilihat pada Tabel 2.1. Jumlah penduduk Kecamatan Pabean Cantian pada tahun 2025 berdasarkan hasil registrasi berjumlah sekitar 73.931 jiwa. Kepadatan penduduk per km² sebesar 13.594 jiwa/km². Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk masing-masing kelurahan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Jumlah dan Kepadatan Penduduk Kecamatan Pabean Cantian

No	Kelurahan	Luas Total Area (km ²)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah KK	Kepadatan Penduduk (per km ²)
1	Tanjung Perak	3,66	38.543	12.681	10.531
2	Krembangan Utara	0,50	16.743	5.722	33.486
3	Nyamplungan	0,53	8.417	2.905	15.881
4	Bongkaran	0,79	10.228	3.766	12.497
Total		5,48	73.931	25.074	13.491

Sumber: BPS, 2025

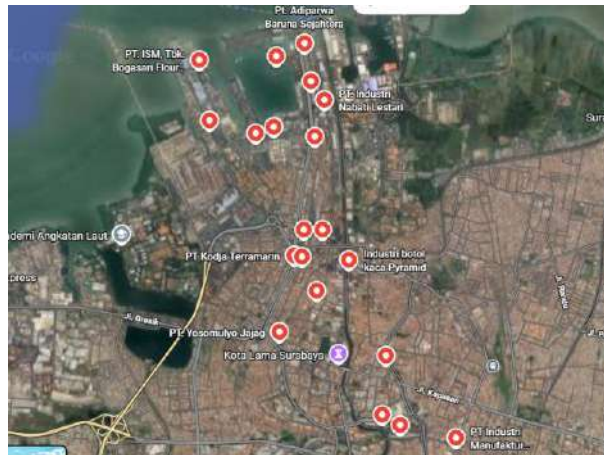
Pada tahun 2025, Kecamatan Pabean Cantian memiliki struktur administrasi yang terdiri atas 50 Rukun Warga (RW) dan 317 Rukun Tetangga (RT). Rincian jumlah tersebut disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Jumlah Rukun Warga (RW) dan Rukun Tetangga (RT)

No	Kelurahan	Rukun Warga (RW)	Rukun Tetangga (RT)
1	Tanjung Perak	18	141
2	Krembangan Utara	10	70
3	Nyamplungan	12	54
4	Bongkaran	10	52
Total		50	317

Sumber: BPS, 2025

Kecamatan Pabean Cantian merupakan kawasan yang didominasi oleh aktivitas industri serta didukung oleh aktivitas operasional pelabuhan, yang secara signifikan memengaruhi dinamika kepadatan penduduk dan intensitas kegiatan ekonomi pada masing-masing kelurahan. Kombinasi kegiatan industri dan operasional pelabuhan berdampak pada pola penggunaan lahan serta peningkatan mobilitas di wilayah ini. Peta lokasi Kecamatan Pabean Cantian disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Peta Industri Kecamatan Pabean Cantian (Google Earth, 2026)

2.2 Permukiman

Permukiman manusia merupakan tempat tinggal manusia berdasarkan pada totalitas komunitas dengan semua elemen sosial, material, organisasi, spiritual, dan budaya yang menopangnya (Faisal, 2022). Permukiman dikategorikan menjadi dua wilayah yaitu perkampungan dan perumahan. Permukiman perkampungan umumnya berkembang secara organik tanpa perencanaan terpadu, sehingga memiliki kepadatan tinggi, jaringan jalan sempit, serta keterbatasan ruang terbuka hijau dan infrastruktur lingkungan. Sebaliknya, kawasan perumahan formal dirancang berdasarkan rencana tapak yang terstruktur dengan pengaturan kavling, jaringan jalan, sistem drainase, serta penyediaan fasilitas umum dan ruang terbuka hijau yang lebih proporsional. Perbedaan ini berimplikasi langsung terhadap kualitas lingkungan, permukiman perumahan cenderung memiliki sirkulasi udara, pengelolaan air, dan daya dukung ekologis yang lebih baik dibandingkan wilayah perkampungan, yang sering kali menghadapi tekanan lingkungan akibat kepadatan dan keterbatasan ruang. Contoh wilayah permukiman pada perumahan dan perkampungan dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan Gambar 2.4.



Gambar 2. 3 Contoh Wilayah Perumahan

bangunan antara 22 m² hingga 36 m² dan luas tanah 60 m² hingga 75 m²

- Rumah menengah merupakan rumah bertipe sedang dengan luas bangunan 45 m² hingga 120 m² serta luas tanah 80 m² hingga 200 m²
- Rumah mewah didefinisikan sebagai rumah bertipe besar dengan luas bangunan lebih dari 120 m² dan luas tanah di atas 200 m²



Gambar 2. 5 Rumah Sederhana



Gambar 2. 6 Rumah Menengah



Gambar 2. 7 Rumah Mewah

2.3 Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca adalah serangkaian gas, termasuk uap air, karbon dioksida, metana, oksida nitrogen, ozon, dan klorofluorokarbon, yang menyebabkan atmosfer bumi menahan panas, ikut menjadi penyebab efek rumah kaca dan mempengaruhi suhu global (Kurniawan dkk., 2024). Karbon dioksida (CO₂) merupakan komponen terbesar gas rumah kaca dengan proporsi mencapai 76%,

diikuti metana (CH_4) sebesar 16%, dan sejumlah kecil dinitrogen oksida yang mencapai sekitar 2% (Shivanna, 2022).

Efek rumah kaca yang memicu pemanasan global semakin diperburuk oleh berbagai aktivitas manusia. Kondisi ini menyebabkan peningkatan suhu atmosfer dan permukaan laut yang berkontribusi pada munculnya fenomena perubahan iklim yang berbahaya (Quratulann dkk., 2021). Proyeksi model iklim yang disusun panel antar pemerintah mengenai perubahan iklim menunjukkan bahwa suhu permukaan laut diperkirakan meningkat antara $1,1^\circ\text{C}$ hingga $6,4^\circ\text{C}$ pada akhir abad kedua puluh satu. Dalam dua dekade terakhir, laju peningkatan suhu tercatat delapan kali lebih besar dibandingkan seratus tahun sebelumnya, menandakan percepatan perubahan iklim yang sangat signifikan (Kurniawan dkk., 2024).

Pembakaran bahan bakar fosil seperti batubara, minyak, dan gas alam yang digunakan pada sektor transportasi maupun aktivitas manusia menghasilkan emisi karbon yang menjadi sumber utama gas rumah kaca (Shivanna, 2022). Emisi tersebut memberikan kontribusi besar terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Gas rumah kaca utama yang berperan dalam menjebak panas di atmosfer meliputi karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O), yang dilepaskan selama proses pembakaran bahan bakar fosil (Soeder, 2021). Peningkatan emisi dari aktivitas ini telah berlangsung dan memicu pemanasan global yang tidak pernah terjadi sebelumnya serta menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Efek rumah kaca memiliki fungsi alami yang penting dalam mempertahankan suhu bumi agar tetap hangat, mendukung keberlangsungan hidup, dan menjaga stabilitas lingkungan. Tanpa mekanisme ini, suhu rata-rata bumi akan berada pada tingkat yang terlalu rendah untuk memungkinkan kehidupan seperti yang ada saat ini. Namun, aktivitas manusia, khususnya pembakaran bahan bakar fosil, telah meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca sehingga memperkuat efek rumah kaca secara berlebihan. Kondisi tersebut memicu pemanasan global dengan berbagai dampak signifikan, seperti perubahan iklim ekstrem, kenaikan muka air laut, dan terganggunya ekosistem. Oleh karena itu, pemahaman serta pengelolaan efek rumah kaca menjadi sangat penting untuk menjaga keseimbangan lingkungan dan

keberlanjutan planet. Upaya mitigasi, adaptasi, dan transisi menuju energi bersih menjadi langkah utama untuk mengurangi dampak negatif dan memastikan lingkungan tetap layak dihuni (Irma dkk., 2024).

2.4 Jejak Karbon

Jejak karbon merupakan total emisi gas rumah kaca terutama karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O) yang dilepaskan ke atmosfer sebagai konsekuensi dari berbagai aktivitas manusia, baik yang dilakukan oleh individu, organisasi, maupun yang terkait dengan produk dan layanan. Konsep ini mencakup emisi langsung, seperti yang berasal dari pembakaran bahan bakar, serta emisi tidak langsung yang timbul dari rangkaian aktivitas kegiatan manusia, hingga pengelolaan limbah (Scrucca dkk., 2020).

Jejak karbon digunakan sebagai indikator utama untuk menilai dampak lingkungan dari aktivitas manusia dan sebagai dasar pembuatan kebijakan keberlanjutan. Pengukuran ini membantu mengidentifikasi sumber emisi terbesar dan merancang strategi pengurangan emisi untuk mengatasi perubahan iklim (Ivanova dkk., 2023). Penghitungan jejak karbon dapat dilakukan dengan berbagai metode, mulai dari kalkulator daring sederhana hingga analisis siklus hidup *Life Cycle Assessment* (LCA) yang lebih kompleks. Standar internasional seperti ISO 14064 dan GHG Protocol sering digunakan untuk memastikan konsistensi dan akurasi pengukuran (Ivanova dkk., 2023).

Analisis jejak karbon umumnya mengacu pada dua kategori utama yaitu jejak karbon primer (direct/Scope 1 & 2) dan jejak karbon sekunder (indirect/Scope 3). Klasifikasi ini mengikuti standar internasional seperti GHG Protocol dan ISO 14064.

1) Jejak Karbon Primer

a) Scope 1 (Emisi Langsung)

- **Sektor transportasi**

Sektor transportasi merupakan salah satu sumber utama emisi gas rumah kaca (GRK) yang berasal langsung dari pembakaran bahan bakar fosil (misalnya bensin, solar) dalam mesin kendaraan bermotor. Emisi langsung ini berupa karbon dioksida (CO_2) sebagai kontributor utama,

serta gas lain seperti nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO), dan *volatile organic compounds* (VOC) yang dilepaskan saat bahan bakar dibakar di ruang mesin. Berdasarkan pedoman IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), emisi langsung dari transportasi diestimasi berdasarkan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi dan faktor emisi yang sesuai, terutama untuk CO_2 sebagai komponen terbesar dalam inventarisasi GRK sektor ini. Sektor transportasi menyumbang sekitar 23–24% dari total emisi CO_2 global akibat pembakaran bahan bakar (*fuel combustion*), dengan mengalami peningkatan di banyak negara akibat pertumbuhan kendaraan pribadi dan perdagangan global (Citra dkk., 2024).

- Sektor LPG

Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan bahan bakar gas cair yang terutama terdiri atas propana dan butana, digunakan secara luas untuk keperluan rumah tangga, industri kecil, dan juga sebagai alternatif bahan bakar kendaraan. LPG menghasilkan emisi langsung ketika dibakar melalui proses oksidasi di mesin atau tungku; emisi ini meliputi CO_2 sebagai komponen utama, serta polutan lain seperti formaldehida dan NO_2 tergantung pada kondisi pembakaran. Emisi ini dihitung langsung dari konsumsi bahan bakar LPG menggunakan faktor emisi berdasarkan metodologi IPCC dan inventarisasi gas rumah kaca. Studi inventarisasi emisi di Indonesia menunjukkan bahwa LPG memiliki faktor emisi CO_2 yang spesifik, dengan rata-rata emisi CO_2 sekitar 65,41 ton CO_2 per terajoule energi LPG, yang berbeda dengan bahan bakar gas lain seperti natural gas atau LNG (Ngurah dkk., 2016).

- Sektor limbah cair

Proses pengolahan limbah cair domestik melalui tangki

septik menghasilkan emisi gas rumah kaca secara langsung karena degradasi anaerobik material organik oleh mikroba di dalam tangki menghasilkan metana (CH_4) dan sejumlah gas lain seperti karbon dioksida (CO_2) dan dinitrogen oksida (N_2O). Emisi ini bukan berasal dari aktivitas pembakaran, tetapi dari proses biologis mikroba yang terjadi *in situ* di tangki. Dalam konteks inventarisasi GRK, emisi seperti ini dikategorikan sebagai emisi langsung karena gas dilepaskan langsung ke atmosfer pada lokasi pengolahan limbah itu sendiri, tanpa perantara atau pengalihan sumber. Studi ilmiah menyatakan bahwa tangki septik merupakan salah satu sumber emisi CH_4 yang signifikan dalam sistem sanitasi domestik karena potensinya dalam menghasilkan gas metana yang memiliki *global warming potential* jauh lebih tinggi daripada CO_2 (Zurfi & Sibarani, 2025).

- Sektor persampahan

Sektor persampahan menghasilkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) terutama melalui proses degradasi organik dari sampah rumah tangga yang dibuang, diangkut, dan ditimbun di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Fraksi organik sampah yang dominan di kawasan permukiman akan mengalami dekomposisi anaerobik dalam kondisi tertutup di TPA, sehingga memproduksi metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2) sebagai gas yang dilepaskan langsung ke atmosfer yang menurut metode inventarisasi IPCC diklasifikasikan sebagai emisi langsung dari pengelolaan sampah permukiman. Studi kasus di kawasan permukiman Surabaya menunjukkan bahwa sampah rumah tangga yang ditimbun membentuk potensi emisi GRK yang cukup besar karena mayoritas volume timbunan adalah sampah organik yang mudah terurai, sehingga sektor

pengelolaan sampah permukiman menjadi sumber kontribusi signifikan terhadap total emisi GRK urban dan memerlukan strategi mitigasi seperti pemisahan sampah di sumber dan pengomposan untuk mengurangi potensi emisi tersebut (Asrulla dkk., 2023).

2) Jejak Karbon Skunder

a) Scope 2 (Emisi Tidak Langsung)

- Penggunaan listrik untuk aktivitas permukiman

Emisi dari konsumsi listrik di sektor permukiman dikategorikan sebagai emisi tidak langsung (Scope 2) karena emisi terjadi di fasilitas pembangkit listrik, bukan di tempat penggunaan akhir. Pendekatan ini sejalan dengan kerangka protokol GRK yang mengklasifikasikan listrik yang dibeli sebagai sumber emisi tidak langsung karena pengguna rumah tangga tidak melakukan pembakaran bahan bakar secara fisik di rumah, tetapi tetap bertanggung jawab atas emisi yang terkait dengan energi yang dikonsumsi melalui jaringan listrik (Yolanda dkk., 2021).

2.5 Klasifikasi Karbon

Emisi gas rumah kaca umumnya meliputi karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O). Ketiganya diklasifikasikan berdasarkan sumber, proporsi, dan dampaknya terhadap lingkungan. Jenis dan proporsi emisi dari aktivitas permukiman, sebagai berikut.

1) Karbon Dioksida (CO_2)

Sektor ini menjadi penyumbang emisi terbesar di kawasan perkotaan, terutama akibat pembakaran bahan bakar fosil pada kendaraan, penggunaan LPG. Emisi yang dihasilkan didominasi oleh karbon dioksida, yang dapat mencapai lebih dari 90% dari total gas rumah kaca yang dilepaskan di lingkungan perkotaan (Hussain dkk., 2022).

2) Metana (CH_4)

Gas ini muncul dalam proporsi yang sangat kecil, umumnya di bawah 1% dari total emisi, dengan sumber utama berasal dari pembakaran bahan

bakar yang tidak sempurna serta beberapa proses organik. Meskipun demikian, kontribusinya dalam aktivitas manusia relatif meningkat (Dey dkk., 2020).

3) Dinitrogen Oksida (N₂O)

Gas ini juga terbentuk dalam jumlah yang sangat kecil, yakni sekitar 0,01–0,1% dari total emisi, dan umumnya berasal dari proses pembakaran pada mesin diesel (Dey dkk., 2020).

2.6 Perhitungan Jejak Karbon

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2006) menekankan pentingnya penilaian komprehensif terhadap informasi ilmiah, teknis, dan sosial-ekonomi yang berkaitan dengan perubahan iklim akibat aktivitas manusia. Evaluasi tersebut mencakup analisis terhadap potensi dampak perubahan iklim serta berbagai langkah adaptasi dan mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko yang ditimbulkan. Dalam menghitung emisi gas CO₂, pedoman IPCC mengarahkan penggunaan metode berbasis aktivitas, yaitu dengan mengalikan jumlah atau volume energi yang dikonsumsi dengan faktor emisi spesifik sesuai jenis bahan bakar atau energi yang digunakan.

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2017), faktor emisi merupakan besaran emisi gas rumah kaca yang dilepaskan ke atmosfer per satuan aktivitas tertentu. Upaya pengurangan emisi serta kegiatan inventarisasi GRK di Indonesia kemudian diperkuat melalui penerbitan Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Untuk mendukung implementasinya, pemerintah menyusun pedoman teknis melalui Buku Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional yang diterbitkan KLH pada tahun 2012, sehingga proses perhitungan dan pelaporan emisi dapat dilakukan secara lebih terarah, terstandar, dan selaras dengan metodologi internasional.

Persamaan dalam pendugaan jejak karbon, umumnya seperti Persamaan 2.1 berikut.

$$Emisi = DA \times FE \quad (2.1)$$

Dengan

DA = Data Aktivitas Manusia

FE = Faktor Emisi

2.7 Ruang Terbuka Hijau

Eksistensi Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada kawasan industri sangatlah penting mengingat peranannya dalam kenyamanan dan estetika lingkungan (Dewi dkk., 2015). Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau (RTH) merupakan area memanjang/jalur dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh tanaman secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Selain berperan sebagai upaya dalam menjaga keseimbangan lingkungan, RTH juga dapat berperan sebagai penahan pancaran sinar matahari, meredakan kebisingan dan pengendali iklim yaitu dengan tumbuhan, pohon, dan vegetasi yang dapat memproduksi oksigen (Risanti & Amalia, 2024). Oleh karena itu RTH kerap dianggap sebagai langkah awal untuk mengatasi pencemaran udara.

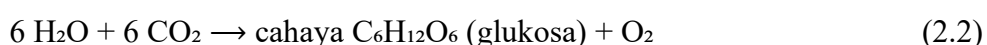
Kemampuan penyerapan emisi CO₂ oleh RTH bukan hanya ditentukan oleh seberapa luas RTH tersebut, melainkan dari jenis dan tipe vegetasi yang juga mampu mempengaruhi kualitas penyerapan CO₂ (Rahmayanti, 2020). Usaha pengembangan RTH dapat dilaksanakan dengan cara intensifikasi dan cara ekstensifikasi (Gunawan dkk., 2022). Intensifikasi RTH merupakan upaya pengembangan, pemanfaatan, dan perbaikan dengan mengoptimalkan RTH eksisting tanpa adanya penambahan RTH baru, seperti penggantian vegetasi, penanaman tanaman menggunakan pot sebagai tempat penanamannya, dan mempergunakan sistem *roof garden* untuk daerah-daerah permukiman padat. Ekstensifikasi RTH adalah upaya untuk melakukan pengembangan RTH dengan menambah luasan daerah tata hijau pada suatu wilayah yang masih memungkinkan.

Peran tumbuhan dan vegetasi sebagai penyerap CO₂ yang terdapat pada RTH menjadi bagian penting sebagai usaha untuk mengatasi pencemaran udara (Gunawan dkk., 2022). RTH berperan sebagai mekanisme pemurnian alami udara di suatu wilayah. Selain itu dengan hadirnya vegetasi dan tumbuhan dapat berguna sebagai peredam suara yang dapat mengurangi kebisingan akibat aktivitas industri. Penyediaan RTH harus dilakukan secara hierarki dan

terintegrasi dengan struktur ruang agar keberadaan mereka dapat berfungsi secara ekologis dan planologis (Risanti & Amalia, 2024).

Berdasarkan PERDA Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 Ruang Terbuka Hijau Publik minimal 20% dari luas wilayah daratan dan Ruang Terbuka Hijau Privat minimal 10%. RTH Publik adalah ruang terbuka hijau yang dimiliki, dikelola, dan/atau diperoleh Pemerintah Daerah kabupaten/kota atau Pemerintah Daerah Khusus Ibu Kota melalui kerja sama dengan pemerintah dan/atau Masyarakat serta digunakan untuk kepentingan umum. RTH Privat adalah RTH milik institusi tertentu atau orang perseorangan yang pemanfaatannya untuk kalangan terbatas.

Tumbuhan memiliki kemampuan dalam menyerap karbon dioksida dari udara melalui proses fotosintesis. Fotosintesis merupakan proses perubahan senyawa anorganik (CO_2 dan H_2O) pada tumbuhan menjadi senyawa organik (karbohidrat) dan O_2 (oksigen) dengan bantuan cahaya matahari. Perhatikan persamaan reaksi yang menghasilkan glukosa berikut ini.



Pohon yang menghasilkan bunga dan buah umumnya memiliki kapasitas fotosintesis yang lebih tinggi sehingga berperan lebih efektif dalam menyerap karbon dioksida. Kemampuan daun tanaman dalam menyerap karbon dioksida dipengaruhi oleh berbagai faktor, terutama jumlah stomata, tanaman dengan kerapatan stomata yang lebih besar cenderung memiliki daya serap karbon dioksida yang lebih tinggi. Tingkat serapan karbon dioksida tersebut mencerminkan intensitas proses fotosintesis yang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan dan intensitas cahaya (Sudibyo, 2025). Adapun daya serap tanaman dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Daya Serap Tanaman

Jenis Pohon	Laju Serapan (kg CO_2 /pohon/tahun)	Sumber
Pucuk Merah	162,89	(Yusuf, 2015)
Gelodogan	719,74	
Palem Putri	285,57	
Sukun	22	

Jenis Pohon	Laju Serapan (kg CO₂/pohon/tahun)	Sumber
Tabebuaya	24,2	(Garden, 2020)
Pohon Mangga	51,966	
Pohon Leci	57,72	
Kesambi	34,54	
Kiara Payung	33,37	
Kepundung	11,69	
Rambutan Hutan	10,75	
Kelengkeng	10,22	
Kapulasan Hutan	7,16	
Matoa	6,89	
Pohon Rambutan	5,51	
Lerak	1,49	
Glondokan	507,35	(Mufti Sudibyo, 2025)
Mahoni	476,33	
Johar	428,15	
Akasia	129,58	
Pohon Jambu Biji	380,94624	(Adiena dkk., 2019)
Pohon Belimbing	54,08352	
Kamboja	220	(Febriansyah dkk., 2022)
Mengkudu	13,48	
Binahong	4,65	
Ketapang Cina	23,58	
Cabai	0,18	
Zamia Kulkas	0,55	
Rumput Gajah	61,95	
Lidah Mertua	4,14	
Bambu Air	0,11	
Pepaya	1,45	
Sirih	1,05	
Lidah Buaya	0,78	
Melati	24,75	
Beringin	1255,40	
Alpukat	43,20	
Jeruk	0,87	
Kaktus	17.76	

Jenis Pohon	Laju Serapan (kg CO ₂ /pohon/tahun)	Sumber
Sakura	117,68	
Karet Kebo	22	(Regina dkk., 2019)

Daya serap karbon ruang terbuka hijau dipengaruhi oleh tipe tutupan vegetasi yang menyusunnya. Setiap tipe tutupan memiliki karakteristik biologis yang menentukan perbedaan kapasitas penyerapan CO₂. Tipe tutupan vegetasi dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Daya Serap Ruang Terbuka Hijau

No	Tipe Tutupan	Daya Serap CO ₂ (kg CO ₂ /Ha/jam)	Daya Serap CO ₂ (ton/Ha/tahun)	Daya Serap CO ₂ (ton/m ² /tahun)
1	Pohon	129,92	569,07	0,056
2	Semak Belukar	12,56	55	0,006
3	Padang Rumput	2,74	12	0,001
4	Sawah	2,74	12	0,001

Sumber : (Pakaya dkk., 2024)

Intensitas cahaya merupakan salah satu faktor abiotik yang sangat menentukan laju fotosintesis dan pertumbuhan pohon, termasuk di ruang terbuka hijau perkotaan. Intensitas cahaya secara signifikan memengaruhi parameter morfologis tanaman seperti luas daun, pertambahan tinggi batang, jumlah cabang, dan akumulasi biomassa, intensitas cahaya optimal dapat memaksimalkan sintesis klorofil dan pertumbuhan vegetatif, tetapi intensitas yang terlalu tinggi dapat menghambat proses tersebut melalui fotoinhibisi (Pakaya dkk., 2024). Intensitas cahaya dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Intensitas Cahaya

Bulan	Intensitas Cahaya (watt/ m ²)
Januari	142
Februari	159
Maret	159
April	155
Mei	110
Juni	129
Juli	109
Agustus	132

Bulan	Intensitas Cahaya (watt/ m ²)
September	113
Oktober	128
November	107
Desember	88

Sumber: BMKG, 2022 dalam Islam dkk., 2024

2.8 Perhitungan Sampel Rumah yang di Survei

Populasi dalam penelitian didefinisikan sebagai keseluruhan objek atau subjek yang memiliki karakteristik dan kuantitas tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dikaji dan selanjutnya ditarik kesimpulan (Surmianto, 2025). Berdasarkan pengertian tersebut, populasi pada penelitian ini mencakup seluruh penduduk di Kecamatan Pabean Cantian dengan jumlah ribuan rumah. Penentuan sampel dalam penelitian ini dilakukan menggunakan teknik *startified random sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel dengan membagi populasi ke dalam strata tertentu, kemudian memilih sampel secara acak dari setiap strata. Teknik ini dipilih karena mampu menghasilkan sampel yang lebih representatif dengan memperhatikan perbedaan karakteristik pada setiap strata populasi.

Adapun jumlah sampel ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan pengambilan sampel yang dapat ditoleransi sebesar 10 persen. Rumus Slovin dinyatakan dalam Persamaan 2.3 sebagai berikut.

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \quad (2.3)$$

Dengan

n = Ukuran Sampel

N = Ukuran Populasi

e = Tingkat Kelonggaran Ketidaktelitian atau Kesalahan Pengambilan

Sampel yang Masih Dapat Diterima

2.9 Quantum GIS (QGIS)

Quantum Gis (QGIS) adalah perangkat lunak sistem informasi geografis (SIG) *open-source* yang memungkinkan pengguna untuk memvisualisasikan, menganalisis, dan mengelola data geografis. QGIS bersifat *open-source* dan gratis, sehingga dapat digunakan tanpa biaya lisensi namun tetap memiliki kemampuan setara perangkat lunak SIG komersial. Dari sisi fungsional, QGIS

mampu mengolah berbagai format data spasial, baik vektor maupun raster, sehingga memudahkan integrasi data dari citra satelit, peta tematik, maupun data survei lapangan. Selain itu, QGIS menyediakan alat analisis spasial yang lengkap, seperti *overlay*, *buffering*, klasifikasi, dan interpolasi, yang sangat mendukung kajian lingkungan, permukiman, dan tata ruang. Keunggulan lainnya adalah adanya plugin dan komunitas global yang aktif, sehingga pengguna dapat menambahkan fitur baru dan memperoleh dukungan teknis serta pembaruan secara berkelanjutan, menjadikan QGIS andal untuk penelitian dan perencanaan berbasis geospasial.

Panduan pemetaan menggunakan QGIS sebagai berikut (Koto, 2017).

1. Instalasi QGIS

Instalasi QGIS dilakukan menggunakan sistem operasi Windows 7 64-bit. Download QGIS dari <http://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html>. Perangkat lunak QGIS diperoleh melalui situs resmi QGIS, kemudian berkas instalasi dijalankan dengan mengklik dua kali file installer dan mengikuti tahapan instalasi yang ditampilkan. Lama proses instalasi bergantung pada spesifikasi perangkat keras yang digunakan. Setelah seluruh proses selesai, instalasi diakhiri dengan memilih tombol “*Finish*” untuk menyelesaikan pengaturan perangkat lunak.



Gambar 2. 8 Spesifikasi QGIS (Koto, 2017)

2. Pengenalan *Tools*

Tahap ini bertujuan untuk memperkenalkan berbagai *tools* yang tersedia dalam QGIS sebagai dasar pengolahan data spasial. Pemahaman terhadap fungsi setiap *tools* diperlukan agar proses analisis dapat dilakukan secara tepat dan sistematis. *Tools* pada QGIS adalah sebagai berikut.

- Menu Bar

Menu bar menyediakan berbagai macam fitur/fungsi pada Quantum GIS yang akan digunakan untuk pengoperasian lebih lanjut. Sebagian besar fungsi yang ada pada menu bar juga terdapat pada *tool* bar.

- Tool Bar

Tool bar terdiri dari deretan gambar (*icon*) yang menyediakan akses cepat (*shortcut*) pada fungsi-fungsi yang sebagian besar sama seperti yang ada pada menu bar.

- Map Legend

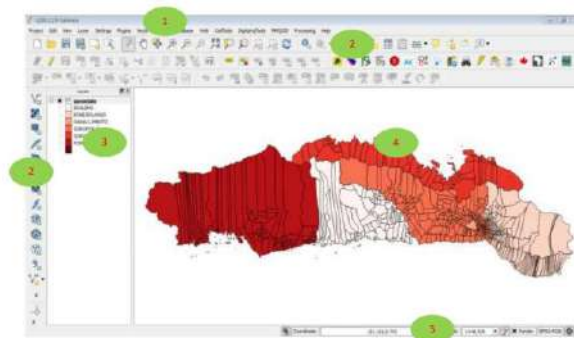
Map Legend menampilkan daftar layer yang sedang dibuka pada *project*, baik layer yang aktif maupun tidak aktif akan ditampilkan semua. Dapat juga diatur urutan kenampakan layer dengan cara *drag and drop* pada layer.

- Map View

Map View merupakan area untuk menampilkan layer-layer. Tampilan pada *map view* tergantung dari layer yang aktif.

- Status Bar

Status bar menunjukkan posisi koordinat yang menentukan *cursor* berada, dengan catatan tampilan yang ada pada jendela *Map View* sudah memiliki *Georeference*. Selain menunjukkan posisi, Status Bar juga menunjukkan skala tampilan pada *Map View*.

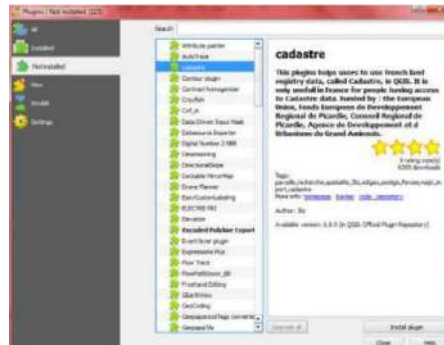


Gambar 2. 9 Tampilan Awal QGIS (Koto, 2017)

3. Plugins Install

QGIS menyediakan fitur gratis untuk menambah plugins dengan cara

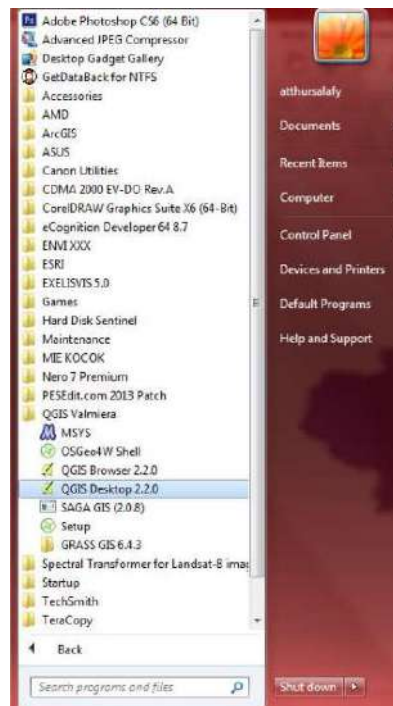
mendownload melalui QGIS *plugins repository*. Cara mengaksesnya dengan cara klik menu *plugins > manage and install plugins*.



Gambar 2. 10 Tampilan Tambahan Fitur Gratis (Koto, 2017)

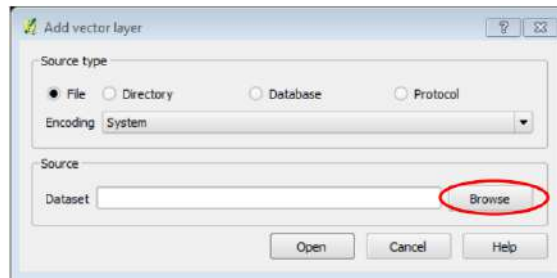
4. Menampilkan Data Spasial

- Buka QGIS melalui *start > all programs > QGIS Valmiera > QGIS Desktop 2.2.0* atau klik ikon QGIS di desktop.



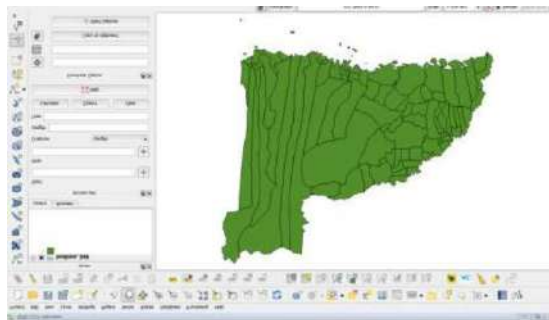
Gambar 2. 11 Langkah Awal QGIS (Koto, 2017)

- Klik menu *layer > add vector layer* atau klik ikon *add vector layer* pada *toolbar*.



Gambar 2. 12 Cara Input Peta (Koto, 2017)

- Klik *Browse*, lalu pilih file `boalemo_kab` > open.
- Maka akan tersaji peta kab boalemo seperti pada gambar di bawah.



Gambar 2. 13 Contoh Tampilan Peta (Koto, 2017)

- Untuk melihat tabel data `boalemo_kab`, klik kanan file > *open attribute table* atau klik ikon *open attribute table* pada *toolbar*. Maka akan muncul *attribut table* `boalemo_kab`

	PROVINSI	KABUPATEN	DESA	SUMBER	KODE2330	PRONING	BAKOTINDO	KEKOR
1	GORONTALO	PAGUYAMAN	ELUAK	SP2018_SADAN...	7501032002	75	011	002
2	GORONTALO	PAGUYAMAN	LITTO	SP2018_SADAN...	7501032003	75	011	002
3	GORONTALO	PAGUYAMAN	AKUT MATA	SP2018_SADAN...	7501032004	75	011	002
4	GORONTALO	PAGUYAMAN	APITALANG	SP2018_SADAN...	7501032005	75	011	002
5	GORONTALO	PAGUYAMAN	OLBU	SP2018_SADAN...	7501032006	75	011	002
6	GORONTALO	PAGUYAMAN	TOKATU	SP2018_SADAN...	7501032007	75	011	002
7	GORONTALO	PAGUYAMAN	DANGGA	SP2018_SADAN...	7501032008	75	011	002
8	GORONTALO	PAGUYAMAN	LONBATHO	SP2018_SADAN...	7501032009	75	011	002
9	GORONTALO	WONGGAWA	PIYAN JAYA	SP2018_SADAN...	7501032010	75	011	001
10	GORONTALO	WONGGAWA	PIYANUR	SP2018_SADAN...	7501032011	75	011	001
11	GORONTALO	WONGGAWA	JATI MELIA	SP2018_SADAN...	7501032012	75	011	001
12	GORONTALO	WONGGAWA	TRU KULAN	SP2018_SADAN...	7501032013	75	011	001
13	GORONTALO	WONGGAWA	JUHADIA	SP2018_SADAN...	7501032014	75	011	001
14	GORONTALO	WONGGAWA	PAKUNG HANAP	SP2018_SADAN...	7501032015	75	011	001
15	GORONTALO	WONGGAWA	OLU KUPU	SP2018_SADAN...	7501032016	75	011	001
16	GORONTALO	PAGUYAMAN	PAKONGKAWA	SP2018_SADAN...	7501032017	75	011	001
17	GORONTALO	PAGUYAMAN	WONGGAWA	SP2018_SADAN...	7501032018	75	011	001

Gambar 2. 14 Contoh Tampilan Atribut Table (Koto, 2017)

- Mengetahui informasi dari suatu wilayah, klik ikon *identify features* atau klik menu *View > indentify features*. Lalu klik salah satu *polygon*



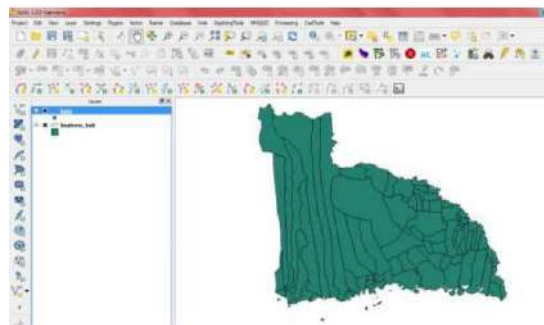
Gambar 2. 15 Contoh Tampilan Informasi Wilayah (Koto, 2017)

- Perhatikan koordinat dan skala pada saat data spasial boalemo_kab tersaji



Gambar 2. 16 Contoh Cara Settings Koordinat & Skala (Koto, 2017)

- Sama seperti point ke2, klik add *vector layer* lalu tambahkan file kota.shp

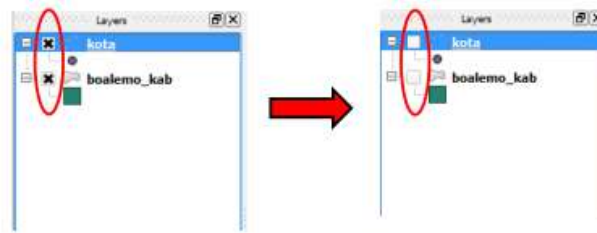


Gambar 2. 17 Contoh Penambahan Layer (Koto, 2017)

5. Mengelola Layer

- *On/Off* Layer

Untuk dapat mematikan dan menyalakan layer dengan cara klik pada kotak di sebelah nama layer pada *table of content* (TOC).



Gambar 2. 18 Cara On/Off Layer (Koto, 2017)

- **Mengelola Tabel Atribut**

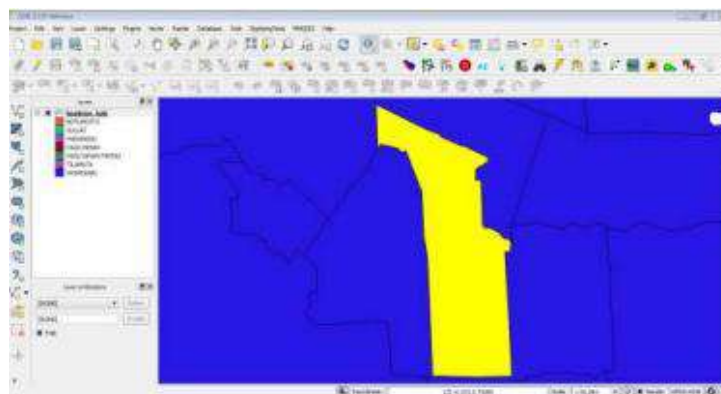
Pada panel layer di sebelah kiri QGIS, klik kanan pada layer boalemo_kab dan klik kanan *Open attribute table*. Maka akan muncul atribut tabel boalemo_kab.

	PROVINSI	KECAMATAN	DESA	SUMBER	NODE2010	PRONING
0	GORONTALO	PAGUYAMAN PA...	BUBAA	SP 2010_BADAH	7501052002	75
1	GORONTALO	PAGUYAMAN PA...	LITO	SP 2010_BADAH	7501052003	75
2	GORONTALO	PAGUYAMAN PA...	BUKIT KARYA	SP 2010_BADAH	7501052004	75
3	GORONTALO	PAGUYAMAN PA...	APETALAWU	SP 2010_BADAH	7501052005	75
4	GORONTALO	PAGUYAMAN PA...	OLIBU	SP 2010_BADAH	7501052006	75
5	GORONTALO	PAGUYAMAN PA...	TOWAYU	SP 2010_BADAH	7501052007	75
6	GORONTALO	PAGUYAMAN PA...	BANGGA	SP 2010_BADAH	7501052008	75
7	GORONTALO	PAGUYAMAN PA...	LIMBUTPAU	SP 2010_BADAH	7501052001	75
8	GORONTALO	WONOSARI	NEKAR JAYA	SP 2010_BADAH	7501053001	75
9	GORONTALO	WONOSARI	MAHAR	SP 2010_BADAH	7501053004	75
10	GORONTALO	WONOSARI	JATI MULYA	SP 2010_BADAH	7501053007	75
11	GORONTALO	WONOSARI	TRI KUBUN	SP 2010_BADAH	7501053008	75
12	GORONTALO	WONOSARI	RAHARJA	SP 2010_BADAH	7501053009	75
13	GORONTALO	WONOSARI	TANJUNG HARAP	SP 2010_BADAH	7501053013	75
14	GORONTALO	WONOSARI	DULOHUPUD	SP 2010_BADAH	7501053014	75

Gambar 2. 19 Tampilan Tabel Atribut (Koto, 2017)

- **Representasi Selected Feature**

Apabila klik di salah satu *field*, misalnya Desa Makmur kemudian klik ikon pada tabel, lalu kembali pada peta, maka akan terlihat lokasi titik yang dipilih tersebut direpresentasikan dalam peta.



Gambar 2. 20 Contoh Tampilan Selected pada Peta (Koto, 2017)

6. Pembuatan Layer

Setelah data raster yang memiliki georeferensi tersedia, pembuatan layer-layer baru di atasnya dapat dilakukan. Data vektor baru berupa titik, garis, atau poligon kemudian dapat dibuat berdasarkan data raster yang telah memiliki georeferensi. Pada bab ini dibahas mengenai pembuatan data vektor baru berupa *Point* (titik), *Line* (garis) dan *Polygon* (Area).

- Pembuatan Layer *Point*

Untuk memulai membuat layer baru klik Layer > New > New Shapefile Layer, Setelah muncul jendela “New Vector Layer”, Pilih “Point” pada pilihan dari *type* layer yang akan anda buat. Beri nama kolom pada data atribut yang menyertai layer baru tersebut, tentukan *type* datanya serta atur lebar kolom yang akan disertakan ke dalam data atribut layer tersebut.

- Pembuatan Layer *Line* (Garis)

Untuk memulai membuat layer baru klik Layer > New > New Shapefile Layer. Setelah muncul jendela “New Vector Layer”, Pilih “Line” pada pilihan dari *type* layer yang akan anda buat. Setelah muncul jendela “New Vector Layer”, Pilih “Line” pada pilihan dari *type* layer yang akan anda buat.

- Pembuatan Layer Polygon

Untuk memulai membuat layer baru klik Layer > New > New Shapefile Layer. Beri nama kolom pada data atribut yang menyertai layer baru tersebut, tentukan *type* datanya serta atur lebar kolom yang akan disertakan ke dalam data atribut layer tersebut.

2.10 Penelitian Terdahulu

Tabel berikut menyajikan ringkasan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik kajian ini. Uraian tersebut digunakan sebagai dasar pembandingan sekaligus untuk menunjukkan posisi dan kebaruan penelitian yang dilakukan. Ringkasan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu

No	Sumber Referensi	Aspek yang Dikaji
1	(Wirana dkk., 2019)	Total emisi 238 ton CO ₂ /tahun, terdiri dari LPG 176,51 ton/tahun, minyak tanah 43,47 ton/tahun, dan kayu bakar 18,12 ton/tahun; total jejak karbon permukiman 8.837,71 ton CO ₂ /tahun.
2	(Yolanda dkk., 2021)	Total emisi 18.334,29 ton CO ₂ -eq/tahun, meliputi sektor energi 11.203,96 ton, transportasi 2.607,86 ton, pertanian 2.523,68 ton, persampahan 1.537,01 ton, dan peternakan 461,78 ton CO ₂ -eq/tahun.
3	(Chaerunnisa dkk., 2024)	Emisi CO ₂ di Kota Bogor dari sektor energi berasal dari tiga sumber utama yaitu kendaraan, bahan bakar memasak, dan

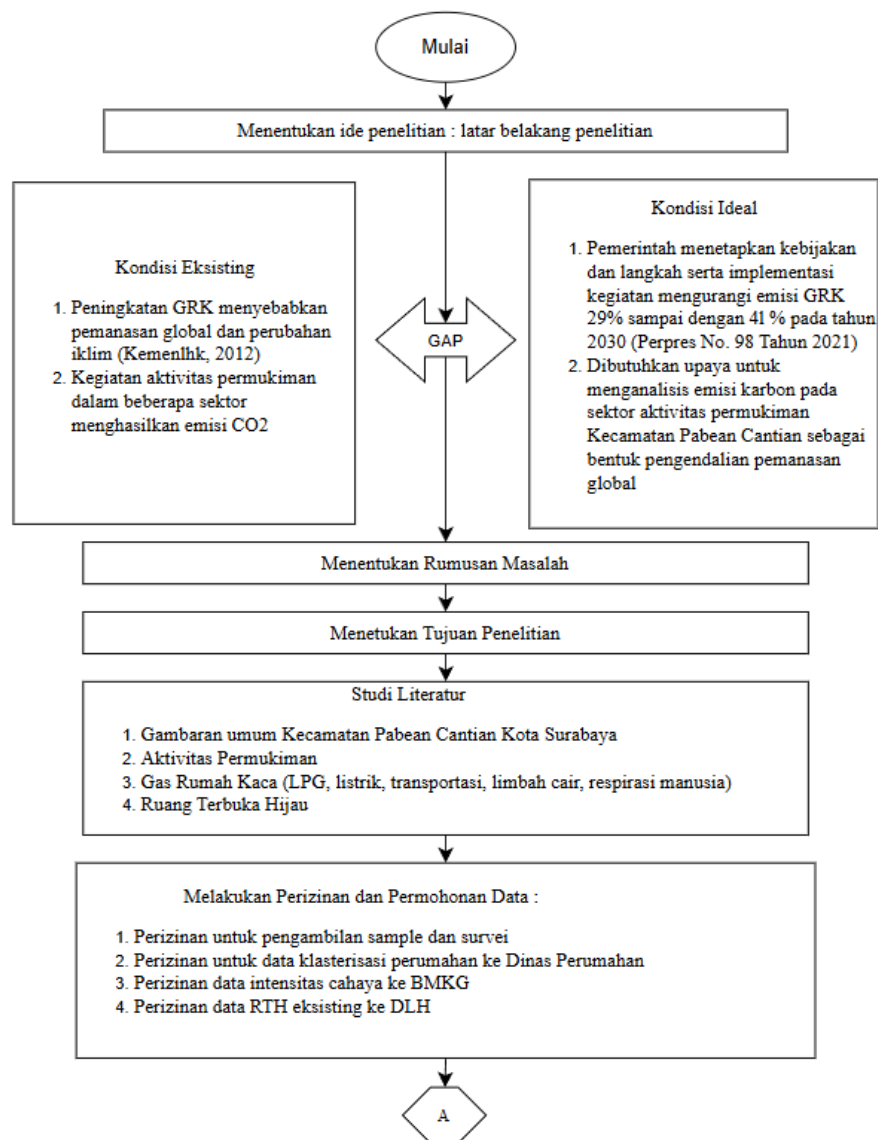
No	Sumber Referensi	Aspek yang Dikaji
		penggunaan listrik dengan total emisi 2.244.809,6 ton CO ₂ /tahun, berasal dari kendaraan 1.567.478 ton/tahun, listrik 584.682,3 ton/tahun, dan bahan bakar memasak 92.649,7 ton/tahun.
4	(Ngurah dkk., 2016)	Jejak karbon rata-rata 138.037,02 g karbon/bulan/rumah tangga, dengan LPG 9.742,82 g/bulan dan listrik 128.294,20 g/bulan.
5	(Jati dkk., 2018)	Total emisi 3.949,27 ton CO ₂ /tahun, didominasi BBM 2.135,55 ton/tahun, serta kontribusi dari listrik, LPG, dan sampah organik.
6	(Ladiajanuarygusdi & Syafila, 2025)	Berdasarkan analisis <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA), pengolahan air limbah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) skala perkotaan terbukti menghasilkan emisi karbon yang cukup signifikan, terutama yang berasal dari konsumsi energi listrik pada berbagai unit proses. Hasil analisis <i>hotspot</i> menunjukkan bahwa unit <i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> (MBBR) merupakan penyumbang terbesar emisi karbon total, yaitu sebesar 1.328,68 kg CO ₂ -eq per hari, akibat besarnya volume pengolahan air

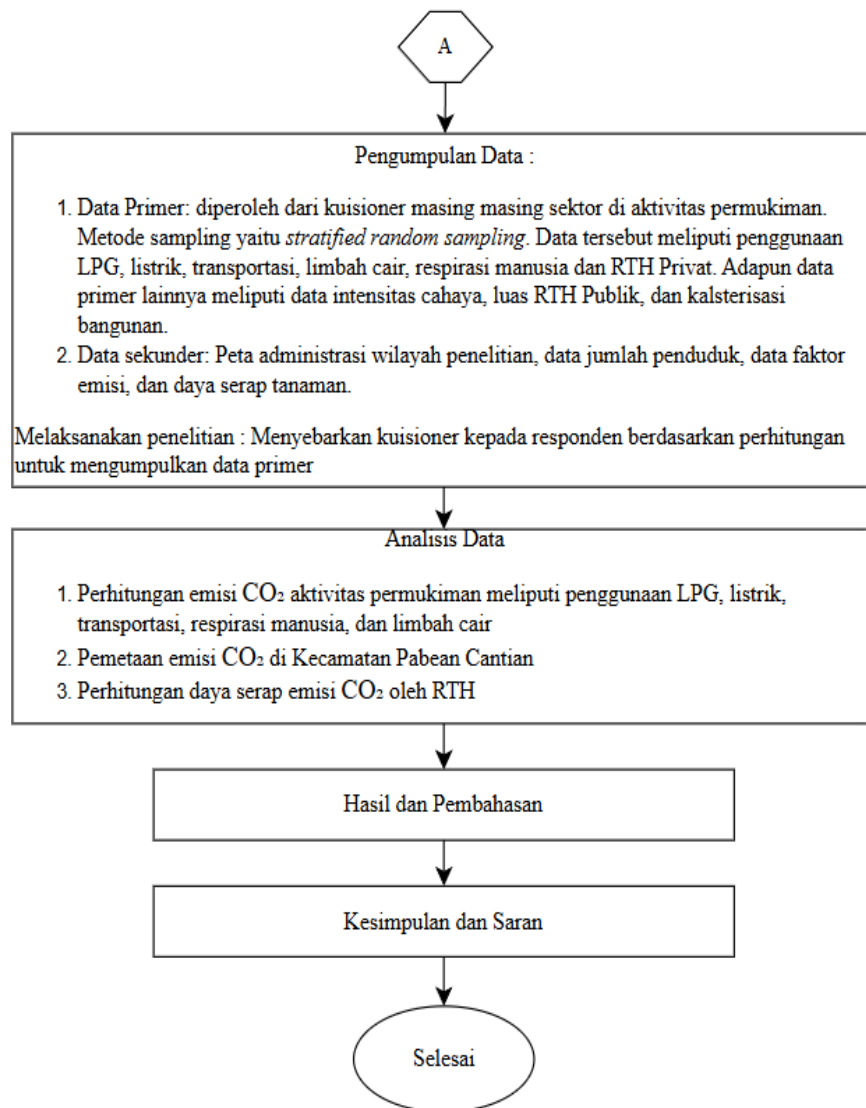
No	Sumber Referensi	Aspek yang Dikaji
		limbah. Sementara itu, berdasarkan analisis jejak karbon per satuan volume, unit filtrasi memiliki intensitas emisi tertinggi, yakni 0,1840 kg CO₂-eq/m³. Perbedaan hasil ini menunjukkan bahwa analisis emisi total dan jejak karbon per unit volume memberikan perspektif yang saling melengkapi dalam mengidentifikasi sumber emisi utama serta menentukan strategi pengurangan emisi pada sistem pengolahan air limbah perkotaan.
7	(Saputri dkk., 2022)	Total emisi 5.382,88 ton CO₂/tahun, meliputi kendaraan 1.839,98 ton, sampah 1.174,59 ton, respirasi 900,18 ton, memasak 701,51 ton, listrik 599,63 ton, pupuk 86,34 ton, dan peternakan 80,65 ton/tahun; potensi serapan 7.225,94 ton CO₂/tahun.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian disusun untuk menggambarkan tahapan penelitian secara sistematis mulai dari pengumpulan data, pengolahan data, hingga analisis dan penarikan kesimpulan. Diagram alir ini bertujuan untuk memperjelas alur penelitian agar setiap tahapan dapat dilaksanakan secara terstruktur dan sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun langkah-langkah penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1.





Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian disusun secara sistematis untuk memastikan setiap proses berjalan terarah dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Setiap tahapan menggambarkan alur kegiatan penelitian mulai dari menentukan ide penelitian dan latar belakang, menentukan rumusan masalah dan tujuan penelitian, studi literatur, pengumpulan data, analisis data, pembahasan, kesimpulan dan saran.

3.2.1 Menentukan Ide Penelitian

Ide penelitian ini didasarkan pada meningkatnya kontribusi aktivitas kawasan permukiman perkotaan terhadap emisi gas rumah kaca,

khususnya karbon dioksida (CO_2), yang berperan signifikan dalam mempercepat perubahan iklim global. Kawasan permukiman padat penduduk memiliki intensitas konsumsi energi yang tinggi, terutama pada penggunaan LPG untuk kebutuhan rumah tangga, konsumsi listrik, serta aktivitas transportasi harian. Selain itu, aktivitas biologis manusia dan pengelolaan limbah domestik turut berkontribusi terhadap emisi karbon, sehingga memerlukan kajian kuantitatif yang terukur dan komprehensif.

Kecamatan Pabean Cantian dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan salah satu kawasan permukiman dengan tingkat kepadatan penduduk dan aktivitas sosial-ekonomi yang tinggi di Kota Surabaya. Karakteristik wilayah ini ditandai oleh dominasi fungsi hunian, mobilitas penduduk yang intensif, serta kawasan industri yang padat. Kondisi tersebut menjadikan Kecamatan Pabean Cantian relevan sebagai objek penelitian untuk mengidentifikasi sumber, pola, dan besaran emisi karbon yang dihasilkan dari berbagai sektor aktivitas rumah tangga dan lingkungan permukiman. Keterbatasan penelitian terdahulu yang secara spesifik mengkaji emisi karbon berbasis aktivitas permukiman pada skala kecamatan di kawasan perkotaan juga menunjukkan adanya kebutuhan akan kajian empiris yang lebih mendalam.

Penelitian ini difokuskan pada perhitungan dan analisis emisi karbon yang berasal dari penggunaan LPG, konsumsi listrik rumah tangga, aktivitas transportasi, respirasi manusia, timbunan sampah serta pengelolaan limbah cair melalui septic tank di Kecamatan Pabean Cantian. Selain itu, penelitian ini juga mempertimbangkan peran ruang terbuka hijau privat sebagai komponen penyerapan karbon dalam sistem lingkungan permukiman. Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran kondisi emisi karbon aktual serta keseimbangan antara sumber emisi dan potensi serapan karbon, sehingga dapat menjadi dasar evaluasi kinerja lingkungan dan perumusan strategi mitigasi emisi karbon yang berkelanjutan pada kawasan permukiman perkotaan.

3.2.2 Menentukan Rumusan Masalah dan Tujuan

Rumusan masalah merupakan formulasi pertanyaan penelitian yang

disusun berdasarkan ide penelitian yang telah ditetapkan. Penetapan rumusan masalah dilakukan dengan mengacu pada kondisi dan permasalahan yang terdapat di lokasi penelitian, sehingga arah kajian menjadi jelas dan terfokus. Rumusan masalah tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan tujuan penelitian yang relevan dengan permasalahan yang diidentifikasi.

Tujuan penelitian berfungsi sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian agar proses analisis berjalan secara sistematis dan terarah. Dengan adanya tujuan yang jelas, penelitian diharapkan mampu menghasilkan temuan yang sesuai dengan ruang lingkup kajian dan mendukung penarikan kesimpulan secara ilmiah.

3.2.3 Studi Literatur

Studi literatur digunakan sebagai landasan teoretis dan sumber informasi ilmiah yang mendukung pelaksanaan penelitian. Kegiatan studi literatur bertujuan untuk memperoleh pemahaman konseptual yang relevan serta menentukan metode penelitian yang sesuai dengan tujuan penelitian dan batasan ruang lingkup kajian. Melalui studi literatur, penelitian dapat disusun secara sistematis dan memiliki dasar ilmiah yang kuat. Sumber studi literatur dalam penelitian ini meliputi tugas akhir, tesis, jurnal ilmiah, buku panduan (*handbook*), artikel ilmiah, serta referensi lain yang berkaitan dengan topik penelitian. Literatur tersebut digunakan untuk mendukung penyusunan metodologi, analisis data, dan pembahasan hasil penelitian. Studi literatur yang dibutuhkan sebagai berikut.

1. Gambaran umum lokasi penelitian
2. Permukiman
3. Gas Rumah Kaca (penggunaan listrik, LPG, transportasi, limbah cair, timbunan sampah dan respirasi manusia)
4. Ruang Terbuka Hijau

3.2.4 Melakukan Perizinan dan Permohonan Data

Perizinan dan permohonan data ditujukan untuk mengumpulkan data penelitian. Berikut merupakan data perizinan dan permohonan data.

1. Perizinan untuk melakukan pengambilan sample dan survei di

Kecamatan Pabean Cantian.

2. Perizinan pengumpulan data intensitas cahaya ke BMKG.
3. Perizinan klasterisasi bangunan ke pihak Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman di Kecamatan Pabean Cantian.
4. Perizinan data RTH ekisting Kecamatan Pabean Cantian ke pihak Dinas Lingkungan Hidup.

Kriteria yang digunakan untuk pengambilan sample sebagai berikut.

1. Pengambilan titik sampling ditentukan di kawasan permukiman di Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya.
2. Survei dilakukan di rumah tangga yang hanya digunakan sebagai tempat tinggal tanpa adanya aktivitas usaha.
3. Data yang diambil sesuai dengan kuisisioner.

3.2.5 Tahapan Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data merupakan proses sistematis untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam perhitungan dan analisis emisi karbon di Kecamatan Pabean Cantian. Penelitian ini membutuhkan data primer dan data skunder sebagai dasar proses analisis. Sebelum pengumpulan data dilakukan, tahap awal penelitian diawali dengan identifikasi populasi dan penentuan sampel. Populasi merupakan keseluruhan objek yang menjadi sasaran penelitian. Populasi dalam penelitian ini berdasarkan jumlah KK di Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya yaitu 25.074 KK. Data jumlah rumah tangga diperoleh dari instansi terkait dan digunakan sebagai dasar dalam penentuan ukuran sampel penelitian.

Penentuan populasi permukiman yaitu berdasarkan banyaknya populasi di Kecamatan Pabean Cantian berdasarkan jumlah Kartu Keluarga (KK). Adapun penentuan pengambilan sampel tiap rumah berdasarkan sebagian Kartu Keluarga (KK) yang memenuhi kriteria inklusi yang telah ditetapkan. Kriteria tersebut sebagai berikut.

12. Rumah terdiri dari 1 Kartu Keluarga (KK)
13. Menggunakan listrik
14. Menggunakan LPG

15. Memiliki kendaraan pribadi
16. Memiliki *Septic Tank*
17. Menempati rumah minimal 1 tahun

Adapun penelitian ini menggunakan rumus Slovin dalam menentukan banyaknya sample yang akan diambil. Rumus Slovin dapat dilakukan seperti Persamaan 2.3.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (2.3)$$

Dengan

- n = ukuran sampel
 N = ukuran populasi
 e = tingkat kelonggaran ketidaktelitian atau kesalahan pengambilan sampel yang masih dapat diterima/galat pendugaan

Menurut Bahaduri (2019) dalam rumus Slovin ada ketentuan sebagai berikut.

1. Nilai e = 0,1 (10%) untuk populasi dalam jumlah besar
2. Nilai e = 0,2 (20%) untuk populasi dalam jumlah kecil

Jadi rentang sampel yang dapat diambil dari rumus Slovin adalah antara 10-20% dari populasi penelitian.

$$\begin{aligned} N &= \text{ukuran populasi} = 25.074 \\ E &= \text{galat pendugaan} = 10\% \\ n &= \frac{25.074}{1 + 25.074 \times 0,1^2} \\ &= 99,6 \approx 100 \end{aligned}$$

Jadi jumlah sampel pada penelitian ini adalah 100 sampel pada Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya.

Teknik penentuan populasi pada penelitian ini menggunakan *probability sampling*, yaitu metode yang memberikan peluang yang sama bagi setiap anggota populasi untuk terpilih sebagai sampel (Asrulla dkk., 2023). Penelitian ini menggunakan pendekatan *stratified random sampling* dalam pengambilan sampel. *Stratified Random Sampling* (Sampling Acak Berstrata) adalah teknik pengambilan sampel dengan populasi dibagi terlebih dahulu ke dalam beberapa kelompok (strata) yang homogen, lalu

sampel diambil secara acak dari setiap strata.

Pengambilan sampel setiap kelurahan berdasarkan jumlah KK dapat dilakukan dengan Persamaan 3.1 sebagai berikut:

$$\text{Sampel tiap kelurahan} = \frac{\text{Jumlah KK Setiap Kelurahan}}{\text{Jumlah KK Kecamatan}} \times \text{Total Sampel} \quad (3.1)$$

$$\text{Kel. Tanjung Perak} = \frac{12.681}{25.074} \times 100$$

$$= 50 \text{ rumah}$$

$$\text{Kel. Krembangan Utara} = \frac{5.722}{25.074} \times 100$$

$$= 23 \text{ rumah}$$

$$\text{Kel. Nyamplungan} = \frac{2.905}{25.074} \times 100$$

$$= 12 \text{ rumah}$$

$$\text{Kel. Bongkaran} = \frac{3.766}{25.074} \times 100$$

$$= 15 \text{ rumah}$$

Pengambilan sampel setiap kelurahan juga mengklasifikasikan tipe rumah yaitu rumah sederhana, menengah, dan mewah. Jumlah pengambilan sampel rumah pada setiap kelurahan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Pembagian Sampel Tiap Kelurahan

Kelurahan	Jumlah KK	Sampel KK	Tipe Rumah		
			Sederhana	Menengah	Mewah
Tanjung Perak	12.681	50	17	17	17
Krembangan Utara	5.722	23	8	8	8
Nyamplungan	2.905	12	4	4	4
Bongkaran	3.766	15	5	5	5
Total		100	34	34	34

Data primer penelitian ini diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada responden terpilih. Data primer yang dikumpulkan meliputi informasi penggunaan listrik rumah tangga, konsumsi LPG, aktivitas transportasi yang dihasilkan, kondisi dan sistem pengelolaan septic tank, timbulan sampah yang dihasilkan serta data respirasi manusia berdasarkan jumlah penghuni rumah. Daya listrik rumah tangga diklasifikasikan ke

dalam lima kategori, yaitu 450 VA, 900 VA, 1.300 VA, 2.200 VA, dan 4.400 VA. Selain itu, data primer juga mencakup informasi rata-rata pendapatan rumah tangga per bulan, jumlah penduduk, jumlah KK, data intensitas cahaya Kota Surabaya sebagai data pendukung analisis.

Data sekunder diperoleh dari instansi terkait dan sumber pustaka yang relevan. Data sekunder yang digunakan meliputi peta administrasi wilayah penelitian, faktor emisi yang digunakan dalam perhitungan emisi karbon, data kemampuan serapan karbon oleh vegetasi, data intensitas cahaya, serta data luas ruang terbuka hijau (RTH) publik. Seluruh data sekunder tersebut digunakan untuk melengkapi dan memverifikasi hasil analisis yang diperoleh dari data primer.

Klasterisasi bangunan rumah dalam penelitian ini mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 12 Tahun 2021, yang mengelompokkan rumah tinggal ke dalam tiga kategori, yaitu rumah mewah, rumah menengah, dan rumah sederhana. Klasifikasi ini digunakan sebagai dasar dalam analisis karakteristik rumah tangga yang berkaitan dengan pola konsumsi energi dan potensi emisi karbon.

Golongan tingkat pendapatan penduduk ke dalam 4 kategori.

1. Golongan pendapatan sangat tinggi adalah jika pendapatan rata-rata lebih dari Rp. 4.916.665 per bulan
2. Golongan pendapatan tinggi adalah jika pendapatan rata-rata antara Rp. 3.916.665 – Rp. 4.916.665 per bulan
3. Golongan pendapatan sedang adalah jika pendapatan rata-rata antara Rp. 1.900.000 – Rp. 3.916.665 per bulan
4. Golongan pendapatan rendah adalah jika pendapatan rata-rata dibawah Rp. 1.900.000 perbulan

3.2.6 Perhitungan Jejak Karbon

Metode penelitian ini menerapkan pendekatan analisis kuantitatif. Pengumpulan data dilakukan di area Kecamatan Pabean Cantian Kota Surabaya, dengan menghitung emisi yang dihasilkan, yaitu data konsumsi bahan bakar transportasi, LPG, listrik, limbah cair, dan respirasi manusia. Semua jenis data tersebut diperoleh melalui pengamatan langsung di

lapangan dan wawancara.

Data yang telah terkumpul kemudian diolah dengan mengacu pada kerangka perhitungan emisi dalam *Greenhouse Gas* (GHG) Protocol. Penentuan besaran jejak karbon menggunakan metode referensi yang direkomendasikan oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2006). Perhitungan emisi difokuskan pada estimasi pelepasan karbon dioksida (CO₂) yang dinyatakan dalam kg CO₂-eq atau ton CO₂-eq, mencakup emisi yang di, dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Nilai Potensi Pemansan Gas Bumi

Gas Rumah Kaca	Nilai GWP
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265

Sumber : IPCC, 2019

1. Perhitungan Bahan Bakar LPG dan Transportasi

Perhitungan bahan bakar solar alat berat dilakukan dengan persamaan 3.2 sebagai berikut.

$$Emisi = Konsumsi Energi \times Faktor Emisi \quad (3.2)$$

$$Sumber Energi = Bahan Bakar \times Nilai Kalor \quad (3.3)$$

Adapun nilai kalor dan faktor emisi pembakaran dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Nilai Kalor dan Faktor Emisi Pembakaran

Bahan Bakar	Nilai Kalor (Tj/L)	FE CO ₂ (kg CO ₂ /TJ)	FE CO ₂ (ton CO ₂ /TJ)
Solar	0,0000363	74100	74,1
Premium	0,0000330	71500	71,5
LPG	0,0000473 (Tj/kg)	63100	63,1

Sumber : Kementrian ESDM, 2019

2. Perhitungan Energi Listrik

Perhitungan energi Listrik dilakukan dengan persamaan 3.4 sebagai berikut.

$$Emisi = Konsumsi Listrik \times FE \times GWP \quad (3.4)$$

Dengan

Konsumsi Listrik = konsumsi energi dalam satuan (kWh)
 FE = faktor emisi (gas/kWh)
 GWP = *global warming potential* (CO₂-eq)

Adapun faktor emisi listrik yaitu 0,87 ton CO₂/MWh (Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Jenderal Kelistrikan, 2019). Pendugaan data aktivitas atau konsumsi energi listrik rumah tangga dapat dilakukan melalui pendekatan biaya pemakaian listrik berdasarkan ketentuan Peraturan Menteri ESDM Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2024. Biaya pemakaian listrik yang tercantum pada rekening pelanggan dikonversi menggunakan tarif tenaga listrik yang berlaku sehingga diperoleh besaran konsumsi listrik dalam satuan kilowatt-hour (kWh). Pendekatan ini memungkinkan estimasi penggunaan energi listrik rumah tangga secara sistematis dan sesuai dengan regulasi resmi yang berlaku. Tarif tenaga listrik dapat dilihat pada Tabel 3.4. Data satuan listrik dalam satuan kWh dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Mukhlis, 2012).

$$\begin{aligned} \text{Total Pembayaran Listrik (Rp/kWh)} &= \text{Biaya Pemakaian} + \text{PPJ } 8\% \\ &= \text{Biaya pemakaian} + (\text{biaya pemakaian} \times 8\%) \\ &= \text{Biaya pemakaian} \times (100\% + 8\%) \\ &= \text{Data aktivitas (kWh)} \times \text{tarif pemakaian listrik (Rp/kWh)} \times 108\% \end{aligned}$$

$$\text{Data Aktivitas (kWh)} = \frac{\text{Tarif pemakaian listrik rumah tangga (Rp)}}{\text{Tarif pemakaian listrik} \left(\frac{\text{Rp}}{\text{kWh}} \right) \times 108\%}$$

(3.5)

Tabel 3. 4 Tarif Tenaga Listrik untuk Keperluan Rumah Tangga

No	Golongan Tarif Tenaga Listrik	Batas Daya	Reguler		Prabayar (Rp/kWh)
			Biaya Beban (Rp/Kva/bulan)	Biaya Pemakaian (Rp/kWh)	
1	R-1/TR	450 VA	11.000	Blok I: 0 s.d. 30 kWh: 169 Blok II: di atas 30 kWh s.d. 60 kWh : 360 Blok III: di atas 60	415

No	Golongan Tarif Tenaga Listrik	Batas Daya	Reguler		Prabayar (Rp/kWh)
			Biaya Beban (Rp/Kva/bulan)	Biaya Pemakaian (Rp/kWh)	
				kWh : 495	
		900 Va	20.000	Blok I: 0 s.d. 20 kWh: 275 Blok II: di atas 20 kWh s.d. 60 kWh : 445 Blok III: di atas 60 kWh : 495	605
		900 VA-RTM	*)	1.352	1.352
		1.300 VA	*)	1.444,70	1.444,70
2	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.699,53	1.699,53
3	R-3/TR, R-3/TM	6.600 VA atau lebih	*)	1.699,53	1.699,53
Catatan: *) Diterapkan Rekening Minimum (RM): $RM1 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya Tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian}$					

Sumber : Permen ESDM RI No. 7 Tahun 2024

3. Perhitungan Emisi Limbah Cair

Perhitungan emisi gas metana (CH₄) pada limbah cair dilakukan dengan persamaan 3.6 sebagai berikut.

$$TOW = P \times BOD \times 0,001 \times 365 \quad (3.6)$$

Dengan

P = Jumlah penduduk (orang)

BOD = BOD per kapita khusus negara pada tahun inventarisasi, Nilai BOD negara di Asia adalah 40g/orang/hari

0,001 = Konversi gram BOD ke kg BOD

Perhitungan TOW melalui sistem pengolahan/pembuangan dapat menggunakan persamaan berikut (IPCC, 2019).

$$TOW_{Septic} = \sum i [TOW \times U_i \times T_i \times I] \quad (3.7)$$

Dengan

TOW = Total Beban Organik (kg BOD/tahun) untuk TOW yang dibuang hasil pengolahan dapat dilihat pada Persamaan 3.6

U_i = Urbanisasi fraksi populasi di kelompok pendapatan

T_i = Faktor koreksi untuk BOD dari industri tambahan yang dibuang ke jalur pengolahan/sistem (untuk terkumpul nilai defaultnya 1,25, untuk tidak terkumpul nilai defaultnya 1,00)

Nilai U_i dan T_i dibedakan berdasarkan di suatu negara.

Tabel 3.5 mencakup nilai default U_i dan T_i , untuk negara Indonesia.

Tabel 3. 5 Nilai Default U_i dan T_i

Urbanisasi (U_i)		Tingkat Pemanfaatan Jalur (T_i)	
Fraksi Populasi		Septic Tank	
Perkotaan Tinggi	Perkotaan Rendah	Perkotaan Tinggi	Perkotaan Rendah
0,12	0,34	0,18	0,14

Sumber : IPCC, 2019

Komponen organik yang dihilangkan sebagai lumpur dari sistem (Sseptik) dapat dilakukan dengan Persamaan 3.8 sebagai berikut (IPCC, 2019).

$$S_{septik} = TOW_{septik} \times F \times 0,5 \quad (3.8)$$

Dengan

S_{septik} = komponen organik yang dibuang dari air limbah (dalam bentuk lumpur) dalam sistem septik, kg BOD/thn

TOW Septik = Total bahan organik dalam air limbah dalam sistem septik tahun inventaris, kg BOD/thn. Nilai TOW septik didapatkan dari persamaan 3.8

F = Fraksi populasi yang mengelola tangki septik, nilai default untuk F adalah 0,5 (IPCC, 2019)

0,5 = Fraksi organik dalam air limbah dibuang dalam lumpur

Perhitungan Faktor Emisi (FE) dapat dilakukan dengan persamaan 3.9 sebagai berikut.

$$FE = B_0 \times MCF \quad (3.9)$$

Dengan

B_0 = Potensi Maksimum CH_4
(IPCC : 0,6 kg CH_4 /kg BOD)

MCF = *Methane Correction Factor*. Nilai MCF dapat dilihat pada Tabel 3.5 sebagai berikut.

Tabel 3. 6 Nilai MCF Berdasarkan Sistem Pengolahan

Tipe Pengolahan dan Jalur Sistem Pembuangan	Keterangan	MCF	Range	FE (kg/ CH_4 /kg/BOD)	FE (kg/ CH_4 /kg/COD)
Sistem Pengolahan Air Limbah					
Reaktor Anaerobik	Pemulihan CH_4 tidak dipertimbangkan di sini	0,8	0,8-1,0	0,48	0,2
Septic Tank	Tangki septik mengeluarkan CH_4	0,5	0,4-0,72	0,3	0,125
Septic Tank + bidang sebaran tanah	Tangki septik mengeluarkan CH_4 ; emisi yang dapat diabaikan berasal dari bidang sebaran tanah	0,5	0,4-0,72	0,3	0,125

Sumber : IPCC, 2019

Konversi CH_4 ke CO_2 menggunakan Persamaan 3.10 sebagai

berikut.

$$Emisi = Emisi CH_4 \times \frac{44}{16} \quad (3.10)$$

Dengan

Emisi CO₂ = Emisi CO₂ dari pembuangan (kg CO₂/tahun)

44 = Mr dari CO₂

44/16 = Konversi dari CH₄ menjadi CO₂

4. Perhitungan Emisi Respirasi Manusia

Perhitungan emisi respirasi dari manusia dilakukan dengan persamaan 3.11 sebagai berikut.

$$Emisi = n \times FE \quad (3.11)$$

Dengan

n = Jumlah penduduk (Jiwa)

FE = Faktor emisi

Adapun nilai faktor emisi respirasi manusia sebesar 3,2 kg CO₂/hari.jiwa atau setara dengan 0,13 kg CO₂/jam (Rahmawati, 2022).

5. Perhitungan Emisi Timbulan Sampah

Perhitungan emisi dari sektor timbulan sampah dapat dilakukan dengan beberapa persamaan berikut.

$$DDOCm = W \times MCF \times DOC \times DOCf \quad (3.12)$$

$$\text{Jumlah CH}_4 \text{ (Lo)} = DDOCm \times \frac{16}{12} \times F \quad (3.13)$$

$$\text{Total emisi CH}_4 = (\text{Jumlah metana} - R) \times (1 - OX) \quad (3.14)$$

$$\text{Emisi} = \text{Total CH}_4 \times \frac{(1-F)}{F+ox} \times GWP \quad (3.15)$$

$$\text{Total emisi} = (\text{Total emisi CH}_4 + \text{emisi CO}_2) \times 365 \quad (3.16)$$

Dengan

W = Berat komposisi sampah

MCF = Faktor koreksi metana 0,8 (nilai default IPCC)

DOC = *Degradable Organic Carbon* (nilai default IPCC) DDOC

m = Massa *decomposable* DOC (nilai default IPCC)

DOCf = Nilai default DOCf untuk Indonesia adalah 0,5

F = Nilai default 0,5 untuk fraksi gas metana di TPA

R = 0 karena Indonesia belum memiliki alat pengolahan

OX = Nilai default 0,1 faktor oksidasi

16/12 = Rasio berat molekul $\frac{CH_4}{CO_2}$

16/12 = $\frac{MrCH_4}{MrCO_2}$

Nilai default DOC setiap jenis timbunan sampah masing-masing berbeda. Nilai default jenis sampah dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Nilai Default DOC Setiap Jenis Timbunan Sampah

Komposisi Sampah	Kandungan Bahan Kering (% berat basah)	DOC Dalam Berat Basah (%)		DOC Dalam Berat Kering (%)	
	Default	Default	Rentang	Default	Rentang
Kertas/kardus	90	40	36 - 45	44	20 - 50
Tekstil	80	24	20 - 40	30	25 - 50
Sampah makanan	40	15	8 - 20	38	20 - 50
Kayu	85	43	39 - 46	50	46 - 50
Sampah kebun	40	20	18 - 22	49	45 - 55
Diapers	40	24	18 - 22	60	44 - 80
Kulit dan karet	84	39	39	47	47
Plastik	100	-	-	-	-
Logam	100	-	-	-	-
Gelas	100	-	-	-	-
Lain-lain, sampah sulit terurai	90	-	-	-	-

Sumber : IPCC, 2006

3.2.7 Perhitungan Daya Serap Karbon

Perhitungan daya serap karbon 0,15 ruang terbuka hijau (RTH) Perhitungan daya serap karbon ruang terbuka hijau (RTH) dilakukan untuk menilai kemampuan vegetasi eksisting dalam mengompensasi emisi karbon kawasan. Serapan karbon terjadi melalui proses fotosintesis dan dipengaruhi oleh jenis, jumlah, serta karakteristik pertumbuhan vegetasi. Oleh karena itu, estimasi kapasitas serapan dalam penelitian ini didasarkan pada jenis dan jumlah vegetasi RTH dengan mengacu pada faktor serapan dari literatur, kemudian dibandingkan dengan besaran emisi kawasan sebagai

dasar evaluasi daya dukung lingkungan. Menurut Rahmayanti (2020), hubungan antara laju serapan dan luas tajuk vegetasi dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$S = 0,2278 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{menit} \times e^{(0,0048 \times I)} \quad (3.17)$$

Dengan

S = Laju serapan CO_2 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{menit}$)

I = Intensitas cahaya, watt/m^2 ($1 \text{ kal}/\text{cm}^2/\text{hari}=0,485 \text{ watt}/\text{m}^2$)

e = Bilangan pokok logaritma natural

0,0048 = Koefisien intensitas cahaya

0,2278 = Konstanta penjumlahan

Evaluasi kinerja ruang terbuka hijau (RTH) dalam mereduksi emisi karbon dioksida (CO_2) dapat dilakukan melalui perhitungan sisa emisi setelah dikurangi oleh kemampuan serapan vegetasi. Daya serap masing-masing jenis pohon terhadap CO_2 dijelaskan pada Tabel 2.10. Apabila terdapat jenis pohon yang tidak tercantum dalam tabel tersebut, maka estimasi kemampuan serap CO_2 dapat dihitung menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Ambarsari dkk. (2007) dalam Islam dkk. (2024), sebagai berikut.

$$\sum DS = \sum (\text{Jenis pohon} \times DSpohon \times Ltajuk) \quad (3.18)$$

Dengan

DS_{pohon} = kemampuan laju serap CO_2 oleh pohon (berdasarkan Tabel 2.3)

Pengukuran luas tajuk pada pohon, semak, atau perdu dilakukan dengan mengukur diameter tajuk menggunakan meteran. Pengukuran diameter dilakukan dua kali secara saling tegak lurus, kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Luas tajuk selanjutnya dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$L_{\text{Tajuk}} = \frac{1}{4} \times \pi \times d \text{ rata-rata}^2 \quad (3.19)$$

Dengan

L_{Tajuk} = Luas tajuk (m^2)

π = Konstantan (3,14)

d = Diameter tajuk pohon (m)

Nilai diameter rata-rata diperoleh dari persamaan berikut.

$$d_{\text{rata-rata}} = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (3.20)$$

Dengan

d_1 = Diameter tajuk yang diukur pada arah pertama (misalnya arah utara-selatan)

d_2 = Diameter tajuk yang diukur pada arah kedua yang tegak lurus terhadap pengukuran pertama (misalnya timur - barat).

Selanjutnya, kemampuan serapan CO_2 berdasarkan luas tutupan vegetasi dapat ditentukan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Raissa dkk. (2021) dalam Islam dkk. (2024), sebagai berikut.

$$\text{Serapan } \text{CO}_2 = \text{LT} \times S_{\text{rata-rata}} \quad (3.21)$$

Dengan

LT = Luas tutupan vegetasi (cm^2)

$S_{\text{rata-rata}}$ = Rata-rata laju serapan CO_2 dalam satu tahun ($\text{g}/\text{cm}^2/\text{detik}$)

Setelah dilakukan perhitungan total emisi CO_2 yang dihasilkan dari aktivitas permukiman serta total kemampuan serapan vegetasi, tingkat kecukupan vegetasi dalam menyerap emisi CO_2 dapat diketahui melalui perhitungan sisa emisi sebagai berikut.

$$\text{Sisa Emisi} = \text{Emisi } \text{CO}_2 - \text{Total Laju Serap Tumbuhan} \quad (3.22)$$

3.2.8 Menyusun Pembahasan, Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian menyajikan seluruh temuan yang diperoleh selama proses penelitian dan dijelaskan secara sistematis melalui pembahasan. Pembahasan dilakukan untuk menginterpretasikan hasil analisis sehingga informasi yang diperoleh dapat dipahami secara ilmiah dan komprehensif. Kesimpulan disusun sebagai jawaban atas rumusan masalah penelitian berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

Penetapan kesimpulan mengacu pada tujuan penelitian yang telah dirumuskan sejak awal agar konsisten dengan arah kajian. Saran disampaikan sebagai rekomendasi untuk penelitian selanjutnya guna

pengembangan kajian yang lebih mendalam dan penyempurnaan metode penelitian di masa mendatang. Penulisan kesimpulan dan saran disajikan secara ringkas, padat, dan jelas sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah.

3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya. Penelitian berfokus pada area permukiman dari aktivitas rumah tangga dari sektor energi, LPG, transportasi, limbah cair, timbulan sampah dan respirasi manusia yang meliputi empat kelurahan, yaitu Tanjung Perak, Krembangan Utara, Nyamplungan, dan Bongkaran. Waktu penelitian dilakukan selama 5 bulan yaitu bulan Februari – Juli 2026.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas permukiman rumah tangga merupakan salah satu sumber kontribusi emisi karbon dioksida (CO₂) yang berasal dari berbagai sektor. Sumber emisi yang diperhitungkan dalam kajian permukiman meliputi penggunaan bahan bakar *Liquefied Petroleum Gas* (LPG), aktivitas transportasi, konsumsi energi listrik, respirasi manusia, pengelolaan limbah cair domestik, serta timbunan sampah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji besaran emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas permukiman di Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya dengan mengacu pada metode perhitungan yang ditetapkan dalam *Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines* 2006 (IPCC 2006). Pengambilan sampel dilakukan menggunakan pendekatan stratifikasi berdasarkan tingkat sosial ekonomi hunian, yaitu rumah sederhana, rumah menengah, dan rumah mewah. Tahapan penelitian dilaksanakan secara sistematis sebagai berikut.

4.1 Distribusi Frekuensi

Penelitian ini menggunakan kuesioner sebagai instrumen pengumpulan data untuk mengidentifikasi besaran jejak karbon yang dihasilkan dari aktivitas permukiman di Kecamatan Pabean Cantian. Data yang diperoleh kemudian diringkas dan disusun dalam bentuk tabel distribusi frekuensi untuk dilakukan analisis data. Responden dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan jumlah KK di Kecamatan Pabean Cantian, dengan teknik penentuan sampel sebagaimana disajikan pada Tabel 3.1. Data yang telah terkumpul selanjutnya melalui tahap pengolahan dan penyajian secara sistematis. Hasil pengolahan data kemudian disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi yang mencakup identitas responden, penggunaan energi listrik, konsumsi LPG, serta aktivitas transportasi.

1. Jumlah Penghuni Rumah

Jumlah penghuni rumah merupakan salah satu faktor yang memengaruhi besaran aktivitas permukiman dan potensi emisi yang dihasilkan. Data jumlah penghuni dalam penelitian ini diperoleh dari responden yang tersebar di setiap kelurahan di Kecamatan Pabean

Cantian, kemudian diklasifikasikan berdasarkan jenis hunian, yaitu rumah sederhana, menengah, dan mewah. Distribusi rata-rata jumlah penghuni rumah responden pada tiap kelurahan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Rata-Rata Jumlah Penghuni Rumah

Kelurahan	Jumlah Penghuni Rumah		
	Rumah Sederhana	Rumah Menengah	Rumah Mewah
Nyamplungan	4	4	4
Bongkaran	3	4	4
Krembangan Utara	5	4	4
Tanjung Perak	4	4	4
Rata-Rata	4	4	4

Berdasarkan tabel tersebut, rata-rata jumlah penghuni rumah pada masing-masing kelurahan di Kecamatan Pabean Cantian menunjukkan nilai yang relatif sama pada setiap klasifikasi jenis hunian. Rata-rata jumlah penghuni rumah sederhana berkisar antara 3 hingga 5 orang, dengan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 4 orang per rumah. Jumlah rata-rata penghuni rumah menengah dan rumah mewah cenderung sama pada setiap kelurahan, yaitu sebesar 4 orang per rumah. Kondisi ini menunjukkan bahwa jumlah penghuni rumah tangga pada berbagai klasifikasi hunian di wilayah penelitian tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

2. Jumlah Pendapatan

Pendapatan rumah tangga merupakan salah satu faktor yang memengaruhi pola konsumsi energi dan potensi emisi yang dihasilkan. Penelitian ini, data pendapatan disajikan berdasarkan klasifikasi rumah sederhana, menengah, dan mewah untuk melihat perbedaan kondisi sosial ekonomi pada masing-masing klasifikasi. Distribusi pendapatan responden pada tiap klasifikasi hunian disajikan pada Tabel 4.2; Tabel 4.3; Tabel 4.4.

Tabel 4. 2 Jumlah Pendapatan Rumah Sederhana

Kelurahan	Jumlah Pendapatan				Total (Unit)
	<1.900.000	1.900.000 - 3.916.665	3.916.000 - 4.916.665	> 4.916.665	
Nyamplungan	3	1			4
Bongkaran	5				5

Kelurahan	Jumlah Pendapatan				Total (Unit)
	<1.900.000	1.900.000 - 3.916.665	3.916.000 - 4.916.665	> 4.916.665	
Kremlangan Utara	5	3	0	0	8
Tanjung Perak	15	2	0	0	17
Total	28	6	0	0	34

Berdasarkan Tabel 4.2 pada rumah tipe sederhana didominasi jumlah pendapatan sebesar <1.900.000. Kategori rumah sederhana tidak ada yang memiliki pendapatan 3.916.000 - 4.916.665 dan > 4.916.665.

Tabel 4. 3 Jumlah Pendapatan Rumah Menengah

Kelurahan	Jumlah Pendapatan				Total (Unit)
	<1.900.000	1.900.000 - 3.916.665	3.916.000 - 4.916.665	> 4.916.665	
Nyamplungan	4			0	4
Bongkaran	3	2		0	5
Kremlangan Utara	1	4	1	0	6
Tanjung Perak	1	11	5	0	18
Total	9	17	6	0	33

Berdasarkan Tabel 4.3 pada rumah tipe menengah didominasi jumlah pendapatan sebesar 1.900.000 - 3.916.665. Kategori rumah menengah tidak ada yang memiliki pendapatan > 4.916.665.

Tabel 4. 4 Jumlah Pendapatan Rumah Mewah

Kelurahan	Jumlah Pendapatan				Total (Unit)
	<1.900.000	1.900.000 - 3.916.665	3.916.000 - 4.916.665	> 4.916.665	
Nyamplungan			2	2	4
Bongkaran			2	3	5
Kremlangan Utara		1	2	5	8
Tanjung Perak			3	13	16
Total	27	6			33

Berdasarkan tabel secara keseluruhan, distribusi pendapatan menunjukkan bahwa rumah sederhana didominasi oleh kelompok berpendapatan < Rp1.900.000, rumah menengah berada pada rentang Rp1.900.000–Rp3.916.665, sedangkan rumah mewah didominasi oleh pendapatan > Rp4.916.665. Pola ini menunjukkan adanya peningkatan tingkat pendapatan seiring dengan klasifikasi jenis hunian.

3. Daya Listrik

Daya listrik merupakan indikator tingkat konsumsi energi rumah tangga yang berpengaruh terhadap potensi emisi. Penelitian ini menyajikan data daya listrik berdasarkan klasifikasi rumah sederhana, menengah, dan mewah. Distribusi daya listrik responden pada tiap klasifikasi hunian disajikan pada Tabel 4.5; Tabel 4.6; Tabel 4.7.

Tabel 4. 5 Daya Listrik Rumah Sederhana

Kelurahan	Daya Listrik (VA)				Total (Unit)
	450	900	1300	2200	
Nyamplungan	1	2	1	0	4
Bongkaran	2	3	0	0	5
Krembangan Utara	3	5	0	0	8
Tanjung Perak	3	14	0	0	17
Total	9	24	1	0	34

Berdasarkan Tabel 4.5 pada rumah tipe sederhana didominasi daya listrik yang digunakan sebesar 900 VA. Kategori rumah sederhana tidak ada yang menggunakan daya listrik 2200 VA.

Tabel 4. 6 Daya Listrik Rumah Menengah

Kelurahan	Daya Listrik (VA)				Total (Unit)
	450	900	1300	2200	
Nyamplungan	0	3	1	0	4
Bongkaran	1	2	2	0	5
Krembangan Utara	1	5		1	7
Tanjung Perak		11	6		17
Total	2	21	9	1	33

Berdasarkan Tabel 4.6 pada rumah tipe menengah didominasi daya listrik yang digunakan sebesar 900 VA.

Tabel 4. 7 Daya Listrik Rumah Mewah

Kelurahan	Daya Listrik (VA)				Total (Unit)
	450	900	1300	2200	
Nyamplungan	0		2	2	4
Bongkaran	0	2	2	1	5
Krembangan Utara	0	3	5		8
Tanjung Perak	0	3	10	3	16
Total	0	8	19	6	33

Berdasarkan tabel secara keseluruhan, distribusi daya listrik menunjukkan adanya perbedaan yang jelas pada setiap klasifikasi jenis hunian. Rumah

sederhana didominasi oleh penggunaan daya 900 VA, rumah menengah mulai bervariasi dengan dominasi pada 900 VA dan 1300 VA, sedangkan rumah mewah didominasi oleh daya listrik yang lebih tinggi, yaitu 1300 VA hingga 2200 VA. Pola ini menunjukkan bahwa semakin tinggi klasifikasi rumah, maka kapasitas daya listrik yang digunakan juga semakin meningkat.

4. Estimasi Populasi Tipe Rumah

Data distribusi tipe rumah pada wilayah penelitian tidak tersedia secara rinci dalam data sekunder yang dapat diakses. Oleh karena itu, pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah estimasi proporsi populasi berdasarkan distribusi sampel. Menurut Cochran (1977), proporsi dalam sampel dapat digunakan sebagai estimator terhadap proporsi populasi, terutama dalam kondisi keterbatasan data populasi.

Dalam penelitian ini, sampel yang telah diklasifikasikan ke dalam tipe rumah sederhana, menengah, dan mewah digunakan untuk menentukan proporsi masing-masing tipe. Proporsi tersebut kemudian diasumsikan mewakili distribusi populasi secara keseluruhan. Pendekatan ini sejalan dengan konsep stratified sampling berbasis proporsi, yaitu pembagian kelompok dilakukan berdasarkan karakteristik tertentu untuk meningkatkan representativitas sampel (Sugiyono, 2017). Perhitungan estimasi proporsi sampel pada tiap tipe rumah dapat dilakukan dengan Persamaan 4.1 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Proporsi} &= \frac{\text{Jumlah Tiap Tipe Sampel}}{\text{Total Sampel}} \\
 \text{Tipe Sederhana} &= \frac{34}{100} \\
 &= 0,34 \\
 \text{Tipe Menengah} &= \frac{33}{100} \\
 &= 0,33 \\
 \text{Tipe Mewah} &= \frac{33}{100} \\
 &= 0,33
 \end{aligned}$$

Maka, perhitungan estimasi jumlah setiap tipe pada populasi dapat

dilakukan dengan persamaan 4.2 sebagai berikut.

Estimasi Jumlah Tipe = Proporsi x Total Populasi

$$\begin{aligned}\text{Tipe Sederhana} &= 0,34 \times 25.074 \\ &= 8.525 \text{ Rumah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tipe Menengah} &= 0,33 \times 25.074 \\ &= 8.275 \text{ Rumah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tipe Mewah} &= 0,33 \times 25.074 \\ &= 8.275 \text{ Rumah}\end{aligned}$$

4.2 Analisis Jejak Karbon Sektor LPG

Jejak karbon dari penggunaan LPG dalam penelitian ini dihitung berdasarkan data konsumsi LPG rumah tangga yang diperoleh melalui kuesioner. Data tersebut kemudian dianalisis dengan mengelompokkan responden berdasarkan klasifikasi jenis hunian, yaitu rumah sederhana, rumah menengah, dan rumah mewah. Besaran konsumsi LPG ditentukan dari rata-rata penggunaan LPG per bulan yang mencerminkan aktivitas memasak dalam rumah tangga. Persamaan emisi hasil pembakaran bahan bakar memasak (IPCC GL 2006).

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{Konsumsi Energi} \times \text{Faktor Emisi}$$

$$\text{Konsumsi LPG} = \text{Penggunaan LPG} \times \text{Nilai Kalor}$$

Contoh perhitungan, 1 sampel rumah menggunakan LPG dengan jenis 3 kg. 1 tabung LPG 3 kg digunakan selama 15 hari.

$$\begin{aligned}\text{Penggunaan LPG selama 1 tahun} &= (365 \text{ hari}/15\text{hari}) \times 3 \text{ kg} \\ &= 73 \text{ kg/tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi LPG} &= \text{Penggunaan LPG} \times \text{Nilai Kalor} \\ &= 73 \text{ kg/tahun} \times 0,0000473 \text{ (TJ/kg)} \\ &= 0,00345 \text{ TJ/tahun}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan konsumsi LPG secara rinci disajikan pada Lampiran V. Berdasarkan data tersebut, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai rata-rata konsumsi LPG pada masing-masing tipe rumah. Nilai rata-rata diperoleh dengan membagi total penggunaan LPG dengan jumlah sampel pada setiap klasifikasi hunian. Total konsumsi LPG dihitung dari akumulasi penggunaan LPG seluruh responden pada masing-masing tipe rumah. Contoh perhitungan

rata-rata konsumsi LPG pada rumah sederhana disajikan pada bagian berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Rata – rata konsumsi LPG} &= \frac{\text{Jumlah Penggunaan LPG}}{\text{Jumlah Sampel}} \\
 &= \frac{0,1799 \text{ TJ/tahun}}{34} \\
 &= 0,0053 \text{ TJ/tahun}
 \end{aligned}$$

Nilai rata – rata konsumsi LPG yang digunakan oleh tipe rumah sederhana yaitu 0,0053 TJ/tahun. Rata – rata penggunaan LPG pada setiap tipe rumah disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Rata – rata konsumsi LPG Tiap Tipe Rumah

Tipe Rumah	Jumlah Sampel (Rumah)	Konsumsi Energi (TJ/tahun)	Rata – rata Konsumsi Energi (TJ/tahun)
Sederhana	34	0,1799	0,0053
Menengah	33	0,1660	0,0050
Mewah	33	0,1775	0,0054
Total	100	0,5234	0,0157

Berdasarkan Tabel 4.8, rata-rata konsumsi LPG tertinggi terdapat pada rumah mewah, diikuti rumah sederhana, dan terendah pada rumah menengah. Berdasarkan hasil wawancara dengan responden, rumah mewah memiliki konsumsi LPG tertinggi dibandingkan tipe rumah lainnya karena penggunaan LPG dilakukan untuk aktivitas memasak harian dengan frekuensi yang lebih tinggi serta penggunaan peralatan memasak yang lebih banyak. Pada rumah sederhana, konsumsi LPG juga tergolong tinggi karena sebagian besar responden menyatakan aktivitas memasak dilakukan secara rutin di rumah setiap hari. Sementara itu, responden pada rumah menengah menunjukkan konsumsi LPG yang lebih rendah karena frekuensi memasak harian lebih sedikit dan sebagian aktivitas konsumsi makanan dilakukan di luar rumah. Hasil penelitian tersebut didukung oleh Ngurah dkk., (2016), yang menyatakan bahwa faktor yang memengaruhi emisi CO₂ dari sektor rumah tangga antara lain jumlah penggunaan bahan bakar, intensitas pemakaian LPG, serta karakteristik rumah tangga. Besaran emisi CO₂ dipengaruhi oleh jumlah konsumsi LPG, frekuensi aktivitas memasak, serta tipe rumah yang mencerminkan perbedaan pola penggunaan energi pada setiap rumah tangga.

Hasil perhitungan emisi CO₂ yang berasal dari penggunaan LPG pada

seluruh responden di setiap tipe rumah disajikan secara lengkap pada Lampiran V. Sebagai ilustrasi, contoh perhitungan emisi CO₂ dari penggunaan LPG ditunjukkan pada responden nomor 1 di Kelurahan Nyamplungan dengan klasifikasi rumah sederhana.

$$\begin{aligned}
 \text{Konsumsi LPG} &= 0,00345 \text{ TJ/tahun} \\
 \text{Faktor Emisi} &= 63100 \text{ kg/TJ} \\
 \text{Emisi CO}_2 &= \text{Konsumsi Energi} \times \text{Faktor Emisi} \\
 &= 0,00345 \text{ TJ/tahun} \times 63100 \text{ kg/TJ} \\
 &= 217,70 \text{ kg/tahun} \\
 &= 0,22 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan contoh perhitungan tersebut, diperoleh nilai emisi CO₂ sebesar 0,22 ton CO₂/tahun yang berasal dari penggunaan LPG di Kelurahan Nyamplungan pada tipe rumah sederhana responden nomor 1. Rincian perhitungan secara lengkap disajikan pada Lampiran V.

Nilai rata-rata emisi CO₂ pada setiap tipe rumah diperoleh setelah seluruh perhitungan emisi CO₂ pada masing-masing sampel dilakukan. Contoh perhitungan rata-rata mengacu pada hasil perhitungan emisi CO₂ dari penggunaan LPG pada tipe rumah sederhana sebagaimana tercantum pada Lampiran V.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Sampel} &= 34 \\
 \text{Total emisi tipe rumah sederhana} &= 11,35 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \quad (\text{Lampiran V}) \\
 \text{Maka,}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata – rata emisi CO}_2 &= \frac{\text{Total Emisi CO}_2}{\text{Jumlah Sampel}} \\
 &= \frac{11,35 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}}{34} \\
 &= 0,33 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Rata-rata emisi CO₂ dari penggunaan LPG pada tipe rumah sederhana diperoleh sebesar 0,33 ton CO₂/tahun. Nilai rata-rata untuk tipe rumah menengah dan mewah dihitung menggunakan metode yang sama seperti pada contoh perhitungan sebelumnya. Rincian perhitungan secara lengkap disajikan pada Lampiran V. Hasil akhir perhitungan rata-rata emisi CO₂ dari penggunaan LPG berdasarkan tipe rumah ditampilkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Rata – Rata Emisi CO₂ Penggunaan LPG

Tipe Rumah	Jumlah Sampel	Total Emisi CO₂ (ton CO₂/tahun)	Rata – rata Emisi CO₂ (ton CO₂/tahun)
Sederhana	34	11,35	0,33
Menengah	33	10,47	0,32
Mewah	33	11,20	0,34

Berdasarkan Tabel 4.9, rata-rata emisi CO₂ dari penggunaan LPG tertinggi terdapat pada rumah mewah sebesar 0,34 ton CO₂/tahun, diikuti rumah sederhana sebesar 0,33 ton CO₂/tahun, dan terendah pada rumah menengah sebesar 0,32 ton CO₂/tahun. Perbedaan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi aktivitas dan pola konsumsi energi rumah tangga, maka emisi yang dihasilkan cenderung meningkat (Hasnsa, 2021).

Total emisi CO₂ merupakan akumulasi emisi yang dihasilkan dari seluruh rumah tangga pada masing-masing tipe hunian. Perhitungan total emisi dilakukan dengan mengalikan rata-rata emisi CO₂ dengan jumlah rumah pada setiap tipe rumah. Penggunaan jumlah rumah sebagai dasar perhitungan disesuaikan dengan batasan penelitian, bahwa 1 rumah diasumsikan mewakili 1 kepala keluarga (KK). Oleh karena itu, jumlah rumah digunakan untuk merepresentasikan sumber aktivitas rumah tangga penghasil emisi karbon pada masing-masing tipe rumah. Contoh perhitungan total emisi CO₂ ditunjukkan pada tipe rumah sederhana.

Rata – rata emisi CO₂ = 0,33 ton CO₂/tahun

Jumlah Rumah Sederhana = 8.525 Rumah

Maka,

Total Emisi = Rata – rata emisi x Jumlah rumah sederhana
 = 0,33 ton CO₂/tahun x 8.525
 = 2.813,25 ton CO₂/tahun

Jadi, total emisi CO₂ dari penggunaan LPG pada tipe rumah sederhana adalah 2.813,25 ton CO₂/tahun. Perhitungan emisi CO₂ dari penggunaan LPG pada tipe rumah menengah dan mewah dilakukan dengan cara perhitungan yang sama. Hasil perhitungan emisi CO₂ dari penggunaan LPG setiap tipe

rumah dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Total Emisi CO₂ dari penggunaan LPG

Tipe Rumah	Rata – Rata Emisi CO₂ (ton CO₂/tahun)	Jumlah Rumah	Total Emisi CO₂ (ton CO₂/tahun)
Sederhana	0,33	8.525	2.813,25
Menengah	0,32	8.275	2.648
Mewah	0,34	8.275	2.813,50
Total	0,99	25.074	8.274,75

Perbedaan hasil emisi CO₂ pada tiap tipe rumah dipengaruhi oleh kombinasi tingkat konsumsi energi dan jumlah rumah tangga. Tipe rumah mewah cenderung menghasilkan emisi lebih tinggi karena tingkat konsumsi energi rumah tangga berbanding lurus dengan gaya hidup dan aktivitas harian, seperti frekuensi memasak dan penggunaan energi yang lebih beragam, sebagaimana dijelaskan bahwa emisi rumah tangga berasal dari aktivitas energi seperti penggunaan LPG dan dipengaruhi oleh kebutuhan serta gaya hidup masyarakat (Subhani & Hadi, 2025). Rumah tipe sederhana menunjukkan emisi yang lebih rendah karena pola konsumsi energi cenderung lebih terbatas dan efisien secara ekonomi. Adapun rumah tipe menengah memiliki emisi paling rendah karena berada pada kondisi konsumsi yang relatif optimal, menggunakan energi tidak berlebihan namun tetap mencukupi kebutuhan, sehingga menghasilkan emisi yang lebih terkendali. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa variasi emisi antar rumah tangga lebih dipengaruhi oleh tingkat konsumsi energi dan aktivitas domestik, bukan semata jumlah penghuni (Fitri dkk., 2020).

4.3 Analisis Jejak Karbon Sektor Transportasi

Jejak karbon dari penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) diperoleh berdasarkan tingkat konsumsi BBM pada sektor transportasi. Data tersebut dikumpulkan melalui kuesioner yang mencakup jumlah kendaraan yang digunakan oleh masyarakat dalam aktivitas permukiman. Jumlah kendaraan responden disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Jumlah Kendaraan Responden

Tipe Rumah	Jumlah Sampel (Rumah)	Jumlah Motor (Unit)	Jumlah Mobil (Unit)
Sederhana	34	35	0

Tipe Rumah	Jumlah Sampel (Rumah)	Jumlah Motor (Unit)	Jumlah Mobil (Unit)
Menengah	33	38	0
Mewah	33	65	9
Total	100	138	9

Kendaraan merupakan salah satu kebutuhan penting masyarakat dalam menunjang berbagai aktivitas sehari-hari. Berdasarkan Tabel 4.11, jenis kendaraan yang paling dominan dimiliki oleh masyarakat di Kecamatan Pabean Cantian adalah sepeda motor. Jumlah kendaraan pada setiap rumah tangga sebanding dengan jumlah penghuni, rumah dengan tipe yang lebih tinggi memiliki jumlah dan penggunaan kendaraan yang lebih besar dibandingkan tipe rumah lainnya. Kondisi ini dipengaruhi oleh beragam aktivitas individu, seperti bekerja, menempuh pendidikan, berbelanja, serta kegiatan antar jemput. Peningkatan jumlah penduduk turut mendorong tingginya mobilitas masyarakat dan kebutuhan akan sarana transportasi. Menurut Chaerunnisa dkk (2024) bahwa pertumbuhan penduduk berkontribusi terhadap peningkatan jumlah kendaraan dan kebutuhan transportasi.

Penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan salah satu sektor penggunaan energi sebagai transportasi. Persamaan Emisi hasil pembakaran bahan bakar (IPCC GL 2006).

Emisi CO₂ = Konsumsi Energi x Faktor Emisi

Konsumsi BBM = Penggunaan BBM x Nilai Kalor

Contoh perhitungan, 1 sampel rumah memiliki kendaraan 1 unit motor dengan bahan bakar jenis pertalite. Penggunaan BBM sebesar 1,5 Liter yang digunakan selama 3 hari. Maka penggunaan BBM/hari adalah 0,5 L/hari.

Penggunaan BBM selama 1 tahun = 0,5 L/hari x 365 hari
= 182 L/tahun

Konsumsi BBM = Penggunaan BBM x Nilai Kalor
= 182 L/tahun x 0,000033 (TJ/L)
= 0,0060 TJ/tahun

Hasil perhitungan konsumsi BBM secara lengkap disajikan pada Lampiran VI. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai rata-rata konsumsi BBM pada masing-masing tipe rumah. Nilai rata-rata diperoleh

dengan membagi total konsumsi BBM dengan jumlah sampel pada setiap klasifikasi hunian. Total konsumsi BBM merupakan hasil penjumlahan penggunaan BBM dari seluruh responden pada masing-masing tipe rumah. Contoh perhitungan rata-rata konsumsi BBM pada tipe rumah sederhana sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Rata – rata konsumsi BBM} &= \frac{\text{Total Konsumsi BBM}}{\text{Jumlah Sampel}} \\ &= \frac{0,1984 \text{ TJ/tahun}}{34} \\ &= 0,0058 \text{ TJ/tahun}\end{aligned}$$

Nilai rata-rata konsumsi BBM pada tipe rumah sederhana diperoleh sebesar 0,0058 TJ/tahun. Rata-rata konsumsi BBM untuk masing-masing tipe rumah disajikan pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Rata – rata konsumsi BBM Tiap Tipe Rumah

Tipe Rumah	Jumlah Sampel (Rumah)	Konsumsi Energi (TJ/tahun)	Rata – rata Konsumsi Energi (TJ/tahun)
Sederhana	34	0,1984	0,0058
Menengah	33	0,2384	0,0072
Mewah	33	0,7115	0,0216
Total	100	1,1483	0,0346

Hasil perhitungan emisi CO₂ dari penggunaan BBM pada seluruh responden di setiap tipe rumah disajikan secara lengkap pada Lampiran VI. Sebagai contoh, perhitungan emisi CO₂ dari penggunaan BBM ditunjukkan pada responden nomor 1 di Kelurahan Nyamplungan dengan klasifikasi rumah sederhana.

$$\begin{aligned}\text{Emisi CO}_2 &= \text{Konsumsi Energi} \times \text{Faktor Emisi} \\ &= 0,0060 \text{ TJ/tahun} \times 74100 \text{ kg/TJ} \\ &= 444,6 \text{ kg/tahun} \\ &= 0,44 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}\end{aligned}$$

Berdasarkan contoh perhitungan tersebut, diperoleh nilai emisi CO₂ sebesar 0,44 ton CO₂/tahun yang berasal dari penggunaan BBM di Kelurahan Nyamplungan pada tipe rumah sederhana responden nomor 1. Rincian perhitungan secara lengkap disajikan pada Lampiran VI.

Nilai rata-rata emisi CO₂ pada setiap tipe rumah diperoleh dengan

membagi total emisi CO₂ dengan jumlah sampel pada masing-masing klasifikasi hunian. Contoh perhitungan rata-rata tersebut mengacu pada hasil perhitungan emisi CO₂ dari penggunaan BBM pada tipe rumah sederhana sebagaimana tercantum pada Lampiran VI.

$$\begin{aligned}\text{Rata - rata emisi CO}_2 &= \frac{\text{Total Emisi CO}_2}{\text{Jumlah Sampel}} \\ &= \frac{14,70 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}}{34} \\ &= 0,43 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}\end{aligned}$$

Rata - rata emisi CO₂ dari penggunaan BBM pada tipe rumah sederhana diperoleh sebesar 0,43 ton CO₂/tahun. Nilai rata-rata untuk tipe rumah menengah dan mewah dihitung menggunakan metode yang sama seperti pada contoh perhitungan sebelumnya. Rincian perhitungan secara lengkap disajikan pada Lampiran VI. Hasil perhitungan rata-rata emisi CO₂ dari penggunaan BBM berdasarkan tipe rumah disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Rata – Rata Emisi CO₂ Penggunaan BBM

Tipe Rumah	Jumlah Sampel	Total Emisi CO₂ (ton CO₂/tahun)	Rata – rata Emisi CO₂ (ton CO₂/tahun)
Sederhana	34	14,70	0,43
Menengah	33	17,66	0,54
Mewah	33	52,72	1,60
Total	100	85,08	2,57

Total emisi CO₂ merupakan akumulasi emisi yang dihasilkan dari seluruh tipe rumah. Nilai total emisi diperoleh melalui perkalian antara rata-rata emisi CO₂ (sebagaimana disajikan pada Tabel 4.13) dengan jumlah KK pada masing-masing tipe rumah. Contoh perhitungan total emisi CO₂ ditunjukkan pada tipe rumah sederhana.

$$\text{Rata – rata emisi CO}_2 = 0,43 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}$$

$$\text{Jumlah rumah sederhana} = 8.525 \text{ Rumah}$$

Maka,

$$\begin{aligned}\text{Total Emisi} &= \text{Rata – rata emisi} \times \text{Jumlah rumah sederhana} \\ &= 0,43 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \times 8.525 \\ &= 3.665,75 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}\end{aligned}$$

Jadi, total emisi CO₂ dari penggunaan BBM pada tipe rumah sederhana adalah 3.665,75 ton CO₂/tahun. Perhitungan emisi CO₂ dari penggunaan BBM pada tipe rumah menengah dan mewah dilakukan dengan cara perhitungan yang sama. Hasil perhitungan emisi CO₂ dari penggunaan BBM setiap tipe rumah dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Total Emisi CO₂ Penggunaan BBM

Tipe Rumah	Rata – rata Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)	Jumlah Rumah	Total Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)
Sederhana	0,43	8.525	3.665,75
Menengah	0,54	8.275	4.468,50
Mewah	1,60	8.275	13.240
Total	2,57	25.074	21.374,25

Perbedaan rata-rata emisi CO₂ dari penggunaan BBM pada tiap tipe rumah, meskipun jumlah penghuni relatif sama, dipengaruhi oleh variasi intensitas mobilitas dan kepemilikan kendaraan dalam rumah tangga. Tipe rumah mewah menunjukkan emisi tertinggi karena umumnya memiliki jumlah kendaraan lebih banyak serta frekuensi perjalanan yang lebih tinggi, sehingga konsumsi BBM meningkat secara signifikan dan berbanding lurus dengan emisi yang dihasilkan. Hal ini didukung oleh penelitian yang menyatakan bahwa sektor transportasi menjadi salah satu kontributor utama emisi karbon akibat peningkatan penggunaan kendaraan bermotor dan konsumsi bahan bakar (Malik dkk., 2025).

Rumah tipe menengah memiliki emisi yang lebih rendah dibandingkan rumah mewah namun lebih tinggi dari sederhana, yang mencerminkan tingkat mobilitas dan kepemilikan kendaraan yang moderat. Rumah tipe sederhana menghasilkan emisi paling rendah karena keterbatasan kepemilikan kendaraan dan aktivitas perjalanan yang lebih sedikit, sehingga penggunaan BBM relatif lebih kecil. Selain itu, aktivitas rumah tangga seperti bekerja, sekolah, dan kebutuhan harian juga turut memengaruhi penggunaan BBM yang berkontribusi terhadap emisi CO₂ (Dewi dkk., 2022).

4.4 Analisis Jejak Karbon Sektor Listrik

Jejak karbon dari penggunaan listrik dihitung berdasarkan besarnya konsumsi energi listrik yang dihasilkan oleh aktivitas permukiman. Data

konsumsi listrik diperoleh melalui hasil penyebaran kuesioner kepada responden. Emisi karbon diklasifikasikan berdasarkan tipe rumah, yaitu rumah sederhana, rumah menengah, dan rumah mewah. Besaran konsumsi energi listrik ditentukan dari rata-rata penggunaan listrik per bulan. Penentuan nilai penggunaan listrik didasarkan pada daya listrik terpasang serta besaran biaya listrik bulanan dalam satuan Rupiah. Biaya listrik juga diperhitungkan Pajak Penerangan Jalan (PPJ) untuk golongan rumah tangga sebesar 8%, sebagaimana diatur dalam Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 4 Tahun 2011.

Konsumsi penggunaan Listrik dalam satuan kWh dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.4. Contoh perhitungan konsumsi penggunaan Listrik responden dari tipe rumah sederhana. 1 sampel rumah sederhana memiliki daya 900 VA dengan tipe pascabayar. Daya 900 VA tarif pemakaian sebesar Rp 1.352,00/kWh. Rata – rata tarif pemakaian Listrik rumah tangga sebesar Rp 65.000,00/bulan dengan PPJ 8% maka,

$$\begin{aligned}
 \text{Konsumsi Listrik/bulan} &= \frac{\text{Tarif pemakaian listrik rumah tangga (Rp)}}{\text{Tarif pemakaian listrik} \left(\frac{\text{Rp}}{\text{kWh}} \right) \times 108\%} \\
 &= \frac{\text{Rp } 65.000}{\text{Rp } 1.352 \times 108\%} \\
 &= 44,52 \text{ kWh} \\
 &= 0,04 \text{ mWh/bulan}
 \end{aligned}$$

Besaran konsumsi listrik pada masing-masing sampel rumah, yaitu tipe sederhana, menengah, maupun mewah, disajikan pada Lampiran VII. Perhitungan nilai rata-rata konsumsi listrik ditentukan dengan membagi total penggunaan listrik dengan jumlah sampel pada setiap tipe rumah. Total penggunaan listrik diperoleh dari hasil penjumlahan konsumsi listrik seluruh sampel dalam masing-masing kategori tipe rumah. Contoh perhitungan rata-rata konsumsi listrik pada rumah tipe sederhana dapat dilihat pada perhitungan berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Rata – rata penggunaan listrik} &= \frac{\text{Jumlah Penggunaan listrik/bulan}}{\text{Jumlah Sampel}} \\
 &= \frac{6,17 \text{ mWh/bulan}}{34} \\
 &= 0,18 \text{ mWh/bulan}
 \end{aligned}$$

Nilai rata – rata penggunaan listrik pada tipe rumah sederhana yaitu 0,18 mWh/bulan, rata – rata penggunaan listrik pada setiap tipe rumah dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Rata – Rata Penggunaan Listrik

Tipe Rumah	Jumlah Sampel (Rumah)	Total Penggunaan Listrik (mWh/bulan)	Rata – Rata Penggunaan Listrik (mWh/bulan)
Sederhana	34	6,17	0,18
Menengah	33	4,88	0,15
Mewah	33	10,55	0,32
Total	100	21,60	0,65

Emisi CO₂ yang dianalisis dalam penelitian ini merupakan emisi yang berasal dari konsumsi energi listrik pada sektor permukiman. Hasil perhitungan emisi CO₂ yang dihasilkan dari penggunaan listrik untuk seluruh responden pada masing-masing tipe rumah disajikan pada Lampiran VII. Sebagai ilustrasi, perhitungan emisi CO₂ dari penggunaan listrik di Kelurahan Nyamplungan pada rumah tipe sederhana untuk responden nomor 1 dilakukan pada Persamaan 3.3 berikut.

Data Aktivitas = 0,04 mWh/bulan

FE Listrik = 0,87 ton CO₂/mWh (Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Kelistrikan, 2019).

Emisis GRK Listrik = DA x FE Listrik
= 0,04 mWh/bulan x 0,87 ton CO₂/mWh
= 0,03 ton CO₂/bulan
= 0,42 ton CO₂/tahun

Berdasarkan contoh perhitungan tersebut, diperoleh nilai emisi CO₂ sebesar 0,42 ton CO₂/tahun yang berasal dari penggunaan listrik pada rumah tipe sederhana di Kelurahan Nyamplungan untuk responden nomor 1. Perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran VII. Selanjutnya, nilai rata-rata emisi CO₂ untuk setiap tipe rumah diperoleh setelah dilakukan perhitungan emisi pada seluruh sampel. Sebagai ilustrasi, contoh perhitungan rata-rata diambil dari hasil perhitungan emisi CO₂ listrik pada rumah tipe sederhana yang disajikan pada Lampiran VII.

Diketahui

$$\text{Jumlah Sampel} = 34$$

$$\text{Total Emisi Tipe Rumah Sederhana} = 61,32 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata Emisi CO}_2 &= \frac{\text{Total Emisi CO}_2}{\text{Jumlah Sampel}} \\ &= \frac{61,32 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}}{34 \text{ Rumah}} \\ &= 1,80 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \end{aligned}$$

Hasil rata-rata emisi CO₂ dari penggunaan listrik pada rumah tipe sederhana sebesar 1,80 ton CO₂/tahun. Perhitungan untuk tipe rumah menengah dan mewah dilakukan dengan metode yang sama sebagaimana pada contoh perhitungan sebelumnya. Rincian perhitungan secara lengkap disajikan pada Lampiran VII. Hasil rata-rata emisi CO₂ dari penggunaan listrik berdasarkan tipe rumah ditampilkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Rata – rata Emisi CO₂ Penggunaan Listrik

Tipe Rumah	Jumlah Sampel	Total Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)	Rata – Rata Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)
Sederhana	34	61,32	1,80
Menengah	33	50,99	1,55
Mewah	33	110,09	3,34

Total emisi CO₂ merupakan akumulasi keseluruhan emisi yang dihasilkan dari seluruh tipe rumah. Nilai total emisi diperoleh melalui perkalian antara rata-rata emisi CO₂ (sebagaimana tercantum pada Tabel 4.16) dengan jumlah unit rumah pada masing-masing tipe. Contoh perhitungan total emisi CO₂ dapat diilustrasikan pada tipe rumah sederhana.

$$\text{Rata – rata Emisi CO}_2 = 1,80 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}$$

$$\text{Jumlah Rumah Sederhana} = 8.525 \text{ Rumah}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Total Emisi} &= \text{Rata – rata Emisi} \times \text{Jumlah Rumah} \\ &= 1,80 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \times 8.525 \\ &= 15.345 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \end{aligned}$$

Total emisi CO₂ dari penggunaan listrik pada rumah tipe sederhana sebesar 15.345 ton CO₂/tahun. Perhitungan untuk tipe rumah menengah dan mewah dilakukan menggunakan metode yang sama sebagaimana pada contoh

sebelumnya. Hasil rekapitulasi total emisi CO₂ dari penggunaan listrik untuk seluruh tipe rumah disajikan pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Total Emisi CO₂ Penggunaan Listrik

Tipe Rumah	Rata – rata Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)	Jumlah Rumah	Total Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)
Sederhana	1,80	8.525	15.345
Menengah	1,55	8.275	12.826,25
Mewah	3,34	8.275	27.638,5
Total	6,69	25.074	55.809,75

Perbedaan rata-rata emisi CO₂ dari penggunaan listrik pada tiap tipe rumah, meskipun jumlah penghuni relatif sama, dipengaruhi oleh intensitas konsumsi energi listrik, karakteristik bangunan, dan kepemilikan peralatan elektronik dalam rumah tangga. Tipe rumah mewah menunjukkan emisi tertinggi karena memiliki lebih banyak peralatan listrik berdaya tinggi seperti *Air Conditioner* (AC), kulkas lebih dari satu, *water heater*, serta perangkat elektronik lainnya yang beroperasi dalam durasi lebih lama, sehingga konsumsi listrik meningkat signifikan dan berbanding lurus dengan emisi CO₂ yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa konsumsi listrik rumah tangga dipengaruhi oleh faktor seperti ukuran hunian, waktu penggunaan pendingin/pemanas, serta karakteristik rumah tangga itu sendiri (Kotsila & Polychronidou, 2021).

Hasil wawancara menunjukkan bahwa rumah tipe sederhana memiliki emisi listrik lebih tinggi dibandingkan tipe menengah karena penggunaan peralatan listrik dilakukan dalam durasi yang lebih lama. Responden pada rumah tipe sederhana menyatakan bahwa beberapa peralatan elektronik, seperti televisi, kipas angin, dan lampu, digunakan hampir sepanjang hari. Sementara itu, responden pada rumah tipe menengah menunjukkan penggunaan peralatan listrik yang lebih terbatas sesuai kebutuhan. Kondisi ini menunjukkan bahwa besarnya emisi listrik dipengaruhi oleh pola penggunaan energi di rumah tangga. Fenomena ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa konsumsi energi rumah tangga tidak hanya dipengaruhi oleh tingkat ekonomi, tetapi juga oleh perilaku penggunaan energi dan efisiensi peralatan listrik (Fitri dkk., 2020).

4.5 Analisis Jejak Karbon Sektor Respirasi Manusia

Perhitungan emisi CO₂ yang berasal dari respirasi manusia dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.10. Contoh perhitungan emisi CO₂ pada rumah tipe sederhana di Kelurahan Nyamplungan untuk responden nomor 1 disajikan sebagai berikut.

$$n = 2 \text{ Orang}$$

$$FE = 251 \text{ kg CO}_2/\text{orang/tahun}$$

Maka,

$$\text{Emisi CO}_2 = n \times FE$$

$$= 2 \text{ Orang} \times 251 \text{ kg CO}_2/\text{orang/tahun}$$

$$= 502 \text{ kg CO}_2/\text{hari}$$

$$= 0,50 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}$$

Berdasarkan contoh perhitungan tersebut, diperoleh nilai emisi CO₂ dari respirasi manusia sebesar 0,50 ton CO₂/tahun. Rincian perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran VIII. Setelah dilakukan perhitungan emisi CO₂ pada seluruh responden, tahap selanjutnya adalah menghitung nilai rata-rata emisi CO₂ pada masing-masing tipe rumah. Contoh perhitungan rata-rata diambil dari hasil perhitungan emisi CO₂ respirasi manusia pada setiap responden untuk tipe rumah sederhana yang disajikan pada Lampiran VIII.

$$\text{Jumlah Sampel} = 34 \text{ Rumah}$$

$$\text{Total Emisi CO}_2 \text{ Tipe Rumah Sederhana} = 31,63 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata Emisi CO}_2 &= \frac{\text{Total Emisi CO}_2}{\text{Jumlah Sampel}} \\ &= \frac{31,63 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}}{34} \\ &= 0,93 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \end{aligned}$$

Rata-rata emisi CO₂ dari respirasi manusia pada rumah tipe sederhana sebesar 0,93 ton CO₂/tahun. Perhitungan untuk tipe rumah menengah dan mewah dilakukan dengan metode yang sama sebagaimana pada contoh sebelumnya. Nilai rata-rata emisi CO₂ dari respirasi manusia berdasarkan tipe rumah disajikan pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Rata – rata Emisi dari Respirasi Manusia

Tipe Rumah	Jumlah Sampel	Total Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)	Rata – Rata Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)
Sederhana	34	31,63	0,93
Menengah	33	33,63	1,02
Mewah	33	34,14	1,03

Berdasarkan Tabel 4.18, rumah tipe mewah menghasilkan rata-rata emisi CO₂ terbesar yang berasal dari respirasi manusia. Total emisi CO₂ di Kecamatan Pabean Cantian berdasarkan tipe rumah disajikan pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Total Emisi CO₂ dari Respirasi Manusia

Tipe Rumah	Rata – rata Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)	Jumlah Rumah	Total Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)
Sederhana	0,93	8.525	7.928,25
Menengah	1,02	8.275	8.440,5
Mewah	1,03	8.275	8.523,25
Total	2,98	25.074	24.891,9

Perbedaan rata-rata emisi CO₂ dari respirasi manusia pada setiap tipe rumah dipengaruhi oleh karakteristik penghuni rumah, seperti usia dan aktivitas harian yang dilakukan. Berdasarkan hasil wawancara, penghuni pada rumah tipe mewah memiliki aktivitas harian dan usia yang lebih beragam sehingga menghasilkan emisi respirasi lebih tinggi dibandingkan tipe rumah lainnya. Sementara itu, penghuni pada rumah tipe sederhana dan menengah memiliki aktivitas harian yang relatif lebih stabil dan usia penghuni mayoritas usia lanjut sehingga emisi respirasi yang dihasilkan lebih rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa emisi CO₂ dari respirasi manusia tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah penghuni, tetapi juga oleh aktivitas metabolisme tubuh masing-masing individu.

4.6 Analisis Jejak Karbon Sektor Limbah Cair

Analisis jejak karbon pada sektor limbah cair rumah tangga dilakukan untuk mengetahui besarnya emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas pembuangan air limbah domestik. Limbah cair domestik terbagi menjadi dua kategori, yaitu *greywater* yang berasal dari aktivitas mandi, mencuci, dan kegiatan dapur, serta *blackwater* yang berasal dari buangan toilet (Pratama dkk., 2023). Pada penelitian ini, perhitungan emisi difokuskan pada limbah *blackwater* yang tertampung di dalam septic tank karena limbah tersebut memiliki kandungan bahan organik yang berpotensi menghasilkan

emisi gas rumah kaca melalui proses penguraian anaerob.

Perhitungan emisi gas rumah kaca pada subsektor limbah cair mengacu pada pedoman *Intergovernmental Panel on Climate Change* tahun 2006. Dalam metode tersebut, salah satu parameter utama yang digunakan adalah nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), yang menunjukkan besarnya kebutuhan oksigen biologis untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah. Nilai BOD₅ per kapita yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada hasil studi *Japan International Cooperation Agency* (JICA) dan Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia tahun 2011 sebagaimana dikutip dalam Priadie (2017) yang dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4. 20 Nilai BOD Air Limbah Kota Surabaya

No	Tipe Rumah	Beban BOD (g/orang/hari)
1.	Sederhana	26,8
2.	Menengah	34,6
3.	Mewah	43,9
	Rata – rata	35,1

Sumber: JICA dan Kementrian PU Republik Indonesia, 2011

Berdasarkan Tabel 4.20, nilai beban BOD yang diperoleh masih berada dalam rentang nilai default BOD per kapita untuk wilayah Asia, Timur Tengah, dan Amerika Latin, yaitu sebesar 35–45 gram/orang/hari (IPCC, 2019). Nilai BOD menunjukkan besarnya kandungan bahan organik dalam air limbah, peningkatan bahan organik akan memengaruhi tingginya nilai BOD pada perairan (Zurfi & Sibarani, 2025). Setelah nilai BOD diperoleh, selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan 3.5. Contoh perhitungan dilakukan pada rumah tipe sederhana nomor 1 (Lampiran IX).

$$\begin{aligned}
 \text{TOW} &= P \times \text{BOD}_5 \times 0,001 \times 365 & (3.5) \\
 &= 2 \text{ orang} \times 26,8 \text{ g/hari} \times 0,001 \times 365 \\
 &= 19,56 \text{ kg BOD/tahun}
 \end{aligned}$$

Faktor konversi sebesar 0,001 digunakan untuk mengubah satuan gram BOD₅ menjadi kilogram BOD₅, sedangkan faktor 365 digunakan untuk mengonversi data harian menjadi tahunan. Selanjutnya dilakukan perhitungan *Total Organically Degradable Material in Wastewater* (TOW) yang diolah melalui sistem *septic tank* menggunakan Persamaan 3.6. Nilai TOW diperoleh dari hasil perhitungan beban BOD₅ yang telah ditentukan sebelumnya.

Perhitungan TOW pada sistem *septic tank* mempertimbangkan klasifikasi golongan pendapatan, yaitu pendapatan rendah dan pendapatan tinggi. Contoh perhitungan TOW untuk rumah sederhana nomor 1 disajikan pada Lampiran IX sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 I &= 1 \text{ (karena tidak ada kegiatan industri)} \\
 U_i &= 0,12 \text{ (dikarenakan populasi perkotaan tinggi menurut DLH Kota Surabaya, 2022)} \\
 T_i &= 0,14 \text{ (dikarenakan pendapatan rendah)} \\
 TOW &= 19,56 \text{ kg BOD/tahun} \\
 TOW_{Septic} &= \sum i [TOW \times U_i \times T_i \times I] \quad (3.6) \\
 &= 19,56 \text{ kg BOD/tahun} \times 0,12 \times 0,14 \times 1 \\
 &= 0,33 \text{ kg BOD/tahun}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai TOW *septic tank*, maka dilakukan perhitungan komponen organik yang dihilangkan sebagai lumpur dari sistem septic (*Sseptic*) dengan menggunakan Persamaan 3.7. Contoh perhitungan *Sseptic* pada tipe rumah sederhana sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 TOW_{Septic} &= 0,33 \text{ kg BOD/tahun} \\
 F &= 0,5 \quad (IPCC, 2019) \\
 S_{septic} &= TOW_{septic} \times F \times 0,5 \quad (3.7) \\
 &= 0,33 \text{ kg BOD/tahun} \times 0,5 \times 0,5 \\
 &= 0,0825 \text{ kg BOD/tahun}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai *Sseptic*, maka emisi CH₄ dapat dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan 3.8. Contoh perhitungan emisi CH₄ rumah sederhana sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 FE &= Bo \times MCF \quad (3.8) \\
 &= 0,6 \times 0,5 \quad (IPCC, 2019) \\
 &= 0,3 \\
 \text{Emisi CH}_4 &= [(TOW - S) \times FE - R] \quad (3.9) \\
 &= [(0,33 \text{ kg BOD/tahun} - 0,0825 \text{ kg BOD/tahun}) \times 0,3 - 0] \\
 &= 0,07 \text{ kg/tahun} \\
 \text{Emisi CO}_2 &= \text{Emisi CH}_4 \times 44/16 \\
 &= 0,07 \text{ kg/tahun} \times 44/16
 \end{aligned}$$

$$= 0,203 \text{ kg/tahun}$$

$$= 0,000203 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa emisi CO₂ yang dihasilkan dari *septic tank* sebesar 0,000204 ton/tahun. Perhitungan lengkap untuk seluruh responden dapat dilihat pada Lampiran IX. Selanjutnya, nilai emisi CO₂ yang telah diperoleh untuk masing-masing responden digunakan dalam perhitungan rata-rata emisi CO₂ berdasarkan tipe rumah. Contoh perhitungan rata-rata emisi CO₂ disajikan menggunakan data emisi CO₂ *septic tank* pada responden rumah sederhana yang terdapat pada Lampiran IX.

$$\text{Jumlah sampel} = 34 \text{ rumah}$$

$$\text{Total Emisi CO}_2 \text{ Tipe Rumah Sederhana} =$$

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Rata - Rata Emisi CO}_2 &= \frac{\text{Total Emisi CO}_2}{\text{Jumlah Sampel}} \\ &= \frac{0,012812}{34} \\ &= 0,000377 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata emisi CO₂ yang dihasilkan dari *septic tank* pada tipe rumah sederhana sebesar 0,000377 ton CO₂/tahun. Perhitungan untuk tipe rumah menengah dan mewah dilakukan dengan metode yang sama seperti pada contoh perhitungan yang telah dijelaskan. Rata-rata emisi CO₂ dari *septic tank* berdasarkan tipe rumah selanjutnya disajikan pada Tabel 4.21.

Tabel 4. 21 Rata – Rata Emisi CO₂ Berdasarkan Total Sampel

Tipe Rumah	Jumlah Sampel	Total Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)	Rata – Rata Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)
Sederhana	34	0,012812	0,000377
Menengah	33	0,017591	0,000533
Mewah	33	0,022653	0,000686

Berdasarkan Tabel 4.21, rata-rata emisi CO₂ dari sektor limbah cair tertinggi dihasilkan oleh rumah tipe mewah, yaitu sebesar 0,000686 ton CO₂/tahun. Selanjutnya, total emisi CO₂ di Kecamatan Pabean Cantian yang dihitung berdasarkan tipe rumah disajikan pada Tabel 4.22.

Tabel 4. 22 Total Emisi CO₂ Sektor Limbah Cair

Tipe Rumah	Rata – Rata Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)	Jumlah Rumah	Total Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)
Sederhana	0,000377	8.525	3,21
Menengah	0,000533	8.275	4,41
Mewah	0,000686	8.275	5,68
Total	0,001596	25.074	13,3

Berdasarkan Tabel 4.22, nilai emisi CO₂ tertinggi dan terendah masing-masing terdapat pada rumah tipe mewah dan rumah tipe sederhana. Perbedaan tersebut sejalan dengan nilai rata-rata emisi CO₂ yang dihasilkan pada setiap tipe rumah. Nilai rata-rata emisi CO₂ tersebut berkaitan dengan jumlah penghuni dan tingkat pendapatan rumah tangga yang memengaruhi besarnya beban organik air limbah domestik. Menurut Putri Aji dan Mahayana (2023), pertumbuhan populasi serta peningkatan kondisi ekonomi dapat memengaruhi pola konsumsi masyarakat yang berkontribusi terhadap peningkatan nilai BOD₅.

4.7 Analisis Jejak Karbon Sektor Timbulan Sampah

Jejak karbon dari sektor timbulan sampah diperoleh berdasarkan jumlah timbulan sampah rumah tangga yang dihasilkan oleh masing-masing tipe rumah. Pengambilan data dilakukan melalui metode sampling langsung pada rumah responden yang mewakili tipe rumah sederhana, menengah, dan mewah. Pengukuran dilakukan selama 8 hari berturut-turut untuk mengetahui karakteristik dan jumlah timbulan sampah harian dari setiap tipe rumah.

Sampah yang dihasilkan kemudian dilakukan pemilahan berdasarkan jenisnya, seperti sampah organik, plastik, kertas, kaca, logam, dan jenis sampah lainnya. Pemilahan ini bertujuan untuk mengetahui besarnya timbulan sampah pada masing-masing komponen, karena setiap jenis sampah memiliki faktor emisi yang berbeda dalam menghasilkan gas rumah kaca. Hasil Rata – rata pengukuran timbulan sampah selama 8 hari berdasarkan jenis pada masing-masing tipe rumah disajikan pada Tabel 4.23.

Tabel 4. 23 Hasil Rata – Rata Pengukuran Timbunan Sampah Berdasarkan Jenis

Jenis Sampah	Rumah Sederhana (kg/hari)	Rumah Menengah (kg/hari)	Rumah Mewah (kg/hari)
Organik	0,500	0,638	0,755
Kertas	0,116	0,153	0,182
Plastik	0,169	0,201	0,233
Tekstil	0,004	0,013	0,025
Kayu	0,002	0,008	0,017
Karet/Kulit	0,014	0,013	0,013
Logam	0,002	0,011	0,013
Lainnya	0,067	0,028	0,033

Berdasarkan hasil pengukuran, jenis sampah yang paling dominan dihasilkan berasal dari sampah organik. Hal ini dipengaruhi oleh aktivitas rumah tangga sehari-hari seperti sisa makanan, sayuran, dan limbah dapur. Menurut penelitian terdahulu, sampah organik menjadi penyumbang utama emisi gas rumah kaca karena proses dekomposisi menghasilkan gas metana (CH_4) yang memiliki potensi pemanasan global lebih tinggi dibandingkan karbon dioksida (CO_2).

Perhitungan timbunan sampah dilakukan berdasarkan jenis sampah yang dihasilkan. Berdasarkan data DOC menurut IPCC (2006) pada Tabel 3.7., komposisi sampah memiliki nilai DOC masing-masing. Oleh karena itu, berat sampah yang digunakan dalam perhitungan merupakan berat basah, karena sampah tidak melalui proses pengeringan menggunakan oven terlebih dahulu. Contoh perhitungan jenis sampah organik hari ke-1 pada rumah tipe sederhana sebagai berikut.

$$W = 0,484 \text{ kg} \quad (\text{Lampiran X})$$

$$\text{MCF} = 0,8$$

$$\text{DOC} = 15\% = 0,15$$

$$\text{DOCf} = 0,5$$

$$\text{DDOCm} = W \times \text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOCf}$$

$$= 0,484 \text{ kg} \times 0,8 \times 0,15 \times 0,5$$

$$= 0,029 \text{ kg}$$

Perhitungan jenis komposisi timbunan sampah lainnya dapat dilihat pada Lampiran X. Nilai DDCOM pada timbunan sampah berdasarkan tipe rumah disajikan pada Tabel 4.24.

Tabel 4. 24 Nilai DDCOm Berdasarkan Tipe Rumah

Tipe Rumah	Total Nilai DDCOm (kg)	Rata – Rata Nilai DDCOm /hari (kg)
Sederhana	1,152	0,144
Menengah	1,296	0,162
Mewah	1,537	0,192

Setelah dilakukan perhitungan DDCOm tiap masing-masing jenis sampah, selanjutnya melakukan perhitungan jumlah CH₄ (Lo) dengan menggunakan Persamaan 3.12. Contoh perhitungan jumlah CH₄ (Lo) pada tipe rumah sederhana.

Diketahui

$$\text{Rata – rata DDCOm/hari} = 0,144 \text{ kg}$$

$$16/12 = \frac{\text{MrCH}_4}{\text{MrCO}_2}$$

$$F = 0,5 \text{ (Nilai default)}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah CH}_4 \text{ (Lo)} &= \text{DDCOm} \times \frac{16}{12} \times F \\ &= 0,144 \text{ kg} \times \frac{16}{12} \times 0,5 \\ &= 0,10 \text{ kg CH}_4 \end{aligned}$$

Perhitungan jumlah CH₄ (Lo) pada tipe rumah menengah dan mewah dapat dilihat pada Lampiran X. Hasil akhir perhitungan jumlah CH₄ (Lo) disajikan pada Tabel 4.25 sebagai berikut.

Tabel 4. 25 Jumlah CH₄ (Lo) Berdasarkan Tipe Rumah

Tipe Rumah	Jumlah CH₄ (Lo) (kg CH₄/hari)
Sederhana	0,10
Menengah	0,11
Mewah	0,13

Setelah dilakukan perhitungan jumlah CH₄ (Lo) pada masing-masing tipe rumah, selanjutnya dilakukan perhitungan total emisi CH₄. Contoh perhitungan total emisi CH₄ pada tipe rumah sederhana sebagai berikut.

Diketahui

$$\text{Jumlah CH}_4 \text{ (Lo)} = 0,10 \text{ kg CH}_4$$

$$R = 0 \text{ (Nilai default)}$$

$$\text{OX} = 0,1 \text{ (Nilai default)}$$

$$\text{Total emisi CH}_4 = (\text{Jumlah metana} - R) \times (1 - \text{OX})$$

$$= (0,10 \text{ kg CH}_4 - 0) \times (1 - 0,1)$$

$$= 0,09 \text{ kg CH}_4$$

Perhitungan total emisi CH₄ pada tipe rumah menengah dan mewah dapat dilihat pada Lampiran X. Hasil akhir perhitungan total emisi CH₄ disajikan pada Tabel 4.26 sebagai berikut.

Tabel 4. 26 Total emisi CH₄ Berdasarkan Tipe Rumah

Tipe Rumah	Total emisi CH ₄ (kg CH ₄ /hari)
Sederhana	0,09
Menengah	0,10
Mewah	0,12

Setelah dilakukan perhitungan total emisi CH₄ pada masing-masing tipe rumah, selanjutnya dilakukan perhitungan emisi CO₂. Contoh perhitungan emisi CO₂ pada tipe rumah sederhana sebagai berikut.

Diketahui

$$\text{Total emisi CH}_4 = 0,09 \text{ kg CH}_4$$

$$F = 0,5 \text{ (Nilai default)}$$

$$OX = 0,1 \text{ (Nilai default)}$$

$$GWP = 25 \text{ (IPCC 2006)}$$

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{Total emisi CH}_4 \times \frac{(1-F)}{F+OX} \times GWP$$

$$= 0,09 \text{ kg CH}_4 \times \frac{(1-0,5)}{0,5+0,1} \times 25$$

$$= 1,80 \text{ kg CO}_2$$

Perhitungan emisi CO₂ pada tipe rumah menengah dan mewah dapat dilihat pada Lampiran X. Hasil akhir perhitungan emisi CO₂ disajikan pada Tabel 4.27 sebagai berikut.

Tabel 4. 27 Emisi CO₂ Berdasarkan Tipe Rumah

Tipe Rumah	Emisi CO ₂ (kg CO ₂ /hari)	Emisi CO ₂ (kg CO ₂ /tahun)	Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)
Sederhana	1,80	656,72	0,66
Menengah	2,03	739,31	0,74
Mewah	2,40	876,39	0,88

Berdasarkan Tabel 4.27, rumah tipe mewah menghasilkan emisi CO₂ terbesar yang berasal dari timbunan sampah yang dihasilkan. Total emisi CO₂ di Kecamatan Pabean Cantian berdasarkan tipe rumah disajikan pada Tabel

4.28.

Tabel 4. 28 Total Emisi CO₂ Dari Timbunan Sampah

Tipe Rumah	Jumlah Rumah	Emisi CO₂ (ton CO₂/tahun)	Total Emisi CO₂ (ton CO₂/tahun)
Sederhana	8.525	0,66	5.626,5
Menengah	8.275	0,74	6.123,5
Mewah	8.275	0,88	7.282
Total	25.074	2,28	19.032

Berdasarkan Tabel 4.28 total emisi CO₂ yang dihasilkan dari sektor timbunan sampah di Kecamatan Pabean Cantian sebesar 19.032 ton CO₂/tahun. Emisi tertinggi berasal dari tipe rumah mewah dengan total emisi sebesar 7.282 ton CO₂/tahun, diikuti tipe rumah menengah sebesar 6.123,5 ton CO₂/tahun, dan tipe rumah sederhana sebesar 5.626,5 ton CO₂/tahun.

Perbedaan total emisi CO₂ pada masing-masing tipe rumah dipengaruhi oleh besarnya timbunan sampah yang dihasilkan dari setiap klasifikasi hunian. Berdasarkan hasil penelitian, tipe rumah mewah menghasilkan jumlah timbunan sampah lebih besar dibandingkan tipe rumah lainnya, sehingga nilai emisi yang dihasilkan juga lebih tinggi. Selain jumlah timbunan sampah, komposisi sampah yang dihasilkan turut memengaruhi besarnya emisi karbon, terutama pada jenis sampah organik dan sampah yang memiliki kandungan degradable organic carbon (DOC) seperti kertas dan kardus.

Tipe rumah menengah menghasilkan total emisi CO₂ sebesar 6.123,5 ton CO₂/tahun. Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan tipe rumah mewah namun lebih tinggi dibandingkan tipe rumah sederhana. Sementara itu, tipe rumah sederhana menghasilkan total emisi terendah sebesar 5.626,5 ton CO₂/tahun. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan jumlah timbunan sampah berbanding lurus dengan peningkatan emisi karbon yang dihasilkan dari sektor persampahan.

Berdasarkan hasil penelitian, sektor timbunan sampah memberikan kontribusi terhadap pembentukan emisi gas rumah kaca melalui proses penguraian sampah, khususnya sampah organik yang menghasilkan gas metana (CH₄). Gas tersebut kemudian dikonversikan ke dalam satuan CO₂ ekuivalen sehingga diperoleh total emisi karbon dari masing-masing tipe

rumah.

4.8 Analisis Total Emisi CO₂

Total emisi CO₂ diperoleh dari akumulasi emisi yang berasal dari penggunaan LPG, transportasi, listrik, respirasi manusia, limbah cair, dan timbunan sampah. Nilai total emisi CO₂ dihitung dengan menjumlahkan emisi pada setiap sektor untuk masing-masing tipe rumah. Hasil perhitungan emisi CO₂ berdasarkan tipe rumah disajikan pada Tabel 4.29.

Tabel 4. 29 Rata – Rata Emisi CO₂ Berdasarkan Tipe Rumah per Total Sampel

Tipe Rumah	Rata – Rata Emisi CO ₂ per Total Sampel (ton CO ₂ /tahun)						Total (ton CO ₂ /tahun)
	LPG	Transportasi	Listrik	Respirasi	Limbah Cair	Timbunan Sampah	
Sederhana	0,33	0,43	1,80	0,93	0,000377	0,66	4,150377
Menengah	0,32	0,54	1,55	1,02	0,000533	0,74	4,170533
Mewah	0,34	1,60	3,34	1,03	0,000686	0,88	7,190686

Berdasarkan Tabel 4.29, rata-rata emisi CO₂ yang dihasilkan oleh responden pada rumah tipe sederhana, menengah, dan mewah berturut-turut sebesar 4,15 ton CO₂/tahun, 4,17 ton CO₂/tahun, dan 7,19 ton CO₂/tahun. Nilai rata-rata emisi CO₂ tertinggi ditemukan pada rumah tipe mewah, sedangkan nilai terendah terdapat pada rumah tipe sederhana. Selanjutnya, total emisi CO₂ di Kecamatan Pabean Cantian dihitung berdasarkan masing-masing tipe rumah dengan mengalikan rata - rata emisi CO₂ per rumah terhadap jumlah rumah pada setiap tipe. Hasil perhitungan total emisi CO₂ di Kecamatan Pabean Cantian disajikan pada Tabel 4.30.

Berdasarkan Tabel 4.30, total emisi CO₂ tertinggi hingga terendah secara berurutan dihasilkan oleh rumah tipe mewah, rumah sederhana, dan rumah menengah. Total emisi CO₂ yang dihasilkan oleh rumah tipe mewah, sederhana, dan menengah masing-masing sebesar 35.381,96 ton CO₂/tahun, 34.511,16 ton CO₂/tahun, dan 59.502,93 ton CO₂/tahun. Rumah tipe mewah merupakan penyumbang emisi CO₂ tertinggi pada seluruh sektor yang dianalisis, meliputi penggunaan LPG, konsumsi listrik, transportasi berbahan bakar minyak (BBM), respirasi manusia, pengelolaan air limbah domestik melalui septic tank, serta timbunan sampah. Tingginya emisi pada rumah tipe mewah menunjukkan bahwa aktivitas dan konsumsi sumber daya pada tipe

rumah tersebut menghasilkan emisi CO₂ yang lebih besar dibandingkan tipe rumah lainnya. Besarnya total emisi CO₂ pada masing-masing tipe rumah dipengaruhi oleh nilai rata-rata emisi yang dihasilkan serta jumlah rumah pada setiap kategori. Selanjutnya, total emisi CO₂ pada setiap kelurahan di Kecamatan Pabean Cantian dihitung berdasarkan data emisi dari masing-masing tipe rumah yang terdapat di setiap kelurahan. Hasil perhitungan total emisi CO₂ per kelurahan di Kecamatan Pabean Cantian disajikan pada Tabel 4.31.

Tabel 4. 30 Total Emisi CO₂ Berdasarkan Tipe Rumah per Total Rumah

Tipe Rumah	Jumlah Rumah (unit)	Emisi CO ₂ per Total Rumah (ton CO ₂ /tahun)						Total (ton CO ₂ /tahun)
		LPG	Transportasi	Listrik	Respirasi	Limbah Cair	Timbulan Sampah	
Sederhana	8.525	2.813,25	3.665,75	15.345	7.928,25	3,21	5.626,5	35.381,96
Menengah	8.275	2.648	4.468,50	12.826,25	8.440,5	4,41	6.123,5	34.511,16
Mewah	8.275	2.813,50	13.240	27.638,5	8.523,25	5,68	7.282	59.502,93
Total								129.396,05

Tabel 4. 31 Total Emisi CO₂ Kecamatan Pabean Cantian

Kelurahan	Jumlah KK	Rata - Rata Emisi (ton CO ₂ /tahun)						Total Emisi CO ₂ Tiap Sektor (ton CO ₂ /tahun)						Total Emisi (ton CO ₂ /tahun)
		LPG	Transportasi	Listrik	Respirasi	Limbah Cair	Timbulan Sampah	LPG	Transportasi	Listrik	Respirasi	Limbah Cair	Timbulan Sampah	
Nyamplungan	2.905	0,38	1,06	1,47	1	0,000538	0,76	1.103,9	3.079,3	4.270,35	2.905	1,56	2.207,8	13.567,91
Bongkaran	3.766	0,39	0,48	2,72	0,94	0,00008	0,76	1.468,74	1.807,68	10.243,52	3.540,04	0,30	2.862,16	19.922,44
Krembangan Utara	5.722	0,29	0,59	2,18	1,01	0,000528	0,76	1.659,38	3.375,98	12.473,96	5.779,22	3,02	4.348,72	27.640,28
Tanjung Perak	12.681	0,32	1,03	2,02	1	0,000537	0,76	4.057,92	13.061,43	25.615,62	12.681	6,81	9.637,56	65.060,34
Total	25.074	1,38	3,16	8,39	3,95	0,001683	3,04	8.289,94	21.324,39	52.603,45	24.905,26	11,70	19.056,24	126.190,98

Berdasarkan Tabel 4.31, total emisi CO₂ dari aktivitas permukiman pada wilayah penelitian sebesar 126.190,98 ton CO₂/tahun. Nilai emisi CO₂ terbesar dihasilkan oleh Kelurahan Tanjung Perak sebesar 65.060,34 ton CO₂/tahun, sedangkan nilai terendah terdapat pada Kelurahan Nyamplungan sebesar 13.567,91 ton CO₂/tahun. Tingginya emisi yang dihasilkan oleh Kelurahan Tanjung Perak dipengaruhi oleh jumlah rumah yang lebih banyak dibandingkan kelurahan lainnya. Selain itu, besarnya penggunaan energi rumah tangga, terutama listrik, LPG, dan bahan bakar transportasi, turut memberikan kontribusi terhadap peningkatan emisi CO₂. Penyumbang emisi terbesar berasal dari sektor listrik yaitu 52.603,45 ton CO₂/tahun, dan yang paling rendah berasal dari sektor limbah cair yaitu 11,70 ton CO₂/tahun.

4.9 Pemetaan Karbon

Nilai emisi dari setiap sektor pada masing-masing kelurahan kemudian divisualisasikan dalam bentuk peta menggunakan perangkat lunak QGIS. Pada penelitian ini, klasifikasi data emisi dibagi menjadi 4 (empat) kelas interval yang merepresentasikan perbedaan rentang nilai emisi antarwilayah. Penentuan jumlah kelas interval mengacu pada rumus Sturges yang digunakan sebagai dasar dalam proses pengelompokan data. Rumus Sturges dapat dilakukan dengan Persamaan 4.1 berikut.

$$K = 1 + 3,3 \log n$$

Dengan

K = Jumlah kelas interval

n = Jumlah Objek (Kecamatan)

log = Logaritma basis 10

Maka,

$$K = 1 + 3,3 \log (n)$$

$$= 1 + 3,3 \log (4)$$

$$= 1 + 3,3 (0,602)$$

$$= 1 + 1,987$$

$$= 2,987 \approx 3$$

Adapun range untuk nilai emisi dihitung menggunakan rumus interval sebagai berikut.

$$\text{Range} = \frac{\text{Nilai Max} - \text{Nilai Min}}{K}$$

Maka,

$$\text{Nilai Max} = 65.060,34$$

$$\text{Nilai Min} = 13.567,91$$

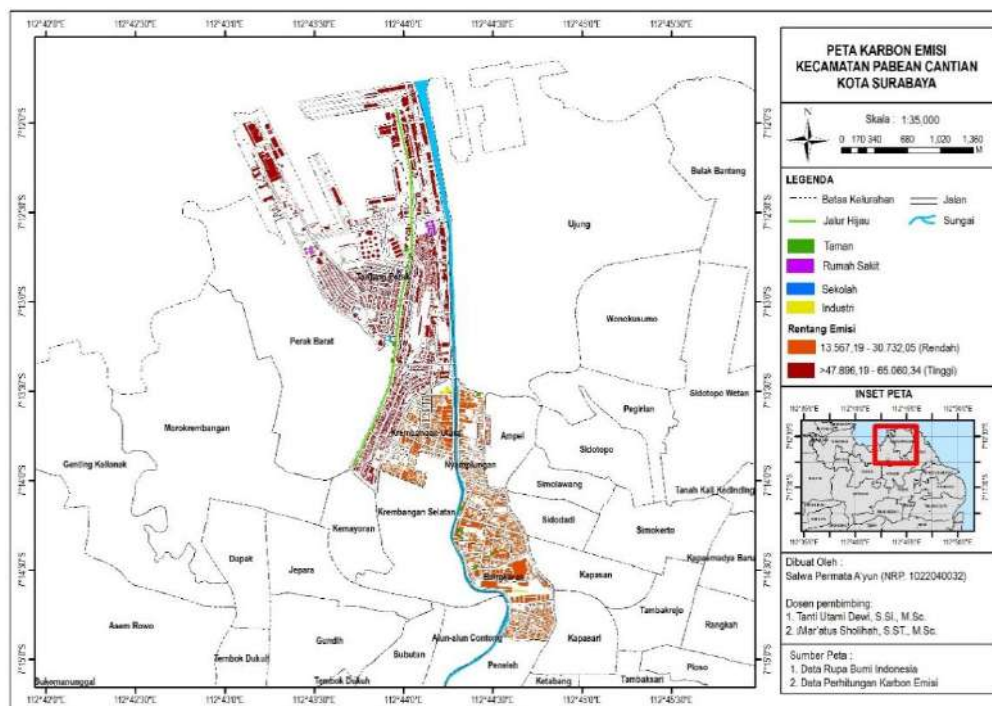
$$K = 3$$

$$\begin{aligned} \text{Range} &= \frac{65.060,34 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} - 13.567,91 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}}{3} \\ &= 17.164,14 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \end{aligned}$$

Nilai emisi dikelompokkan menjadi 4 kategori.

1. 13.567,91 - 30.732,05
2. > 30.732,05 - 47.896,19
3. > 47.896,19 - 65.060,34
4. > 65.060,34

Visualisasi rentang emisi CO₂ disajikan dalam bentuk gradasi warna pada peta. Perbedaan intensitas warna digunakan untuk menggambarkan variasi nilai emisi, dengan keterangan warna yang lebih gelap menunjukkan tingkat emisi CO₂ yang lebih tinggi. Hasil pemetaan emisi CO₂ dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Pemetaan Emisi Sektor Permukiman di Kecamatan Pabean Cantian Berdasarkan Total Emisi Tiap Kelurahan

Berdasarkan hasil pemetaan emisi CO₂, Kelurahan Tanjung Perak merupakan wilayah dengan nilai emisi tertinggi, yaitu sebesar 65.060,34 ton CO₂/tahun dan termasuk dalam kategori rentang tinggi (> 47.896,19 - 65.060,34 ton CO₂/tahun). Tingginya nilai emisi pada kelurahan tersebut ditunjukkan oleh warna paling gelap pada peta dibandingkan wilayah lainnya. Kelurahan Kembangan Utara memiliki nilai emisi sebesar 27.640,28 ton CO₂/tahun dan termasuk dalam kategori rentang rendah (13.567,91–30.732,05 ton CO₂/tahun). Nilai emisi yang relatif lebih rendah juga terdapat pada Kelurahan Bongkaran dan Kelurahan Nyamplungan, dengan total emisi masing-masing sebesar 19.922,44 ton CO₂/tahun dan 13.567,91 ton CO₂/tahun, sehingga keduanya termasuk dalam kategori rentang rendah. Perbedaan nilai emisi antar kelurahan mencerminkan besarnya emisi yang dihasilkan dari berbagai sektor pada masing-masing wilayah. Semakin besar aktivitas yang menghasilkan emisi CO₂, maka semakin besar pula total emisi yang dihasilkan pada wilayah tersebut (Chaerunnisa dkk., 2024).

4.10 Analisis Daya Serap Ruang Terbuka Hijau

Analisis jejak karbon pada sektor ruang terbuka hijau dilakukan sebagai salah satu bentuk mitigasi terhadap emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas permukiman. Ruang terbuka hijau dibedakan menjadi dua jenis, yaitu ruang terbuka hijau privat dan ruang terbuka hijau publik. Ruang terbuka hijau privat merupakan area vegetasi yang berada pada lahan milik pribadi, seperti pekarangan rumah dan halaman bangunan. Sementara itu, ruang terbuka hijau publik merupakan area hijau yang diperuntukkan bagi kepentingan umum, seperti taman kota, jalur hijau, dan area pemakaman. Keberadaan kedua jenis ruang terbuka hijau tersebut memberikan kontribusi dalam menyerap emisi karbon yang dihasilkan dari berbagai aktivitas domestik di kawasan permukiman (Rahmatia & Boedisantoso, 2019).

4.10.1 Ruang Terbuka Hijau Privat

Ruang terbuka hijau privat merupakan kawasan vegetasi yang berada pada lahan milik pribadi dan memiliki potensi dalam membantu penyerapan emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas di sekitarnya. Luas ruang terbuka hijau privat pada penelitian ini dihitung berdasarkan luas tutupan vegetasi yang terdiri atas pohon, perdu, dan rumput. Tutupan vegetasi tersebut diperoleh dari akumulasi luas tajuk pohon, luas perdu, serta area permukaan yang ditutupi rumput (Siregar dkk., 2024). Data tersebut diperoleh berdasarkan hasil survei pada permukiman di Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya. Perhitungan luas tutupan vegetasi dapat dilakukan seperti contoh perhitungan berikut.

1. Luas Tutupan Vegetasi Tiap Rumah

Luas tutupan vegetasi dihitung berdasarkan jenis dan jumlah pohon yang dimiliki, luas perdu/semak yang dimiliki oleh masing – masing rumah. Contoh perhitungan berdasarkan data responden no. 1 pada tipe rumah sederhana.

Perhitungan luasan vegetasi dapat dilakukan dengan Persamaan 3.13 dan 3.14. sebagai berikut.

a. Luas Tajuk Pohon Pepaya

$$d_{\text{rata-rata}} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$= \frac{1,2 \text{ m} + 2,5 \text{ m}}{2}$$

$$= 2,45 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Tajuk (LT)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d \text{ rata-rata}^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 2,45^2 \\ &= 1,92 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jika jumlah dan jenis podon dalam satu rumah lebih dari satu perlu dilakukan perhitungan pada setiap pohon yang dimiliki. Sedangkan untuk semak/perdu dan luasan rumput dapat dilakukan dengan mengitung luas area vegetasi.

b. Luas Area Vegetasi Semak/Perdu dan Rumput

$$\begin{aligned} \text{LT semak/perdu} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 0 \text{ m} \times 0 \text{ m (tidak memiliki)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LT rumput} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 0,5 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

c. Luas Total Tutupan Vegetasi Tiap Rumah

$$\begin{aligned} \text{LT Pohon} &= 1,92 \text{ m}^2 \\ \text{LT semak/perdu} &= 0 \\ \text{LT rumput} &= 1 \text{ m}^2 \\ \text{LT Total} &= \text{LT Pohon} + \text{LT semak/perdu} + \text{LT rumput} \\ &= 1,92 \text{ m}^2 + 0 \text{ m}^2 + 1 \text{ m}^2 \\ &= 2,92 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut luas tutupan vegetasi pada responden No.1 pada tipe rumah sederhana sebesar 2,92 m². Perhitungan luas tutupan vegetasi pada setiap tipe rumah dapat dilihat pada Lampiran XI.

2. Luas Tutupan Vegetasi Rata – Rata Tiap Rumah

Perhitungan luas tutupan vegetasi rata – rata tiap tipe rumah dapat dilakukan dengan menjumlahkan seluruh total tutupan vegetasi tiap tipe rumah dibagi dengan jumlah sampel respondennya. Contoh perhitungan luas tutupan vegetasi rata – rata pada rumah sederhana.

Total Luas RTH Privat = 46,50 m² (Lampiran XI)

Jumlah Sampel = 34 Rumah

Maka,

$$\begin{aligned}\text{Rata – Rata RTH Privat} &= \frac{46,50 \text{ m}^2}{34} \\ &= 1,37 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Tabel 4. 32 Rata – Rata RTH Privat Tipe Rumah Berdasarkan Sampel

Tipe Rumah	Jumlah Sampel	Total RTH (m ²)	Luas Rata – Rata RTH (m ²)
Sederhana	34	46,50	1,37
Menengah	33	59,42	1,80
Mewah	33	55,48	1,68

Berdasarkan Tabel 4.32 rata – rata RTH privat pada tipe rumah sederhana, menengah dan mewah secara berurutan yaitu 1,37 m², 1,80 m², dan 1,68 m². Hasil penelitian menjelaskan bahwa luas rumah yang dimiliki belum tentu memiliki lahan untuk RTH. Selanjutnya dilakukan perhitungan luas RTH total dengan mengalikan luas rata – rata RTH privat dengan jumlah setiap tipe rumah. Perhitungan RTH privat eksisting dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Tabel 4. 33 Luas Rata – Rata RTH Privat Tipe Rumah Berdasarkan Jumlah Rumah

Tipe Rumah	Luas Rata – Rata RTH (m ²)	Jumlah Rumah	Total RTH (m ²)
Sederhana	1,37	8.525	11.979,25
Menengah	1,80	8.275	14.895
Mewah	1,68	8.275	13.902
Total			40.776,25

Berdasarkan Tabel 4.33, total luas RTH privat pada tipe rumah sederhana sebesar 11.979,25 m², tipe rumah menengah sebesar 14.895 m², dan tipe rumah mewah sebesar 13.902 m². Tipe rumah menengah memiliki luas RTH privat terbesar dibandingkan tipe rumah lainnya. Besarnya luas RTH privat tersebut dipengaruhi oleh rata-rata luas RTH hasil survei serta jumlah rumah tipe menengah di Kecamatan Pabean Cantian. Secara keseluruhan, total luas RTH privat di Kecamatan Pabean Cantian mencapai 40.776,25 m².

Luas RTH privat di Kecamatan Pabean Cantian Kota Surabaya diketahui lebih kecil dibandingkan luas RTH privat di Kecamatan Sukolilo

Kota Surabaya yang mencapai 52.325,99 m² (Islam dkk., 2024). Perbedaan tersebut berkaitan dengan kondisi luas wilayah dan kepadatan penduduk pada masing-masing kecamatan. Kecamatan Pabean Cantian memiliki kepadatan penduduk sebesar 13.491 jiwa/km² sehingga memengaruhi ketersediaan lahan untuk ruang terbuka hijau privat.

4.10.2 Daya Serap RTH Privat

Perhitungan daya serap RTH eksisting dalam menyerap emisi CO₂ dipengaruhi oleh intensitas cahaya di wilayah tersebut. Intensitas cahaya dapat mempengaruhi daya serap tumbuhan karena sebagai sumber energi dalam fotosintesis (Pakaya dkk., 2024).

1. Jumlah dan Jenis Pohon

Setiap jenis vegetasi memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap karbon dioksida (CO₂). Pohon berukuran besar memiliki biomassa yang lebih tinggi dibandingkan semak maupun rumput sehingga kapasitas penyimpanan karbonnya juga lebih besar. Vegetasi pohon diketahui mampu menyerap CO₂ dalam jumlah yang signifikan, beberapa jenis pohon memiliki kemampuan penyerapan mencapai 250,63 ton CO₂ per tahun per pohon (Pakaya dkk., 2024).

Hasil survei jenis dan jumlah pohon yang dilakukan di Kecamatan Pabean Cantian Kota Surabaya berdasarkan tipe rumah disajikan pada Tabel 4.34; Tabel 4.35; Tabel 4.36.

Tabel 4. 34 Jenis dan Jumlah Pohon Tipe Rumah Sederhana

No	Pohon	Jumlah
1	Pepaya	1
2	Cabai	1
3	Kamboja	1
4	Pucuk Merah	1
5	Pandan	6
6	Mangga	2
7	Kemangi	1
8	Jambu	1
9	Kelengkeng	1
10	Belimbing	2
11	Lidah Buaya	1
12	Sirih	1
13	Jeruk	1
Total		20

Jenis dan jumlah pohon pada tipe rumah sederhana didominasi oleh tumbuhan pandan yaitu sebanyak 6 tumbuhan. Hasil survei jenis dan jumlah pohon tipe rumah menengah dapat dilihat pada Tabel 4.35.

Tabel 4. 35 Jenis dan Jumlah Pohon Tipe Rumah Menengah

No	Pohon	Jumlah
1	Kamboja	1
2	Mangga	3
3	Pandan	5
4	Lidah Buaya	1
5	Mengkudu/pace	1
6	Pucuk Merah	1
7	Jambu	1
8	Belimbing	1
9	Cabai	1
10	Kelengkeng	2
11	Delima	1
12	Kelor	1
13	Sirih	2
14	Kamboja	1
15	Buah Naga	1
16	Kemangi	1
Total		24

Jenis dan jumlah pohon pada tipe rumah menengah didominasi oleh tumbuhan pandan yaitu sebanyak 5 tumbuhan. Hasil survei jenis dan jumlah pohon tipe rumah mewah dapat dilihat pada Tabel 4.36.

Tabel 4. 36 Jenis dan Jumlah Pohon Tipe Rumah Mewah

No	Pohon	Jumlah
1	Srikaya	2
2	Pandan	5
3	Matoa	1
4	Alpukat	1
5	Jeruk Purut	2
6	Melati	1
7	Binahong	1
8	Sirih	2
9	Lidah Mertua	1
10	Delima	1
11	Sirsak	1
12	Anggur	1
13	Kaktus	1
14	Jambu	1
15	Kelengkeng	1
16	Cabai	1
17	Cemara	1

No	Pohon	Jumlah
	Total	24

Berdasarkan Tabel 4.36 Jenis dan jumlah pohon pada tipe rumah mewah didominasi oleh tumbuhan pandan yaitu sebanyak 5 tumbuhan. Jumlah responden pada tipe rumah rumah sederhana, menengah, mewah secara berurutan yaitu 34, 33, 33.

Perhitungan kemampuan vegetasi pohon dalam menyerap emisi CO₂ dilakukan berdasarkan luas tutupan atau luas tajuk masing-masing pohon. Besarnya daya serap karbon diperoleh dari hasil perkalian antara laju serap pohon yang tercantum pada Tabel 2.3 dengan jumlah pohon yang terdapat pada lokasi penelitian. Contoh perhitungan kemampuan penyerapan emisi CO₂ pada penelitian ini diambil dari rumah tipe sederhana responden nomor 1 dengan menggunakan Persamaan 3.18.

Laju Serap Pohon Pepaya = 1,45 kg CO₂/tahun.pohon (Tabel 2.3)

Jumlah Pohon = 1 Pohon

DS Pohon = $\sum pohon \times DS \text{ Jenis pohon}$
= 1 pohon x 1,45 kg CO₂/tahun.pohon
= 1,45 kg/tahun
= 0,00145 ton/tahun

Kemampuan penyerapan emisi CO₂ pada jenis pohon yang tidak tercantum dalam Tabel 2.9 dihitung menggunakan nilai laju serap pohon pada Tabel 2.3, yaitu sebesar 129,92 kg/ha/jam. Contoh perhitungan daya serap pohon dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.4.

Laju Serap Pohon = 129,92 kg/ha/jam
= 0,012992 kg/m²/jam
= 113,80992 kg/m²/tahun
= 0,11381 ton/m²/tahun

Jumlah Pohon Cabai = 1

Luas Tajuk = 1,92 m²

$$\begin{aligned}
\Sigma DS Pohon &= \Sigma pohon \times DS \text{ Jenis pohon} \times L \text{ Tajuk} \\
&= 1 \times 0,056 \text{ ton/m}^2/\text{tahun} \times 1,92 \text{ m}^2 \\
&= 0,035 \text{ ton/tahun}
\end{aligned}$$

Daya serap pohon pada tiap tipe rumah dapat dilihat pada Lampiran XI. Total daya serap pohon pada tiap tipe rumah dapat dilihat pada Tabel 4.37.

Tabel 4. 37 Total Daya Serap Pohon Tiap Tipe Rumah

No	Tipe Rumah	Jumlah Rumah	Daya Serap Pohon (ton/tahun)	Total Daya Serap Pohon (ton/tahun)
1	Sederhana	8.525	2,481	21155,21
2	Menengah	8.275	3,421	28308,99
3	Mewah	8.275	2,371	19619,50
Total				69083,69

Bersadarkan Tabel 4.37, total daya serap pohon tertinggi terdapat pada tipe rumah menengah, sedangkan daya serap terendah terdapat pada tipe rumah sederhana. Besarnya daya serap pada rumah menengah dipengaruhi oleh jumlah vegetasi pohon yang lebih banyak dibandingkan tipe rumah lainnya. Jumlah pohon yang lebih tinggi berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan penyerapan emisi karbon, karena vegetasi pohon memiliki peran dalam menyerap karbon dioksida (CO₂) melalui proses fotosintesis (Widyawati, 2022).

2. Luas Tutupan Vegetasi

Luas tutupan vegetasi merupakan tingkat kerapatan vegetasi pada setiap satuan luas area yang meliputi tajuk pohon, perdu, dan area yang ditutupi rumput (Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2017). Perhitungan kemampuan tutupan vegetasi dalam menyerap CO₂ memerlukan nilai rata-rata laju serapan CO₂ yang diperoleh berdasarkan data intensitas cahaya di Kota Surabaya. Perhitungan laju serap CO₂ rata – rata dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.11. Rata – rata intensitas cahaya pada tahun 2025 Kota Surabaya sebesar 127,58 kal/cm²/hari, dapat dilihat pada Lampiran XIV. Maka,

$$\begin{aligned}
S &= 0,2278 \text{ } \mu\text{g/cm}^2/\text{menit} \times e^{(0,0048 \times I)} \\
&= 0,2278 \text{ } \mu\text{g/cm}^2/\text{menit} \times e^{(0,0048 \times 127,58)}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,42 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{menit} \\
&= 0,000000007 \text{ g}/\text{cm}^2/\text{detik} \\
&= 7 \times 10^{-10} \text{ g}/\text{cm}^2/\text{detik}
\end{aligned}$$

Jadi, nilai laju serapan CO₂ adalah $7 \times 10^{-10} \text{ g}/\text{cm}^2/\text{detik}$.

Perhitungan kemampuan laju serapan CO₂ tutupan vegetasi pada tiap tipe rumah dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.12. Contoh perhitungan pada tipe rumah sederhana sebagai berikut.

$$\text{Laju serapan CO}_2 \text{ rata – rata} = 0,000000007 \text{ g}/\text{cm}^2/\text{detik}$$

$$\begin{aligned}
\text{Luas Tutupan Vegetasi rata – rata} &= 1,37 \text{ m}^2 \text{ (Tabel 4.32)} \\
&= 13.700 \text{ cm}^2
\end{aligned}$$

Kemampuan serapan CO₂

$$\begin{aligned}
\text{Daya serap tutupan vegetasi rata – rata} &= \text{LT} \times \text{S rata – rata} \\
&= 13.700 \text{ cm}^2 \times 0,000000007 \text{ g}/\text{cm}^2/\text{detik} \\
&= 0,0000959 \text{ g}/\text{detik} \\
&= 0,0000504 \text{ ton}/\text{tahun}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Total laju serap CO}_2 &= \text{Daya serap tutupan vegetasi} + \text{daya serap pohon} \\
&= 0,0000504 \text{ ton}/\text{tahun} + 2,481 \text{ ton}/\text{tahun} \\
&= 2,482 \text{ ton}/\text{tahun}
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kemampuan serapan vegetasi, tingkat kecukupan vegetasi dalam menyerap emisi CO₂ dapat ditentukan melalui perhitungan yang mengacu pada Persamaan 3.16 berikut.

Contoh perhitungan pada tipe rumah sederhana sebagai berikut.

$$\text{Rata – Rata Total Emisi CO}_2 = 4,150377 \text{ ton}/\text{tahun} \quad (\text{Tabel 4.29})$$

$$\text{Kemampuan Serapan} = 2,482 \text{ ton}/\text{tahun}$$

$$\begin{aligned}
\text{Sisa Emisi} &= 4,150377 \text{ ton}/\text{tahun} - 2,482 \text{ ton}/\text{tahun} \\
&= 1,688 \text{ ton}/\text{tahun}
\end{aligned}$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa sisa emisi yang dihasilkan oleh rumah tipe sederhana mencapai 1,688 ton/tahun. Sementara itu, nilai sisa emisi pada rumah tipe menengah dan mewah dapat dilihat pada Tabel 4.38.

Tabel 4. 38 Rata – Rata Sisa Emisi Berdasarkan Tipe Rumah per Total Sampel

Tipe Rumah	Luas Rata – Rata RTH (cm)	Kemampuan Serapan CO ₂ (ton/tahun)	Rata – Rata Total Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)	Sisa Emisi (ton CO ₂ /tahun)
Sederhana	13.700	2,482	4,150377	1,67
Menengah	18.000	3,421	4,170533	0,75
Mewah	16.800	2,371	7,190686	4,82

Tabel 4.38 menunjukkan sisa emisi CO₂ pada setiap tipe rumah setelah dikurangi kemampuan serapan CO₂ oleh RTH. Sisa emisi tertinggi terdapat pada rumah tipe mewah sebesar 4,82 ton CO₂/tahun, diikuti rumah tipe sederhana sebesar 1,67 ton CO₂/tahun, dan rumah tipe menengah sebesar 0,75 ton CO₂/tahun. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan serapan CO₂ oleh RTH pada ketiga tipe rumah masih belum mampu mengimbangi emisi CO₂ yang dihasilkan. Selanjutnya, total sisa emisi CO₂ seluruh tipe rumah di Kecamatan Pabean Cantian disajikan pada Tabel 4.39.

Tabel 4. 39 Total Emisi Berdasarkan Tipe Rumah per Total Rumah

Tipe Rumah	Jumlah Rumah	Sisa Emisi (ton CO ₂ /tahun)	Total Sisa Emisi (ton CO ₂ /tahun)
Sederhana	8.525	1,67	14.236,75
Menengah	8.275	0,75	6.206,25
Mewah	8.275	4,82	39.885,5
Total			60.328,5

Berdasarkan Tabel 4.39, total sisa emisi CO₂ setelah dikurangi kemampuan serapan RTH sebesar 60.328,5 ton CO₂/tahun. Sisa emisi terbesar dihasilkan oleh rumah tipe mewah sebesar 39.885,5 ton CO₂/tahun, diikuti rumah tipe sederhana sebesar 14.236,75 ton CO₂/tahun, dan rumah tipe menengah sebesar 6.206,25 ton CO₂/tahun. Tingginya sisa emisi pada rumah tipe mewah menunjukkan bahwa kemampuan serapan RTH yang tersedia masih belum mampu mengimbangi emisi CO₂ yang dihasilkan.

4.10.3 Kebutuhan RTH Privat Ideal

Kebutuhan RTH privat ideal digunakan untuk membandingkan kondisi RTH privat eksisting dengan kebutuhan RTH privat yang ditetapkan berdasarkan ketentuan perencanaan tata ruang. Berdasarkan

Peraturan Menteri ATR/BPN Nomor 14 Tahun 2022, proporsi ruang terbuka hijau pada kawasan perkotaan ditetapkan minimal sebesar 30% dari luas wilayah, yang terdiri atas 20% RTH publik dan 10% RTH privat. Oleh karena itu, perhitungan kebutuhan RTH privat ideal dilakukan untuk menentukan luas RTH privat yang diperlukan sesuai dengan proporsi yang telah ditetapkan. Perhitungan kebutuhan RTH privat ideal dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut.

Tipe rumah sederhana

$$\text{Luas tanah rata – rata} = 29,35 \text{ m}^2 \quad (\text{Lampiran XI})$$

$$\begin{aligned} \text{Luas minimal RTH} &= 10\% \times \text{luas tanah} \\ &= 10\% \times 29,35 \text{ m}^2 \\ &= 2,94 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Tipe rumah menengah

$$\text{Luas tanah rata – rata} = 58 \text{ m}^2 \quad (\text{Lampiran XI})$$

$$\begin{aligned} \text{Luas minimal RTH} &= 10\% \times \text{luas tanah} \\ &= 10\% \times 58 \text{ m}^2 \\ &= 5,8 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Tipe rumah mewah

$$\text{Luas tanah rata – rata} = 107,21 \text{ m}^2 \quad (\text{Lampiran XI})$$

$$\begin{aligned} \text{Luas minimal RTH} &= 10\% \times \text{luas tanah} \\ &= 10\% \times 107,21 \text{ m}^2 \\ &= 10,72 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, luas minimum RTH privat ideal yang harus tersedia ditetapkan sebesar 10% dari luas lahan pada masing-masing tipe rumah. Luas RTH privat ideal untuk rumah tipe sederhana, menengah, dan mewah berturut-turut sebesar 2,94 m², 5,8 m², dan 10,72 m². Perbandingan antara kondisi RTH privat eksisting dan RTH privat ideal pada setiap tipe rumah disajikan pada Tabel 4.40.

Tabel 4. 40 Perbandingan RTH Privat Eksisting dan RTH Ideal Berdasarkan Tipe Rumah

Tipe Rumah	Kategori	Kapasitas RTH Eksisting	Kapasitas RTH Ideal	Kecukupan RTH Privat
Sederhana	Kemampuan menyerap CO ₂	Laju serap CO ₂ = 2,482 ton CO ₂ /tahun	Emisi yang dihasilkan = 4,150377 ton CO ₂ /tahun	Tidak memenuhi emisi CO ₂ yang belum terserap = 1,67 ton CO ₂ /tahun
	RTH privat minimal berdasarkan regulasi	Luas RTH = 1,37 m ²	Luas RTH minimal = 2,94 m ²	Tidak memenuhi (-1,57 m ²)
Menengah	Kemampuan menyerap CO ₂	Laju serap CO ₂ = 3,421 ton CO ₂ /tahun	Emisi yang dihasilkan = 4,170533 ton CO ₂ /tahun	Tidak memenuhi emisi CO ₂ yang belum terserap = 0,75 ton CO ₂ /tahun
	RTH privat minimal berdasarkan regulasi	Luas RTH = 1,80 m ²	Luas RTH minimal = 5,8 m ²	Tidak memenuhi (-4 m ²)
Mewah	Kemampuan menyerap CO ₂	Laju serap CO ₂ = 2,371 ton CO ₂ /tahun	Emisi yang dihasilkan = 7,190686 ton CO ₂ /tahun	Tidak memenuhi emisi CO ₂ yang belum terserap = 4,82 ton CO ₂ /tahun
	RTH privat minimal berdasarkan regulasi	Luas RTH = 1,68 m ²	Luas RTH minimal = 10,72 m ²	Tidak memenuhi (-9,04 m ²)

Berdasarkan Tabel 4.40, luas RTH privat eksisting pada rumah tipe sederhana, menengah, dan mewah masih lebih rendah dibandingkan luas RTH privat ideal yang ditetapkan berdasarkan regulasi. Kondisi tersebut menunjukkan adanya selisih antara ketersediaan RTH privat eksisting dan kebutuhan RTH privat ideal pada masing - masing tipe rumah. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan luas RTH privat untuk mendukung kapasitas serapan emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas permukiman.

4.10.4 Daya Serap RTH Publik

Ruang Terbuka Hijau (RTH) publik di Kecamatan Pabean Cantian terdiri atas taman dan jalur hijau yang memiliki fungsi ekologis sebagai penyerap emisi karbon dioksida (CO₂), penghasil oksigen, serta penunjang kualitas lingkungan perkotaan. Identifikasi dan perhitungan luas RTH publik dilakukan untuk mengetahui potensi ruang hijau yang tersedia dalam mendukung upaya mitigasi emisi CO₂ di wilayah penelitian. Luas masing-masing taman dan jalur hijau dihitung berdasarkan kondisi

eksisting sehingga diperoleh total luas RTH publik yang menjadi dasar dalam analisis kemampuan penyerapan emisi karbon. Hasil perhitungan luas RTH publik di Kecamatan Pabean Cantian disajikan pada Tabel 4.41.

Tabel 4. 41 Ruang Terbuka Hijau Publik Kecamatan Pabean Cantian

Nama Taman/Jalur Hijau	Luas m ²	Proporsi Luasan		Pendekatan Jumlah Vegetasi (dalam satuan : pohon/unit/m ²)			Daya Serap CO ₂ (kg/tahun)			Total Daya Serap CO ₂ (kg CO ₂ /tahun)	Sumber:
		Perkerasan	Area Hijau	Pohon	Perdu/semak	Rumput	Pohon	Perdu (kg/m ² /tahun)	Rumput (kg/m ² /tahun)		
Bundaran Perak	283,02	30	70	12	120	170	1593,13	660	204	2457,13	Dinas Lingkungan Hidup, 2025
Pedestrian Jl. Karet	13,52	85	15	4	8	1	133,48	44	1,2	178,68	
Pedestrian Kembangan Jepun	14,85	85	15	7	9	2	492,63	49,5	2,4	544,53	
Pedestrian Perak Timur	216,32	70	30	31	80	50	3624,87	440	60	4124,87	
Perak Pulau 2	4902	35	65	127	1500	1300	15899,96	8250	1560	25709,96	
Perak Pulau 3	6450	35	65	168	2000	1800	23016,14	11000	2160	36176,14	
Rot Kembangan Jepun	42,75	40	60	11	30	15	1791,79	165	18	1974,79	
Rotunde Benteng	60,6	40	60	14	40	20	2011,64	220	24	2255,64	
Stren Kali Benteng	56,43	30	70	23	30	25	655,04	165	30	850,04	
Taman Waspada	101,31	20	80	34	40	45	7471,69	220	54	7745,69	
Taman Bongkaran	430	15	85	55	150	170	11464,48	825	204	12493,48	
TOTAL										94510,95	

Berdasarkan Tabel 4.41 Daya Serap CO₂ RTH publik yang dimiliki oleh Kecamatan Pabean Cantian Kota Surabaya yaitu 94510,95 kg CO₂/tahun atau 94,51 ton CO₂/tahun.

4.10.5 Strategi Pemenuhan Ruang Terbuka Hijau Privat Ideal

Berdasarkan hasil survei, masih ditemukan sejumlah rumah yang belum memiliki ruang terbuka hijau (RTH) privat, terutama pada rumah tipe sederhana. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan RTH di kawasan permukiman masih relatif terbatas. Berdasarkan total 100 responden yang diteliti, terdapat 12 rumah tipe sederhana, 15 rumah tipe menengah, dan 8 rumah tipe mewah yang memiliki RTH privat. Dengan demikian, sebanyak 65% responden belum menyediakan RTH pada lahannya.

Hasil analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa ketersediaan RTH beserta kapasitas penyerapan emisi CO₂ pada kawasan permukiman di Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya, baik pada rumah tipe sederhana, menengah, maupun mewah, masih belum mampu mengimbangi emisi yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan upaya penambahan luasan maupun jumlah vegetasi pada RTH agar kapasitas penyerapan karbon dapat meningkat dan kondisi RTH di kawasan permukiman menjadi lebih optimal.

Keterbatasan luas lahan pada kawasan permukiman di Kecamatan Pabean Cantian menjadi salah satu faktor yang menghambat penyediaan ruang terbuka hijau (RTH) privat. Penyediaan RTH tetap dapat dilakukan melalui berbagai alternatif penanaman yang disesuaikan dengan kondisi lahan yang tersedia. Rumah dengan lahan yang sangat terbatas, penanaman vegetasi dapat diterapkan menggunakan konsep *vertical garden*, yaitu sistem penghijauan yang memanfaatkan bidang vertikal bangunan sehingga cocok diterapkan pada rumah dengan lahan terbatas. Selain itu, penggunaan tanaman dalam pot juga dapat menjadi solusi untuk menambah tutupan vegetasi tanpa memerlukan area tanam yang luas.

Penentuan jenis vegetasi yang akan ditanam perlu disesuaikan dengan fungsi dan tujuan penanaman. Selain itu, kemampuan tanaman dalam mereduksi konsentrasi CO₂ dan menghasilkan oksigen juga menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan. Aspek lain yang turut dipertimbangkan meliputi ketersediaan tanaman, kemudahan dalam

pemeliharaan, serta karakteristik estetika yang dapat mendukung kualitas visual lingkungan. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, pemilihan tanaman diharapkan dapat memberikan manfaat ekologis dan visual secara optimal.

Tanaman karet kebo (*Ficus elastica*) direkomendasikan sebagai vegetasi RTH privat karena memiliki nilai estetika yang baik melalui karakteristik daun yang lebar dan tajuk yang rimbun sehingga mampu memberikan fungsi peneduh pada lingkungan permukiman dan juga difungsikan sebagai tanaman herbal alami (Asrani Suhaenah & Mamat Pratama, 2021). Selain itu, tanaman ini relatif mudah dipelihara dan dapat ditanam pada pekarangan maupun dalam pot berukuran besar sehingga sesuai untuk rumah dengan keterbatasan lahan. Dari aspek lingkungan, karet kebo juga memiliki kemampuan menyerap karbon yang cukup tinggi, yaitu sekitar 22 kg CO₂/pohon.tahun, sehingga berpotensi mendukung upaya mitigasi emisi karbon di kawasan permukiman (Regina dkk., 2019). Daya serap tanaman karet kebo sama dengan salah satu pohon besar yaitu pohon sukun yaitu sebesar 22,02 kg/tahun.pohon (Yusuf, 2025). Gambar tanaman karet kebo dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Tanaman Karet Kebo

Selain itu, tanaman yang direkomendasikan sebagai pemenuhan daya serap emisi CO₂ adalah tanaman pucuk merah (*Filicium decipiens*). Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Prinajati (2021) pucuk merah memiliki bentuk tajuk yang membulat, rapat, dan simetris sehingga memberikan nilai estetika yang tinggi serta mampu menciptakan fungsi peneduh yang optimal pada lingkungan permukiman. Karakteristik

percabangannya yang teratur dan sistem perakarannya yang relatif tidak merusak bangunan menjadikan tanaman ini cocok ditanam di pekarangan rumah maupun pada area dengan ruang tanam yang terbatas. Selain berperan dalam meningkatkan kualitas visual lingkungan, pucuk merah juga berfungsi sebagai penyerap polutan udara dan penyimpan karbon melalui biomassa yang dimilikinya. Dari aspek lingkungan, tanaman pucuk merah memiliki kemampuan menyerap karbon yang cukup tinggi, yaitu sebesar 162,89 kg CO₂/tahun.pohon (Yusuf, 2025). Nilai tersebut menunjukkan bahwa tanaman pucuk merah berpotensi memberikan kontribusi dalam mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer dan mendukung upaya mitigasi emisi karbon pada kawasan permukiman. Gambar tanaman pucuk merah dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Tanaman Pucuk Merah

Berdasarkan hasil analisis, total emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas permukiman di Kecamatan Pabean Cantian sebesar 129.396,05 ton CO₂/tahun. Emisi tersebut telah dikompensasi oleh ruang terbuka hijau (RTH) eksisting yang terdiri atas RTH privat dan RTH publik. RTH privat memiliki total daya serap sebesar 69.083,69 ton CO₂/tahun, sedangkan RTH publik memiliki daya serap sebesar 94,51 ton CO₂/tahun. Dengan demikian, total kemampuan serapan RTH eksisting mencapai 69.178,20 ton CO₂/tahun, sehingga masih terdapat 60.217,85 ton CO₂/tahun emisi yang belum dapat diserap oleh RTH eksisting. Oleh karena itu, diperlukan upaya penambahan vegetasi pada RTH privat sebagai bentuk mitigasi untuk meningkatkan kapasitas serapan karbon dan mengurangi sisa emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas permukiman di Kecamatan Pabean Cantian.

Berdasarkan uraian di atas, untuk memenuhi kecukupan RTH privat dalam menyerap emisi CO₂ maka dilakukan perhitungan jumlah tanaman minimal yang terdapat pada RTH privat. Penambahan tanaman karet kebo dan tanaman pucuk merah dilakukan berdasarkan sisa emisi yang belum terserap oleh RTH privat eksisting pada setiap tipe rumah di Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya. Berikut merupakan contoh perhitungan pada tipe rumah sederhana.

Diketahui

Total Emisi CO ₂	= 4,150377 ton CO ₂ /tahun
Sisa Emisi CO ₂	= 1,67 ton CO ₂ /tahun (Tabel 4.40)
Laju Serap RTH Privat Eksisting	= 2,482 ton CO ₂ /tahun (Tabel 4.40)
Laju Serap Tanaman Karet Kebo	= 22 kg/tahun.pohon (Tabel 2.3)
	= 0,022 ton CO ₂ /tahun.pohon
Laju Serap Tanaman Pucuk Merah	= 162,89 kg CO ₂ /tahun.pohon
	= 0,1628 ton CO ₂ /tahun.pohon

Direncanakan

Penambahan Jumlah Tanaman	= 5 tanaman karet kebo
	= 10 tanaman pucuk merah

Total Laju Serap Tanaman Karet Kebo

$$\begin{aligned}
 &= \text{Jumlah pohon} \times \text{Laju serap pohon} \\
 &= 5 \times 0,022 \text{ ton CO}_2/\text{tahun.pohon} \\
 &= 0,11 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Total Laju Serap Tanaman Pucuk Merah

$$\begin{aligned}
 &= \text{Jumlah pohon} \times \text{Laju serap pohon} \\
 &= 10 \times 0,1628 \text{ ton CO}_2/\text{tahun.pohon} \\
 &= 1,628 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Maka, total laju serap

$$\begin{aligned}
 &= 2,482 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} + 0,11 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} + 1,628 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \\
 &= 4,220 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Sisa emisi setelah ditambahkan tanaman

$$\begin{aligned}
 &= \text{Sisa Emisi} - \text{Laju Serap Tanaman} \\
 &= 4,150377 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} - 4,220 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

= - 0,070 ton CO₂/tahun

Alternatif kebutuhan penambahan pohon pada setiap tipe rumah disajikan secara rinci dalam Tabel 4.41. Total kemampuan serapan emisi CO₂ yang dihasilkan setelah penambahan vegetasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.42.

Tabel 4. 42 Penambahan Jumlah Tanaman Berdasarkan Jumlah Responden

Tipe Rumah	Rata – Rata Total Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)	Laju Serap RTH Privat Eksisting (ton CO ₂ /tahun)	Rata - Rata Sisa Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)	Penambahan Jumlah Tanaman (pohon)	Laju Serap Tanaman Karet Kebo (ton CO ₂ /tahun/pohon)	Total Laju Serap Tanaman Pucuk Merah (ton CO ₂ /tahun/pohon)	Penambahan Jumlah Tanaman (pohon)	Laju Serap Tanaman Pucuk Merah (ton CO ₂ /tahun/pohon)	Total Laju Serap Tanaman Pucuk Merah (ton CO ₂ /tahun/pohon)	Total Laju Serap (ton CO ₂ /tahun)	Sisa Emisi Setelah ditambahkan tanaman (ton CO ₂ /tahun)
Sederhana	4,150377	2,482	1,67	5	0,022	0,11	10	0,1628	1,628	4,22	-0,069623
Menengah	4,170533	3,421	0,75	5	0,022	0,11	4	0,1628	0,6512	4,1822	-0,011667
Mewah	7,190686	2,371	4,82	35	0,022	0,77	25	0,1628	4,07	7,211	-0,020314

Berdasarkan Tabel 4.42 Penambahan jumlah pohon paling sedikit dilakukan pada tipe rumah menengah, dikarenakan emisi yang dihasilkan dan daya serap RTH tidak jauh selisih nilainya. Serapan total emisi tiap tipe rumah di Kecamatan Pabean Cantian dapat dilihat pada Tabel 4.43.

Tabel 4. 43 Penambahan Jumlah Tanaman Berdasarkan Jumlah Rumah

Tipe Rumah	Total Laju Serap (ton CO ₂ /tahun)	Jumlah Rumah	Total Laju Serapan (ton CO ₂ /tahun)	Emisi Total (ton CO ₂ /tahun)
Sederhana	4,22	8.525	35.975,5	35.381,96
Menengah	4,1822	8.275	34.607,7	34.511,16
Mewah	7,211	8.275	59.671,03	59.502,93

Berdasarkan Tabel 4.43, total serapan CO₂ setelah penambahan vegetasi pada seluruh tipe rumah di Kecamatan Pabean Cantian telah melebihi total emisi CO₂ yang dihasilkan. Rumah sederhana memiliki total serapan sebesar 35.975,5 ton CO₂/tahun dengan selisih serapan 593,54 ton CO₂/tahun, sedangkan rumah menengah dan rumah mewah masing-masing memiliki selisih serapan sebesar 96,5 ton CO₂/tahun dan 168,10 ton CO₂/tahun. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan vegetasi pada RTH privat mampu mengimbangi bahkan melampaui emisi CO₂ yang dihasilkan, sehingga dapat mendukung upaya mitigasi emisi karbon di kawasan permukiman.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisa dan pembahasan penelitian yaitu sebagai berikut.

1. Nilai emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas permukiman di Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya yaitu 129.396,05 ton CO₂/tahun berdasarkan tipe rumah sederhana, menengah, dan mewah secara berturut – turut sebesar 35.381,96 ton CO₂/tahun, 34.511,16 ton CO₂/tahun, dan 59.502,93 ton CO₂/tahun.
2. Pemetaan emisi CO₂ dari sektor permukiman di Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya dipetakan berdasarkan warna. Berdasarkan hasil pemetaan, Kelurahan Tanjung Perak memiliki tingkat emisi CO₂ tertinggi dengan kisaran > 47.896,19 - 65.060,34 ton CO₂/tahun yang ditunjukkan oleh warna paling gelap pada peta. Sementara itu, Kelurahan Nyamplungan, Bongkaran, dan Krembangan Utara memiliki tingkat emisi CO₂ rendah dengan kisaran 13.567,91 - 30.732,05 ton CO₂/tahun. Perbedaan besaran emisi tersebut tergambar melalui variasi tingkat warna pada peta yang merepresentasikan distribusi emisi CO₂ di setiap kelurahan.
3. RTH eksisting di Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya, belum mampu menyerap seluruh emisi CO₂ yang dihasilkan. Daya serap RTH eksisting berupa RTH privat dan RTH publik masing – masing yaitu 69.083,69 ton CO₂/tahun dan 94,51 ton CO₂/tahun, sehingga emisi yang belum terserap sebesar 60.217,85 ton CO₂/tahun. Sebagai upaya mitigasi, direkomendasikan penambahan tanaman karet kebo dan pucuk merah untuk meningkatkan kapasitas serapan CO₂.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk menyempurnakan penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperluas cakupan analisis

emisi karbon dengan memasukkan berbagai sumber emisi dari kawasan terbangun, seperti permukiman bertingkat (rusunawa dan apartemen), fasilitas pendidikan, perkantoran, pusat perdagangan dan jasa, serta fasilitas umum lainnya.

2. Penelitian selanjutnya diharapkan tidak hanya menganalisis emisi CO₂, tetapi juga gas rumah kaca lainnya seperti CH₄, N₂O, SF₆, HFC, dan PFC, sehingga diperoleh gambaran emisi yang lebih menyeluruh.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menerapkan analisis statistik untuk mengkaji hubungan antara jumlah penghuni dan tingkat pendapatan rumah tangga dengan besaran emisi yang dihasilkan.
4. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menerapkan analisis statistik untuk mengkaji hubungan antara jumlah penghuni dan tingkat pendapatan rumah tangga dengan besaran emisi yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, N. (2024). *Penataan ruang Kota Jakarta berbasis net zero emission : dampak emisi pembangkit listrik*. 1(1), 1–20.
- Adiena, B., Susetyo, C., Perencanaan, J., & Aristektur, F. (2019). *Pola Spasial Produksi dan Serapan Emisi CO 2 Primer pada Sektor Perumahan di Kecamatan Sukomanunggal*. 8(2), 108–115.
- Aji Amirul Bahaduri, F. M. (n.d.) (2019). *Penilaian Lingkungan Fisik Permukiman Kumuh Di Kanomanutara Kota Cirebon*. 11(11).
- Asrani Suhaenah, Mamat Pratama, A. H. W. A. (2021). *Penetapan Kadar Flavonoid Fraksi Etil Asetat Daun Karet Kebo (Ficus Elastica) Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis*. 13(1), 48–54.
- Asrulla, Risnita, Jailani, M. S., & Jeka, F. (2023). *Populasi dan Sampling (Kuantitatif), Serta Pemilihan Informan Kunci (Kualitatif) dalam Pendekatan Praktis*.
- Chaerunnisa, I., Adzillah, W. N., & Fauzie, A. K. (2024). *Pemetaan Jejak Karbon pada Sektor Energi dari Aktivitas Permukiman di Kota Bogor , Jawa Barat*. IX(4).
- Citra, R., Pangestu, K., Agung, A., & Ayuningsasi, K. (2024). *Pengaruh Konsumsi Energi Sektor Industri , Rumah Tangga , dan Transportasi terhadap Emisi Karbon di Indonesia*. 3(4).
- Dewi, S., Fadhilah, B., Ghozali, A., & Yorika, R. (2022). *Analisis Emisi Primer Gas CO 2 Rumah Tangga di Kelurahan Muara Rapak , Analysis of Household Primary CO 2 Emissions Gas in Muara Rapak , Balikpapan City in 2020*. 8(1), 47–57.
- Dwiyang Surmianto, P. A. (2025). *Pengaruh Kondisi Sosial Ekonomi Terhadap Faktor Penentu Pemilihan Lokasi Permukiman Di Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar*. 04(02), 28–41.
- Faisal, G. (2022). *Tipologi Permukiman Di Indonesia: Penjejang, Dikotomi, Konteks Sosial, Dan Spasial*. 9(2), 141–155.
<https://doi.org/10.26418/lantang.v9i2.51813>
- Febriansyah, A. R., Ergantara, R. I., & Nasoetion, P. (2022). *Daya Serap Co 2 Tanaman Pengisi Ruang Terbuka Hijau Privat Rumah Besar Perumahan Springhill Dan Citra*. 6, 20–31.

- Fitri, Y., Putri, A. N., & Retnawaty, S. F. (2020). *Estimasi Emisi CO₂ Dari Sektor Rumah Tangga Di Kota Pekanbaru*. 11(1), 1–6.
- G A Kristanto, M. A. P. and D. F. R. (2020). *Estimation of greenhouse gas emissions from solid waste management and wastewater treatment in the Nizam Zachman Fishery Port , Jakarta , Indonesia Estimation of greenhouse gas emissions from solid waste management and wastewater treatment in the Nizam Za*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/423/1/012039>
- Garden, B. (2020). *Penaksiran Riap Biomassa dan Riap Karbon pada Famili Sapindaceae di Kebun Raya Purwodadi*. 8(2), 241–254.
- Hasnsa, A. N. (2021). *Analisis Emisi Karbondioksida (CO₂) Dari Aktivitas dan Perilaku Penduduk Kota Melalui Jejak Karbon di SWK Cibeunying Kota Bandung FTSP Series*.
- Irma, M. F., & Gusmira, E. (2024). *Evaluasi Kebijakan Lingkungan terhadap Emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia Sains dan Ilmu Terapan*. 2, 12–18.
- Jati, D. R., Utomo, K. P., Teknik, J., Fakultas, L., & Universitas, T. (2018). *Analisis Carbon Footprint Dari Aktivitas Rumah Kost Kota Pontianak*.
- Koto, A. G. (2017). *Modul Praktikum Artografi Dasar Menggunakan Quantum Gis*.
- Kotsila, D., & Polychronidou, P. (2021). *Determinants of household electricity consumption in Greece : a statistical analysis*. 9.
- Kurniawan, J., Razak, A., Syah, N., Diliarosta, S., Azhar, A., Studi, P., Lingkungan, I., Sarjana, S. P., & Padang, U. N. (2024). *Pemanasan Global : Faktor , Dampak dan Upaya Penanggulangan*. 3(6), 646–655. <https://doi.org/10.55123/insologi.v3i6.4627>
- Ladiajanuarygusdi, A. R., & Syafila, M. (2025). *Analisis Jejak Karbon Pengolahan Limbah Air Skala Perkotaan Dengan Pendekatan Life Cycle Assessment (Studi Kasus : Ipal X , Jakarta Selatan) Carbon Footprint Analysis Of Municipal Wastewater Treatment Using Life Cycle Assessment Approach (Case Study : .*
- Laras Rahmayanti, S. M. (2020). *Evaluasi dan Perencanaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Berbasis Serapan Emisi Karbon Dioksida (CO₂) di Zona Tenggara Kota Surabaya (Studi Literatur dan Kasus)*. 9(2).
- Malik, S. P. H., Dunggio, I., & Rahim, S. (2025). *Transportasi Provinsi Gorontalo Berbasis Analisis Deret Waktu Perubahan iklim telah menjadi isu global yang mendesak , dengan sektor transportasi diidentifikasi sebagai salah satu penyumbang emisi Gas Rumah Kaca (GRK) antropogenik terbesar . Di Indonesia , sektor energi termasuk transportasi menyumbang porsi signifikan terhadap total emisi nasional , yang mendorong pemerintah*

- berkomitmen menurunkan emisi melalui dokumen Nationally Determined Contribution (NDC) (KLHK, 2021). 7(3), 389–396.*
- Mufti Sudibyo, M. S. S. (2025). *Serapan k arbondioksida (co 2) pada pohon peneduh di kecamatan medan johor kota medan sumatera utara. 8(2), 877–883.*
- Mukhlis, B. (2012). *Biaya pemasangan baru dan perhitungan rekening listrik golongan tarif rumah tangga. 2(1), 165–170.*
- Nadjma Ramadhila, A. B. P. (2022). *Analisis Faktor-Faktor Terkait Lahan Yang Mempengaruhi Kepatuhan Penerapan Hunian Berimbang pada Perumahan Di Kota Bekasi. 1–15.*
- Ngurah, I. G., Wiratama, M., Sudarma, I. M., & Adhika, I. M. (2016). *Jejak Karbon Konsumsi Lpg Dan Listrik Pada Aktivitas Rumah Tangga Di Kota Denpasar , Bali. 10(1), 68–74.*
- Nugroho, C., Agustang, A., & Pertiwi, N. (2022). *Dinamika Pertumbuhan Kawasan Permukiman Kota Jambi. 8(1), 462–467.*
- Pakaya, P., Lihawa, F., & Baderan, D. W. K. (2024). *Efektivitas Ruang Terbuka Hijau Publik dalam Menyerap Emisi Karbon Dioksida untuk Mendukung Keberlanjutan Lingkungan Perkotaan. 1.*
- Prinajati, P. D. (2021). *Analisis ruang terbuka hijau terhadap penyerapan emisi karbondioksida. 34–41.*
- Rahmatia, S., & Boedisantoso, R. (2012). *Analisis Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Privat Permukiman Dalam Menyerap CO 2 dan Memenuhi Kebutuhan O 2 Manusia di Surabaya Utara (Studi Kasus : Kecamatan Kenjeran) Adequacy Analysis of Privat Recidences Green Space In Absorbing CO 2 Emission and Fullfilling the Human Nedds of O 2 in North Surabaya (Case Study : Kenjeran District). 1–6.*
- Rahmawati, A. (2022). *Perencanaan Sistem Lahan Basah Buatan dalam Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Tanaman Cyperus papyrus. Jurnal Envirotek, 14(2), 164–168. https://doi.org/10.33005/envirotek.v14i2.19*
- Regina, R., Mangkoedihardjo, S., Lingkungan, J. T., Teknik, F., Teknologi, I., Nopember, S., Arief, J., Hakim, R., & Indonesia, S. (2019). *Analisis Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Penyerap Emisi Gas Karbon Dioksida (CO 2) pada Kawasan Kampus ITS Sukolilo , Surabaya. 5(2).*
- Risanti, R., & Amalia, A. (2024). *Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Pada Industri Keramik PT X. IX(2), 9159–9163.*
- Rusyda Al Latifa, Kartika Eka Sari, C. M. (2022). *Faktor rumah tangga yang*

- mempengaruhi emisi CO_2 di kelurahan Jodipan, Kota Malang. 11(0341), 89–100.
- Santoso, L., & Petra, U. K. (2021). *Perancangan Fotografi Kehidupan Pasar Pabean*, Surabaya. 1–12.
- Saputri, R. E., Senoaji, G., & Hidayat, M. F. (2022). *Estimasi Serapan dan Emisi Karbon Dioksida dari Sektor Rumah Tangga di Desa Tanjung Harapan Jaya Kabupaten Bengkulu Utara Propinsi Bengkulu*. 2(1), 51–60.
- Siregar, R. U., Sabrina, T., & Lubis, S. N. (2024). *Analisis Pemenuhan Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Kota Medan*. 5(1), 442–454.
- Subhani, A., & Hadi, H. (2025). *Eksplorasi kondisi dan tingkat pemahaman ibu rumah tangga terkait emisi karbon di kelurahan Pancor*. 9, 32–41. <https://doi.org/10.29408/geodika.v9i1.28339>
- Umar, I., Pramudya, B., Geografi, P. S., Ilmu, F., Unp, S., & Airtawar, K. (2017). *Dengan Metode Multi Criteria Evaluation Di Kota Padang Evaluation for Suitability Land of Settlement Area by Using Multi Criteria Evaluation Method in Padang*. 7(2), 148–154. <https://doi.org/10.19081/jpsl.2017.7.2.148>
- Widyawati, L. (2022). *Ruang Terbuka Hijau Permukiman di Jakarta Menuju Pembangunan Kota Berkelanjutan*. 5(2), 148–159.
- Wirana, I., Gobel, J., & Sela, R. L. E. (2019). *ISSN 2442-3262 Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. 6(3), 628–636.
- Yolanda, Nurmaningsih, D. R., & Nengse, S. (2021). *Dampak : Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas Persebaran Emisi Karbon Dioksida (CO_2) dari Aktivitas Permukiman di*. 2, 44–50.
- Zurfi, A., & Sibarani, D. W. (2025). *Strategi Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca dari Pengolahan Limbah Cair Industri Pulp Secara Aerob (Studi Kasus di Perusahaan X)*. X(2), 13227–13233.

Lampiran I Kuisisioner Responden

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”
This Page Intentionally Left Blank

Form Kuisioner

Alamat Responden	:		
RT/RW	:		/
Kelurahan	:		
BIODATA RESPONDEN			
1.	Nama	:	
2.	Jenis Kelamin	:	LK PR
3.	Umur	:	Tahun
4.	Jumlah penghuni	:	Orang
5.	Status Kepemilikan Tempat Tinggal	:	a. Sendiri b. Kost/kontrak c. Lainnya
6.		:	
7.	Luas bangunan rumah (m)	:	
8.	Luas tanah (m)	:	
9.	Tipe rumah* *berdasarkan luas bangunan dan tanah	:	a. Sederhana b. Menengah c. Mewah
10.	Pendapatan setiap bulannya	:	a. < Rp 1.900.000,- b. Rp 1.900.000 – Rp 3.916.665,- c. Rp 3.916.665 – Rp 4.916.665,- d. > Rp 4.916.665,-
SEKTOR ENERGI LISTRIK DAN LPG			
1.	Daya listrik	:	a. 450 watt b. 900 watt c. 1300 watt d. 2200 watt e. 4400 watt f.
2.	Tipe listrik	:	a. Meteran b. Token
3.	Jumlah pemakaian		Rp
4.	Nominal harga token listrik dalam sekali pembelian		Rp
5.	Periode habis pemakaian token dengan nominal tersebut		(hari/minggu)* *coret yang tidak perlu
6.	Tipe penggunaan LPG	:	a. 3 kg b. 5,5 kg c. 12 kg d. Lainnya
7.	Periode habis pemakaian LPG	:	(hari/minggu)* *coret yang tidak perlu
SEKTOR TRANSPORTASI			
1.	Jenis kendaraan yang dimiliki	:	a. Sepeda motor b. Mobil
2.	Jumlah motor	:	Unit
	Jenis BBM yang digunakan	:	a. Pertamina b. Peralite c. Lainnya
	Tarif pembelian	:	Rp
	Periode habis pemakaian BBM dengan nominal tersebut	:	(hari/minggu)* *coret yang tidak perlu
3.	Jumlah mobil	:	Unit
	Jenis BBM yang digunakan	:	a. Pertamina b. Peralite

			c. Lainnya	
	Tarif pembelian	:	Rp	
	Periode habis pemakaian BBM dengan nominal tersebut	:		(hari/minggu)* *coret yang tidak perlu
SEKTOR LIMBAH				
1.	Kepemilikan Septic Tank	:	a. Milik sendiri b. Gabungan c. Langsung selokan d. Lainnya	
SEKTOR LUAS RUANG TERBUKA				
Pohon	d 1	d 2	H (m)	
1.				
2.				
3.				
Dst.				
Perdu/Semak-semak				
1.				
2.				
3.				
Dst.				
Rumput				
1.				
2.				
3.				

Daftar peralatan elektronika yang dimiliki:				
	Nama elektronik	Jumlah (unit)	Daya (watt)	Lama Pemakaian dalam 1 Hari (jam)
	Televisi			
	Radio			
	Kipas angin			
	AC			
	DVD/VCD player			
	Komputer/laptop			
	Mesin cuci			
	Kulkas			
	WIFI			
	Dispenser			
	Kompur listrik			
	Oven/microwave			
	Blender			
	Setrika			
	Lampu			
	Pengering rambut			
	Catok rambut			
	Vacuum Cleaners			
	Pompa air			
	Pemanas air			
	Alat elektronik lainnya			
	dst			

Lampiran II Kuisisioner Timbulan Sampah

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”
This Page Intentionally Left Blank

Formulir Rekaman Data Lapangan Timbunan Sampah dan Komposisi Sampah

Lokasi pengambilan sampel	: SRT				
Daerah pengambilan sampel	: Kecamatan/Kelurahan				
Kategori lokasi pengmabilan sampel	: Tipe Sederhana/Menengah/Mewah				
Alamat & koordinat lokasi pengambilan sampel	:				
Ukuran peralatan pengambilan sampel					
Jenis	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	
HARI ke – x					
Nama petugas :		Hari, Tanggal:			
Cuaca :		Waktu :			
I. TIMBULAN SAMPAH					
Contoh tabel untuk pendataan SRT					
Nomor data	Berat isi (kg)	Berat sampah (kg)	Tinggi sampah (cm)	Volume sampah (L)	Temuan
	Sampah + boks	Selisih berat kosong & berat isi	Rerata tinggi sampah dari minimal 4 titik (1 titik setiap sisi) di boks sampling		
II. KOMPOSISI SAMPAH					
Jenis sampah	Berat (kg)	Tinggi (cm)	Volume sampah (L)	Temuan	
Sampah makanan					
Sampah taman					
Kayu					
Kertas, karton/kardus					
Plastik - lembaran					
Plastik – kerasan					
Logam					
Kain dan produk tekstil					
Karet dan kulit					
Kaca					
Sampah B3					
Nappies (popok dan pembalut sekali pakai, dll)					
Sampah lainnya atau reidu					
Total berat	Harus sama dengan berat sampah yang tercatat				

Keterangan:

- 1) Pilih salah satu kategori tingkat ekonomi.
- 2) “x” diganti dengan angka urutan hari pengambilan sampel.
- 3) Mencatat temuan khusus yang dilihat dari sampel sampah yang diambil, yang kemudian dicocokkan dengan hasil wawancara kepada pemilik rumah/pengelola fasilitas mengenai aktivitas mereka.
- 4) Disesuaikan dengan tujuan dan kebutuhan pengukuran.

Catatan: Bagian di dalam kotak di atas dapat dipublikasi sesuai dengan jumlah hari pengambilan sampel.

Lampiran III Surat Izin Permintaan Data

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

SURAT DINAS



PEMERINTAH KOTA SURABAYA
KECAMATAN PABEAN CANTIAN

Jalan Teluk Sembil 2-A Surabaya
Telepon (031) 5295130
Laman surabaya.go.id, Ponsel kea_pabeancantian@surabaya.go.id

Surabaya, 13 Januari 2020

Honor : 800/134435.5.15/2020
Sifat : Biasa / Terbiasa
Lampiran : -
Hal : Rekomendasi Penelitian

Yth. 1. Lurah Kecamatan Utara
2. Lurah Bongkaran
3. Lurah Tanjung Perak
4. Lurah Nyampingan
di
Surabaya

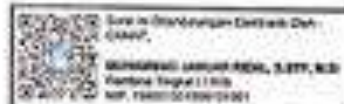
Merindaknyai Surat dari Fakultas Perkapalan Negeri Surabaya Nomor : 0025/PL/II/PL/18/44.32.21/2020 tanggal 01 Januari 2020 hal Formulasi dan Pengisian Gida, Bersama ini disampaikan surat akan dilaksanakan survei dan wawancara Publikasi Perkapalan Negeri Surabaya dengan bentuk sebagai berikut :

Nama : Sofia Permata A/yun
NIM : 102504002
Program Studi : Di Teknik Pengolahan Laut
Universitas / Institut / Lembaga : Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Jenis Penelitian : Analisis yang kaitan dan aktifitas penduduk
di Kecamatan Pabean Cantian
Periode penelitian : 15 Februari 2020 - 30 April 2020

Demikian kepada saudara untuk membantu kegiatan Penelitian diikut dengan syarat-syarat sebagai berikut :

1. Yang bersangkutan harus memiliki identitas / penelitian yang benar, dimana dituliskan Surat / Penelitian / Wawancara
2. Dikawat menggunakan kalender atau tanggal yang telah ditentukan
3. Yang bersangkutan sebelum dan sesudah melaksanakan Survei Penelitian harus melaporkan pelaksanaan dan hasilnya pada Dinas / instansi yang bersangkutan
4. Surat Keterangan ini akan diikut / tidak berlaku, apabila yang bersangkutan tidak mengikuti syarat - syarat yang ditentukan - ketentuan yang ditetapkan

Demikian untuk memberikan maklum



Tembusan:

Yth. 1. Bapak / Ibu Pimpinan Fakultas Perkapalan Negeri Surabaya



Seluruh materi dan dokumen yang diserahkan harus disertai dengan surat yang telah ditandatangani oleh pejabat yang berwenang
- di 010 ke-11 Tahun 2014 Pasal 3, ayat 1
- Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”
This Page Intentionally Left Blank

Lampiran IV Data Hasil Survei

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

N o	Kelurahan	Status kepemili kan rumah	Jumla h pengh uni	Lua s tan ah	Luas bangu nan	Tipe rumah	Pendapa tan setiap bulan	Day a Listr ik	Tipe listrik	Jumlah pemaka ian 1 bulan	Tipe penggun aan LPG (kg)	Periode habis pemaka ian LPG (hari)	Juml ah moto r	Jenis BBM	Traif pembel ian	Periode habis pemaka ian BBM (hari)	Juml ah mobi l	Jenis BBM	Traif pembel ian
1	Nyamplun gan	Sendiri	2	50	45	Sederh ana	<1.900. 000	900	Meter an	65.000	3	15	1	Pertali te	15.000	3	Tida k puny a	-	-
2	Nyamplun gan	Sendiri	4	24	24	Sederh ana	<1.900. 000	450	Meter an	72.000	3	4	2	Pertali te	30.000	7	Tida k puny a	-	-
3	Nyamplun gan	Sendiri	3	36	36	Sederh ana	<1.900. 000	130 0	Toke n	150.00 0	3	12	1	Pertali te	10.000	3	Tida k puny a	-	-
4	Nyamplun gan	Sendiri	5	15	15	Sederh ana	1.900.0 00 - 3.916.6 65	900	Meter an	140.00 0	3	7	1	Perta max	20.000	4	Tida k puny a	-	-
5	Nyamplun gan	Sendiri	5	60	60	Menen gah	1.900.0 00 - 3.916.6 65	900	Meter an	110.00 0	3	15	1	Pertali te	20.000	3	Tida k puny a	-	-
6	Nyamplun gan	Sendiri	4	60	60	Menen gah	1.900.0 00 - 3.916.6 65	900	Meter an	102.00 0	3	15	1	Pertali te	20.000	5	Tida k puny a	-	-
7	Nyamplun	Sendiri	5	72	80	Menen	1.900.0	130	Meter	150.00	3	15	1	Pertali	20.000	3	Tida	-	-

N o	Kelurahan	Status kepemili kan rumah	Jumla h pengh uni	Lua s tan ah	Luas bangu nan	Tipe rumah	Pendapa tan setiap bulan	Day a Listr ik	Tipe listrik	Jumlah pemaka ian 1 bulan	Tipe penggun aan LPG (kg)	Periode habis pemaka ian LPG (hari)	Juml ah moto r	Jenis BBM	Traif pembel ian	Periode habis pemaka ian BBM (hari)	Juml ah mobi l	Jenis BBM	Traif pembel ian
	gan					gah	00 - 3.916.6 65	0	an	0				te			k puny a		
8	Nyamplun gan	Sendiri	4	50	100	Menen gah	1.900.0 00 - 3.916.6 65	900	Toke n	200.00 0	3	8	1	Pertali te	20.000	4	Tida k puny a	-	-
9	Nyamplun gan	Sendiri	4	200	400	Mewah	> 4.916.6 65	220 0	Meter an	345.00 0	3	10	3	Pertali te	60.000	4	Tida k puny a	-	-
10	Nyamplun gan	Sendiri	3	80	160	Mewah	> 4.916.6 65	220 0	Meter an	465.00 0	3	7	2	Pertali te	50.000	4	2	Perta max	300.00 0
11	Nyamplun gan	Sendiri	6	130	260	Mewah	3.916.0 00 - 4.916.6 65	130 0	Toke n	300.00 0	3	7	1	Pertali te	12.000	2	Tida k puny a	-	-
12	Nyamplun gan	Sendiri	3	120	240	Mewah	3.916.0 00 - 4.916.6 65	130 0	Meter an	315.00 0	3	8	1	Pertali te	20.000	4	1	Perta max	150.00 0
13	Bongkara n	Sendiri	2	36	36	Sederh ana	<1.900. 000	900	Meter an	120.00 0	3	15	1	Perta max	15.000	7			
14	Bongkara	Kost/kon	2	12	12	Sederh	<1.900.	450	Toke	150.00	3	10	1	Pertali	10.000	5			

N o	Kelurahan	Status kepemilikan rumah	Jumlah penghuni	Luas tanah	Luas bangunan	Tipe rumah	Pendapatan setiap bulan	Daya Listrik	Tipe listrik	Jumlah pemakaian 1 bulan	Tipe penggunaan LPG (kg)	Periode habis pemakaian LPG (hari)	Jumlah motor	Jenis BBM	Tarif pembelian	Periode habis pemakaian BBM (hari)	Jumlah mobil	Jenis BBM	Tarif pembelian
	n	trak				ana	000		n	0				te					
15	Bongkaran	Sendiri	4	50	30	Sederhana	<1.900.000	450	Meteran	80.000	3	14	1	Pertalite	15.000	7			
16	Bongkaran	Kost/kontrak	5	40	40	Sederhana	<1.900.000	900	Meteran	160.000	3	14	1	Pertalite	12.000	5			
17	Bongkaran	Sendiri	3	16	16	Sederhana	<1.900.000	900	Meteran	136.000	3	7	1	Pertalite	10.000	3			
18	Bongkaran	Sendiri	5	60	120	Menengah	<1.900.000	900	Meteran	200.000	3	7	1	Pertalite	15.000	3			
19	Bongkaran	Sendiri	4	33	66	Menengah	1.900.000 - 3.916.665	1300	Meteran	300.000	3	14	1	Pertalite	15.000	4			
20	Bongkaran	Kost/kontrak	4	90	180	Menengah	1.900.000 - 3.916.665	450	Meteran	100.000	3	7	1	Pertalite	20.000	2			
21	Bongkaran	Sendiri	4	70	70	Menengah	<1.900.000	900	Meteran	200.000	3	15	1	Pertalite	15.000	4			
22	Bongkaran	Sendiri	2	96	96	Menengah	<1.900.000	1300	Meteran	200.000	3	7	1	Pertamax	50.000	7			
23	Bongkaran	Kost/kontrak	3	144	288	Mewah	> 4.916.665	1300	Meteran	1.000.000	3	4	1	Pertalite	30.000	4			

N o	Kelurahan	Status kepemilikan rumah	Jumlah penghuni	Luas tanah	Luas bangunan	Tipe rumah	Pendapatan setiap bulan	Daya Listrik	Tipe listrik	Jumlah pemakaian 1 bulan	Tipe penggunaan LPG (kg)	Periode habis pemakaian LPG (hari)	Jumlah motor	Jenis BBM	Tarif pembelian	Periode habis pemakaian BBM (hari)	Jumlah mobil	Jenis BBM	Tarif pembelian
24	Bongkaran	Kost/kontrak	3	240	240	Mewah	> 4.916.665	900	Tokon	500.000	3	7	1	Pertamax	30.000	3			
25	Bongkaran	Sendiri	5	170	340	Mewah	> 4.916.665	2200	Meteran	1.000.000	3	10	1	Pertalite	20.000	3			
26	Bongkaran	Sendiri	4	90	270	Mewah	3.916.000 - 4.916.665	900	Meteran	500.000	3	7	1	Pertalite	20.000	4			
27	Bongkaran	Sendiri	6	75	225	Mewah	3.916.000 - 4.916.665	1300	Tokon	500.000	3	7	2	Pertalite	30.000	3			
28	Krempangan Utara	Sendiri	5	36	36	Sederhana	<1.900.000	450	Meteran	108.000	3	7	1	Pertalite	20.000	3			
29	Krempangan Utara	Sendiri	5	35	35	Sederhana	1.900.000 - 3.916.665	450	Meteran	114.000	3	9	1	Pertalite	30.000	4			
30	Krempangan Utara	Sendiri	4	30	30	Sederhana	<1.900.000	900	Meteran	200.000	3	15	1	Pertalite	20.000	7			
31	Krempangan Utara	Sendiri	5	48	48	Sederhana	<1.900.000	450	Meteran	100.000	3	15	1	Pertalite	15.000	7			

N o	Kelurahan	Status kepemili kan rumah	Jumla h pengh uni	Lua s tan ah	Luas bangu nan	Tipe rumah	Pendapa tan setiap bulan	Day a Listr ik	Tipe listrik	Jumlah pemaka ian 1 bulan	Tipe penggun aan LPG (kg)	Periode habis pemaka ian LPG (hari)	Juml ah moto r	Jenis BBM	Traif pembel ian	Periode habis pemaka ian BBM (hari)	Juml ah mobi l	Jenis BBM	Traif pembel ian
32	Krebang an Utara	Sendiri	4	15	12	Sederh ana	<1.900. 000	900	Meter an	200.00 0	3	30	1	Pertali te	10.000	2			
33	Krebang an Utara	Sendiri	6	20	20	Sederh ana	1.900.0 00 - 3.916.6 65	900	Meter an	100.00 0	3	30	1	Pertali te	10.000	2			
34	Krebang an Utara	Sendiri	5	22	22	Sederh ana	1.900.0 00 - 3.916.6 65	900	Meter an	125.00 0	3	7	1	Pertali te	20.000	3			
35	Krebang an Utara	Sendiri	3	32	32	Sederh ana	<1.900. 000	900	Meter an	110.00 0	3	12	1	Pertali te	20.000	4			
36	Krebang an Utara	Sendiri	3	84	84	Menen gah	<1.900. 000	900	Meter an	170.00 0	3	30	1	Pertali te	20.000	5			
37	Krebang an Utara	Sendiri	4	96	96	Menen gah	1.900.0 00 - 3.916.6 65	220 0	Meter an	320.00 0	3	10	1	Pertali te	25.000	7			
38	Krebang an Utara	Sendiri	3	72	72	Menen gah	3.916.0 00 - 4.916.6 65	900	Meter an	200.00 0	3	11	1	Pertali te	15.000	7			
39	Krebang an Utara	Sendiri	6	50	100	Menen gah	1.900.0 00 - 3.916.6	900	Meter an	200.00 0	3	7	1	Perta max	50.000	7			

N o	Kelurahan	Status kepemilikan rumah	Jumlah penghuni	Luas tanah	Luas bangunan	Tipe rumah	Pendapatan setiap bulan	Daya Listrik	Tipe listrik	Jumlah pemakaian 1 bulan	Tipe penggunaan LPG (kg)	Periode habis pemakaian LPG (hari)	Jumlah motor	Jenis BBM	Tarif pembelian	Periode habis pemakaian BBM (hari)	Jumlah mobil	Jenis BBM	Tarif pembelian
							65												
40	Krebang an Utara	Sendiri	3	36	72	Menengah	1.900.000 - 3.916.665	450	Meteran	160.000	3	14	1	Pertalite	50.000	7			
41	Krebang an Utara	Sendiri	3	40	80	Menengah	1.900.000 - 3.916.665	900	Meteran	350.000	3	12	1	Pertalite	20.000	3			
42	Krebang an Utara	Kost/kontrak	5	54	108	Menengah	3.916.000 - 4.916.665	900	Meteran	200.000	3	7	2	Pertalite	40.000	4			
43	Krebang an Utara	Sendiri	3	112	224	Mewah	> 4.916.665	1300	Meteran	900.000	3	15	1	Pertalite	25.000	4	1	Pertamax	250.000
44	Krebang an Utara	Sendiri	5	96	192	Mewah	> 4.916.665	1300	Meteran	500.000	3	20	3	Pertalite	60.000	6	1	Pertamax	200.000
45	Krebang an Utara	Sendiri	4	72	144	Mewah	> 4.916.665	900	Meteran	230.000	3	15	3	Pertalite	60.000	7			
46	Krebang an Utara	Sendiri	3	98	196	Mewah	3.916.000 - 4.916.665	1300	Meteran	500.000	3	30	2	Pertalite	40.000	7	1	Pertamax	200.000

N o	Kelurahan	Status kepemilikan rumah	Jumlah penghuni	Luas tanah	Luas bangunan	Tipe rumah	Pendapatan setiap bulan	Daya Listrik	Tipe listrik	Jumlah pemakaian 1 bulan	Tipe penggunaan LPG (kg)	Periode habis pemakaian LPG (hari)	Jumlah motor	Jenis BBM	Traif pembelian	Periode habis pemakaian BBM (hari)	Jumlah mobil	Jenis BBM	Traif pembelian
							65												
47	Krempangan Utara	Sendiri	3	60	180	Mewah	3.916.000 - 4.916.665	1300	Meteran	300.000	3	7	2	Pertamax	20.000	1			
48	Krempangan Utara	Sendiri	2	60	120	Mewah	1.900.000 - 3.916.665	900	Meteran	350.000	3	7	1	Pertalite	25.000	4			
49	Krempangan Utara	Sendiri	4	86	172	Mewah	> 4.916.665	900	Meteran	400.000	3	10	1	Pertalite	25.000	4			
50	Krempangan Utara	Sendiri	5	150	150	Mewah	> 4.916.665	1300	Meteran	250.000	3	15	1	Pertalite	20.000	3			
51	Tanjung Perak	Sendiri	3	16	16	Sederhana	<1.900.000	900	Tokon	100.000	3	7	1	Petalite	10.000	3			
52	Tanjung Perak	Sendiri	3	36	36	Sederhana	<1.900.000	900	Meteran	180.000	3	7	1	Pertalite	25.000	5			
53	Tanjung Perak	Sendiri	4	15	15	Sederhana	<1.900.000	450	Meteran	80.000	3	10	1	Pertalite	15.000	3			
54	Tanjung Perak	Sendiri	6	48	36	Sederhana	<1.900.000	900	Meteran	170.000	3	15	1	Pertalite	30.000	7			
55	Tanjung	Sendiri	3	20	20	Sederh	<1.900.	900	Meter	150.00	3	15	1	Pertali	20.000	7			

N o	Kelurahan	Status kepemilikan rumah	Jumlah penghuni	Luas tanah	Luas bangunan	Tipe rumah	Pendapatan setiap bulan	Daya Listrik	Tipe listrik	Jumlah pemakaian 1 bulan	Tipe penggunaan LPG (kg)	Periode habis pemakaian LPG (hari)	Jumlah motor	Jenis BBM	Tarif pembelian	Periode habis pemakaian BBM (hari)	Jumlah mobil	Jenis BBM	Tarif pembelian
	Perak					ana	000		an	0				te					
56	Tanjung Perak	Sendiri	2	40	40	Sederhana	<1.900.000	900	Meteran	125.000	3	14	1	Pertalite	10.000	3			
57	Tanjung Perak	Kost/kontrak	3	12	12	Sederhana	<1.900.000	900	Meteran	100.000	3	10	1	Pertalite	10.000	3			
58	Tanjung Perak	Sendiri	3	32	32	Sederhana	<1.900.000	900	Meteran	70.000	3	14	1	Pertalite	25.000	5			
59	Tanjung Perak	Sendiri	2	12	12	Sederhana	<1.900.000	900	Meteran	150.000	3	8	1	Pertalite	15.000	2			
60	Tanjung Perak	Sendiri	4	30	30	Sederhana	<1.900.000	900	Meteran	150.000	3	7	1	Pertalite	25.000	3			
61	Tanjung Perak	Sendiri	2	32	32	Sederhana	<1.900.000	900	Meteran	150.000	3	10	1	Pertalite	25.000	4			
62	Tanjung Perak	Sendiri	3	18	18	Sederhana	<1.900.000	900	Meteran	200.000	3	10	1	Pertalite	25.000	3			
63	Tanjung Perak	Sendiri	4	15	15	Sederhana	<1.900.000	900	Meteran	150.000	3	10	1	Pertalite	25.000	3			
64	Tanjung Perak	Sendiri	4	36	40	Sederhana	1.900.000 - 3.916.665	900	Meteran	165.000	3	7	1	Pertalite	25.000	3			
65	Tanjung Perak	Sendiri	6	63	70	Sederhana	1.900.000 - 3.916.6	900	Meteran	200.000	3	7	1	Pertalite	20.000	7			

N o	Kelurahan	Status kepemilikan rumah	Jumlah penghuni	Luas tanah	Luas bangunan	Tipe rumah	Pendapatan setiap bulan	Daya Listrik	Tipe listrik	Jumlah pemakaian 1 bulan	Tipe penggunaan LPG (kg)	Periode habis pemakaian LPG (hari)	Jumlah motor	Jenis BBM	Traif pembelian	Periode habis pemakaian BBM (hari)	Jumlah mobil	Jenis BBM	Traif pembelian
							65												
66	Tanjung Perak	Sendiri	4	32	32	Sederhana	<1.900.000	450	Meteran	120.000	3	12	1	Pertalite	25.000	3			
67	Tanjung Perak	Sendiri	3	24	24	Sederhana	<1.900.000	450	Tokon	154.000	3	10	1	Pertalite	20.000	5			
68	Tanjung Perak	Sendiri	6	75	75	Menengah	1.900.000 - 3.916.665	1300	Tokon	200.000	3	30	3	Pertalite	30.000	2			
69	Tanjung Perak	Sendiri	2	40	80	Menengah	1.900.000 - 3.916.665	1300	Meteran	300.000	3	10	1	Pertalite	15.000	3			
70	Tanjung Perak	Kost/kontrak	2	60	60	Menengah	<1.900.000	900	Tokon	70.000	3	30	1	Pertalite	25.000	7			
71	Tanjung Perak	Sendiri	4	54	54	Menengah	1.900.000 - 3.916.665	1300	Meteran	200.000	3	7	3	Pertalite	75.000	7			
72	Tanjung Perak	Sendiri	4	60	120	Menengah	3.916.000 - 4.916.665	1300	Meteran	400.000	3	7	1	Pertalite	25.000	7			
73	Tanjung	Sendiri	3	40	80	Menen	1.900.0	900	Meter	80.000	3	14	1	Pertali	25.000	4			

N o	Kelurahan	Status kepemili kan rumah	Jumla h pengh uni	Lua s tan ah	Luas bangu nan	Tipe rumah	Pendapa tan setiap bulan	Day a Listr ik	Tipe listrik	Jumlah pemaka ian 1 bulan	Tipe penggun aan LPG (kg)	Periode habis pemaka ian LPG (hari)	Juml ah moto r	Jenis BBM	Traif pembel ian	Periode habis pemaka ian BBM (hari)	Juml ah mobi l	Jenis BBM	Traif pembel ian
	Perak					gah	00 - 3.916.6 65		an					te					
74	Tanjung Perak	Sendiri	6	56	112	Menen gah	1.900.0 00 - 3.916.6 65	900	Meter an	200.00 0	3	7	1	Pertali te	20.000	3			
75	Tanjung Perak	Sendiri	4	42	84	Menen gah	1.900.0 00 - 3.916.6 65	900	Meter an	150.00 0	3	8	1	Pertali te	30.000	4			
76	Tanjung Perak	Sendiri	2	64	64	Menen gah	3.916.0 00 - 4.916.6 65	130 0	Meter an	300.00 0	3	14	1	Pertali te	25.000	7			
77	Tanjung Perak	Sendiri	4	64	64	Menen gah	1.900.0 00 - 3.916.6 65	900	Meter an	150.00 0	3	5	1	Pertali te	30.000	6			
78	Tanjung Perak	Sendiri	6	56	56	Menen gah	1.900.0 00 - 3.916.6 65	900	Meter an	125.00 0	3	12	1	Pertali te	30.000	7			
79	Tanjung Perak	Sendiri	6	63	70	Menen gah	1.900.0 00 -	900	Meter an	200.00 0	3	7	1	Pertali te	20.000	7			

N o	Kelurahan	Status kepemilikan rumah	Jumlah penghuni	Luas tanah	Luas bangunan	Tipe rumah	Pendapatan setiap bulan	Daya Listrik	Tipe listrik	Jumlah pemakaian 1 bulan	Tipe penggunaan LPG (kg)	Periode habis pemakaian LPG (hari)	Jumlah motor	Jenis BBM	Traif pembelian	Periode habis pemakaian BBM (hari)	Jumlah mobil	Jenis BBM	Traif pembelian
							3.916.665												
80	Tanjung Perak	Sendiri	4	40	80	Menengah	3.916.000 - 4.916.665	1300	Meteran	250.000	3	12	1	Pertalite	25.000	4			
81	Tanjung Perak	Sendiri	3	36	72	Menengah	3.916.000 - 4.916.665	900	Meteran	165.000	3	7	1	Pertalite	30.000	5			
82	Tanjung Perak	Sendiri	5	40	80	Menengah	3.916.000 - 4.916.665	900	Tokon	300.000	3	30	1	Pertalite	40.000	7			
83	Tanjung Perak	Sendiri	4	35	70	Menengah	1.900.000 - 3.916.665	900	Meteran	235.000	3	15	1	Pertalite	20.000	3			
84	Tanjung Perak	Sendiri	5	66	66	Menengah	1.900.000 - 3.916.665	900	Meteran	215.000	3	15	1	Pertalite	25.000	4			
85	Tanjung Perak	Sendiri	4	138	138	Mewah	> 4.916.665	2200	Meteran	700.000	3	7	4	Pertalite	100.000	7			

N o	Kelurahan	Status kepemilikan rumah	Jumlah penghuni	Luas tanah	Luas bangunan	Tipe rumah	Pendapatan setiap bulan	Daya Listrik	Tipe listrik	Jumlah pemakaian 1 bulan	Tipe penggunaan LPG (kg)	Periode habis pemakaian LPG (hari)	Jumlah motor	Jenis BBM	Traif pembelian	Periode habis pemakaian BBM (hari)	Jumlah mobil	Jenis BBM	Traif pembelian
86	Tanjung Perak	Sendiri	2	150	150	Mewah	> 4.916.665	1300	Meteran	450.000	3	10	3	Pertalite	60.000	4			
87	Tanjung Perak	Sendiri	4	50	150	Mewah	3.916.000 - 4.916.665	1300	Meteran	350.000	3	14	2	Pertalite	50.000	4			
88	Tanjung Perak	Sendiri	4	72	144	Mewah	> 4.916.665	2200	Meteran	500.000	3	21	3	Pertalite	60.000	3			
89	Tanjung Perak	Sendiri	4	120	120	Mewah	> 4.916.665	1300	Meteran	500.000	3	30	2	Pertalite	60.000	4	1	Pertamax	150.000
90	Tanjung Perak	Sendiri	6	70	140	Mewah	> 4.916.665	1300	Meteran	700.000	3	7	3	Pertalite	75.000	4	1	Pertamax	150.000
91	Tanjung Perak	Sendiri	6	90	180	Mewah	> 4.916.665	900	Tokon	500.000	3	10	3	Pertalite	60.000	3	1	Pertamax	200.000
92	Tanjung Perak	Sendiri	5	100	100	Mewah	> 4.916.665	2200	Meteran	1.000.000	3	8	4	Pertalite	100.000	5	2	Pertamax	400.000
93	Tanjung Perak	Sendiri	4	80	160	Mewah	> 4.916.665	1300	Meteran	500.000	3	10	2	Pertalite	60.000	5			

N o	Kelurahan	Status kepemili kan rumah	Jumla h pengh uni	Lua s tan ah	Luas bangu nan	Tipe rumah	Pendapa tan setiap bulan	Day a Listr ik	Tipe listrik	Jumlah pemaka ian 1 bulan	Tipe penggun aan LPG (kg)	Periode habis pemaka ian LPG (hari)	Juml ah moto r	Jenis BBM	Traif pembel ian	Periode habis pemaka ian BBM (hari)	Juml ah mobi l	Jenis BBM	Traif pembel ian
94	Tanjung Perak	Sendiri	5	90	90	Mewah	> 4.916.6 65	130 0	Meter an	350.00 0	3	12	1	Pertali te	25.000	4	1	Perta max	150.00 0
95	Tanjung Perak	Sendiri	3	75	150	Mewah	3.916.0 00 - 4.916.6 65	900	Meter an	300.00 0	3	10	2	Pertali te	50.000	4			
96	Tanjung Perak	Sendiri	4	65	130	Mewah	3.916.0 00 - 4.916.6 65	130 0	Meter an	300.00 0	3	21	1	Pertali te	35.000	3			
97	Tanjung Perak	Sendiri	5	110	110	Mewah	> 4.916.6 65	130 0	Meter an	450.00 0	3	8	2	Pertali te	60.000	5			
98	Tanjung Perak	Sendiri	6	120	120	Mewah	> 4.916.6 65	900	Toke n	350.00 0	3	10	1	Pertali te	35.000	4			
99	Tanjung Perak	Sendiri	4	100	125	Mewah	> 4.916.6 65	130 0	Meter an	450.00 0	3	12	2	Pertali te	60.000	3			
10 0	Tanjung Perak	Sendiri	4	125	125	Mewah	> 4.916.6 65	130 0	Meter an	500.00 0	3	15	3	Pertali te	75.000	5			

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

Lampiran V Data Sektor LPG

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Pemakaian LPG (hari)	Pemakaian LPG (kg/thn)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg CO2/thn)	Emisi CO2 (ton CO2/thn)
1	Nyemplungan	Sederhana	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22
2	Nyemplungan	Sederhana	4	273,75	0,0000473	0,01295	63100	817,04	0,82
3	Nyemplungan	Sederhana	12	91,25	0,0000473	0,00432	63100	272,35	0,27
4	Nyemplungan	Sederhana	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
5	Nyemplungan	Menengah	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22
6	Nyemplungan	Menengah	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22
7	Nyemplungan	Menengah	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22
8	Nyemplungan	Menengah	8	136,88	0,0000473	0,00647	63100	408,52	0,41
9	Nyemplungan	Mewah	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
10	Nyemplungan	Mewah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
11	Nyemplungan	Mewah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
12	Nyemplungan	Mewah	8	136,88	0,0000473	0,00647	63100	408,52	0,41
13	Bongkaran	Sederhana	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22
14	Bongkaran	Sederhana	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
15	Bongkaran	Sederhana	14	78,21	0,0000473	0,00370	63100	233,44	0,23
16	Bongkaran	Sederhana	14	78,21	0,0000473	0,00370	63100	233,44	0,23
17	Bongkaran	Sederhana	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
18	Bongkaran	Menengah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Pemakaian LPG (hari)	Pemakaian LPG (kg/thn)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg CO2/thn)	Emisi CO2 (ton CO2/thn)
19	Bongkaran	Menengah	14	78,21	0,0000473	0,00370	63100	233,44	0,23
20	Bongkaran	Menengah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
21	Bongkaran	Menengah	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22
22	Bongkaran	Menengah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
23	Bongkaran	Mewah	4	273,75	0,0000473	0,01295	63100	817,04	0,82
24	Bongkaran	Mewah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
25	Bongkaran	Mewah	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
26	Bongkaran	Mewah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
27	Bongkaran	Mewah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
28	Krembangan Utara	Sederhana	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
29	Krembangan Utara	Sederhana	9	121,67	0,0000473	0,00575	63100	363,13	0,36
30	Krembangan Utara	Sederhana	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22
31	Krembangan Utara	Sederhana	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22
32	Krembangan Utara	Sederhana	30	36,50	0,0000473	0,00173	63100	108,94	0,11
33	Krembangan Utara	Sederhana	30	36,50	0,0000473	0,00173	63100	108,94	0,11
34	Krembangan Utara	Sederhana	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Pemakaian LPG (hari)	Pemakaian LPG (kg/thn)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg CO2/thn)	Emisi CO2 (ton CO2/thn)
35	Krempangan Utara	Sederhana	12	91,25	0,0000473	0,00432	63100	272,35	0,27
36	Krempangan Utara	Menengah	30	36,50	0,0000473	0,00173	63100	108,94	0,11
37	Krempangan Utara	Menengah	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
38	Krempangan Utara	Menengah	11	99,55	0,0000473	0,00471	63100	297,11	0,30
39	Krempangan Utara	Menengah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
40	Krempangan Utara	Menengah	14	78,21	0,0000473	0,00370	63100	233,44	0,23
41	Krempangan Utara	Menengah	12	91,25	0,0000473	0,00432	63100	272,35	0,27
42	Krempangan Utara	Menengah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
43	Krempangan Utara	Mewah	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22
44	Krempangan Utara	Mewah	20	54,75	0,0000473	0,00259	63100	163,41	0,16
45	Krempangan Utara	Mewah	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22
46	Krempangan Utara	Mewah	30	36,50	0,0000473	0,00173	63100	108,94	0,11
47	Krempangan Utara	Mewah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
48	Krempangan	Mewah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Pemakaian LPG (hari)	Pemakaian LPG (kg/thn)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg CO2/thn)	Emisi CO2 (ton CO2/thn)
	Utara								
49	Kreimbangan Utara	Mewah	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
50	Kreimbangan Utara	Mewah	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22
51	Tanjung Perak	Sederhana	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
52	Tanjung Perak	Sederhana	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
53	Tanjung Perak	Sederhana	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
54	Tanjung Perak	Sederhana	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22
55	Tanjung Perak	Sederhana	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22
56	Tanjung Perak	Sederhana	14	78,21	0,0000473	0,00370	63100	233,44	0,23
57	Tanjung Perak	Sederhana	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
58	Tanjung Perak	Sederhana	14	78,21	0,0000473	0,00370	63100	233,44	0,23
59	Tanjung Perak	Sederhana	8	136,88	0,0000473	0,00647	63100	408,52	0,41
60	Tanjung Perak	Sederhana	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
61	Tanjung Perak	Sederhana	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
62	Tanjung Perak	Sederhana	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
63	Tanjung Perak	Sederhana	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
64	Tanjung Perak	Sederhana	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
65	Tanjung Perak	Sederhana	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Pemakaian LPG (hari)	Pemakaian LPG (kg/thn)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg CO2/thn)	Emisi CO2 (ton CO2/thn)
66	Tanjung Perak	Sederhana	12	91,25	0,0000473	0,00432	63100	272,35	0,27
67	Tanjung Perak	Sederhana	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
68	Tanjung Perak	Menengah	30	36,50	0,0000473	0,00173	63100	108,94	0,11
69	Tanjung Perak	Menengah	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
70	Tanjung Perak	Menengah	30	36,50	0,0000473	0,00173	63100	108,94	0,11
71	Tanjung Perak	Menengah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
72	Tanjung Perak	Menengah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
73	Tanjung Perak	Menengah	14	78,21	0,0000473	0,00370	63100	233,44	0,23
74	Tanjung Perak	Menengah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
75	Tanjung Perak	Menengah	8	136,88	0,0000473	0,00647	63100	408,52	0,41
76	Tanjung Perak	Menengah	14	78,21	0,0000473	0,00370	63100	233,44	0,23
77	Tanjung Perak	Menengah	5	219,00	0,0000473	0,01036	63100	653,63	0,65
78	Tanjung Perak	Menengah	12	91,25	0,0000473	0,00432	63100	272,35	0,27
79	Tanjung Perak	Menengah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
80	Tanjung Perak	Menengah	12	91,25	0,0000473	0,00432	63100	272,35	0,27
81	Tanjung Perak	Menengah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
82	Tanjung Perak	Menengah	30	36,50	0,0000473	0,00173	63100	108,94	0,11
83	Tanjung Perak	Menengah	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Pemakaian LPG (hari)	Pemakaian LPG (kg/thn)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg CO2/thn)	Emisi CO2 (ton CO2/thn)
84	Tanjung Perak	Menengah	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22
85	Tanjung Perak	Mewah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
86	Tanjung Perak	Mewah	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
87	Tanjung Perak	Mewah	14	78,21	0,0000473	0,00370	63100	233,44	0,23
88	Tanjung Perak	Mewah	21	52,14	0,0000473	0,00247	63100	155,63	0,16
89	Tanjung Perak	Mewah	30	36,50	0,0000473	0,00173	63100	108,94	0,11
90	Tanjung Perak	Mewah	7	156,43	0,0000473	0,00740	63100	466,88	0,47
91	Tanjung Perak	Mewah	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
92	Tanjung Perak	Mewah	8	136,88	0,0000473	0,00647	63100	408,52	0,41
93	Tanjung Perak	Mewah	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
94	Tanjung Perak	Mewah	12	91,25	0,0000473	0,00432	63100	272,35	0,27
95	Tanjung Perak	Mewah	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
96	Tanjung Perak	Mewah	21	52,14	0,0000473	0,00247	63100	155,63	0,16
97	Tanjung Perak	Mewah	8	136,88	0,0000473	0,00647	63100	408,52	0,41
98	Tanjung Perak	Mewah	10	109,50	0,0000473	0,00518	63100	326,82	0,33
99	Tanjung Perak	Mewah	12	91,25	0,0000473	0,00432	63100	272,35	0,27
100	Tanjung Perak	Mewah	15	73,00	0,0000473	0,00345	63100	217,88	0,22

Lampiran VI Data Sektor Transportasi

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”
This Page Intentionally Left Blank

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Motor					Mobil Pertamina/Pertamax					Mobil Solar					Total Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg/tn)	Emisi CO2 (ton/tn)
			Jumlah Motor	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)				
1	Nyampungan	Sederhana	1	0,5	182,5	0,000033	0,0060				0,000033					0,000036		0,0060	74100	446,27	0,45
2	Nyampungan	Sederhana	2	0,43	156,95	0,000033	0,0052				0,000033					0,000036		0,0052	74100	383,79	0,38
3	Nyampungan	Sederhana	1	0,33	120,45	0,000033	0,0040				0,000033					0,000036		0,0040	74100	294,54	0,29
4	Nyampungan	Sederhana	1	0,5	182,5	0,000033	0,0060				0,000033					0,000036		0,0060	74100	446,27	0,45
5	Nyampungan	Mene ngah	1	0,67	244,55	0,000033	0,0081				0,000033					0,000036		0,0081	74100	598,00	0,60
6	Nyampungan	Mene ngah	1	0,4	146	0,000033	0,0048				0,000033					0,000036		0,0048	74100	357,01	0,36
7	Nyampungan	Mene ngah	1	0,67	244,55	0,000033	0,0081				0,000033					0,000036		0,0081	74100	598,00	0,60
8	Nyampungan	Mene ngah	1	0,5	182,5	0,000033	0,0060				0,000033					0,000036		0,0060	74100	446,27	0,45
9	Nyampungan	Mewah	3	1,5	547,5	0,000033	0,0181				0,000033					0,000036		0,0181	74100	1338,80	1,34
10	Nyampungan	Mewah	2	1,25	456,25	0,000033	0,0151	2	4,29	1565,85	0,000033	0,05167				0,000036		0,0667	74100	4944,64	4,94
1	Nyampungan	Mewah	1	0,6	219	0,000033	0,007				0,000033					0,000036		0,007	74100	535,00	0,54

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Motor					Mobil Peralite/Pertamax					Mobil Solar					Total Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg/t hn)	Emisi CO2 (ton/t hn)
			Jumlah Motor	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)				
1	ungan	h				033	2				033					036		2	00	52	
12	Nyampungan	Mewah	1	0,5	182,5	0,000033	0,0060	1	2,14	781,1	0,000033	0,02578				0,000036		0,0318	74100	2356,29	2,36
13	Bongkaran	Sederhana	1	0,21	76,65	0,000033	0,0025				0,000033					0,000036		0,0025	74100	187,43	0,19
14	Bongkaran	Sederhana	1	0,2	73	0,000033	0,0024				0,000033					0,000036		0,0024	74100	178,51	0,18
15	Bongkaran	Sederhana	1	0,21	76,65	0,000033	0,0025				0,000033					0,000036		0,0025	74100	187,43	0,19
16	Bongkaran	Sederhana	1	0,24	87,6	0,000033	0,0029				0,000033					0,000036		0,0029	74100	214,21	0,21
17	Bongkaran	Sederhana	1	0,33	120,45	0,000033	0,0040				0,000033					0,000036		0,0040	74100	294,54	0,29
18	Bongkaran	Meneh	1	0,5	182,5	0,000033	0,0060				0,000033					0,000036		0,0060	74100	446,27	0,45
19	Bongkaran	Meneh	1	0,38	138,7	0,000033	0,0046				0,000033					0,000036		0,0046	74100	339,16	0,34
20	Bongkaran	Meneh	1	1	365	0,000033	0,0120				0,000033					0,000036		0,0120	74100	892,53	0,89
21	Bongkaran	Meneh	1	0,38	138,7	0,000033	0,0046				0,000033					0,000036		0,0046	74100	339,16	0,34

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Motor					Mobil Peralite/Pertamax					Mobil Solar					Total Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg/tn)	Emisi CO2 (ton/tn)
			Jumlah Motor	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)				
22	Bongkaran	Meneh	1	0,71	259,15	0,000033	0,0086				0,000033					0,000036		0,0086	74100	633,70	0,63
23	Bongkaran	Mewah	1	0,75	273,75	0,000033	0,0090				0,000033					0,000036		0,0090	74100	669,40	0,67
24	Bongkaran	Mewah	1	1	365	0,000033	0,0120				0,000033					0,000036		0,0120	74100	892,53	0,89
25	Bongkaran	Mewah	1	0,67	244,55	0,000033	0,0081				0,000033					0,000036		0,0081	74100	598,00	0,60
26	Bongkaran	Mewah	1	0,5	182,5	0,000033	0,0060				0,000033					0,000036		0,0060	74100	446,27	0,45
27	Bongkaran	Mewah	2	1	365	0,000033	0,0120				0,000033					0,000036		0,0120	74100	892,53	0,89
28	Krembangan Utara	Sederhana	1	0,67	244,55	0,000033	0,0081				0,000033					0,000036		0,0081	74100	598,00	0,60
29	Krembangan Utara	Sederhana	1	0,75	273,75	0,000033	0,0090				0,000033					0,000036		0,0090	74100	669,40	0,67
30	Krembangan Utara	Sederhana	1	0,29	105,85	0,000033	0,0035				0,000033					0,000036		0,0035	74100	258,84	0,26
31	Krembangan	Sederhana	1	0,21	76,65	0,000033	0,0025				0,000033					0,000036		0,0025	74100	187,43	0,19

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Motor					Mobil Pertamina/Pertamax					Mobil Solar					Total Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg/t hn)	Emisi CO2 (ton/t hn)
			Jumlah Motor	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)				
	Utara																				
32	Krembangan Utara	Sederhana	1	0,5	182,5	0,000033	0,0060				0,000033					0,000036		0,0060	74100	446,27	0,45
33	Krembangan Utara	Sederhana	1	0,5	182,5	0,000033	0,0060				0,000033					0,000036		0,0060	74100	446,27	0,45
34	Krembangan Utara	Sederhana	1	0,67	244,55	0,000033	0,0081				0,000033					0,000036		0,0081	74100	598,00	0,60
35	Krembangan Utara	Sederhana	1	0,5	182,5	0,000033	0,0060				0,000033					0,000036		0,0060	74100	446,27	0,45
36	Krembangan Utara	Meneh	1	0,4	146	0,000033	0,0048				0,000033					0,000036		0,0048	74100	357,01	0,36
37	Krembangan Utara	Meneh	1	0,36	131,4	0,000033	0,0043				0,000033					0,000036		0,0043	74100	321,31	0,32
38	Krembangan Utara	Meneh	1	0,21	76,65	0,000033	0,0025				0,000033					0,000036		0,0025	74100	187,43	0,19

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Motor					Mobil Peralite/Pertamax					Mobil Solar					Total Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg/t hn)	Emisi CO2 (ton/t hn)
			Jumlah Motor	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)				
39	Krembangan Utara	Mene ngah	1	0,71	259,15	0,000 033	0,008 6				0,000 033					0,000 036		0,008 6	741 00	633, 70	0,63
40	Krembangan Utara	Mene ngah	1	0,71	259,15	0,000 033	0,008 6				0,000 033					0,000 036		0,008 6	741 00	633, 70	0,63
41	Krembangan Utara	Mene ngah	1	0,67	244,55	0,000 033	0,008 1				0,000 033					0,000 036		0,008 1	741 00	598, 00	0,60
42	Krembangan Utara	Mene ngah	2	1	365	0,000 033	0,012 0				0,000 033					0,000 036		0,012 0	741 00	892, 53	0,89
43	Krembangan Utara	Mewa h	1	0,63	229,95	0,000 033	0,007 6				0,000 033					0,000 036		0,007 6	741 00	562, 30	0,56
44	Krembangan Utara	Mewa h	3	1	365	0,000 033	0,012 0				0,000 033					0,000 036		0,012 0	741 00	892, 53	0,89
45	Krembangan Utara	Mewa h	3	0,86	313,9	0,000 033	0,010 4				0,000 033					0,000 036		0,010 4	741 00	767, 58	0,77
46	Krembangan	Mewa h	2	0,57	208,05	0,000 033	0,006 9				0,000 033					0,000 036		0,006 9	741 00	508, 74	0,51

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Motor					Mobil Peralite/Pertamax					Mobil Solar					Total Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg/t hn)	Emisi CO2 (ton/t hn)
			Jumlah Motor	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)				
	Utara																				
47	Krembangan Utara	Mewah	2	2	730	0,000033	0,0241				0,000033					0,000036		0,0241	74100	1785,07	1,79
48	Krembangan Utara	Mewah	1	0,63	229,95	0,000033	0,0076				0,000033					0,000036		0,0076	74100	562,30	0,56
49	Krembangan Utara	Mewah	1	0,63	229,95	0,000033	0,0076				0,000033					0,000036		0,0076	74100	562,30	0,56
50	Krembangan Utara	Mewah	1	0,67	244,55	0,000033	0,0081				0,000033					0,000036		0,0081	74100	598,00	0,60
51	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,33	120,45	0,000033	0,0040				0,000033					0,000036		0,0040	74100	294,54	0,29
52	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,5	182,5	0,000033	0,0060				0,000033					0,000036		0,0060	74100	446,27	0,45
53	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,5	182,5	0,000033	0,0060				0,000033					0,000036		0,0060	74100	446,27	0,45
54	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,43	156,95	0,000033	0,0052				0,000033					0,000036		0,0052	74100	383,79	0,38
55	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,29	105,85	0,000033	0,003				0,000033					0,000036		0,003	74100	258,00	0,26

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Motor					Mobil Peralite/Pertamax					Mobil Solar					Total Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg/t hn)	Emisi CO2 (ton/t hn)
			Jumlah Motor	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)				
5	Perak	hana				033	5				033					036		5	00	84	
56	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,33	120,45	0,000033	0,0040				0,000033					0,000036		0,0040	74100	294,54	0,29
57	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,33	120,45	0,000033	0,0040				0,000033					0,000036		0,0040	74100	294,54	0,29
58	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,5	182,5	0,000033	0,0060				0,000033					0,000036		0,0060	74100	446,27	0,45
59	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,75	273,75	0,000033	0,0090				0,000033					0,000036		0,0090	74100	669,40	0,67
60	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,83	302,95	0,000033	0,0100				0,000033					0,000036		0,0100	74100	740,80	0,74
61	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,63	229,95	0,000033	0,0076				0,000033					0,000036		0,0076	74100	562,30	0,56
62	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,83	302,95	0,000033	0,0100				0,000033					0,000036		0,0100	74100	740,80	0,74
63	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,83	302,95	0,000033	0,0100				0,000033					0,000036		0,0100	74100	740,80	0,74
64	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,83	302,95	0,000033	0,0100				0,000033					0,000036		0,0100	74100	740,80	0,74
65	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,29	105,85	0,000033	0,0035				0,000033					0,000036		0,0035	74100	258,84	0,26

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Motor					Mobil Peralite/Pertamax					Mobil Solar					Total Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg/t hn)	Emisi CO2 (ton/t hn)
			Jumlah Motor	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)				
66	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,83	302,95	0,000033	0,0100				0,000033					0,000036		0,0100	74100	740,80	0,74
67	Tanjung Perak	Sederhana	1	0,4	146	0,000033	0,0048				0,000033					0,000036		0,0048	74100	357,01	0,36
68	Tanjung Perak	Meneh	3	1,5	547,5	0,000033	0,0181				0,000033					0,000036		0,0181	74100	1338,80	1,34
69	Tanjung Perak	Meneh	1	0,5	182,5	0,000033	0,0060				0,000033					0,000036		0,0060	74100	446,27	0,45
70	Tanjung Perak	Meneh	1	0,36	131,4	0,000033	0,0043				0,000033					0,000036		0,0043	74100	321,31	0,32
71	Tanjung Perak	Meneh	3	1,07	390,55	0,000033	0,0129				0,000033					0,000036		0,0129	74100	955,01	0,96
72	Tanjung Perak	Meneh	1	0,36	131,4	0,000033	0,0043				0,000033					0,000036		0,0043	74100	321,31	0,32
73	Tanjung Perak	Meneh	1	0,63	229,95	0,000033	0,0076				0,000033					0,000036		0,0076	74100	562,30	0,56
74	Tanjung Perak	Meneh	1	0,67	244,55	0,000033	0,0081				0,000033					0,000036		0,0081	74100	598,00	0,60
75	Tanjung Perak	Meneh	1	0,75	273,75	0,000033	0,0090				0,000033					0,000036		0,0090	74100	669,40	0,67
76	Tanjung Perak	Meneh	1	0,36	131,4	0,000033	0,0043				0,000033					0,000036		0,0043	74100	321,31	0,32

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Motor					Mobil Peralite/Pertamax					Mobil Solar					Total Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg/t hn)	Emisi CO2 (ton/t hn)
			Jumlah Motor	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)				
77	Tanjung Perak	Mene ngah	1	0,5	182,5	0,000 033	0,006 0				0,000 033					0,000 036		0,006 0	741 00	446, 27	0,45
78	Tanjung Perak	Mene ngah	1	0,43	156,95	0,000 033	0,005 2				0,000 033					0,000 036		0,005 2	741 00	383, 79	0,38
79	Tanjung Perak	Mene ngah	1	0,29	105,85	0,000 033	0,003 5				0,000 033					0,000 036		0,003 5	741 00	258, 84	0,26
80	Tanjung Perak	Mene ngah	1	0,63	229,95	0,000 033	0,007 6				0,000 033					0,000 036		0,007 6	741 00	562, 30	0,56
81	Tanjung Perak	Mene ngah	1	0,6	219	0,000 033	0,007 2				0,000 033					0,000 036		0,007 2	741 00	535, 52	0,54
82	Tanjung Perak	Mene ngah	1	0,57	208,05	0,000 033	0,006 9				0,000 033					0,000 036		0,006 9	741 00	508, 74	0,51
83	Tanjung Perak	Mene ngah	1	0,67	244,55	0,000 033	0,008 1				0,000 033					0,000 036		0,008 1	741 00	598, 00	0,60
84	Tanjung Perak	Mene ngah	1	0,63	229,95	0,000 033	0,007 6				0,000 033					0,000 036		0,007 6	741 00	562, 30	0,56
85	Tanjung Perak	Mewa h	4	1,43	521,95	0,000 033	0,017 2				0,000 033					0,000 036		0,017 2	741 00	1276 ,32	1,28
86	Tanjung Perak	Mewa h	3	1,5	547,5	0,000 033	0,018 1				0,000 033					0,000 036		0,018 1	741 00	1338 ,80	1,34
87	Tanjung Perak	Mewa h	2	1,25	456,25	0,000 033	0,015 1				0,000 033					0,000 036		0,015 1	741 00	1115 ,67	1,12

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Motor					Mobil Peralite/Pertamax					Mobil Solar					Total Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg/t hn)	Emisi CO2 (ton/t hn)
			Jumlah Motor	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)				
88	Tanjung Perak	Mewah	3	2	730	0,000033	0,0241				0,000033					0,000036		0,0241	74100	1785,07	1,79
89	Tanjung Perak	Mewah	2	1,5	547,5	0,000033	0,0181	1	2,14	781,1	0,000033	0,0257763				0,000036		0,0438	74100	3248,83	3,25
90	Tanjung Perak	Mewah	3	1,88	686,2	0,000033	0,0226	1	2,5	912,5	0,000033	0,0301125				0,000036		0,0528	74100	3909,30	3,91
91	Tanjung Perak	Mewah	3	2	730	0,000033	0,0241	1	2	730	0,000033	0,02409				0,000036		0,0482	74100	3570,14	3,57
92	Tanjung Perak	Mewah	4	2	730	0,000033	0,0241	2	5,71	2084,15	0,000033	0,06877695				0,000036		0,0929	74100	6881,44	6,88
93	Tanjung Perak	Mewah	2	1,2	438	0,000033	0,0145				0,000033					0,000036		0,0145	74100	1071,04	1,07
94	Tanjung Perak	Mewah	1	0,63	229,95	0,000033	0,0076	1	2,14	781,1	0,000033	0,0257763				0,000036		0,0334	74100	2472,32	2,47
95	Tanjung Perak	Mewah	2	1,25	456,25	0,000033	0,0151				0,000033					0,000036		0,0151	74100	1115,67	1,12
96	Tanjung Perak	Mewah	1	1,17	427,05	0,000033	0,0141				0,000033					0,000036		0,0141	74100	1044,27	1,04
97	Tanjung Perak	Mewah	2	1,2	438	0,000033	0,0145				0,000033					0,000036		0,0145	74100	1071,04	1,07
98	Tanjung Perak	Mewah	1	0,88	321,2	0,000033	0,0106				0,000033					0,000036		0,0106	74100	785,43	0,79

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Motor					Mobil Pertalite/Pertamax					Mobil Solar					Total Konsumsi Energi (TJ/thn)	Faktor Emisi (kg/TJ)	Emisi CO2 (kg/t hn)	Emisi CO2 (ton/t hn)
			Jumlah Motor	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)	Jumlah Mobil	Penggunaan BBM (L/hari)	Penggunaan BBM (L/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)	Konsumsi Energi (TJ/thn)				
99	Tanjung Perak	Mewah	2	2	730	0,000033	0,0241				0,000033					0,000036		0,0241	74100	1785,07	1,79
100	Tanjung Perak	Mewah	3	1,5	547,5	0,000033	0,0181				0,000033					0,000036		0,0181	74100	1338,80	1,34

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

Lampiran VII Data Sektor Listrik

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

N o	Kelurahan	Tipe Rumah	Day a Listrik	Tarif Pemakaian 1 Bulan (Rp) (a)	Biaya Pemakaian (Rp/kWh) (b)	Data Aktivitas / Bln (kWh/Bln) (c) = (a)/(b)*108%	Data Aktivitas / Bln (mWh/Bln) (cd)=(c)/1000	FE (ton co2/m Wh)	Emisi CO2 (ton CO2/bln)	Emisi CO2 (ton CO2/tahun)
1	Nyemplungan	Sederhana	900	65.000	1.352	44,52	0,04	0,87	0,04	0,46
2	Nyemplungan	Sederhana	450	72.000	415	160,64	0,16	0,87	0,14	1,68
3	Nyemplungan	Sederhana	1300	150.000	1.444,70	96,14	0,10	0,87	0,08	1,00
4	Nyemplungan	Sederhana	900	140.000	1.352	95,88	0,10	0,87	0,08	1,00
5	Nyemplungan	Menengah	900	110.000	1.352	75,33	0,08	0,87	0,07	0,79
6	Nyemplungan	Menengah	900	102.000	1.352	69,86	0,07	0,87	0,06	0,73
7	Nyemplungan	Menengah	1300	150.000	1.444,70	96,14	0,10	0,87	0,08	1,00
8	Nyemplungan	Menengah	900	200.000	1.352	136,97	0,14	0,87	0,12	1,43
9	Nyemplungan	Mewah	2200	345.000	1.444,70	221,11	0,22	0,87	0,19	2,31
10	Nyemplungan	Mewah	2200	465.000	1.444,70	298,02	0,30	0,87	0,26	3,11
11	Nyemplungan	Mewah	1300	300.000	1.444,70	192,27	0,19	0,87	0,17	2,01
12	Nyemplungan	Mewah	1300	315.000	1.444,70	201,89	0,20	0,87	0,18	2,11
13	Bongkaran	Sederhana	900	120.000	1.352	82,18	0,08	0,87	0,07	0,86
14	Bongkaran	Sederhana	450	150.000	415	334,67	0,33	0,87	0,29	3,49
15	Bongkaran	Sederhana	450	80.000	415	178,49	0,18	0,87	0,16	1,86
16	Bongkaran	Sederhana	900	160.000	1.352	109,58	0,11	0,87	0,10	1,14
17	Bongkaran	Sederhana	900	136.000	1.352	93,14	0,09	0,87	0,08	0,97
18	Bongkaran	Menengah	900	200.000	1.352	136,97	0,14	0,87	0,12	1,43
19	Bongkaran	Menengah	1300	300.000	1.444,70	192,27	0,19	0,87	0,17	2,01
20	Bongkaran	Menengah	450	100.000	415	223,11	0,22	0,87	0,19	2,33

N o	Kelurahan	Tipe Rumah	Day a Listrik	Tarif Pemakaian 1 Bulan (Rp) (a)	Biaya Pemakaian (Rp/kWh) (b)	Data Aktivitas / Bln (kWh/Bln) (c) = (a)/(b)*10 8%	Data Aktivitas / Bln (mWh/Bln) (cd)=(c)/1 000	FE (ton co2/m Wh)	Emisi CO2 (ton CO2/b ln)	Emisi CO2 (ton CO2/tahun)
21	Bongkaran	Menengah	900	200.000	1.352	136,97	0,14	0,87	0,12	1,43
22	Bongkaran	Menengah	1300	200.000	1.444,70	128,18	0,13	0,87	0,11	1,34
23	Bongkaran	Mewah	1300	1.000.000	1.444,70	640,91	0,64	0,87	0,56	6,69
24	Bongkaran	Mewah	900	500.000	1.352	342,43	0,34	0,87	0,30	3,57
25	Bongkaran	Mewah	2200	1.000.000	1.444,70	640,91	0,64	0,87	0,56	6,69
26	Bongkaran	Mewah	900	500.000	1.352	342,43	0,34	0,87	0,30	3,57
27	Bongkaran	Mewah	1300	500.000	1.444,70	320,46	0,32	0,87	0,28	3,35
28	Krebang an Utara	Sederhana	450	108.000	415	240,96	0,24	0,87	0,21	2,52
29	Krebang an Utara	Sederhana	450	114.000	415	254,35	0,25	0,87	0,22	2,66
30	Krebang an Utara	Sederhana	900	200.000	1.352	136,97	0,14	0,87	0,12	1,43
31	Krebang an Utara	Sederhana	450	100.000	415	223,11	0,22	0,87	0,19	2,33
32	Krebang an Utara	Sederhana	900	200.000	1.352	136,97	0,14	0,87	0,12	1,43
33	Krebang an Utara	Sederhana	900	100.000	1.352	68,49	0,07	0,87	0,06	0,71
34	Krebang an Utara	Sederhana	900	125.000	1.352	85,61	0,09	0,87	0,07	0,89
35	Krebang an Utara	Sederhana	900	110.000	1.352	75,33	0,08	0,87	0,07	0,79
36	Krebang an Utara	Menengah	900	170.000	1.352	116,43	0,12	0,87	0,10	1,22
37	Krebang an Utara	Menengah	2200	320.000	1.444,70	205,09	0,21	0,87	0,18	2,14
38	Krebang an Utara	Menengah	900	200.000	1.352	136,97	0,14	0,87	0,12	1,43
39	Krebang an Utara	Menengah	900	200.000	1.352	136,97	0,14	0,87	0,12	1,43
40	Krebang an Utara	Menengah	450	160.000	415	356,98	0,36	0,87	0,31	3,73
41	Krebang an Utara	Menengah	900	350.000	1.352	239,70	0,24	0,87	0,21	2,50

N o	Kelurahan	Tipe Rumah	Day a Listrik	Tarif Pemakaian 1 Bulan (Rp) (a)	Biaya Pemakaian (Rp/kWh) (b)	Data Aktivitas / Bln (kWh/Bln) (c) = (a)/(b)*108%	Data Aktivitas / Bln (mWh/Bln) (cd)=(c)/1000	FE (ton co2/m Wh)	Emisi CO2 (ton CO2/b ln)	Emisi CO2 (ton CO2/tahun)
42	Krempangan Utara	Menengah	900	200.000	1.352	136,97	0,14	0,87	0,12	1,43
43	Krempangan Utara	Mewah	1300	900.000	1.444,70	576,82	0,58	0,87	0,50	6,02
44	Krempangan Utara	Mewah	1300	500.000	1.444,70	320,46	0,32	0,87	0,28	3,35
45	Krempangan Utara	Mewah	900	230.000	1.352	157,52	0,16	0,87	0,14	1,64
46	Krempangan Utara	Mewah	1300	500.000	1.444,70	320,46	0,32	0,87	0,28	3,35
47	Krempangan Utara	Mewah	1300	300.000	1.444,70	192,27	0,19	0,87	0,17	2,01
48	Krempangan Utara	Mewah	900	350.000	1.352	239,70	0,24	0,87	0,21	2,50
49	Krempangan Utara	Mewah	900	400.000	1.352	273,94	0,27	0,87	0,24	2,86
50	Krempangan Utara	Mewah	1300	250.000	1.444,70	160,23	0,16	0,87	0,14	1,67
51	Tanjung Perak	Sederhana	900	100.000	1.352	68,49	0,07	0,87	0,06	0,71
52	Tanjung Perak	Sederhana	900	180.000	1.352	123,27	0,12	0,87	0,11	1,29
53	Tanjung Perak	Sederhana	450	80.000	415	178,49	0,18	0,87	0,16	1,86
54	Tanjung Perak	Sederhana	900	170.000	1.352	116,43	0,12	0,87	0,10	1,22
55	Tanjung Perak	Sederhana	900	150.000	1.352	102,73	0,10	0,87	0,09	1,07
56	Tanjung Perak	Sederhana	900	125.000	1.352	85,61	0,09	0,87	0,07	0,89
57	Tanjung Perak	Sederhana	900	100.000	1.352	68,49	0,07	0,87	0,06	0,71
58	Tanjung Perak	Sederhana	900	70.000	1.352	47,94	0,05	0,87	0,04	0,50
59	Tanjung Perak	Sederhana	900	150.000	1.352	102,73	0,10	0,87	0,09	1,07
60	Tanjung Perak	Sederhana	900	150.000	1.352	102,73	0,10	0,87	0,09	1,07
61	Tanjung Perak	Sederhana	900	150.000	1.352	102,73	0,10	0,87	0,09	1,07
62	Tanjung Perak	Sederhana	900	200.000	1.352	136,97	0,14	0,87	0,12	1,43

N o	Kelurahan	Tipe Rumah	Day a Listrik	Tarif Pemakaian 1 Bulan (Rp) (a)	Biaya Pemakaian (Rp/kWh) (b)	Data Aktivitas / Bln (kWh/Bln) (c) = (a)/(b)*10 8%	Data Aktivitas / Bln (mWh/Bln) (cd)=(c)/1 000	FE (ton co2/m Wh)	Emisi CO2 (ton CO2/b ln)	Emisi CO2 (ton CO2/tahun)
63	Tanjung Perak	Sederhana	900	150.000	1.352	102,73	0,10	0,87	0,09	1,07
64	Tanjung Perak	Sederhana	900	165.000	1.352	113,00	0,11	0,87	0,10	1,18
65	Tanjung Perak	Sederhana	900	200.000	1.352	136,97	0,14	0,87	0,12	1,43
66	Tanjung Perak	Sederhana	450	120.000	415	267,74	0,27	0,87	0,23	2,80
67	Tanjung Perak	Sederhana	450	154.000	415	343,60	0,34	0,87	0,30	3,59
68	Tanjung Perak	Menengah	1300	200.000	1.444,70	128,18	0,13	0,87	0,11	1,34
69	Tanjung Perak	Menengah	1300	300.000	1.444,70	192,27	0,19	0,87	0,17	2,01
70	Tanjung Perak	Menengah	900	70.000	1.352	47,94	0,05	0,87	0,04	0,50
71	Tanjung Perak	Menengah	1300	200.000	1.444,70	128,18	0,13	0,87	0,11	1,34
72	Tanjung Perak	Menengah	1300	400.000	1.444,70	256,36	0,26	0,87	0,22	2,68
73	Tanjung Perak	Menengah	900	80.000	1.352	54,79	0,05	0,87	0,05	0,57
74	Tanjung Perak	Menengah	900	200.000	1.352	136,97	0,14	0,87	0,12	1,43
75	Tanjung Perak	Menengah	900	150.000	1.352	102,73	0,10	0,87	0,09	1,07
76	Tanjung Perak	Menengah	1300	300.000	1.444,70	192,27	0,19	0,87	0,17	2,01
77	Tanjung Perak	Menengah	900	150.000	1.352	102,73	0,10	0,87	0,09	1,07
78	Tanjung Perak	Menengah	900	125.000	1.352	85,61	0,09	0,87	0,07	0,89
79	Tanjung Perak	Menengah	900	200.000	1.352	136,97	0,14	0,87	0,12	1,43
80	Tanjung Perak	Menengah	1300	250.000	1.444,70	160,23	0,16	0,87	0,14	1,67
81	Tanjung Perak	Menengah	900	165.000	1.444,70	105,75	0,11	0,87	0,09	1,10
82	Tanjung Perak	Menengah	900	300.000	1.352	205,46	0,21	0,87	0,18	2,14
83	Tanjung Perak	Menengah	900	235.000	1.352	160,94	0,16	0,87	0,14	1,68

N o	Kelurahan	Tipe Rumah	Day a Listrik	Tarif Pemakaian 1 Bulan (Rp) (a)	Biaya Pemakaian (Rp/kWh) (b)	Data Aktivitas / Bln (kWh/Bln) (c) = (a)/(b)*10 8%	Data Aktivitas / Bln (mWh/Bln) (cd)=(c)/1 000	FE (ton co2/m Wh)	Emisi CO2 (ton CO2/b ln)	Emisi CO2 (ton CO2/tahun)
84	Tanjung Perak	Menengah	900	215.000	1.352	147,24	0,15	0,87	0,13	1,54
85	Tanjung Perak	Mewah	2200	700.000	1.444,70	448,64	0,45	0,87	0,39	4,68
86	Tanjung Perak	Mewah	1300	450.000	1.444,70	288,41	0,29	0,87	0,25	3,01
87	Tanjung Perak	Mewah	1300	350.000	1.444,70	224,32	0,22	0,87	0,20	2,34
88	Tanjung Perak	Mewah	2200	500.000	1.444,70	320,46	0,32	0,87	0,28	3,35
89	Tanjung Perak	Mewah	1300	500.000	1.444,70	320,46	0,32	0,87	0,28	3,35
90	Tanjung Perak	Mewah	1300	700.000	1.444,70	448,64	0,45	0,87	0,39	4,68
91	Tanjung Perak	Mewah	900	500.000	1.352	342,43	0,34	0,87	0,30	3,57
92	Tanjung Perak	Mewah	2200	1.000.000	1.444,70	640,91	0,64	0,87	0,56	6,69
93	Tanjung Perak	Mewah	1300	500.000	1.444,70	320,46	0,32	0,87	0,28	3,35
94	Tanjung Perak	Mewah	1300	350.000	1.444,70	224,32	0,22	0,87	0,20	2,34
95	Tanjung Perak	Mewah	900	300.000	1.352	205,46	0,21	0,87	0,18	2,14
96	Tanjung Perak	Mewah	1300	300.000	1.444,70	192,27	0,19	0,87	0,17	2,01
97	Tanjung Perak	Mewah	1300	450.000	1.444,70	288,41	0,29	0,87	0,25	3,01
98	Tanjung Perak	Mewah	900	350.000	1.352	239,70	0,24	0,87	0,21	2,50
99	Tanjung Perak	Mewah	1300	450.000	1.444,70	288,41	0,29	0,87	0,25	3,01
100	Tanjung Perak	Mewah	1300	500.000	1.444,70	320,46	0,32	0,87	0,28	3,35

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”
This Page Intentionally Left Blank

Lampiran VIII Data Sektor Respirasi Manusia

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Jumlah penghuni (org)	Faktor Emisi (kg CO2/orang/tahun)	Emisi CO2 (kg/CO2/tahun)	Emisi CO2 (ton CO2/thn)
1	Nyemplungan	Sederhana	2	251	502	0,50
2	Nyemplungan	Sederhana	4	251	1004	1,00
3	Nyemplungan	Sederhana	3	251	753	0,75
4	Nyemplungan	Sederhana	5	251	1255	1,26
5	Nyemplungan	Menengah	5	251	1255	1,26
6	Nyemplungan	Menengah	4	251	1004	1,00
7	Nyemplungan	Menengah	5	251	1255	1,26
8	Nyemplungan	Menengah	4	251	1004	1,00
9	Nyemplungan	Mewah	4	251	1004	1,00
10	Nyemplungan	Mewah	3	251	753	0,75
11	Nyemplungan	Mewah	6	251	1506	1,51
12	Nyemplungan	Mewah	3	251	753	0,75
13	Bongkaran	Sederhana	2	251	502	0,50
14	Bongkaran	Sederhana	2	251	502	0,50
15	Bongkaran	Sederhana	4	251	1004	1,00
16	Bongkaran	Sederhana	5	251	1255	1,26
17	Bongkaran	Sederhana	3	251	753	0,75
18	Bongkaran	Menengah	5	251	1255	1,26
19	Bongkaran	Menengah	4	251	1004	1,00
20	Bongkaran	Menengah	4	251	1004	1,00
21	Bongkaran	Menengah	4	251	1004	1,00
22	Bongkaran	Menengah	2	251	502	0,50
23	Bongkaran	Mewah	3	251	753	0,75
24	Bongkaran	Mewah	3	251	753	0,75
25	Bongkaran	Mewah	5	251	1255	1,26
26	Bongkaran	Mewah	4	251	1004	1,00
27	Bongkaran	Mewah	6	251	1506	1,51
28	Kremlangan	Sederhana	5	251	1255	1,26

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Jumlah penghuni (org)	Faktor Emisi (kg CO2/orang/tahun)	Emisi CO2 (kg/CO2/tahun)	Emisi CO2 (ton CO2/thn)
	Utara					
29	Krembangan Utara	Sederhana	5	251	1255	1,26
30	Krembangan Utara	Sederhana	4	251	1004	1,00
31	Krembangan Utara	Sederhana	5	251	1255	1,26
32	Krembangan Utara	Sederhana	4	251	1004	1,00
33	Krembangan Utara	Sederhana	6	251	1506	1,51
34	Krembangan Utara	Sederhana	5	251	1255	1,26
35	Krembangan Utara	Sederhana	3	251	753	0,75
36	Krembangan Utara	Menengah	3	251	753	0,75
37	Krembangan Utara	Menengah	4	251	1004	1,00
38	Krembangan Utara	Menengah	3	251	753	0,75
39	Krembangan Utara	Menengah	6	251	1506	1,51
40	Krembangan Utara	Menengah	3	251	753	0,75
41	Krembangan Utara	Menengah	3	251	753	0,75
42	Krembangan Utara	Menengah	5	251	1255	1,26
43	Krembangan Utara	Mewah	3	251	753	0,75

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Jumlah penghuni (org)	Faktor Emisi (kg CO2/orang/tahun)	Emisi CO2 (kg/CO2/tahun)	Emisi CO2 (ton CO2/thn)
44	Krembangan Utara	Mewah	5	251	1255	1,26
45	Krembangan Utara	Mewah	4	251	1004	1,00
46	Krembangan Utara	Mewah	3	251	753	0,75
47	Krembangan Utara	Mewah	3	251	753	0,75
48	Krembangan Utara	Mewah	2	251	502	0,50
49	Krembangan Utara	Mewah	4	251	1004	1,00
50	Krembangan Utara	Mewah	5	251	1255	1,26
51	Tanjung Perak	Sederhana	3	251	753	0,75
52	Tanjung Perak	Sederhana	3	251	753	0,75
53	Tanjung Perak	Sederhana	4	251	1004	1,00
54	Tanjung Perak	Sederhana	6	251	1506	1,51
55	Tanjung Perak	Sederhana	3	251	753	0,75
56	Tanjung Perak	Sederhana	2	251	502	0,50
57	Tanjung Perak	Sederhana	3	251	753	0,75
58	Tanjung Perak	Sederhana	3	251	753	0,75
59	Tanjung Perak	Sederhana	2	251	502	0,50
60	Tanjung Perak	Sederhana	4	251	1004	1,00
61	Tanjung Perak	Sederhana	2	251	502	0,50
62	Tanjung Perak	Sederhana	3	251	753	0,75
63	Tanjung Perak	Sederhana	4	251	1004	1,00
64	Tanjung Perak	Sederhana	4	251	1004	1,00
65	Tanjung Perak	Sederhana	6	251	1506	1,51

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Jumlah penghuni (org)	Faktor Emisi (kg CO2/orang/tahun)	Emisi CO2 (kg/CO2/tahun)	Emisi CO2 (ton CO2/thn)
66	Tanjung Perak	Sederhana	4	251	1004	1,00
67	Tanjung Perak	Sederhana	3	251	753	0,75
68	Tanjung Perak	Menengah	6	251	1506	1,51
69	Tanjung Perak	Menengah	2	251	502	0,50
70	Tanjung Perak	Menengah	2	251	502	0,50
71	Tanjung Perak	Menengah	4	251	1004	1,00
72	Tanjung Perak	Menengah	4	251	1004	1,00
73	Tanjung Perak	Menengah	3	251	753	0,75
74	Tanjung Perak	Menengah	6	251	1506	1,51
75	Tanjung Perak	Menengah	4	251	1004	1,00
76	Tanjung Perak	Menengah	2	251	502	0,50
77	Tanjung Perak	Menengah	4	251	1004	1,00
78	Tanjung Perak	Menengah	6	251	1506	1,51
79	Tanjung Perak	Menengah	6	251	1506	1,51
80	Tanjung Perak	Menengah	4	251	1004	1,00
81	Tanjung Perak	Menengah	3	251	753	0,75
82	Tanjung Perak	Menengah	5	251	1255	1,26
83	Tanjung Perak	Menengah	4	251	1004	1,00
84	Tanjung Perak	Menengah	5	251	1255	1,26
85	Tanjung Perak	Mewah	4	251	1004	1,00
86	Tanjung Perak	Mewah	2	251	502	0,50
87	Tanjung Perak	Mewah	4	251	1004	1,00
88	Tanjung Perak	Mewah	4	251	1004	1,00
89	Tanjung Perak	Mewah	4	251	1004	1,00
90	Tanjung Perak	Mewah	6	251	1506	1,51
91	Tanjung Perak	Mewah	6	251	1506	1,51
92	Tanjung Perak	Mewah	5	251	1255	1,26
93	Tanjung Perak	Mewah	4	251	1004	1,00

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Jumlah penghuni (org)	Faktor Emisi (kg CO2/orang/tahun)	Emisi CO2 (kg/CO2/tahun)	Emisi CO2 (ton CO2/thn)
94	Tanjung Perak	Mewah	5	251	1255	1,26
95	Tanjung Perak	Mewah	3	251	753	0,75
96	Tanjung Perak	Mewah	4	251	1004	1,00
97	Tanjung Perak	Mewah	5	251	1255	1,26
98	Tanjung Perak	Mewah	6	251	1506	1,51
99	Tanjung Perak	Mewah	4	251	1004	1,00
100	Tanjung Perak	Mewah	4	251	1004	1,00

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

Lampiran IX Data Sektor Limbah Cair

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Jumlah Penghuni	Beban BOD (g/org/hari)	TOW (kg BOD/thn)	I	Ui	Ti	TOW Septic (kg BOD/thn)	F	Sseptic (kg BOD/thn)	FE	Emisi CH4 (kg/tahun)	Emisi CO2 (ton/tahun)
1	Nyamplungan	Sederhana	2	26,8	19,56	1	0,12	0,14	0,33	0,5	0,0822	0,3	0,07	0,000203
2	Nyamplungan	Sederhana	4	26,8	39,13	1	0,12	0,14	0,66	0,5	0,1643	0,3	0,15	0,000407
3	Nyamplungan	Sederhana	3	26,8	29,35	1	0,12	0,14	0,49	0,5	0,1233	0,3	0,11	0,000305
4	Nyamplungan	Sederhana	5	26,8	48,91	1	0,12	0,14	0,82	0,5	0,2054	0,3	0,18	0,000508
5	Nyamplungan	Menengah	5	34,6	63,15	1	0,12	0,14	1,06	0,5	0,2652	0,3	0,24	0,000656
6	Nyamplungan	Menengah	4	34,6	50,52	1	0,12	0,14	0,85	0,5	0,2122	0,3	0,19	0,000525
7	Nyamplungan	Menengah	5	34,6	63,15	1	0,12	0,14	1,06	0,5	0,2652	0,3	0,24	0,000656
8	Nyamplungan	Menengah	4	34,6	50,52	1	0,12	0,14	0,85	0,5	0,2122	0,3	0,19	0,000525
9	Nyamplungan	Mewah	4	43,9	64,09	1	0,12	0,14	1,08	0,5	0,2692	0,3	0,24	0,000666
10	Nyamplungan	Mewah	3	43,9	48,07	1	0,12	0,14	0,81	0,5	0,2019	0,3	0,18	0,000500
11	Nyamplungan	Mewah	6	43,9	96,14	1	0,12	0,14	1,62	0,5	0,4038	0,3	0,36	0,000999
12	Nyamplungan	Mewah	3	43,9	48,07	1	0,12	0,14	0,81	0,5	0,2019	0,3	0,18	0,000500
13	Bongkaran	Sederhana	2	26,8	19,56	1	0,12	0,14	0,33	0,5	0,0822	0,3	0,07	0,000203
14	Bongkaran	Sederhana	2	26,8	19,56	1	0,12	0,14	0,33	0,5	0,0822	0,3	0,07	0,000203
15	Bongkaran	Sederhana	4	26,8	39,13	1	0,12	0,14	0,66	0,5	0,1643	0,3	0,15	0,000407
16	Bongkaran	Sederhana	5	26,8	48,91	1	0,12	0,14	0,82	0,5	0,2054	0,3	0,18	0,000508
17	Bongkaran	Sederhana	3	26,8	29,35	1	0,12	0,14	0,49	0,5	0,1233	0,3	0,11	0,000305
18	Bongkaran	Menengah	5	34,6	63,15	1	0,12	0,14	1,06	0,5	0,2652	0,3	0,24	0,000656

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Jumlah Penghuni	Beban BOD (g/org/hari)	TOW (kg BOD/thn)	I	Ui	Ti	TOW Septic (kg BOD/thn)	F	Sseptic (kg BOD/thn)	FE	Emisi CH4 (kg/tahun)	Emisi CO2 (ton/tahun)
19	Bongkaran	Menengah	4	34,6	50,52	1	0,12	0,14	0,85	0,5	0,2122	0,3	0,19	0,000525
20	Bongkaran	Menengah	4	34,6	50,52	1	0,12	0,14	0,85	0,5	0,2122	0,3	0,19	0,000525
21	Bongkaran	Menengah	4	34,6	50,52	1	0,12	0,14	0,85	0,5	0,2122	0,3	0,19	0,000525
22	Bongkaran	Menengah	2	34,6	25,26	1	0,12	0,14	0,42	0,5	0,1061	0,3	0,10	0,000263
23	Bongkaran	Mewah	3	43,9	48,07	1	0,12	0,14	0,81	0,5	0,2019	0,3	0,18	0,000500
24	Bongkaran	Mewah	3	43,9	48,07	1	0,12	0,14	0,81	0,5	0,2019	0,3	0,18	0,000500
25	Bongkaran	Mewah	5	43,9	80,12	1	0,12	0,14	1,35	0,5	0,3365	0,3	0,30	0,000833
26	Bongkaran	Mewah	4	43,9	64,09	1	0,12	0,14	1,08	0,5	0,2692	0,3	0,24	0,000666
27	Bongkaran	Mewah	6	43,9	96,14	1	0,12	0,14	1,62	0,5	0,4038	0,3	0,36	0,000999
28	Krembangan Utara	Sederhana	5	26,8	48,91	1	0,12	0,14	0,82	0,5	0,2054	0,3	0,18	0,000508
29	Krembangan Utara	Sederhana	5	26,8	48,91	1	0,12	0,14	0,82	0,5	0,2054	0,3	0,18	0,000508
30	Krembangan Utara	Sederhana	4	26,8	39,13	1	0,12	0,14	0,66	0,5	0,1643	0,3	0,15	0,000407
31	Krembangan Utara	Sederhana	5	26,8	48,91	1	0,12	0,14	0,82	0,5	0,2054	0,3	0,18	0,000508
32	Krembangan Utara	Sederhana	4	26,8	39,13	1	0,12	0,14	0,66	0,5	0,1643	0,3	0,15	0,000407
33	Krembangan Utara	Sederhana	6	26,8	58,69	1	0,12	0,14	0,99	0,5	0,2465	0,3	0,22	0,000610
34	Krembangan Utara	Sederhana	5	26,8	48,91	1	0,12	0,14	0,82	0,5	0,2054	0,3	0,18	0,000508

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Jumlah Penghuni	Beban BOD (g/org/hari)	TOW (kg BOD/thn)	I	Ui	Ti	TOW Septic (kg BOD/thn)	F	Sseptic (kg BOD/thn)	FE	Emisi CH4 (kg/tahun)	Emisi CO2 (ton/tahun)
35	Kreimbangan Utara	Sederhana	3	26,8	29,35	1	0,12	0,14	0,49	0,5	0,1233	0,3	0,11	0,000305
36	Kreimbangan Utara	Menengah	3	34,6	37,89	1	0,12	0,14	0,64	0,5	0,1591	0,3	0,14	0,000394
37	Kreimbangan Utara	Menengah	4	34,6	50,52	1	0,12	0,14	0,85	0,5	0,2122	0,3	0,19	0,000525
38	Kreimbangan Utara	Menengah	3	34,6	37,89	1	0,12	0,14	0,64	0,5	0,1591	0,3	0,14	0,000394
39	Kreimbangan Utara	Menengah	6	34,6	75,77	1	0,12	0,14	1,27	0,5	0,3183	0,3	0,29	0,000788
40	Kreimbangan Utara	Menengah	3	34,6	37,89	1	0,12	0,14	0,64	0,5	0,1591	0,3	0,14	0,000394
41	Kreimbangan Utara	Menengah	3	34,6	37,89	1	0,12	0,14	0,64	0,5	0,1591	0,3	0,14	0,000394
42	Kreimbangan Utara	Menengah	5	34,6	63,15	1	0,12	0,14	1,06	0,5	0,2652	0,3	0,24	0,000656
43	Kreimbangan Utara	Mewah	3	43,9	48,07	1	0,12	0,14	0,81	0,5	0,2019	0,3	0,18	0,000500
44	Kreimbangan Utara	Mewah	5	43,9	80,12	1	0,12	0,14	1,35	0,5	0,3365	0,3	0,30	0,000833
45	Kreimbangan Utara	Mewah	4	43,9	64,09	1	0,12	0,14	1,08	0,5	0,2692	0,3	0,24	0,000666
46	Kreimbangan Utara	Mewah	3	43,9	48,07	1	0,12	0,14	0,81	0,5	0,2019	0,3	0,18	0,000500
47	Kreimbangan Utara	Mewah	3	43,9	48,07	1	0,12	0,14	0,81	0,5	0,2019	0,3	0,18	0,000500
48	Kreimbangan	Mewah	2	43,9	32,05	1	0,12	0,14	0,54	0,5	0,1346	0,3	0,12	0,000333

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Jumlah Penghuni	Beban BOD (g/org/hari)	TOW (kg BOD/thn)	I	Ui	Ti	TOW Septic (kg BOD/thn)	F	Sseptic (kg BOD/thn)	FE	Emisi CH4 (kg/tahun)	Emisi CO2 (ton/tahun)
	Utara													
49	Krembangan Utara	Mewah	4	43,9	64,09	1	0,12	0,14	1,08	0,5	0,2692	0,3	0,24	0,000666
50	Krembangan Utara	Mewah	5	43,9	80,12	1	0,12	0,14	1,35	0,5	0,3365	0,3	0,30	0,000833
51	Tanjung Perak	Sederhana	3	26,8	29,35	1	0,12	0,14	0,49	0,5	0,1233	0,3	0,11	0,000305
52	Tanjung Perak	Sederhana	3	26,8	29,35	1	0,12	0,14	0,49	0,5	0,1233	0,3	0,11	0,000305
53	Tanjung Perak	Sederhana	4	26,8	39,13	1	0,12	0,14	0,66	0,5	0,1643	0,3	0,15	0,000407
54	Tanjung Perak	Sederhana	6	26,8	58,69	1	0,12	0,14	0,99	0,5	0,2465	0,3	0,22	0,000610
55	Tanjung Perak	Sederhana	3	26,8	29,35	1	0,12	0,14	0,49	0,5	0,1233	0,3	0,11	0,000305
56	Tanjung Perak	Sederhana	2	26,8	19,56	1	0,12	0,14	0,33	0,5	0,0822	0,3	0,07	0,000203
57	Tanjung Perak	Sederhana	3	26,8	29,35	1	0,12	0,14	0,49	0,5	0,1233	0,3	0,11	0,000305
58	Tanjung Perak	Sederhana	3	26,8	29,35	1	0,12	0,14	0,49	0,5	0,1233	0,3	0,11	0,000305
59	Tanjung Perak	Sederhana	2	26,8	19,56	1	0,12	0,14	0,33	0,5	0,0822	0,3	0,07	0,000203
60	Tanjung Perak	Sederhana	4	26,8	39,13	1	0,12	0,14	0,66	0,5	0,1643	0,3	0,15	0,000407
61	Tanjung Perak	Sederhana	2	26,8	19,56	1	0,12	0,14	0,33	0,5	0,0822	0,3	0,07	0,000203
62	Tanjung Perak	Sederhana	3	26,8	29,35	1	0,12	0,14	0,49	0,5	0,1233	0,3	0,11	0,000305
63	Tanjung Perak	Sederhana	4	26,8	39,13	1	0,12	0,14	0,66	0,5	0,1643	0,3	0,15	0,000407
64	Tanjung Perak	Sederhana	4	26,8	39,13	1	0,12	0,14	0,66	0,5	0,1643	0,3	0,15	0,000407
65	Tanjung Perak	Sederhana	6	26,8	58,69	1	0,12	0,14	0,99	0,5	0,2465	0,3	0,22	0,000610

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Jumlah Penghuni	Beban BOD (g/org/hari)	TOW (kg BOD/thn)	I	Ui	Ti	TOW Septic (kg BOD/thn)	F	Sseptic (kg BOD/thn)	FE	Emisi CH4 (kg/tahun)	Emisi CO2 (ton/tahun)
66	Tanjung Perak	Sederhana	4	26,8	39,13	1	0,12	0,14	0,66	0,5	0,1643	0,3	0,15	0,000407
67	Tanjung Perak	Sederhana	3	26,8	29,35	1	0,12	0,14	0,49	0,5	0,1233	0,3	0,11	0,000305
68	Tanjung Perak	Menengah	6	34,6	75,77	1	0,12	0,14	1,27	0,5	0,3183	0,3	0,29	0,000788
69	Tanjung Perak	Menengah	2	34,6	25,26	1	0,12	0,14	0,42	0,5	0,1061	0,3	0,10	0,000263
70	Tanjung Perak	Menengah	2	34,6	25,26	1	0,12	0,14	0,42	0,5	0,1061	0,3	0,10	0,000263
71	Tanjung Perak	Menengah	4	34,6	50,52	1	0,12	0,14	0,85	0,5	0,2122	0,3	0,19	0,000525
72	Tanjung Perak	Menengah	4	34,6	50,52	1	0,12	0,14	0,85	0,5	0,2122	0,3	0,19	0,000525
73	Tanjung Perak	Menengah	3	34,6	37,89	1	0,12	0,14	0,64	0,5	0,1591	0,3	0,14	0,000394
74	Tanjung Perak	Menengah	6	34,6	75,77	1	0,12	0,14	1,27	0,5	0,3183	0,3	0,29	0,000788
75	Tanjung Perak	Menengah	4	34,6	50,52	1	0,12	0,14	0,85	0,5	0,2122	0,3	0,19	0,000525
76	Tanjung Perak	Menengah	2	34,6	25,26	1	0,12	0,14	0,42	0,5	0,1061	0,3	0,10	0,000263
77	Tanjung Perak	Menengah	4	34,6	50,52	1	0,12	0,14	0,85	0,5	0,2122	0,3	0,19	0,000525
78	Tanjung Perak	Menengah	6	34,6	75,77	1	0,12	0,14	1,27	0,5	0,3183	0,3	0,29	0,000788
79	Tanjung Perak	Menengah	6	34,6	75,77	1	0,12	0,14	1,27	0,5	0,3183	0,3	0,29	0,000788
80	Tanjung Perak	Menengah	4	34,6	50,52	1	0,12	0,14	0,85	0,5	0,2122	0,3	0,19	0,000525
81	Tanjung Perak	Menengah	3	34,6	37,89	1	0,12	0,14	0,64	0,5	0,1591	0,3	0,14	0,000394
82	Tanjung Perak	Menengah	5	34,6	63,15	1	0,12	0,14	1,06	0,5	0,2652	0,3	0,24	0,000656
83	Tanjung Perak	Menengah	4	34,6	50,52	1	0,12	0,14	0,85	0,5	0,2122	0,3	0,19	0,000525

No	Kelurahan	Tipe Rumah	Jumlah Penghuni	Beban BOD (g/org/hari)	TOW (kg BOD/thn)	I	Ui	Ti	TOW Septic (kg BOD/thn)	F	Sseptic (kg BOD/thn)	FE	Emisi CH4 (kg/tahun)	Emisi CO2 (ton/tahun)
84	Tanjung Perak	Menengah	5	34,6	63,15	1	0,12	0,14	1,06	0,5	0,2652	0,3	0,24	0,000656
85	Tanjung Perak	Mewah	4	43,9	64,09	1	0,12	0,14	1,08	0,5	0,2692	0,3	0,24	0,000666
86	Tanjung Perak	Mewah	2	43,9	32,05	1	0,12	0,14	0,54	0,5	0,1346	0,3	0,12	0,000333
87	Tanjung Perak	Mewah	4	43,9	64,09	1	0,12	0,14	1,08	0,5	0,2692	0,3	0,24	0,000666
88	Tanjung Perak	Mewah	4	43,9	64,09	1	0,12	0,14	1,08	0,5	0,2692	0,3	0,24	0,000666
89	Tanjung Perak	Mewah	4	43,9	64,09	1	0,12	0,14	1,08	0,5	0,2692	0,3	0,24	0,000666
90	Tanjung Perak	Mewah	6	43,9	96,14	1	0,12	0,14	1,62	0,5	0,4038	0,3	0,36	0,000999
91	Tanjung Perak	Mewah	6	43,9	96,14	1	0,12	0,14	1,62	0,5	0,4038	0,3	0,36	0,000999
92	Tanjung Perak	Mewah	5	43,9	80,12	1	0,12	0,14	1,35	0,5	0,3365	0,3	0,30	0,000833
93	Tanjung Perak	Mewah	4	43,9	64,09	1	0,12	0,14	1,08	0,5	0,2692	0,3	0,24	0,000666
94	Tanjung Perak	Mewah	5	43,9	80,12	1	0,12	0,14	1,35	0,5	0,3365	0,3	0,30	0,000833
95	Tanjung Perak	Mewah	3	43,9	48,07	1	0,12	0,14	0,81	0,5	0,2019	0,3	0,18	0,000500
96	Tanjung Perak	Mewah	4	43,9	64,09	1	0,12	0,14	1,08	0,5	0,2692	0,3	0,24	0,000666
97	Tanjung Perak	Mewah	5	43,9	80,12	1	0,12	0,14	1,35	0,5	0,3365	0,3	0,30	0,000833
98	Tanjung Perak	Mewah	6	43,9	96,14	1	0,12	0,14	1,62	0,5	0,4038	0,3	0,36	0,000999
99	Tanjung Perak	Mewah	4	43,9	64,09	1	0,12	0,14	1,08	0,5	0,2692	0,3	0,24	0,000666
100	Tanjung Perak	Mewah	4	43,9	64,09	1	0,12	0,14	1,08	0,5	0,2692	0,3	0,24	0,000666

Lampiran X Data Sektor Timbulan Sampah

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

TIPE SEDERHANA	Hari Ke-	Jenis Sampah	W (kg)	MCF	DOC	DOCf	DDOCm
	1	Organik	0,484	0,8	0,15	0,5	0,029
		Kertas	0,106	0,8	0,4	0,5	0,017
		Plastik	0,176	0,8	1	0,5	0,070
		Tekstil	0,035	0,8	0,24	0,5	0,003
		Kayu	0,018	0,8	0,43	0,5	0,003
		Karet/Kulit	0,009	0,8	0,39	0,5	0,001
		Logam	0	0,8	1	0,5	0,000
		Lainnya	0,052	0,8	0,9	0,5	0,019
		Total DDOCm				0,88	0,143
	2	Organik	0,453	0,8	0,15	0,5	0,027
		Kertas	0,106	0,8	0,4	0,5	0,017
		Plastik	0,151	0,8	1	0,5	0,060
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0,015	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0	0,8	1	0,5	0,000
		Lainnya	0,28	0,8	0,9	0,5	0,101
		Total DDOCm				0,755	0,208

	3	Organik	0,468	0,8	0,15	0,5	0,028
		Kertas	0,109	0,8	0,4	0,5	0,017
		Plastik	0,156	0,8	1	0,5	0,062
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0	0,8	0,39	0,5	0,000
		Logam	0	0,8	1	0,5	0,000
		Lainnya	0,047	0,8	0,9	0,5	0,017
		Total DDOCm				0,78	0,125
	4	Organik	0,547	0,8	0,15	0,5	0,033
		Kertas	0,128	0,8	0,4	0,5	0,020
		Plastik	0,182	0,8	1	0,5	0,073
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0,018	0,8	0,39	0,5	0,003
		Logam	0,009	0,8	1	0,5	0,004
		Lainnya	0,028	0,8	0,9	0,5	0,010
		Total DDOCm				0,912	0,143

	5	Organik	0,51	0,8	0,15	0,5	0,031
		Kertas	0,119	0,8	0,4	0,5	0,019
		Plastik	0,17	0,8	1	0,5	0,068
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0,017	0,8	0,39	0,5	0,003
		Logam	0	0,8	1	0,5	0,000
		Lainnya	0,034	0,8	0,9	0,5	0,012
		Total DDOCm				0,85	0,133
	6	Organik	0,565	0,8	0,15	0,5	0,034
		Kertas	0,132	0,8	0,4	0,5	0,021
		Plastik	0,188	0,8	1	0,5	0,075
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0,019	0,8	0,39	0,5	0,003
		Logam	0	0,8	1	0,5	0,000
		Lainnya	0,038	0,8	0,9	0,5	0,014
		Total DDOCm				0,942	0,147

	7	Organik	0,524	0,8	0,15	0,5	0,031
		Kertas	0,122	0,8	0,4	0,5	0,020
		Plastik	0,175	0,8	1	0,5	0,070
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0,017	0,8	0,39	0,5	0,003
		Logam	0,009	0,8	1	0,5	0,004
		Lainnya	0,026	0,8	0,9	0,5	0,009
		Total DDOCm				0,873	0,137
	8	Organik	0,452	0,8	0,15	0,5	0,027
		Kertas	0,105	0,8	0,4	0,5	0,017
		Plastik	0,151	0,8	1	0,5	0,060
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0,015	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0	0,8	1	0,5	0,000
		Lainnya	0,03	0,8	0,9	0,5	0,011
		Total DDOCm				0,753	0,117

	RATA - RATA TIMBULAN						0,144
	F (Fraksi CH4)	0,5					
	R (Recovered Methane)	0					
	OX (Oxidation Factor)	0,1					
	GWP	25					
	Jumlah CH4 (Lo)	0,10					
	Total Emisi CH4	0,09					
	Emisi CO2e (kgCO2)	1,80					
	Total Emisi Tahunan (kg CO2/tahun)	656,72	0,66	(ton co2/tahun			

TIPE MENENGAH	Hari Ke-	Jenis Sampah	W (kg)	MCF	DOC	DOCf	DDOCm
	1	Organik	0,624	0,8	0,15	0,5	0,037
		Kertas	0,146	0,8	0,4	0,5	0,023
		Plastik	0,208	0,8	1	0,5	0,083
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0,021	0,8	0,39	0,5	0,003
		Logam	0,01	0,8	1	0,5	0,004
		Lainnya	0,031	0,8	0,9	0,5	0,011
		Total DDOCm				1,04	0,162
	2	Organik	0,618	0,8	0,15	0,5	0,037
		Kertas	0,144	0,8	0,4	0,5	0,023
		Plastik	0,206	0,8	1	0,5	0,082
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0,021	0,8	0,39	0,5	0,003
		Logam	0,01	0,8	1	0,5	0,004

		Lainnya	0,031	0,8	0,9	0,5	0,011
		Total DDOCm				1,03	0,161
	3	Organik	0,6	0,8	0,15	0,5	0,036
		Kertas	0,145	0,8	0,4	0,5	0,023
		Plastik	0,186	0,8	1	0,5	0,074
		Tekstil	0,031	0,8	0,24	0,5	0,003
		Kayu	0,021	0,8	0,43	0,5	0,004
		Karet/Kulit	0,01	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0,01	0,8	1	0,5	0,004
		Lainnya	0,031	0,8	0,9	0,5	0,011
		Total DDOCm				1,035	0,157
	4	Organik	0,65	0,8	0,15	0,5	0,039
		Kertas	0,157	0,8	0,4	0,5	0,025
		Plastik	0,202	0,8	1	0,5	0,081
		Tekstil	0,034	0,8	0,24	0,5	0,003
		Kayu	0,022	0,8	0,43	0,5	0,004
		Karet/Kulit	0,011	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0,011	0,8	1	0,5	0,004

		Lainnya	0,034	0,8	0,9	0,5	0,012
		Total DDOCm				1,121	0,170
	5	Organik	0,633	0,8	0,15	0,5	0,038
		Kertas	0,153	0,8	0,4	0,5	0,024
		Plastik	0,194	0,8	1	0,5	0,078
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0,01	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0,01	0,8	1	0,5	0,004
		Lainnya	0,021	0,8	0,9	0,5	0,008
		Total DDOCm				1,021	0,153
	6	Organik	0,613	0,8	0,15	0,5	0,037
		Kertas	0,148	0,8	0,4	0,5	0,024
		Plastik	0,188	0,8	1	0,5	0,075
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0,01	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0,01	0,8	1	0,5	0,004

		Lainnya	0,02	0,8	0,9	0,5	0,007
		Total DDOCm				0,989	0,148
	7	Organik	0,675	0,8	0,15	0,5	0,041
		Kertas	0,163	0,8	0,4	0,5	0,026
		Plastik	0,21	0,8	1	0,5	0,084
		Tekstil	0,035	0,8	0,24	0,5	0,003
		Kayu	0,023	0,8	0,43	0,5	0,004
		Karet/Kulit	0,012	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0,012	0,8	1	0,5	0,005
		Lainnya	0,034	0,8	0,9	0,5	0,012
		Total DDOCm				1,164	0,177
	8	Organik	0,693	0,8	0,15	0,5	0,042
		Kertas	0,168	0,8	0,4	0,5	0,027
		Plastik	0,212	0,8	1	0,5	0,085
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0,011	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0,011	0,8	1	0,5	0,004

		Lainnya	0,022	0,8	0,9	0,5	0,008
		Total DDOCm				1,117	0,167
	RATA - RATA TIMBULAN						0,162
	F (Fraksi CH4)	0,5					
	R (Recovered Methane)	0					
	OX (Oxidation Factor)	0,1					
	GWP	25					
	Jumlah CH4 (Lo)	0,11					
	Total Emisi CH4	0,10					
	Emisi CO2e (kg CO2)	2,03					
	Total Emisi Tahunan (kg CO2/tahun	739,31	0,74	(ton co2/tahun			

TIPE MEWAH	Hari Ke-	Jenis Sampah	W (kg)	MCF	DOC	DOCf	DDOCm
	1	Organik	0,682	0,8	0,15	0,5	0,041
		Kertas	0,165	0,8	0,4	0,5	0,026
		Plastik	0,212	0,8	1	0,5	0,085
		Tekstil	0,035	0,8	0,24	0,5	0,003
		Kayu	0,024	0,8	0,43	0,5	0,004
		Karet/Kulit	0,012	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0,012	0,8	1	0,5	0,005
		Lainnya	0,035	0,8	0,9	0,5	0,013
		Total DDOCm				1,175	0,179
	2	Organik	0,694	0,8	0,15	0,5	0,042
		Kertas	0,168	0,8	0,4	0,5	0,027
		Plastik	0,213	0,8	1	0,5	0,085
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0,011	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0,011	0,8	1	0,5	0,004
		Lainnya	0,023	0,8	0,9	0,5	0,008

		Total DDOCm				1,12	0,168
	3	Organik	0,756	0,8	0,15	0,5	0,045
		Kertas	0,183	0,8	0,4	0,5	0,029
		Plastik	0,232	0,8	1	0,5	0,093
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0,012	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0,012	0,8	1	0,5	0,005
		Lainnya	0,025	0,8	0,9	0,5	0,009
		Total DDOCm				1,22	0,183
	4	Organik	0,727	0,8	0,15	0,5	0,044
		Kertas	0,175	0,8	0,4	0,5	0,028
		Plastik	0,226	0,8	1	0,5	0,090
		Tekstil	0,038	0,8	0,24	0,5	0,004
		Kayu	0,025	0,8	0,43	0,5	0,004
		Karet/Kulit	0,013	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0,013	0,8	1	0,5	0,005
		Lainnya	0,036	0,8	0,9	0,5	0,013

		Total DDOCm				1,253	0,190
	5	Organik	0,745	0,8	0,15	0,5	0,045
		Kertas	0,18	0,8	0,4	0,5	0,029
		Plastik	0,228	0,8	1	0,5	0,091
		Tekstil	0	0,8	0,24	0,5	0,000
		Kayu	0	0,8	0,43	0,5	0,000
		Karet/Kulit	0,012	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0,015	0,8	1	0,5	0,006
		Lainnya	0,021	0,8	0,9	0,5	0,008
		Total DDOCm				1,201	0,180
	6	Organik	0,755	0,8	0,15	0,5	0,045
		Kertas	0,182	0,8	0,4	0,5	0,029
		Plastik	0,234	0,8	1	0,5	0,094
		Tekstil	0,039	0,8	0,24	0,5	0,004
		Kayu	0,026	0,8	0,43	0,5	0,004
		Karet/Kulit	0,013	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0,013	0,8	1	0,5	0,005
		Lainnya	0,039	0,8	0,9	0,5	0,014

		Total DDOCm				1,301	0,198
	7	Organik	0,737	0,8	0,15	0,5	0,044
		Kertas	0,178	0,8	0,4	0,5	0,028
		Plastik	0,229	0,8	1	0,5	0,092
		Tekstil	0,038	0,8	0,24	0,5	0,004
		Kayu	0,025	0,8	0,43	0,5	0,004
		Karet/Kulit	0,013	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0,015	0,8	1	0,5	0,006
		Lainnya	0,035	0,8	0,9	0,5	0,013
		Total DDOCm				1,27	0,193
	8	Organik	0,94	0,8	0,15	0,5	0,056
		Kertas	0,227	0,8	0,4	0,5	0,036
		Plastik	0,292	0,8	1	0,5	0,117
		Tekstil	0,049	0,8	0,24	0,5	0,005
		Kayu	0,032	0,8	0,43	0,5	0,006
		Karet/Kulit	0,016	0,8	0,39	0,5	0,002
		Logam	0,016	0,8	1	0,5	0,006
		Lainnya	0,048	0,8	0,9	0,5	0,017

		Total DDOCm				1,62	0,246
	RATA - RATA TIMBULAN						0,192
	F (Fraksi CH4)	0,5					
	R (Recovered Methane)	0					
	OX (Oxidation Factor)	0,1					
	GWP	25					
	Jumlah CH4 (Lo)	0,13					
	Total Emisi CH4	0,12					
	Emisi CO2e (kg CO2)	2,40					
	Total Emisi Tahunan (kg CO2/tahun	876,39	0,88	(ton co2/tahun			

“

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”
This Page Intentionally Left Blank

Lampiran XI Data RTH Privat Eksisting

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

Tipe Rumah Sederhana

No	Kelurahan	Jenis Tanaman	Tipe Rumah	Daya serap (kg CO ₂ /thn.pohon)	d1 (m)	d2 (m)	d rata rata (m)	LT (m ²)	LT Semak/Perdu	LT Rumput	LT Total	DS Pohon (ton/tahun)	Total DS Pohon (ton/tahun)
1	Nyamplungan	Pepaya	Sederhana	1,45	1,2	2,5	2,45	1,92	0	1	2,92	0,00145	0,108
2	Nyamplungan	Cabai	Sederhana	0,18	0,4	0,8	0,80	0,63	0,5	0	1,13	0,00018	0,035
3	Bongkaran	Kamboja	Sederhana	220	0,5	0,75	0,88	0,69	0	0	0,69	0,22	0,038
4	Bongkaran	Pucuk Merah	Sederhana	162,89	1	0,9	1,45	1,14	0	0	1,14	0,16289	0,064
5	Krembangan Utara	Pandan	Sederhana	0,5	1,2	0,8	1,60	1,26	1,5	6	8,76	0,0005	0,070
6	Krembangan Utara	Mangga	Sederhana	51,966	2,4	2,1	3,45	2,71	2	2	6,71	0,051966	0,152
7	Krembangan Utara	Kemangi	Sederhana	0,4	0,65	0,7	1,00	0,79	0,375	0	1,16	0,0004	0,044
8	Krembangan Utara	Pandan	Sederhana	0,5	0,8	0,75	1,18	0,92	1,25	0	2,17	0,0005	0,052
9	Krembangan Utara	Jambu	Sederhana	380,94	1,2	1,3	1,85	1,45	0	0	1,45	0,38094	0,081
10	Krembangan Utara	Kelengkeng	Sederhana	10,22	1,8	1,59	2,60	2,04	0	0	2,04	0,01022	0,114
11	Tanjung Perak	Belimbing	Sederhana	54,08	1,25	1,3	1,90	1,49	0	0,75	2,24	0,05408	0,084
12	Tanjung Perak	Pandan	Sederhana	0,5	0,8	0,75	1,18	0,92	0,75	0	1,67	0,0005	0,052
13	Tanjung Perak	Lidah Buaya	Sederhana	0,78	0,55	0,6	0,85	0,67	1,2	0	1,87	0,00078	0,037

No	Kelurahan	Jenis Tanaman	Tipe Rumah	Daya serap (kg CO ₂ /thn.pohon)	d1 (m)	d2 (m)	d rata rata (m)	LT (m ²)	LT Semak/Perdu	LT Rumput	LT Total	DS Pohon (ton/tahun)	Total DS Pohon (ton/tahun)
14	Tanjung Perak	Pandan	Sederhana	0,5	0,75	0,72	1,11	0,87	0,88	0	1,75	0,0005	0,049
15	Tanjung Perak	Sirih	Sederhana	1,05	0,42	0,55	0,70	0,55	0	0	0,55	0,00105	0,031
16	Tanjung Perak	Jeruk	Sederhana	1,55	1,2	1,1	1,75	1,37	0	0	1,37	0,00155	0,077
17	Tanjung Perak	Belimbing	Sederhana	54,08	2,3	2,2	3,40	2,67	0	0	2,67	0,05408	0,149
18	Tanjung Perak	Pandan	Sederhana	0,5	0,7	0,8	1,10	0,86	0	0	0,86	0,0005	0,048
19	Tanjung Perak	Pandan	Sederhana	0,5	0,7	0,7	1,05	0,82	1,14	0	1,96	0,0005	0,046
20	Tanjung Perak	Mangga	Sederhana	51,966	2,4	2,3	3,55	2,79	0,6	0	3,39	0,051966	0,156

Tipe Rumah Menengah

No	Kelurahan	Jenis Tanaman	Tipe Rumah	Daya serap (kg CO2/pohon/thn)	d1 (m)	d2 (m)	d rata rata (m)	LT (m2)	LT Semak/Perdu	LT Rumput	LT Total	DS Pohon (ton/tahun)	Total DS Pohon (ton/tahun)
1	Nyemplungan	Kamboja	Menengah	220	0,8	0,6	1,10	0,86	0,25	0	1,11	0,22	0,048
2	Nyemplungan	Mangga	Menengah	51,966	2	3,5	3,75	2,94	0,5	0	3,44	0,051966	0,165
3	Nyemplungan	Pandan	Menengah	0,5	0,6	1	1,10	0,86	0	0	0,86	0,0005	0,048
4	Nyemplungan	Lidah Buaya	Menengah	0,78	0,6	0,5	0,85	0,67	0	0	0,67	0,00078	0,037
5	Bongkaran	Mengkudu/pace	Menengah	13,48	1,6	1	2,10	1,65	2,4	0	4,05	0,01348	0,092
6	Bongkaran	Pucuk Merah	Menengah	162,89	1,2	0,8	1,60	1,26	0,45	0	1,71	0,16289	0,070
7	Bongkaran	Pandan	Menengah	0,5	1,2	1,4	1,90	1,49	0	0	1,49	0,0005	0,084
8	Kreimbangan Utara	Jambu	Menengah	380,94	2,4	2,21	3,51	2,75	0,8	0	3,55	0,38094	0,154
9	Kreimbangan Utara	Belimbing	Menengah	54,08	2,8	2,1	3,85	3,02	0,9	0	3,92	0,05408	0,169
10	Kreimbangan Utara	Mangga	Menengah	51,966	2,7	2,62	4,01	3,15	1,2	0	4,35	0,051966	0,176
11	Kreimbangan Utara	Cabai	Menengah	0,18	0,65	0,72	1,01	0,79	0	0	0,79	0,00018	0,044
12	Kreimbangan Utara	Mangga	Menengah	51,966	2,4	2,1	3,45	2,71	2,6	6	11,31	0,051966	0,152
13	Kreimbangan Utara	Kelengkeng	Menengah	10,22	2,12	2,03	3,14	2,46	0,45	2	4,91	0,01022	0,138
14	Tanjung Perak	Delima	Menengah	24,88	1,6	1,55	2,38	1,86	0	0	1,86	0,02488	0,104
15	Tanjung Perak	Kelor	Menengah	1,2	0,75	0,65	1,08	0,84	0	0	0,84	0,0012	0,047

No	Kelurahan	Jenis Tanaman	Tipe Rumah	Daya serap (kg CO2/pohon/thn)	d1 (m)	d2 (m)	d rata rata (m)	LT (m2)	LT Semak/Perdu	LT Rumput	LT Total	DS Pohon (ton/tahun)	Total DS Pohon (ton/tahun)
16	Tanjung Perak	Pandan	Menengah	0,5	0,8	0,85	1,23	0,96	0	0	0,96	0,0005	0,054
17	Tanjung Perak	Kemangi	Menengah	0,4	0,65	0,75	1,03	0,80	0	0	0,80	0,0004	0,045
18	Tanjung Perak	Pandan	Menengah	0,5	0,75	0,78	1,14	0,89	0	0	0,89	0,0005	0,050
19	Tanjung Perak	Kelengkeng	Menengah	10,22	1,8	1,5	2,55	2,00	1,2	0	3,20	0,01022	0,112
20	Tanjung Perak	Sirih	Menengah	1,05	0,65	0,7	1,00	0,79	0	0	0,79	0,00105	0,044
21	Tanjung Perak	Kamboja	Menengah	220	0,48	0,53	0,75	0,58	0	2,5	3,08	0,22	0,033
22	Tanjung Perak	Buah Naga	Menengah	85,4	2,1	1,8	3,00	2,36	1,1	0	3,46	0,0854	0,132
23	Tanjung Perak	Sirih	Menengah	1,05	0,7	0,65	1,03	0,80	0	0	0,80	0,00105	0,045
24	Tanjung Perak	Pandan	Menengah	0,5	0,45	0,5	0,70	0,55	0	0	0,55	0,0005	0,031

Tipe Rumah Mewah

No	Kelurahan	Jenis Tanaman	Tipe Rumah	Daya serap (kg CO2/pohon/thn)	d1 (m)	d2 (m)	d rata rata (m)	LT (m2)	LT Semak/Perdu	LT Rumput	LT Total	DS Pohon (ton/tahun)	Total DS Pohon (ton/tahun)
1	Nyamplungan	Srikaya	Mewah	6	0,8	1	1,30	1,02	0	0	1,02	0,006	0,057
2	Nyamplungan	Pandan	Mewah	0,5	0,8	0,95	1,28	1,00	0	0	1,00	0,0005	0,056
3	Bongkaran	Matoa	Mewah	6,89	0,4	0,6	0,70	0,55	0	0	0,55	0,00689	0,031
4	Bongkaran	Alpukat	Mewah	43,2	0,8	0,9	1,25	0,98	0,72	3	4,70	0,0432	0,055
5	Bongkaran	Jeruk Purut	Mewah	0,87	0,76	0,84	1,18	0,93	0	5	5,93	0,00087	0,052
6	Bongkaran	Melati	Mewah	24,75	1,5	1,34	2,17	1,70	0	4,5	6,20	0,02475	0,095
7	Bongkaran	Binahong	Mewah	4,65	0,64	0,85	1,07	0,84	0	2	2,84	0,00465	0,047
8	Krembangan Utara	Sirih	Mewah	1,05	0,82	0,54	1,09	0,86	0	2,4	3,26	0,00105	0,048
9	Krembangan Utara	Lidah Mertua	Mewah	4,14	0,45	0,32	0,61	0,48	0	0	0,48	0,00414	0,027
10	Krembangan Utara	Delima	Mewah	8,13	0,75	0,6	1,05	0,82	1,2	0	2,02	0,00813	0,046
11	Krembangan Utara	Srikaya	Mewah	12,56	2,3	2,12	3,36	2,64	0,65	0	3,29	0,01256	0,148
12	Krembangan Utara	Sirsak	Mewah	20,21	2,15	1,9	3,10	2,43	0,38	0	2,81	0,02021	0,136
13	Krembangan Utara	Anggur	Mewah	8,23	1,4	1,24	2,02	1,59	1,1	0	2,69	0,00823	0,089
14	Krembangan Utara	Pandan	Mewah	0,5	0,86	0,89	1,31	1,02	0	0	1,02	0,0005	0,057
15	Tanjung Perak	Kaktus	Mewah	54,5	0,42	0,45	0,65	0,51	0	0	0,51	0,0545	0,028

No	Kelurahan	Jenis Tanaman	Tipe Rumah	Daya serap (kg CO ₂ /pohon/thn)	d1 (m)	d2 (m)	d rata rata (m)	LT (m ²)	LT Semak/Perdu	LT Rumput	LT Total	DS Pohon (ton/tahun)	Total DS Pohon (ton/tahun)
16	Tanjung Perak	Sirih	Mewah	1,05	0,55	0,65	0,88	0,69	0	0	0,69	0,00105	0,038
17	Tanjung Perak	Jambu	Mewah	380,94	2,2	2,1	3,25	2,55	0,61	0	3,16	0,38094	0,143
18	Tanjung Perak	Kelengkeng	Mewah	10,22	1,5	1,65	2,33	1,83	0,99	0	2,82	0,01022	0,102
19	Tanjung Perak	Cabai	Mewah	0,18	0,9	0,87	1,34	1,05	0	0	1,05	0,00018	0,059
20	Tanjung Perak	Cemara	Mewah	102,4	2,3	2,5	3,55	2,79	0	3	5,79	0,1024	0,156
21	Tanjung Perak	Pandan	Mewah	0,5	0,7	0,73	1,07	0,84	0	0	0,84	0,0005	0,047
22	Tanjung Perak	Jeruk Pecel	Mewah	1,55	1,2	1,15	1,78	1,39	0	0	1,39	0,00155	0,078
23	Tanjung Perak	Pandan	Mewah	0,5	0,65	0,7	1,00	0,79	0	0	0,79	0,0005	0,044
24	Tanjung Perak	Pandan	Mewah	0,5	0,55	0,6	0,85	0,67	0	0	0,67	0,0005	0,037

Lampiran XII Data Luas Tanah

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

No	Luas Tanah (m2)		
	Rumah Sederhana	Rumah Menengah	Rumah Mewah
1	50	60	200
2	24	60	80
3	36	72	130
4	15	50	120
5	36	60	144
6	12	33	240
7	50	90	170
8	40	70	90
9	16	96	75
10	36	84	112
11	35	96	96
12	30	72	72
13	48	50	98
14	15	36	60
15	20	40	60
16	22	54	86
17	32	75	150
18	16	40	138
19	36	60	150
20	15	54	50
21	48	60	72
22	20	40	120
23	40	56	70
24	12	42	90
25	32	64	100
26	12	64	80
27	30	56	90
28	32	63	75
29	18	40	65
30	15	36	110
31	36	40	120

No	Luas Tanah (m2)		
	Rumah Sederhana	Rumah Menengah	Rumah Mewah
32	63	35	100
33	32	66	125
34	24		
Total	998	1914	3538
Rata -Rata	29,35	58,00	107,2 1

Lampiran XIII Data RTH Publik

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

Nama Taman/Jalur Hijau	Luas m ²	Proporsi Luasan		Pendekatan Jumlah Vegetasi (dalam satuan : pohon/unit/m ²)			Daya Serap CO ₂ (kg/tahun)			Total Daya Serap CO ₂ (kg CO ₂ /tahun)	Sumber:
		Perkerasan	Area Hijau	Pohon	Perdu/semak	Rumput	Pohon	Perdu (kg/m ² /tahun)	Rumput (kg/m ² /tahun)		
Bundaran Perak	283.02	30	70	12	120	170	1593.13	660	204	2457.13	Dinas Lingkungan Hidup, 2025
Pedestrian Jl. Karet	13.52	85	15	4	8	1	133.48	44	1.2	178.68	
Pedestrian Kembangan Jepun	14.85	85	15	7	9	2	492.63	49.5	2.4	544.53	
Pedestrian Perak Timur	216.32	70	30	31	80	50	3624.87	440	60	4124.87	
Perak Pulau 2	4902	35	65	127	1500	1300	15899.96	8250	1560	25709.96	
Perak Pulau 3	6450	35	65	168	2000	1800	23016.14	11000	2160	36176.14	
Rot Kembangan Jepun	42.75	40	60	11	30	15	1791.79	165	18	1974.79	
Rotunde Benteng	60.6	40	60	14	40	20	2011.64	220	24	2255.64	
Stren Kali Benteng	56.43	30	70	23	30	25	655.04	165	30	850.04	
Taman Waspada	101.31	20	80	34	40	45	7471.69	220	54	7745.69	
Taman Bongkaran	430	15	85	55	150	170	11464.48	825	204	12493.48	
TOTAL										94510.95	

Nama Taman / Jalur Hijau	Jenis Pohon	Jumlah Pohon	Daya Serap (kg/co2/tahun)	Total Daya Serap (kg/co2/tahun)
Bundaran Perak	Beringin	1	1255.4	1255.4
	Trembesi	6	28.48	170.88
	Kiara payung	5	33.37	166.85
Pedestrian Jl. Karet	Kiara payung	4	33.37	133.48
Pedestrian Kembang Jepun	Kiara payung	5	33.37	166.85
	Pucuk Merah	2	162.89	325.78
Pedestrian Perak Timur	Kiara payung	11	33.37	367.07
	Pucuk Merah	20	162.89	3257.8
Perak Pulau 2	Beringin	3	1255.4	3766.2
	Trembesi	60	28.48	1708.8
	Pucuk Merah	64	162.89	10424.96
Perak Pulau 3	Beringin	5	1255.4	6277
	Trembesi	73	28.48	2079.04
	Pucuk Merah	90	162.89	14660.1
Rot Kembang Jepun	Pucuk Merah	11	162.89	1791.79
Rotunde Benteng	Trembesi	2	28.48	56.96
	Pucuk Merah	12	162.89	1954.68
Stren Kali Benteng	Trembesi	23	28.48	655.04
Taman Waspada	Beringin	3	1255.4	3766.2
	Trembesi	10	28.48	284.8
	Pucuk Merah	21	162.89	3420.69
Taman Bongkaran	Beringin	5	1255.4	6277
	Trembesi	22	28.48	626.56
	Pucuk Merah	28	162.89	4560.92

Lampiran XIV Data Intensitas Cahaya

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”
This Page Intentionally Left Blank

Bulan	Temperat ur Minimum (°C)	Temperat ur Maksimu m (°C)	Kelembapa n Rata-rata (%)	Lama Penyinara n Matahari (jam)	Lama Maksimu m Matahari Bersinar per Hari (jam)	Radiasi Mataha ri (W/m²)	Radiasi Matahari (kal/cm²/har i)
Januari	26.297	34.56	77	4.8	12.516	372.953	180.882
Februari	25.903	34.21	79	5.2	12.516	384.053	186.266
Maret	26.523	33.59	78	4.8	12.516	372.236	180.534
April	26.637	33.76	78	4.9	12.516	374.626	181.694
Mei	26.523	34.85	71	8	12.516	454.406	220.387
Juni	26.324	34.09	72	6.8	12.516	423.222	205.263
Juli	24.717	33.25	70	7.2	12.516	4334.176	210.575
Agustus	24.484	33.77	69	7.7	12.516	447.001	216.795
Septemb er	25.967	34.87	67	7.5	12.516	441.07	213.919
Oktober	26.729	35.99	67	7.6	12.516	444.468	215.567
Novembe r	26.847	35.08	76	6.1	12.516	327.378	197.242
Desembe r	25.587	32.86	81	3.1	12.516	327.378	158.778
Rata-rata						406.856	197.325

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”
This Page Intentionally Left Blank

Lampiran XV Dokumentasi Penelitian

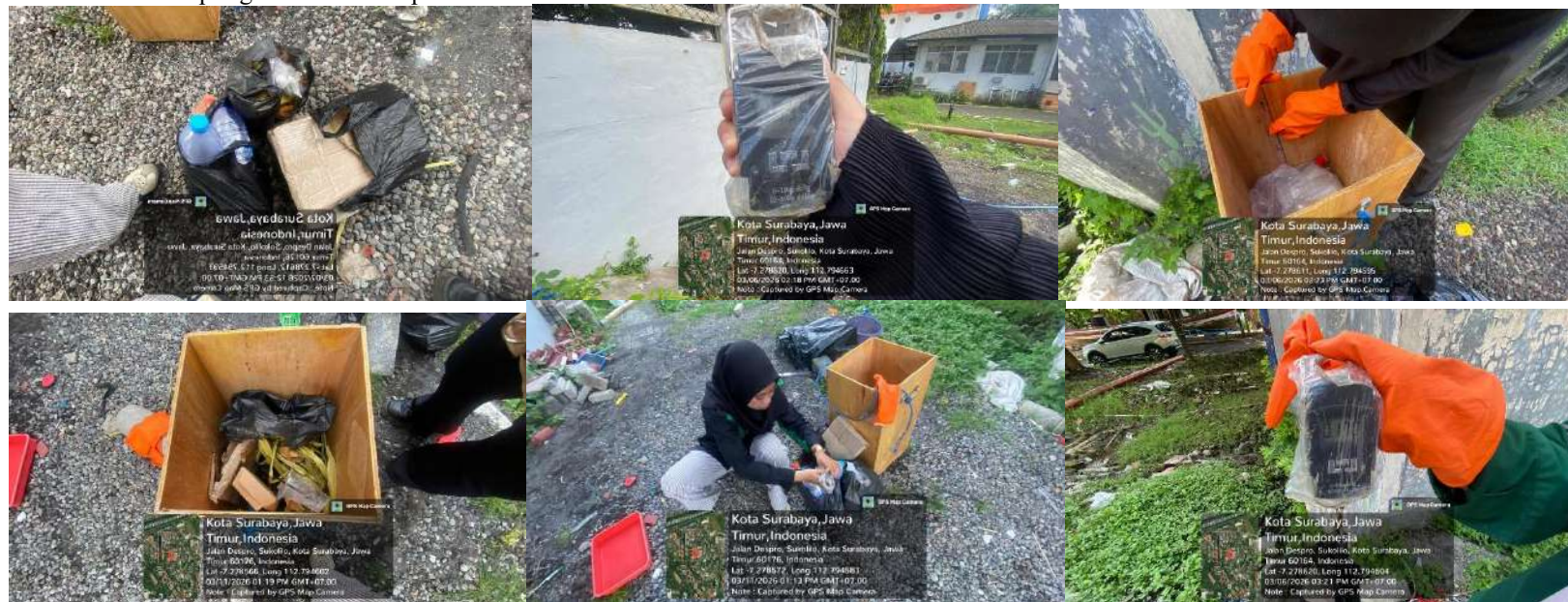
“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

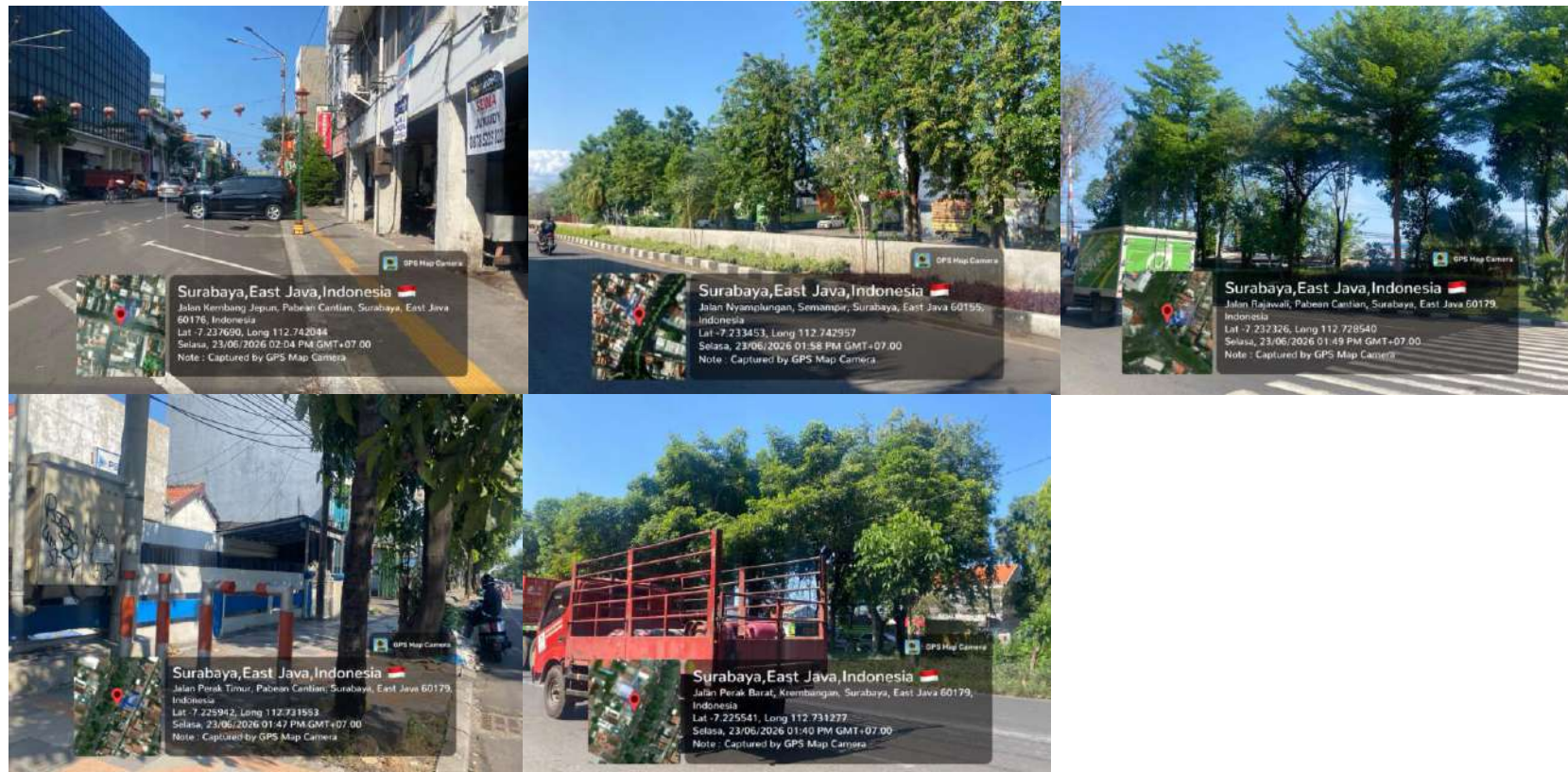
Tipe Rumah	Tampak Rumah dan RTH	Wawancara
Sederhana		
Menengah	 	

Tipe Rumah	Tampak Rumah dan RTH	Wawancara
Mewah	 Kota Surabaya, Jawa Timur, Indonesia Jalan Kalianyar Kulon V, Pabean Cantian, Kota Surabaya, Jawa Timur 60176, Indonesia Lat: -7.246254, Long: 112.745241 02/20/2026 10:42 AM GMT+07:00 Note: Captured by GPS Map Camera Kota Surabaya, Jawa Timur, Indonesia Jalan Kalianyar Kulon V, Pabean Cantian, Kota Surabaya, Jawa Timur 60176, Indonesia Lat: -7.246750, Long: 112.745243 02/20/2026 10:31 AM GMT+07:00 Note: Captured by GPS Map Camera	 Kecamatan Pabean Cantian Jawa Timur Indonesia 31°C 88°F 02/20/2026 (Jam): 10:41 (AM)

Dokumentasi Sampling Timbulan Sampah



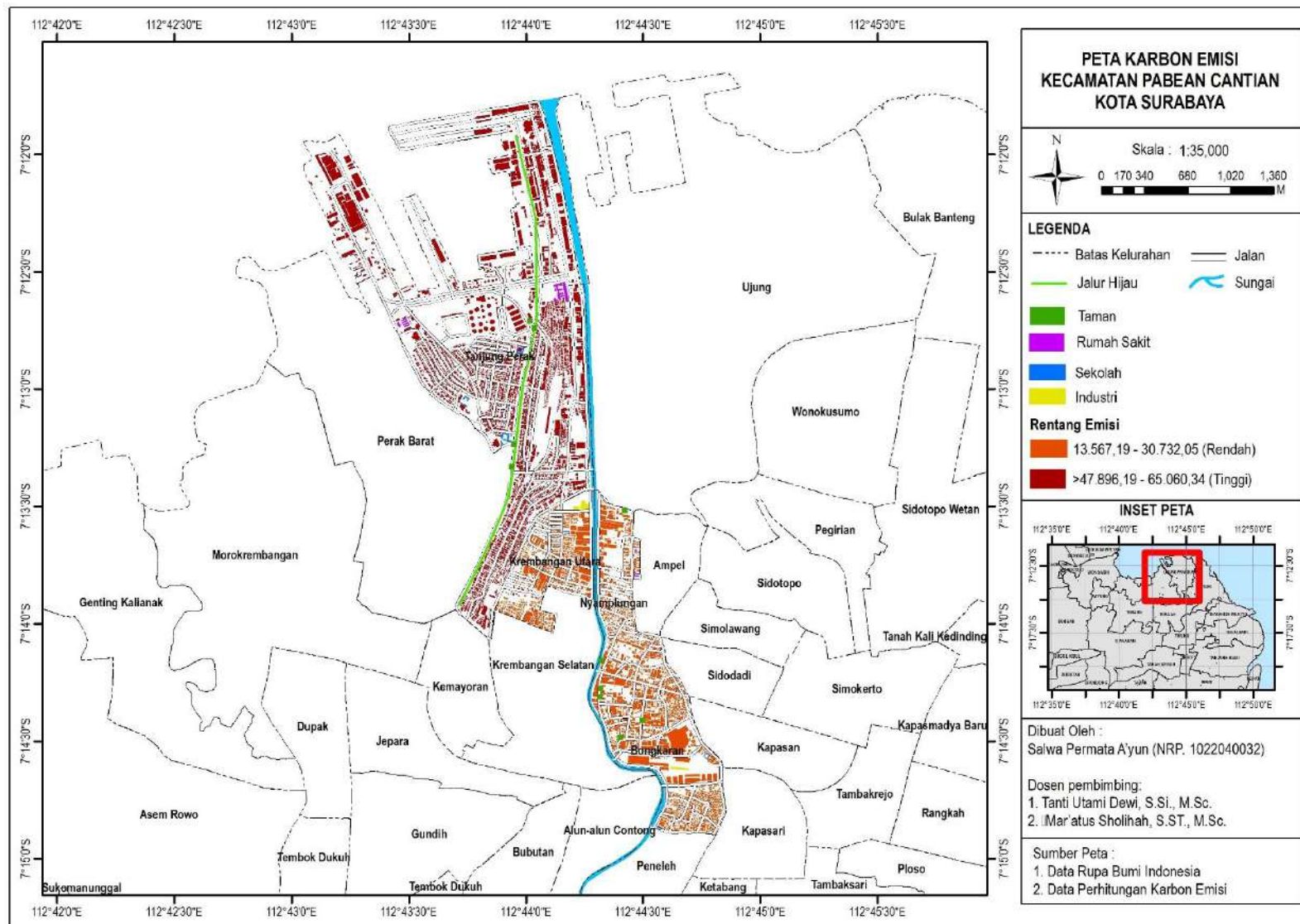
Dokumentasi RTH Publik

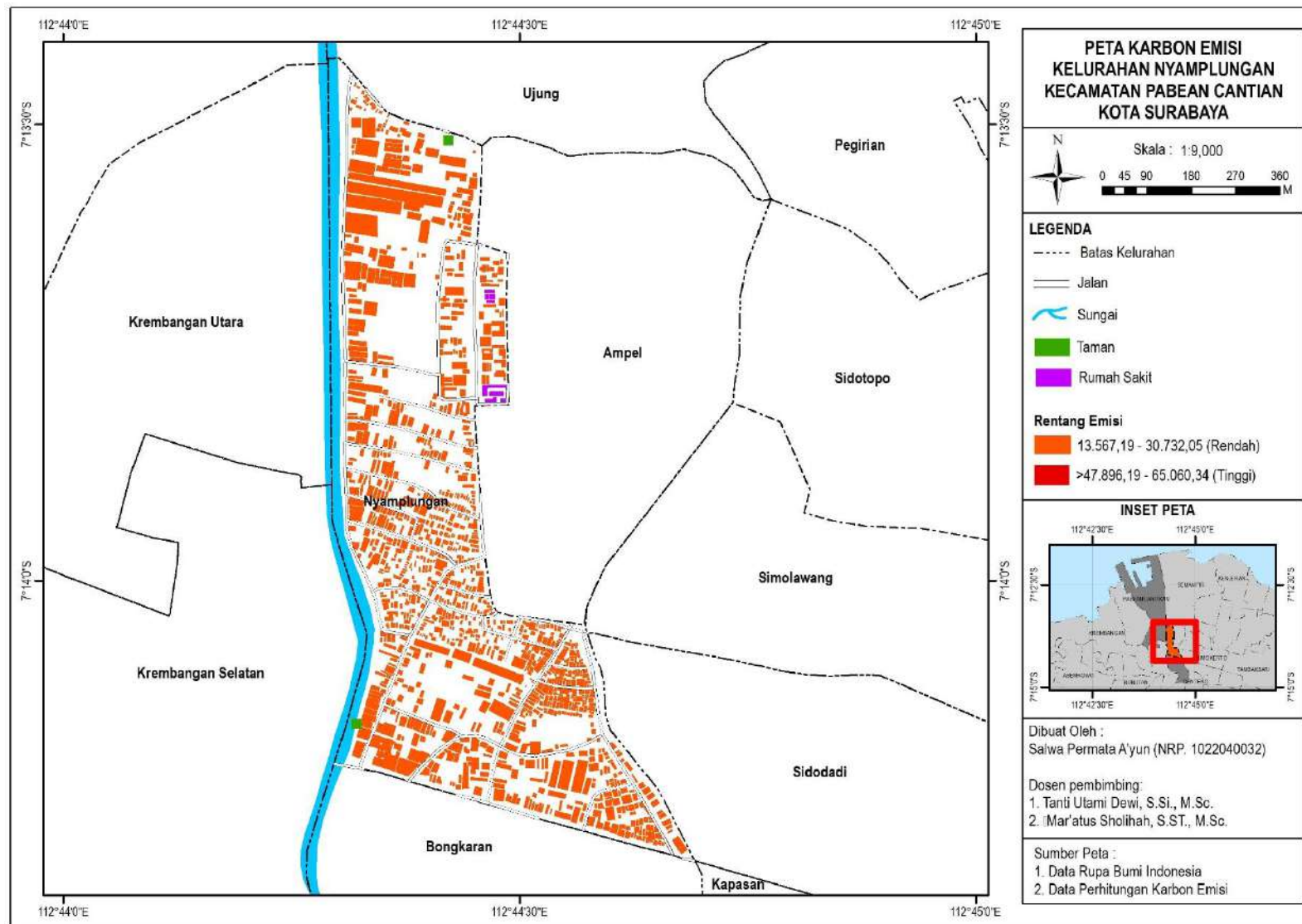


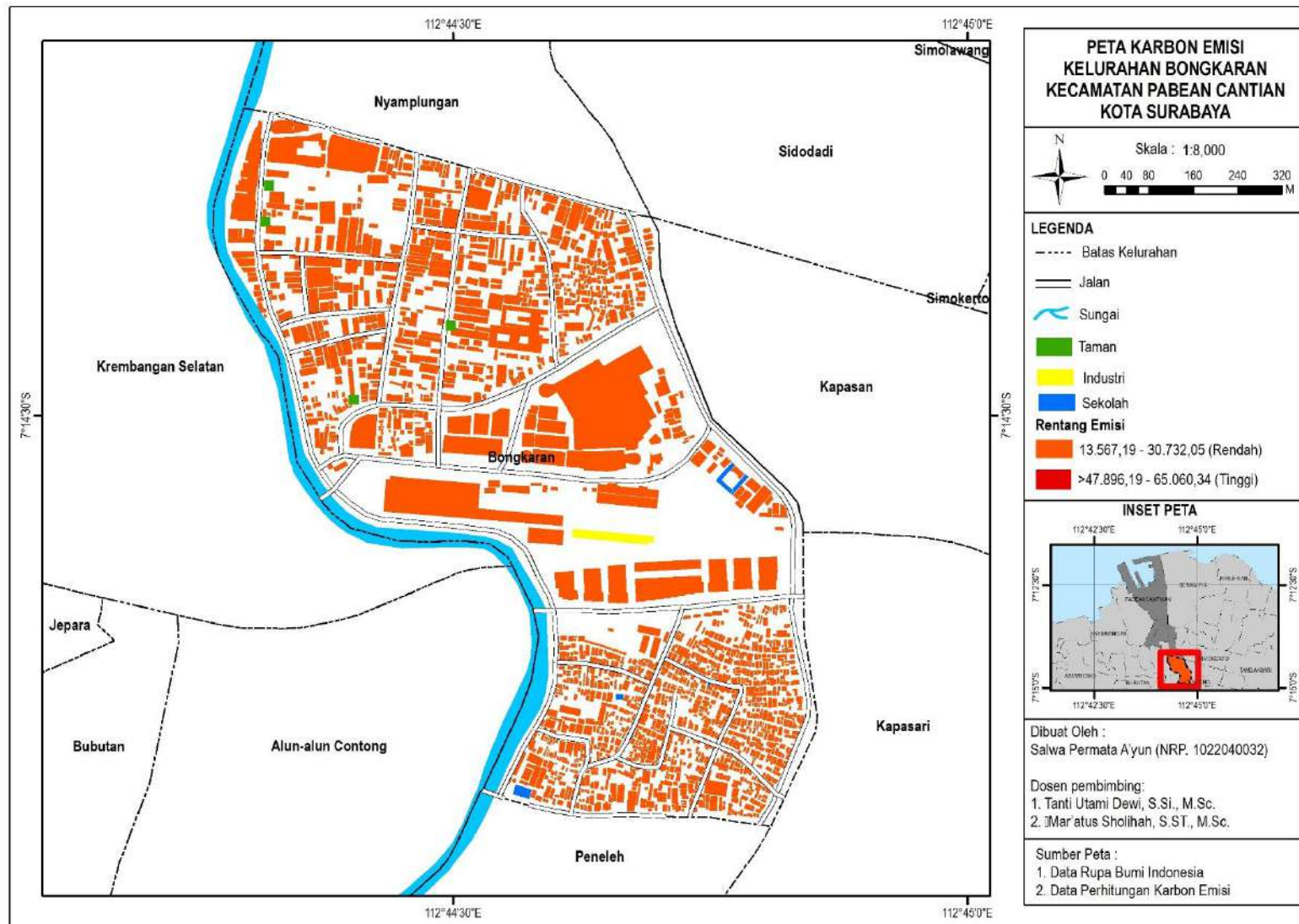
Lampiran XVI Pemetaan Emisi CO₂ Dari Aktivitas Permukiman

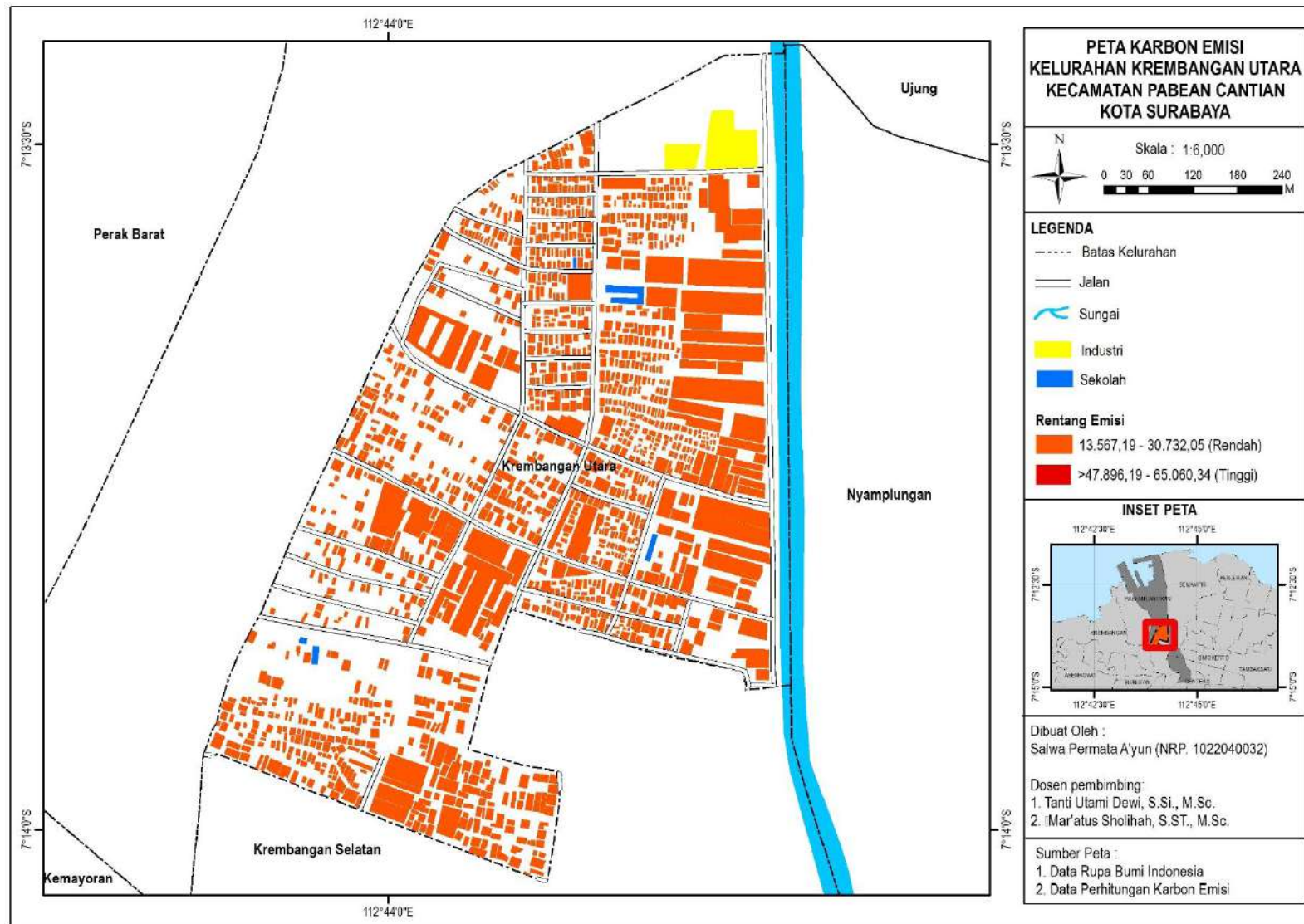
“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

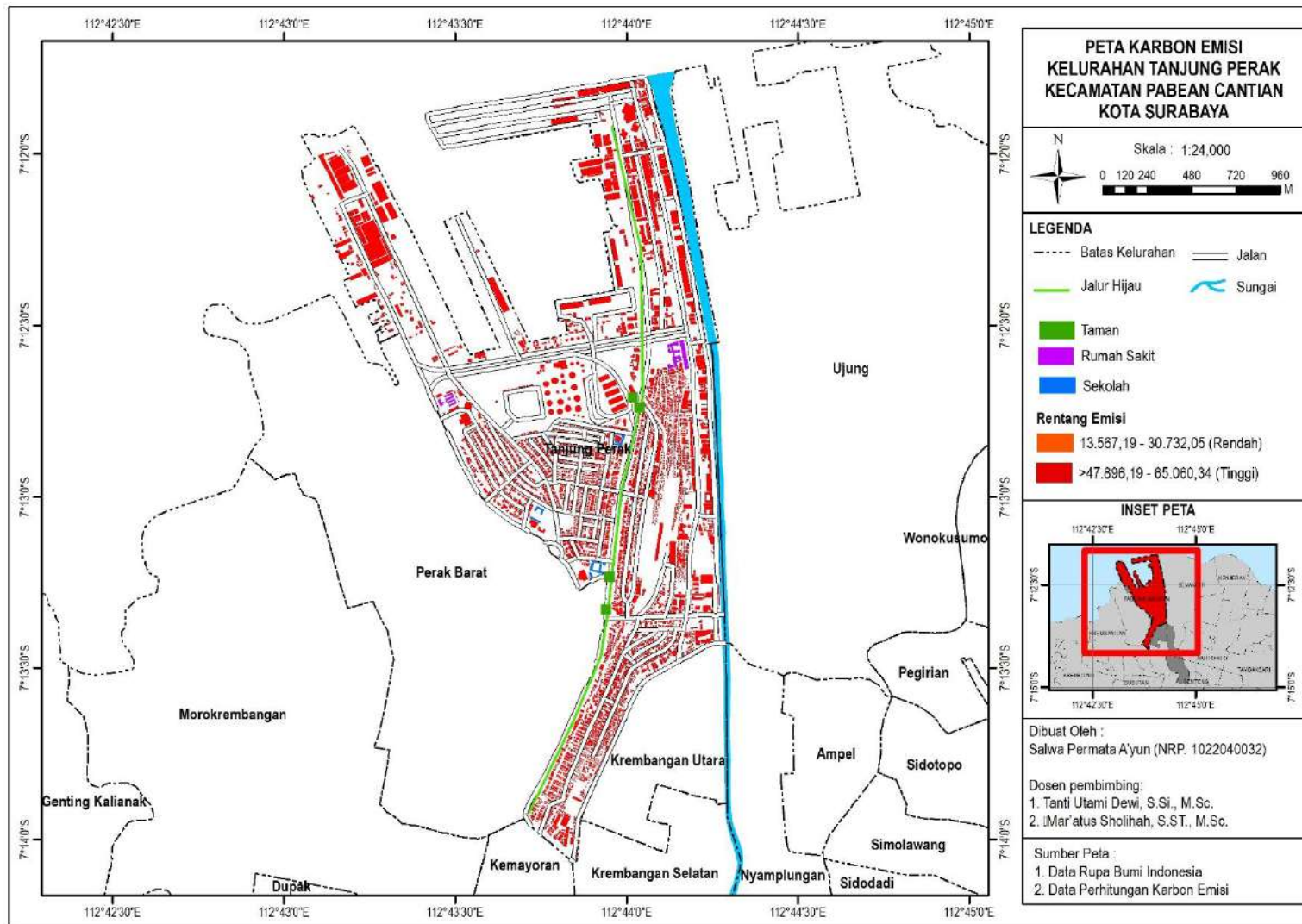
This Page Intentionally Left Blank











“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

This Page Intentionally Left Blank

BIODATA PENULIS



Salwa Permata A'yun lahir di Gresik pada tanggal 4 Agustus 2004. Penulis telah menempuh pendidikan formal di, SMPN 10 Gresik, dan SMA NU 1 Gresik. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah. Penulis mempunyai pengalaman On The Job Training di Dinas Lingkungan Hidup Surabaya divisi Pengawasan persetujuan Lingkungan dan Penyelesaian Sengketa Lingkungan Hidup pada bulan Februari-Juli, PT. Cemindo Gemilang, Tbk departemen SHE pada bulan Agustus-September dan PT. Starfood International departemen HSE pada bulan November-Desember. Pembaca yang ingin menyampaikan kritik, saran ataupun pertanyaan mengenai Tugas Akhir ini dapat menghubungi penulis melalui email salwapermata@gmail.com.