



TESIS - RE 142541

**PENENTUAN FAKTOR EMISI SPESIFIK UNTUK  
ESTIMASI DAN PEMETAAN TAPAK KARBON DARI  
SEKTOR TRANSPORTASI DAN INDUSTRI DI  
KABUPATEN BANYUWANGI**

**MARIA CAROLINA LOPULALAN**

**3313201014**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Prof. Ir. Joni Hermana, MScES., PhD**

**CO PEMBIMBING**

**Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T**

**PROGRAM MAGISTER**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2015**



THESIS - RE 142541

***DETERMINATION OF SPECIFIC EMISSION  
FACTORS FOR ESTIMATING AND MAPPING  
CARBON FOOTPRINT FROM TRANSPORTATION  
AND INDUSTRIAL SECTORS IN BANYUWANGI***

MARIA CAROLINA LOPULALAN

3313201014

SUPERVISOR

Prof. Ir. Joni Hermana, MScES., PhD

CO SUPERVISOR

Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T

MASTER PROGRAM

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2015

**TESIS**  
**PENENTUAN FAKTOR EMISI SPESIFIK UNTUK ESTIMASI DAN**  
**PEMETAAN TAPAK KARBON DARI SEKTOR TRANSPORTASI DAN**  
**INDUSTRI DI KABUPATEN BANYUWANGI**

**Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar**  
**Magister Teknik (MT)**

**di**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

**oleh :**  
**MARIA CAROLINA LOPULALAN**  
**33 13 201 014**

**Tanggal Ujian : 9 Januari 2015**  
**Periode Wisuda : Maret 2015**

**Disetujui oleh:**

  
**1. Prof. Joni Hermana, MSc.ES., PhD**  
**NIP: 196006181988031002**

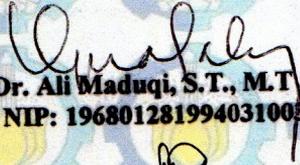
**(Pembimbing I)**

  
**2. Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T**  
**NIP: 196601161997031001**

**(Pembimbing II)**

  
**3. Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc**  
**NIP: 195501281985032001**

**(Penguji)**

  
**4. Dr. Ali Maduqi, S.T., M.T**  
**NIP: 196801281994031003**

**(Penguji)**

  
**5. Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM**  
**NIP: 198201192005011001**

**(Penguji)**

**Direktur Program Pascasarjana,**

  
**Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT.**  
**NIP. 19640405 199002 1 001**



**PENENTUAN FAKTOR EMISI SPESIFIK UNTUK ESTIMASI DAN  
PEMETAAN TAPAK KARBON DARI SEKTOR TRANSPORTASI DAN  
INDUSTRI DI KABUPATEN BANYUWANGI**

Nama Mahasiswa : Maria Carolina Lopulalan  
NRP : 3313201014  
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Joni Hermana, MSc.ES., PhD

**ABSTRAK**

Permasalahan terkait emisi GRK (Gas Rumah Kaca) terutama akibat gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) menyebabkan perubahan iklim dan pemanasan global. Indonesia berkomitmen untuk mengurangi GRK sebesar 26% sampai tahun 2020. Hal ini diwujudkan dengan inventarisasi GRK yang dilakukan di Jawa Timur. Kabupaten Banyuwangi merupakan wilayah maritim di Jawa Timur dengan potensi perikanan terbesar sehingga digunakan sebagai acuan untuk wilayah perikanan. Sektor yang memiliki kontribusi GRK terbesar yaitu transportasi dan industri.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan nilai FES (Faktor Emisi Spesifik). Penentuan FES digunakan sebagai dasar untuk perhitungan emisi wilayah perikanan sejenis lainnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu survei dan perhitungan. Dasar perhitungan dari IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) dan Kementerian Lingkungan Hidup (KLH). Perhitungan emisi menggunakan pendekatan dari konsumsi bahan bakar.

Hasil dari perhitungan menunjukkan emisi yang dihasilkan dari sektor transportasi sebesar 545.718,19 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Sektor industri sebesar 6,11x10<sup>10</sup> ton CO<sub>2</sub>/tahun. Nilai FES untuk transportasi yaitu 2,24 ton CO<sub>2</sub>/SMP kendaraan bensin, 8,55 ton CO<sub>2</sub>/SMP kendaraan solar, dan 3,18 ton CO<sub>2</sub>/SMP kendaraan. Hasil pemetaan emisi total menunjukkan emisi tertinggi berada di Kecamatan Tegaldlimo, Kalipuro dan Purwoharjo. Untuk wilayah dengan emisi terendah yaitu Kecamatan Licin. Untuk mengurangi emisi tersebut diperlukan upaya mitigasi yang didukung berbagai pihak.

**Kata kunci:** Banyuwangi, CO<sub>2</sub>, FES, GRK, Industri, Transportasi

**DETERMINATION OF SPECIFIC EMISSION FACTORS FOR  
ESTIMATING AND MAPPING CARBON FOOTPRINT FROM  
TRANSPORTATION AND INDUSTRIAL SECTORS IN BANYUWANGI**

Name : Maria Carolina Lopulalan  
NRP : 3313201014  
Supervisor : Prof. Ir. Joni Hermana, MSc.ES., PhD

**ABSTRACT**

*Problems related Green House Gases (GHG) emissions mainly due to carbon dioxide gas (CO<sub>2</sub>) caused climate change and global warming. Indonesia is committed to reducing GHG emissions amounts 26% until 2020. This is realized by GHG inventories conducted in East Java. Banyuwangi is a maritime area in East Java with the largest fishery potential which used as a reference to the area of fisheries. Sectors that have contributed the largest GHG are transportation and industry.*

*The purpose of this research found Specified Emission Factor (FES). Determination of the FES is used as the basic for calculating the emissions of other similar fisheries region. The method used in this study are survey and calculation. The Basic of calculation came from IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) and the Ministry of Environment in Indonesia. The calculation from both sectors used fuel consumption approach. The results of calculations show that the emissions from the transportation sector amounted to 545,718.19 tons of CO<sub>2</sub>/year. And the industrial sector are 6,11x10<sup>10</sup> tons of CO<sub>2</sub>/year. FES from transportation were 2,24 tons of CO<sub>2</sub>/SMP gasoline vehicle, 8,55 tons of CO<sub>2</sub>/SMP diesel vehicle, dan 3,18 tons of CO<sub>2</sub>/SMP vehicle. The result from mapping showed that the highest emission was in Tegaldlimo, Kalipuro and Purwoharjo. Reducing these emissions are needed a mitigation efforts that supported by various parties.*

**Keyword:** Banyuwangi, CO<sub>2</sub>, FES, GHG, Industry, Transportation

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis ucapkan kepada Allah Bapa, Putra dan Roh Kudus, hanya oleh kasihNya penulis mampu menyelesaikan Tesis yang berjudul Penentuan Faktor Emisi Spesifik untuk Estimasi dan Pemetaan Tapak Karbon dari Sektor Transportasi dan Industri di Kabupaten Banyuwangi dengan baik dan tepat waktu. Tesis ini ditulis sebagai syarat kelulusan Program Magister Teknik Lingkungan ITS. Daya dan upaya penulis tidak cukup untuk menyelesaikan tugas akhir ini tanpa bantuan dari banyak pihak, ucapan terima kasih serta penghargaan yang tinggi penulis ucapkan kepada :

1. Bapak Prof. Joni Hermana, MSc.ES., PhD dan Bapak Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T selaku dosen pembimbing.
2. Bapak Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T selaku dosen wali.
3. Bapak Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T yang telah turut membimbing dan memberi masukan untuk pengerjaan tesis.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc dan Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, S.T., MEPM selaku dosen penguji
5. Segenap dosen pengajar dan staf di Teknik Lingkungan ITS
6. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi atas beasiswa program *freshgraduate* yang telah diberikan selama penulis menempuh studi magister
7. Seluruh pihak dari Dinas Perhubungan, Disperindagtam, BPS, BAPPEDA, Dinas PU, Bakesbangpol, BLH, Dispenda, Samsat serta pihak lain yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu.
8. Layli Yuliana selaku tim tesis di Kabupaten Banyuwangi. Dan juga semua rekan-rekan Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim.
9. Clara Puspita, Mbak Nila dan segenap teman-teman Master Teknik Lingkungan angkatan 2013.

10. Kak Nike, Kak Gery, Kak Mario, Kak Wawan, Geges, Leo, Gilian, Mira, dan segenap tim VG Baltos dan PS Kresthotes atas dukungannya baik dalam doa, mental dan semangat.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu dan telah mendukung penulis.

Ucapan terima kasih khusus penulis ucapkan kepada keluarga. Terima kasih kepada mendiang Papa, mama, Ricardo dan Carlos tercinta dan tak tergantikan. atas segala doa, perhatian, kasih sayang dan dukungan moral serta materiil yang tiada hentinya untuk penulis.

Penulis sadar bahwa tesis ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala bentuk saran dan kritik sangat dibutuhkan untuk menjadikan tesis ini lebih sempurna. Semoga bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Januari 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Ruang Lingkup .....	3
1.5 Manfaat .....	4
<b>BAB 2 KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Kabupaten Banyuwangi .....	5
2.2 Gas Rumah Kaca (GRK) .....	8
2.3 Emisi CO <sub>2</sub> .....	11
2.4 Inventarisasi .....	13
2.5 Tapak Karbon ( <i>Carbon Footprint</i> ) .....	15
2.6 Faktor Emisi .....	16
2.7 IPCC .....	21
2.8 Transportasi .....	22
2.9 Industri .....	24
2.10 Upaya Mitigasi .....	27
2.11 Pemetaan .....	28
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Rancangan Penelitian .....	31
3.2 Kerangka Penelitian .....	31
3.3 Langkah Kerja Penelitian .....	33
3.3.1 Studi Literatur .....	33
3.3.2 Ide Penelitian .....	33
3.3.3 Pengumpulan Data .....	33
3.3.3.1. Metode Verifikasi Data .....	34
3.3.3.2 Metode Sampling .....	34
3.3.4 Pengolahan Data .....	34
3.4 Analisis dan Pembahasan .....	35
3.4.1 Perhitungan Emisi CO <sub>2</sub> .....	36
3.4.2 Perhitungan Faktor Emisi Spesifik (FES) .....	36
3.4.3 Aplikasi FES .....	36
3.4.4 Pemetaan emisi karbon.....	37
3.4.5 Analisis Aspek .....	37
3.4.6 Upaya Mitigasi .....	37
3.5 Kesimpulan dan Saran .....	38

<b>BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Penentuan FES dari Sektor Transportasi .....	41
4.1.1 Penentuan FES dari Konsumsi Bahan Bakar (Alternatif 1)	42
4.1.2 Penentuan FES dari Fraksi Kendaraan (Alternatif 2) .....	45
4.1.3 Penentuan FES dari Kepadatan Lalu Lintas (Alternatif 3) .	50
4.2 Penentuan FES dari Sektor Industri .....	56
4.2.1 Industri Besar .....	56
4.2.2 Industri Kecil dan Menengah .....	60
4.3 Aplikasi FES untuk Sektor Transportasi dan Industri .....	64
4.3.1 Aplikasi FES untuk Sektor Transportasi .....	64
4.3.2 Aplikasi FES untuk Sektor Industri .....	68
4.4 Pemetaan .....	71
4.5 Upaya Mitigasi .....	75
4.6 Analisis Aspek.....	76
4.7 Komparasi Alternatif.....	87
4.7.1 Sektor Transportasi .....	88
4.7.2 Sektor Industri .....	92
4.8 Pembahasan Aspek.....	90
<b>BAB 5 PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	97
5.2 Saran .....	98
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>99</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Wilayah Administrasi Kabupaten Banyuwangi .....	7
Gambar 2.2 Gas Rumah Kaca di Atmosfer .....	9
Gambar 2.3 Jumlah <i>Climate Hazard</i> .....	9
Gambar 2.4 Jumlah Konsumsi Energi Tahun 2000-2007 .....	10
Gambar 2.5 Tampilan Utama <i>AutoCAD</i> .....	29
Gambar 2.6 Tampilan <i>Hatch</i> .....	30
Gambar 3.1 Kerangka Metode Penelitian .....	32
Gambar 4.1 Emisi CO <sub>2</sub> Tahun 2011 – 2013 .....	66
Gambar 4.2 Pemetaan Tapak karbon Sektor Transportasi .....	73
Gambar 4.3 Pemetaan Tapak karbon Sektor Industri .....	74
Gambar 4.4 Pemetaan Total Tapak karbon .....	75

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Luas Wilayah tiap Kecamatan .....	6
Tabel 2.2 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia .....	12
Tabel 2.3 Emisi dari Industri .....	13
Tabel 2.4 Faktor Emisi Kendaraan Berdasarkan Tipe bahan bakar .....	16
Tabel 2.5 Faktor Konversi Jenis Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang ....	17
Tabel 2.6 Konsumsi Energi Spesifik .....	17
Tabel 2.7 Faktor Emisi Spesifik Berdasarkan Bahan Bakar .....	18
Tabel 2.8 Faktor Emisi dari Produk Industri .....	18
Tabel 2.9 Faktor Emisi Kendaraan Tahun 2008 .....	19
Tabel 2.10 Faktor Emisi CO <sub>2</sub> <i>Default</i> .....	19
Tabel 2.11 Faktor Emisi Kendaraan Tahun 2005 .....	20
Tabel 2.12 Faktor Emisi Indonesia .....	21
Tabel 2.13 Pembagian Tier .....	22
Tabel 2.14 Pembagian Jenis Industri .....	25
Tabel 2.15 Kontribusi Total Emisi Menurut Komoditi .....	25
Tabel 3.1 Data Yang Dibutuhkan .....	35
Tabel 4.1 Jumlah Kendaraan Berdasarkan Jenis .....	41
Tabel 4.2 Total Penggunaan BBM oleh Sektor Transportasi Tahun 2012 ...	42
Tabel 4.3 Jumlah Kendaraan berdasarkan Bahan Bakar .....	43
Tabel 4.4 Perhitungan Faktor Emisi berdasarkan Bahan Bakar .....	46
Tabel 4.5 Perhitungan Fraksi Kendaraan .....	47
Tabel 4.6 Perhitungan Emisi tiap Liter .....	47
Tabel 4.7 Kepadatan Lalu Lintas Tahun 2012 .....	50
Tabel 4.8 Emisi CO <sub>2</sub> Rata – rata .....	54
Tabel 4.9 Faktor Emisi Spesifik tiap jenis kelas jalan .....	55
Tabel 4.10 Konsumsi dan Kapasitas Produksi Industri Besar .....	56
Tabel 4.11 Perhitungan Emisi CO <sub>2</sub> Bahan Bakar Solar .....	57
Tabel 4.12 Perhitungan Emisi CO <sub>2</sub> Bahan Bakar Kayu .....	58
Tabel 4.13 Perhitungan Emisi CO <sub>2</sub> dari Industri Perikanan .....	59
Tabel 4.14 Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Banyuwangi .....	60
Tabel 4.15 Perhitungan Industri Tekstil .....	61
Tabel 4.16 Perhitungan Industri Bahan Galian non Logam .....	62
Tabel 4.17 Perhitungan Emisi CO <sub>2</sub> Tahun 2011 .....	64
Tabel 4.18 Perhitungan Emisi CO <sub>2</sub> Tahun 2013 .....	65
Tabel 4.19 Tabel Hasil Perhitungan Emisi .....	65
Tabel 4.20 Emisi Tiap Kecamatan .....	66
Tabel 4.21 Perhitungan Emisi CO <sub>2</sub> .....	67
Tabel 4.22 Perhitungan Penerapan FES Industri Perkebunan .....	68
Tabel 4.23 emisi Industri Tekstil Tiap kecamatan .....	69
Tabel 4.24 Emisi Bahan Galian Non Logam .....	70
Tabel 4.25 Emisi Industri Makanan .....	70
Tabel 4.26 Emisi Total .....	72
Tabel 4.27 Range Pemetaan .....	73
Tabel 4.28 Trayek Angkutan Kota .....	77

Tabel 4.29 Survei Kendaraan Umum.....	77
Tabel 4.30 Perhitungan Biaya Pembangunan Halte.....	80
Tabel 4.31 Rekapitulasi Emisi .....	82
Tabel 4.32 Perbandingan Skenario .....	83
Tabel 4.33 Potensi Biomassa di Kabupaten Banyuwangi.....	85
Tabel 4.34 Nilai Kalor dari Biomassa.....	85
Tabel 4.35 Perhitungan Biomassa.....	86
Tabel 4.36 FES Alternatif .....	88
Tabel 4.37 Penelitian Sejenis Sektor Transportasi.....	89
Tabel 4.38 Kondisi Permukaan Jalan.....	91
Tabel 4.39 Nilai FES Sektor Industri.....	92
Tabel 4.40 Penelitian Sejenis Sektor Industri .....	93

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Perhitungan Industri Perikanan .....	105
Lampiran 2 Perhitungan Industri Makanan .....	107
Lampiran 3 Trayek MPU Pedesaan .....	109
Lampiran 4 Perhitungan Emisi Tiap kecamatan .....	111
Lampiran 5 Perhitungan Skenario Transportasi 2014 dan 2015 .....	121
Lampiran 6 Skenario IKM.....	123
Lampiran 7 Emisi Sektor Industri dan Transportasi di Tiap kecamatan .....	125

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Permasalahan terkait peningkatan konsumsi energi, kendaraan bermotor, serta perubahan perencanaan dan konstruksi kota berdampak pada degradasi kualitas lingkungan (Chen *et al.*, 2004). Dampak negatif terlihat dari penurunan kualitas udara, air dan tanah. Dari kualitas udara penurunannya dilihat dengan emisi karbon. Aktivitas penggunaan energi oleh manusia menyumbang 67% emisi karbon dan memperburuk kualitas udara (Schulz, 2010., Satterthwaite, 2008). Sektor transportasi merupakan *emitter* (penghasil emisi) terbesar yang didominasi oleh kendaraan darat sebesar 23% (Youngguk dan Kim, 2013). Selain transportasi, sektor dengan penyumbang pencemaran udara terbesar yaitu industri baik industri proses dan energi (Alyuz *et al.*, 2014; IPCC, 2007).

Emisi karbon yang memperburuk kualitas udara salah satunya gas CO<sub>2</sub>. Gas ini termasuk dalam gas rumah kaca (GRK) (Rukaesih, 2004; IPCC, 2006; Puri, 2011). Gas CO<sub>2</sub> merepresentasikan 76,7% emisi GRK yang berasal dari 56,6% dari bahan bakar fosil, 17,3% deforestasi, dan 2,8% dari sumber lainnya. Emisi CO<sub>2</sub> menyebabkan efek rumah kaca yang berakibat terjadinya perubahan iklim dan pemanasan global (IPCC, 2007; Lopez *et al.*, 2014). Efek dari pemanasan global yaitu terjadinya kenaikan muka air laut, perubahan garis pantai, penggenangan lahan bawahan, perubahan bentuk jalan dan peningkatan abrasi. Sedangkan efek dari perubahan iklim yaitu adanya badai, dan peningkatan curah hujan dan evapotranspirasi (Clement *et al.*, 2010; Darwin, 2004; Yanto, 2011).

Indonesia mendukung dalam upaya untuk mengurangi pemanasan global dengan mengusulkan untuk mengurangi GRK sebesar 26% sampai tahun 2020. Apabila mendapat sumber pendanaan dari luar negeri bisa mencapai angka 41% dengan menyerahkan laporan dua tahunan (*Biennial Update Report/BUR*) (Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri, 2012). Pendekatan umum untuk menentukan emisi CO<sub>2</sub> berdasarkan panduan dari IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Panduan tersebut menunjukkan bahwa untuk

menghitung beban emisi yaitu dengan mengalikan faktor emisi dengan level aktivitas.

Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu perwakilan dari wilayah perikanan terbesar di Indonesia. Hal ini dikarenakan secara letak geografis, Kabupaten Banyuwangi memiliki garis pantai terpanjang yang membujur dari Selat Bali hingga Samudera Indonesia sebesar 175 km. Selain itu, kecamatan Muncar merupakan salah satu kecamatan yang terkenal sebagai penghasil ikan dan industri pengalengan ikan terbesar (Pemerintah Kabupaten Banyuwangi, 2012).

Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan nilai emisi dan faktor emisi spesifik (FES) yang dijadikan acuan untuk mengetahui besarnya emisi dari suatu wilayah. Pertama, nilai emisi CO<sub>2</sub> yang sudah didapat digambarkan dalam bentuk tapak karbon (*carbon footprint*). Tapak karbon merupakan ukuran yang menyatakan jumlah total CO<sub>2</sub> yang disebabkan oleh aktivitas manusia baik emisi langsung maupun tidak langsung (Dong *et al*, 2013). Hasil dari tapak karbon ini diwujudkan dalam bentuk pemetaan dengan *range* warna sesuai dengan tingkat emisinya. Pemetaan ini menghasilkan tiga peta dari sektor transportasi, industri serta *overlay* dari kedua peta. Pemetaan untuk menentukan tapak karbon ini menggunakan program *AutoCAD*.

Kedua, nilai FES dapat dijadikan acuan untuk mengetahui besarnya emisi dari wilayah perikanan lain selain Kabupaten Banyuwangi. Wilayah perikanan lain yang dimaksud adalah identitas dari suatu wilayah yang merujuk pada kesamaan baik geografis, pola interaksi manusia, iklim dan lainnya. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup kondisi wilayah yang sama disebut dengan *ecoregion*. Hal ini yang melatarbelakangi agar dilakukan penelitian dengan wilayah pengembangan sejenis sehingga hasil perhitungan FES dapat diterapkan. Dengan demikian, secara merata mempermudah dalam penentuan emisi CO<sub>2</sub> wilayah sejenis.

Analisis terhadap hasil penentuan FES, emisi CO<sub>2</sub> dan kondisi peta dianalisis dan dibahas dengan penelitian pendahulu. Penelitian ini merupakan penelitian lapangan sehingga diperlukan analisis aspek. Aspek yang ditinjau

dalam penelitian ini yaitu aspek teknis dan ekonomi. Dari masing-masing aspek dianalisis dengan pendekatan skenario. Pemilihan aspek ini dikarena kedua aspek merupakan pendekatan yang sesuai dengan kondisi yang nyata di Kabupaten Banyuwangi. Secara ekonomi, tidak bisa dipisahkan dengan teknis dari skenario yang dipilih. Aspek teknis membahas tentang nilai emisi dari kondisi eksisting dan skenario. Aspek ekonomi membahas terkait hal-hal yang harus dipersiapkan dari segi finansial untuk masing-masing skenario.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana menentukan faktor emisi spesifik untuk estimasi tapak karbon dari sektor transportasi dan industri di Kabupaten Banyuwangi?
2. Bagaimana pemetaan kondisi tapak karbon dari sektor transportasi dan industri di Kabupaten Banyuwangi?
3. Bagaimana analisis aspek teknis dan ekonomi terhadap kondisi emisi di Kabupaten Banyuwangi?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan yang diwujudkan pada penelitian ini yaitu :

1. Menentukan faktor emisi spesifik untuk estimasi tapak karbon dari sektor transportasi dan industri di Kabupaten Banyuwangi.
2. Melakukan pemetaan kondisi tapak karbon dari sektor transportasi dan industri di Kabupaten Banyuwangi.
3. Menganalisis aspek teknis dan ekonomi terhadap kondisi emisi di Kabupaten Banyuwangi.

## **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini berdasarkan pada IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* tahun 2006.
2. Emisi karbon khusus pada emisi primer. Gas yang diperhitungkan adalah gas CO<sub>2</sub>.

3. Wilayah penelitian yaitu kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur.
4. Sektor yang dikaji hanya pada transportasi dan industri.
5. Transportasi yang dikaji terbatas pada transportasi darat tanpa memperhitungkan umur dan spesifikasi kendaraan.
6. Sektor industri hanya mempertimbangkan konsumsi bahan bakar pada kegiatan produksi.
7. Penelitian ini tidak memperhatikan arah angin, perubahan iklim dan cuaca.
8. Data untuk melakukan perhitungan yaitu jumlah dan jenis kendaraan, konsumsi bahan bakar dari transportasi dan industri.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang dapat diambil setelah penelitian ini adalah:

1. Mendukung langkah awal Pemerintah untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub> dengan inventarisasi data emisi
2. Mendukung upaya pemerintah dalam pemberian laporan dua tahunan (*Biennial Update Report/BUR*) kepada UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*).
3. Nilai FES yang sudah didapat dapat dijadikan acuan untuk penentuan emisi CO<sub>2</sub> di wilayah Kabupaten/Kota sektor perikanan sejenis.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kabupaten Banyuwangi**

Kabupaten Banyuwangi merupakan kabupaten dengan luas area  $\pm 5.782,5$  km<sup>2</sup>. Wilayahnya terdiri atas dataran tinggi berupa gunung sebagai hasil produk perkebunan dan dataran rendah dengan potensi produk berupa hasil pertanian. Serta garis pantai yang membujur dari utara ke selatan dengan potensi penghasil biota laut terbesar di Pulau Jawa. Kabupaten Banyuwangi terletak diantara 7<sup>o</sup>43' - 8<sup>o</sup>46' Lintang Selatan (LS) dan 113<sup>o</sup>53' - 114<sup>o</sup>38 Bujur Timur (BT). Dengan batas wilayah administratif yaitu sebelah utara dan timur Kabupaten Situbondo dan Selat Bali. Sedangkan sebelah selatan dan barat dibatasi oleh Samudera Indonesia dan Kabupaten Jember serta Bondowoso (Pemerintah Daerah Kabupaten Banyuwangi, 2012).

Kabupaten Banyuwangi memiliki bentangan pantai yang panjang sehingga dengan melihat perspektif ke depan, pengembangan dari sektor kelautan dan perikanan dapat dilakukan. Produksi perikanan tangkap di Kabupaten Banyuwangi terdiri atas perikanan laut dan perairan umum. Pada tahun 2012, perikanan laut mencapai angka 40.425,84 ton dan untuk perairan umum 44.469,36 ton (BPS, 2013). Ada 9 kecamatan yang terletak di wilayah pesisir yaitu Pesanggaran, Siliragung, Tegaldlimo, Muncar, Rogojampi, Kabat, Banyuwangi, Kalipuro, dan Wongsorejo (Badan Lingkungan Hidup, 2014).

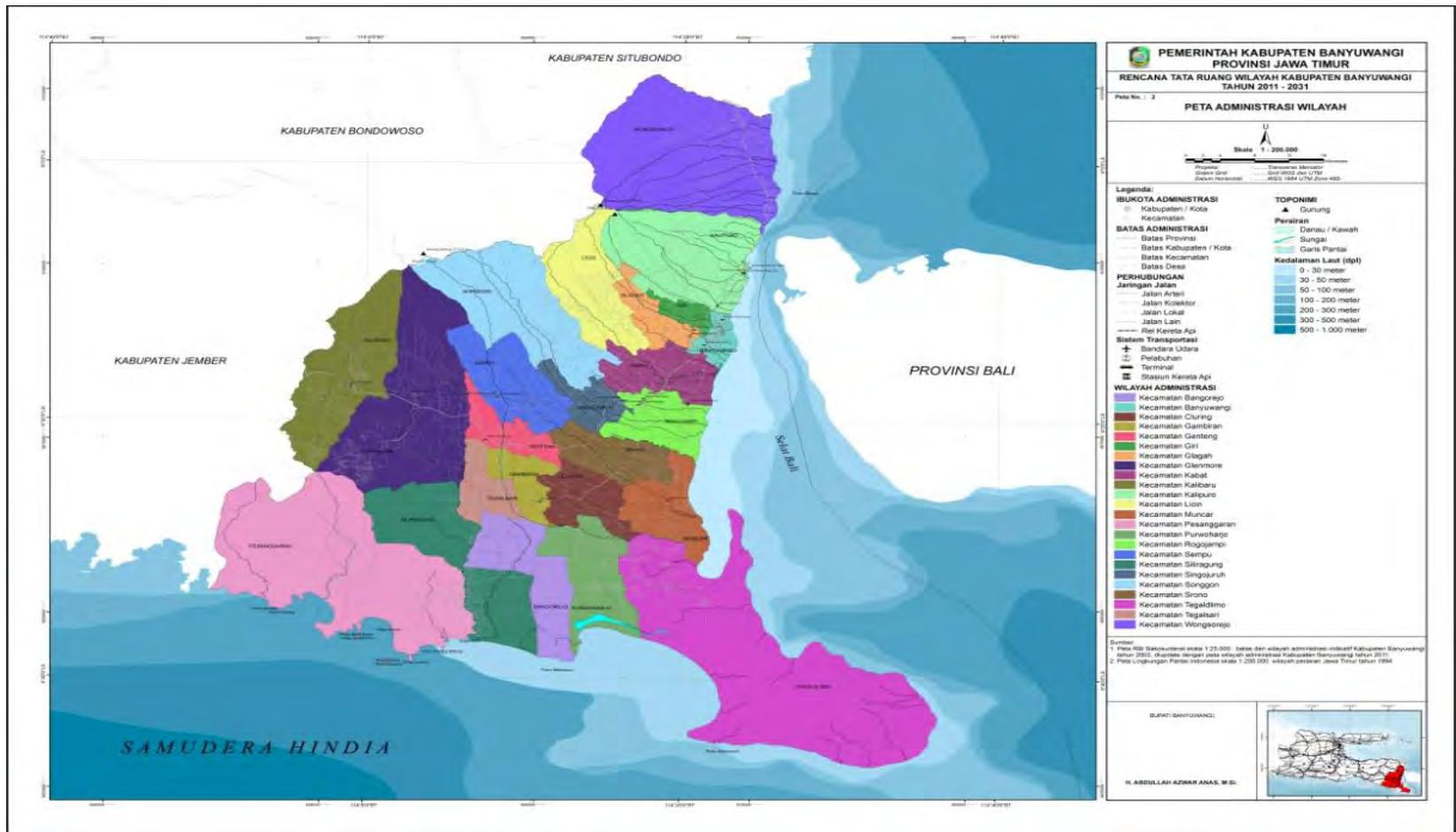
Upaya pengembangan dilakukan dengan berbagai intensifikasi dan diversifikasi pengelolaan kawasan pantai dan wilayah perairan laut. Perikanan merupakan seluruh kegiatan yang berkaitan langsung dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ikan dan lingkungannya. Kegiatan dimulai dari praproduksi, produksi, pengolahan sampai dengan pemasaran yang dilaksanakan dalam suatu sistem bisnis perikanan (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004). Dengan melihat potensi perikanan yang besar di kabupaten Banyuwangi maka pengembangan wilayah ini penting untuk dilakukan.

Kabupaten Banyuwangi merupakan kabupaten yang terletak diujung timur Pulau Jawa. Kabupaten Banyuwangi terdiri dari 24 kecamatan dan 217 desa (BPS, 2013; Badan Lingkungan Hidup, 2014). Tabel 2.1 menunjukkan pembagian luas wilayah dan jumlah desa tiap kecamatan. Kota dengan perkembangan tinggi yaitu Kota Banyuwangi, Genteng, Rogojampi dan Muncar.

Tabel 2.1 Luas Wilayah tiap Kecamatan

<b>Kecamatan</b>	<b>Jumlah Desa</b>	<b>Luas Wilayah (km<sup>2</sup>)</b>
Pesanggaran	5	802,5
Siliragung	5	95,15
Bangorejo	7	137,43
Purwoharjo	8	200,3
Tegaldlimo	9	1.341,12
Muncar	10	146,07
Cluring	9	97,44
Gambiran	6	66,77
Tegalsari	6	65,23
Glenmore	7	421,98
Kalibaru	6	406,76
Genteng	5	82,34
Srono	10	100,77
Rogojampi	18	102,33
Kabat	16	107,48
Singojuruh	11	59,89
Sempu	7	174,83
Songgon	9	301,84
Glagah	10	76,75
Licin	8	169,25
Banyuwangi	18	30,13
Giri	6	21,31
Kalipuro	9	310,03
Wongsorejo	12	464,8
<b>Jumlah</b>	<b>217</b>	<b>5782,5</b>

Sumber: Badan Lingkungan Hidup, 2014



Gambar 2.1 Peta Wilayah Administrasi Kabupaten Banyuwangi

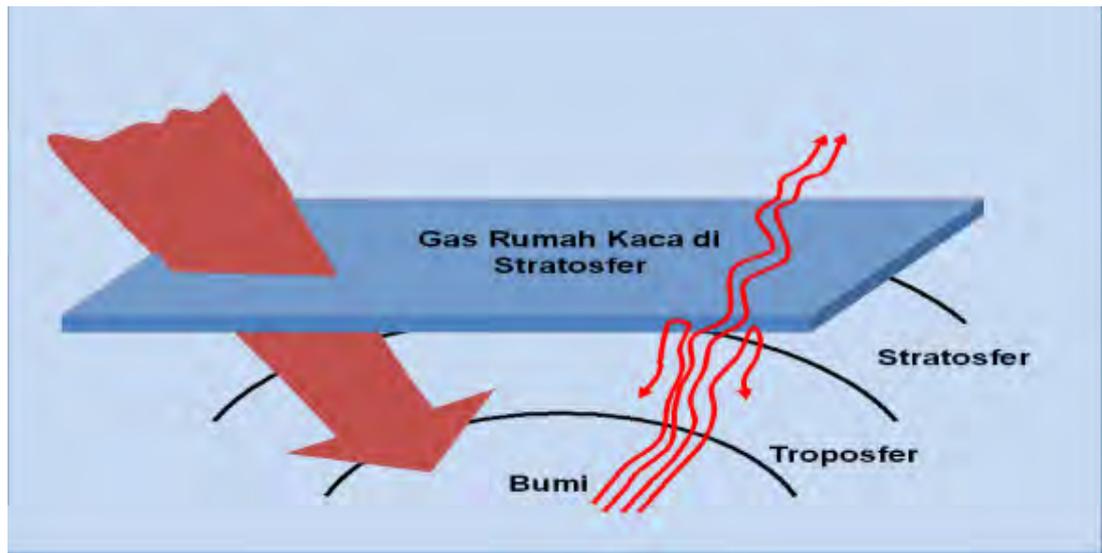
Sumber: Badan Lingkungan Hidup, 2014

## 2.2 Gas Rumah Kaca (GRK)

Polusi udara merupakan kondisi dimana udara mengandung zat yang dapat menyebabkan resiko, bahaya atau masalah serius terhadap kesehatan manusia. (N Künzli, *et al.*, 2000). Sumber utama dari polusi udara yaitu proses industri yang meliputi pembakaran baik industri maupun kendaraan (Hernandez *et al.*, 2012). Polusi udara disebabkan oleh 2 hal yaitu alam dan antropogenik (sumber akibat aktivitas manusia). Polusi udara akibat dari alam akibat badai debu, erupsi gunung berapi, dan angin topan tidak dapat dikendalikan. Sedangkan akibat antropogenik dapat dikendalikan, diawasi dan dikurangi sumber pencemarnya. Sumber antropogenik diantaranya berasal dari kendaraan bermotor (sumber bergerak) dan aktivitas industri (sumber tetap). Industri-industri bersama-sama berkontribusi untuk polusi lingkungan diantaranya emisi VOC, NO<sub>x</sub> dan SO<sub>2</sub> (Badan Pengkajian Iklim dan Mutu Industri, 2012; Puri, 2011).

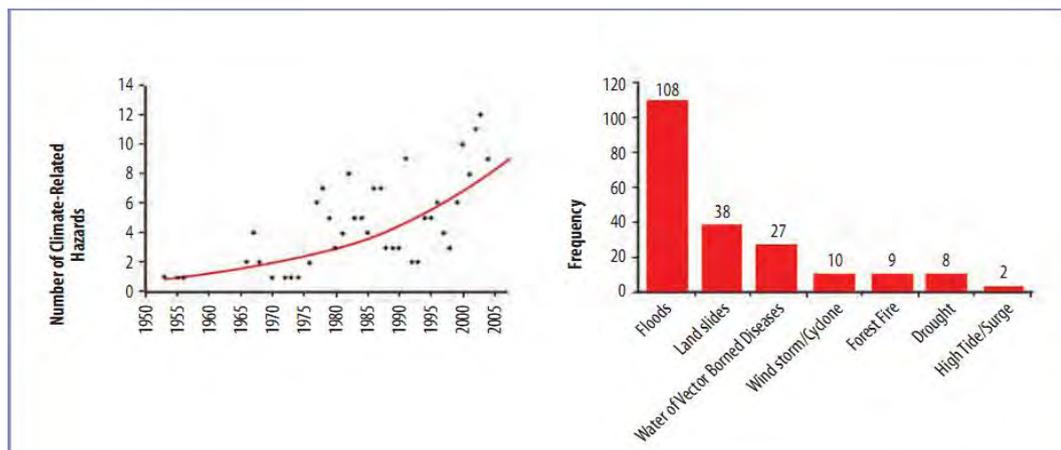
GRK merupakan gas yang terdapat di atmosfer baik alami maupun antropogenik yang dapat menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah (Peraturan Presiden Republik Indonesia, 2011b). Menurut Kennedy *et al.* (2010), selain gas yang telah disebutkan oleh IPCC, gas yang berpotensi dalam GRK diwujudkan dalam bentuk CO<sub>2</sub>-e (karbon dioksida ekuivalen). Sedangkan berdasarkan UNFCCC (2014), emisi gas yang diperhitungkan batasnya yaitu CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NMVOC, dan CO.

GRK sering digunakan pada kulkas, busa atau kaleng aerosol, kegiatan anestesi dan manufaktur semikonduktor (IPCC, 2006). Isu pemanasan global dan perubahan iklim disebabkan oleh GRK. Isu tersebut masih terus dibahas dimulai dari konferensi Stockholm tahun 1979, Rio de Janeiro tahun 1992, Johannesburg tahun 2002, Copenhagen tahun 2009 dan yang terakhir di Durban tahun 2011 (Saidi *et al.*, 2014). GRK yaitu gas yang dapat menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah gelombang pendek yang dipancarkan dalam bentuk gelombang panjang yang menimbulkan efek panas. Setelah diketahui bahwa dampak yang dihasilkan begitu berbahaya, maka diperlukan upaya dan dukungan dari seluruh pihak untuk mengurangi pemanasan global. Peristiwa GRK digambarkan oleh Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Gas Rumah Kaca di Atmosfer  
 Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, 2012a

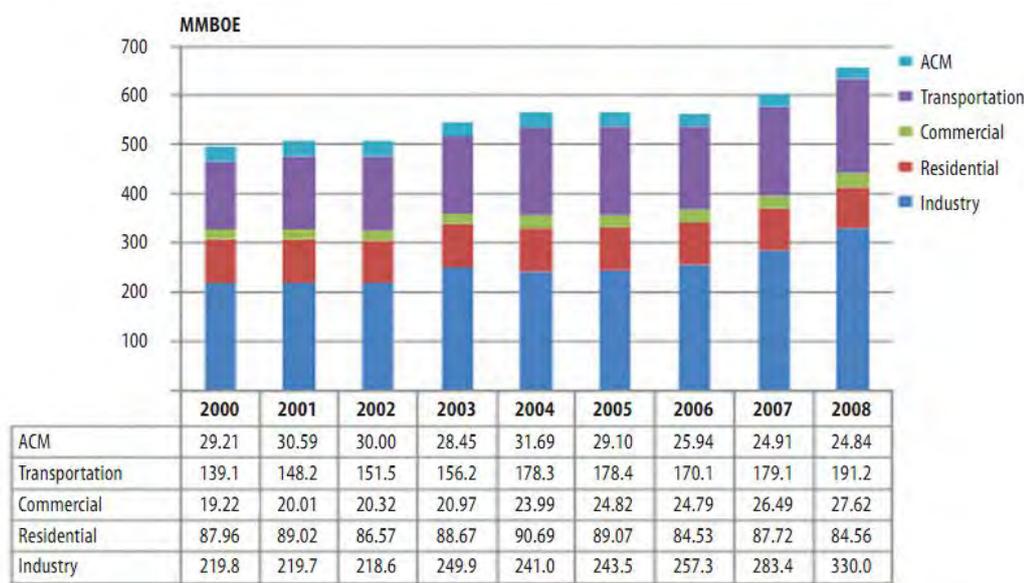
Berdasarkan data dan gambar 2.3 tentang jumlah *climate hazard* KLH (2010), menunjukkan tren kenaikan jumlah bencana. Dari data, 345 kasus bencana alam terkategori bencana global dan 60% merupakan bencana akibat perubahan iklim. Perubahan iklim ini disebabkan oleh tindakan manusia yang meningkatkan jumlah GRK. Bencana yang sering terjadi yaitu banjir diikuti tanah longsor, penyakit akibat air, badai, kebakaran hutan, kekeringan dan gelombang pasang.



Gambar 2.3 Jumlah *Climate Hazard*  
 (Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, 2010)

Dari gambar 2.4 menunjukkan peningkatan jumlah konsumsi energi meningkat dari 495,45 MMBOE (*million barrel oil equivalent*) menjadi 564,94

MMBOE dalam kurun waktu 5 tahun. Konsumen tertinggi yaitu sektor industri diikuti transportasi, pemukiman, komersil dan ACM (*agriculture, construction and mining*). Pada tahun 2008, konsumsi energi menembus angka 658,36 MMBOE. Konsumsi tersebut dilakukan oleh industri 48%, transportasi 31%, pemukiman 13%, komersil 4% dan ACM 5%.



Gambar 2.4 Jumlah Konsumsi Energi Tahun 2000-2007  
Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, 2010

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (2011a), Indonesia sudah berkomitmen untuk menurunkan emisi dengan mengeluarkan Rencana Aksi Nasional Penurunan Gas Rumah Kaca (RAN-GRK). RAN-GRK merupakan dokumen rencana kerja untuk pelaksanaan beragam kegiatan secara langsung maupun tidak yang dapat menurunkan GRK sesuai dengan target pembangunan daerah. Sektor transportasi dan industri termasuk dalam kegiatan RAN-GRK. Laporan ini disusun oleh wilayah provinsi setingkat Gubernur untuk menurunkan emisi di wilayah tersebut.

Selain itu, Indonesia juga wajib memberikan laporan 2 tahunan (*Biennial Update Report/BUR*) dan Laporan Komunikasi Nasional Perubahan Iklim (*National Communication*). Laporan ini dibuat karena Indonesia telah meratifikasi Konvensi Perubahan Iklim PBB (Peraturan Presiden Republik Indonesia, 2011b).

### 2.3 Emisi CO<sub>2</sub>

Emisi merupakan zat pencemar udara yang berasal dari dari aktivitas yang menggunakan bahan bakar (emisi primer) dan daya listrik (emisi sekunder) (Puspasari, 2010). Pembagian emisi juga berdasarkan emisi langsung dan emisi tidak langsung.

1. Emisi langsung yaitu emisi yang dihasilkan langsung dari sumber. Ada beberapa kegiatan yaitu *direct energy generation, wastewater treatment, company owned vehicles, fuel combustion, fugitive and process emissions*, dan gas dari *landfill*.
2. Emisi tidak langsung yaitu emisi yang dihasilkan tidak langsung dari sumber melainkan melalui proses atau kegiatan tertentu. Kegiatan yang masuk dalam kategori emisi tidak langsung yaitu sistem tenaga uap atau listrik. Sedangkan emisi lain yang tidak bisa dikategorikan kedua emisi diatas masuk dalam kategori *others*. Kegiatan *others* yaitu *production of purchases materials, product use, outsourced activities, contractor owned vehicles, waste disposal, employee bussiness travel*.

Dalam menentukan tapak karbon diperlukan data aktivitas dan faktor emisi. Faktor emisi merupakan suatu unit atau nilai rata-rata suatu parameter pencemar udara yang dikeluarkan oleh suatu sumber spesifik (Yanto, 2011). Berdasarkan sumber emisi dari pembakaran bahan bakar, sektor transportasi masuk ke dalam peralatan bergerak. Sedangkan untuk industri masuk ke dalam sumber tidak bergerak. Pembakaran bahan bakar merupakan proses oksidasi bahan bakar secara sengaja dalam suatu alat dengan tujuan menyediakan panas atau kerja mekanik kepada suatu proses. Faktor emisi yang digunakan merepresentasikan jenis bahan bakar. Menurut IPCC (2006), persamaan umum untuk mengestimasi emisi GRK dari pembakaran bahan bakar yaitu :

$$\text{Emisi CO}_2 = \sum \text{FC} \times \text{CEF} \times \text{NCV} \dots\dots\dots 2.1$$

Keterangan :

- Emisi CO<sub>2</sub> = jumlah emisi CO<sub>2</sub> (satuan massa)
- $\sum \text{FC}$  = jumlah bahan bakar fosil yang digunakan (massa atau volume)
- NCV = nilai *Net Calorific Volume (energy content)* per unit massa atau volume bahan bakar (TJ/ton bahan bakar)
- CEF = *Carbon Emission Factor* (ton CO<sub>2</sub>/TJ)

Selain persamaan diatas, ada persamaan yang sesuai dengan IPCC yang memasukkan nilai kalori dari suatu jenis bahan bakar. Persamaan dibawah ini mengacu pada Kementerian Lingkungan Hidup (2012) untuk bahan bakar yang berbeda memiliki nilai kalor yang berbeda pula.

$$\text{Emisi GRK (kg/th)} = \text{KE} \times \text{FE} \times \text{NK} \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana :

KE = Konsumsi Energi (TJ/th)

FE = Faktor Emisi (kg/TJ)

NK= Nilai Kalor (TJ/sat.fisik)

Nilai kalor bahan bakar di Indonesia berbeda dengan di luar negeri. Sehingga untuk memasukkan data konsumsi energi harus disesuaikan dengan nilai kalor yang ada sesuai Kementerian Lingkungan Hidup (2012).

Tabel 2.2 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia

Bahan Bakar	Nilai Kalor	Nilai Kalor	Penggunaan
Premium*	33 x 10 <sup>-6</sup> TJ/liter	-	Kendaraan bermotor
Solar (HSD, ADO)	36 x 10 <sup>-6</sup> TJ/liter	9.063 Kkal/liter	Kendaraan bermotor, pembangkit listrik
Minyak diesel (IDO)	38 x 10 <sup>-6</sup> TJ/liter	9.270 Kkal/liter	Boiler industri, pembangkit listrik
MFO	40 x 10 <sup>-6</sup> TJ/liter	-	pembangkit listrik
Gas Bumi	4,04 x 10 <sup>-2</sup> TJ/ton	8.988 Kkal/m <sup>3</sup>	Industri, rumah tangga, restoran
LPG	1,055 x 10 <sup>-6</sup> TJ/SCF 38,5 x 10 <sup>-6</sup> TJ/Nm <sup>3</sup> 47,3 x 10 <sup>-6</sup> TJ/kg	11.200 Kkal/kg	Rumah tangga, restoran
Batubara	18,9 x 10 <sup>-3</sup> TJ/ton	6.000 Kkal/kg	Pembangkit listrik, industri

Keterangan : \*) termasuk Pertamina dan Pertamina Plus

HSD: *High Speed Diesel*

ADO: *Automotive Diesel Oil*

IDO: *Industrial Diesel Oil*

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

Berdasarkan penelitian terdahulu, emisi untuk industri dapat didasarkan pada jenis industri dan prosesnya. Hal ini ditunjukkan dalam Tabel 2.4. Untuk jenis industri didasarkan pada konsumsi bahan bakar. Sedangkan untuk prosesnya didasarkan pada bahan baku yang digunakan. Dalam penentuan emisi dibagi

menjadi 2 kategori emisi terkontrol dan tidak terkontrol. Ada beberapa bahan baku yang sering dipertimbangkan emisinya yaitu semen, kapur, karbit, dan kaca. Menurut Alyuz dan Kadir (2014), ada 3 industri yang tidak menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> yaitu *pulp and paper*, makanan dan *petroleum refining*.

Tabel 2.3 Emisi dari Industri

<b>Jenis Industri</b>	<b>Jumlah Emisi CO<sub>2</sub> (ton/tahun)</b>
Industri Kimia Organik	164.375
Industri Kimia Anorganik	1.825.078
Mineral	32.927.740
Metalurgi	20.207.070
<i>Pulp and Paper</i>	<i>Not Allowed</i>
Makanan	<i>Not Allowed</i>
Petroleum Refining	<i>Not Allowed</i>

Sumber : Alyuz dan Kadir, 2014

#### **2.4 Inventarisasi**

Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia (2011b), inventarisasi GRK merupakan kegiatan untuk memperoleh data dan informasi terkait tingkat, status, kecenderungan perubahan emisi GRK secara berkala dari berbagai sumber emisi (*source*), penyerapnya (*sink*) termasuk simpanan karbon (*carbon stock*). Inventarisasi merupakan kegiatan yang menghasilkan dokumen berisi emisi GRK pada suatu entity pada kurun waktu tertentu. *Entity* yang dimaksud meliputi negara, wilayah, kabupaten, kota atau perusahaan serta kegiatan yang dilakukan. Informasi yang ada didalam dokumen inventarisasi yaitu :

1. Jenis atau tipe emisi GRK
2. Sumber utama dan kategori
3. *Boundary* inventarisasi
4. Metodologi estimasi
5. Status dan tingkat emisi GRK

Secara umum emisi GRK dituliskan dengan persamaan 2.1 yaitu

$$\text{Emisi GRK} = \text{Emisi Langsung} + \text{Emisi Tidak Langsung} + \text{Offsets} \dots \dots \dots 2.3$$

IPCC, (2006) inventarisasi GRK nasional hanya berdasarkan emisi langsung. Emisi langsung yang dimaksud yaitu emisi yang berasal dari kegiatan pembakaran bahan bakar, *fugitive and process emissions*, kendaraan, pengolahan air limbah, gas dari *landfill*.

Berdasarkan Shen (2014), untuk menghitung total emisi CO<sub>2</sub> ada tiga hal yang berpengaruh yaitu proses terkait emisi, pembakaran terkait emisi dan penggunaan listrik. Dari ketiga parameter tersebut dijumlahkan sehingga total emisi CO<sub>2</sub> dapat diketahui. Proses terkait emisi secara umum masuk kedalam kategori emisi langsung. Sedangkan pembakaran dan penggunaan listrik masuk kedalam emisi tidak langsung.

Inventarisasi data terbagi menjadi 2 sektor yaitu transportasi dan industri. Untuk sektor transportasi inventarisasi data yang diperlukan yaitu :

1. Jenis jalan  
Jenis jalan ini disesuaikan dengan data yang ada di Dinas Pekerjaan Umum, Bina Marga dan Tata Ruang Kabupaten Banyuwangi.
2. Jenis kendaraan  
Jenis kendaraan dibagi berdasarkan bahan bakar yang digunakan baik solar maupun bensin.
3. Kepadatan jalan  
Kepadatan dihitung menggunakan metode *traffic counting*. Metode ini untuk mengetahui banyaknya kendaraan yang lewat tiap satuan waktu.
4. Jumlah kendaraan  
Data jumlah kendaraan didapatkan dari Dinas Perhubungan dan BPS Kabupaten Banyuwangi dengan kurun waktu tiga tahun terakhir.

Untuk sektor industri, inventarisasi data yang dibutuhkan yaitu :

1. Jenis industri  
Jenis industri disesuaikan dengan jenis industri yang telah diklasifikasikan oleh Dinas terkait.
2. Lokasi industri  
Lokasi industri diurutkan berdasarkan kecamatannya agar mempermudah dalam pemetaan emisi tapak karbon.
3. Konsumsi bahan bakar  
Konsumsi bahan bakar meliputi bahan bakar minyak maupun bahan bakar tambahan berupa kayu atau biomassa berbasis kayu.
4. Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi ini diperlukan dalam perhitungan FES untuk menentukan emisi yang dihasilkan tiap satuan produksi.

## 2.5 Tapak Karbon (*Carbon Footprint*)

Tapak karbon merupakan ukuran dari keseluruhan jumlah emisi CO<sub>2</sub> baik secara langsung maupun tidak yang disebabkan oleh aktivitas. Tapak karbon bisa juga terjadi akibat akumulasi lebih dari langkah kerja dari sebuah produk termasuk dalam aktivitas individu, populasi, pemerintah, perusahaan, organisasi proses, dan sektor industri (Dong *et al*, 2012; Wiedmann *et al*, 2008 ). Analisis terkait tapak karbon dikategorikan menjadi tiga tipe yaitu metode IPCC, *Life Cycle Analysis* (LCA) dan *Input Output Analysis* (IOA). Metode IPCC dipilih karena penerapannya lebih global dan dijadikan acuan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dalam penentuan emisi. Selain itu, pendekatan dengan IPCC lebih mudah untuk dilakukan apabila ketersediaan data kurang. Berdasarkan IPCC, ada 2 jenis tapak karbon yaitu:

- a. *Primary Carbon Footprint* (Tapak Karbon Primer) merupakan jejak karbon yang dihasilkan secara langsung oleh suatu aktivitas. Aktivitas penghasil tapak karbon primer yaitu proses pembakaran bahan bakar fosil, proses pembakaran dan degradasi material.
- b. *Secondary Carbon Footprint* (Tapak Karbon Sekunder) merupakan jejak karbon yang bersifat tak langsung seperti penggunaan peralatan dengan daya listrik. Tapak karbon jenis ini diekivalenkan dengan pemakaian energi listrik (PLN). Secara prinsip semua tapak karbon produk yang digunakan didasarkan emisi CO<sub>2</sub> untuk setiap satuan produksinya.

Berdasarkan penelitian terdahulu dalam Dong *et al* (2013), industri kimia mencapai angka 54,08% dari total tapak karbon dari sektor industri secara keseluruhan. Energi tapak karbon dari industri termasuk konsumsi energi langsung, listrik dan konsumsi panas mencapai 73,46%. Industri manufaktur mesin merupakan industri kedua dengan nilai tapak karbon 51,28%. Manufaktur mesin menggunakan material dari besi, baja dan campuran (*alloy*). Penelitian Dong *et al* (2013) dilakukan di lokasi parkir *Shenyang Economic and Technological Development Zone* (ZETDZ) sebuah lokasi industri di Cina. Total

tapak karbon yang ada disana dibagi menjadi 6 bagian yaitu konsumsi energi langsung, proses industri, konsumsi listrik, panas, material, *depreciation*, dan pengolahan limbah.

## 2.6 Faktor Emisi

Menurut Kusuma *et al* (2010), faktor emisi merupakan koefisien yang menghubungkan antara aktivitas dengan sumber emisi. Faktor ini dapat menyatakan emisi untuk masing-masing unit berdasarkan pada bahan bakar. Sedangkan FES merupakan faktor emisi yang spesifik merujuk pada besarnya CO<sub>2</sub> per satu unit tertentu. Definisi lain FES yaitu faktor emisi yang digunakan untuk menghitung jumlah emisi berdasarkan parameter pencemar di suatu wilayah yang kemudian hasil faktor emisi tersebut dapat diterapkan di wilayah lain dengan karakteristik kota sejenis. Penentuan FES dapat melalui beberapa data yaitu :

1. Hasil data sekunder inventarisasi
2. Literatur dan hasil penelitian sebelumnya

Berdasarkan penelitian Yamin *et al* (2009) dalam Sihotang, *et al* (2010) menunjukkan bahwa hasil faktor emisi dilihat dari jenis kendaraan dan bahan bakar. Terkait konsumsi bahan bakar, Sihotang *et al* (2010), merujuk pada konsumsi energi spesifik dari berapa liter bahan bakar yang dibutuhkan dengan jarak tempuh 100 km.

Tabel 2.4 Faktor Emisi Kendaraan Berdasarkan Tipe bahan bakar

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>Bahan Bakar</b>	<b>Faktor Emisi CO<sub>2</sub> (gram/liter)</b>
Kendaraan penumpang	Bensin	2597,86
Kendaraan niaga kecil		2597,86
Kendaraan niaga besar		2597,86
Sepeda motor		2597,86
Kendaraan penumpang	Diesel (solar)	2924,90
Kendaraan niaga kecil		2924,90
Kendaraan niaga besar		2924,90
Lokomotif		2964,43

Sumber: Yamin *et al*, 2009 dalam Sihotang *et al*,2010

Untuk perhitungan emisi dengan pendekatan bahan bakar menggunakan data konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis kendaraan. Dikarenakan tidak

tersedianya data tersebut maka dilakukan pendekatan dengan menggunakan SMP (Satuan Mobil Penumpang). Selain itu, penggunaan SMP dibutuhkan untuk meminimalisir perbedaan dari jenis kendaraan. Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan, data jumlah kendaraan dikonversikan dalam SMP berdasarkan jenis kendaraan. Faktor konversi ditunjukkan pada Tabel 2.5. Dengan data jumlah kendaraan dapat dilakukan perhitungan dengan memasukkan faktor konversi kendaraan. Berdasarkan Djohar (1984) dalam Anwar (2000), nilai dalam faktor konversi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Dimensi atau ukuran kendaraan
2. Tenaga
3. Karakteristik penyimpangan

Persamaan tersebut yaitu:

$$n = m \times FK \dots\dots\dots 2.4$$

dimana: n = jumlah kendaraan (SMP/jam atau SMP/jenis jalan)

m= jumlah kendaraan (kendaraan/jam atau kendaraan/jenis jalan)

FK= Faktor Konversi (SMP/kendaraan)

Tabel 2.5 Faktor Konversi Jenis Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang

Jenis Kendaraan	SMP
Kendaraan ringan	1,00
Kendaraan berat	1,20
Sepeda Motor	0,25

Sumber: MKJI, 1993 dalam Sihotang *et al*,2010

Untuk menentukan FES dengan pendekatan melalui konsumsi bahan bakar dengan menggunakan fraksi bahan bakar, dibutuhkan konsumsi energi spesifik. Nilai konsumsi energi spesifik didapatkan dari penelitian Jinca *et al* (2009) dalam Kusuma *et al* (2010). Hasil penelitian tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.6 sebagai berikut:

Tabel 2.6 Konsumsi Energi Spesifik

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Konsumsi Energi Spesifik (L/100 km)
Sepeda Motor	Bensin	2,66
Mobil penumpang	Bensin	11,79
	Solar	11,36
Bus Kecil	Bensin	11,35

Tabel 2.6 Konsumsi Energi Spesifik

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Konsumsi Energi Spesifik (L/100 km)
Bus Kecil	Solar	11,83
Bus Sedang	Bensin	13,04
Bus Besar	Bensin	23,15
Bemo, Bajaj	Solar	26,89
Taksi	Bensin	10,99
	Bensin	10,88
	Solar	6,25
Truk Kecil	Bensin	8,11
	Solar	10,64
Truk Sedang	Solar	15,15
Truk Besar	Solar	15,82

Sumber: Jinca *et al.*, 2009 dalam Kusuma *et al.*, 2010

Berdasarkan penelitian Dong *et al* (2013) menggunakan data inventarisasi tahun 2007 yang menghasilkan faktor emisi berdasarkan bahan bakar yang digunakan dan hasil produk. Tabel 2.7 dan Tabel 2.8 menunjukkan nilai FES berdasarkan konsumsi bahan bakar dan jumlah produk dari sektor industri.

Tabel 2.7 Faktor Emisi Spesifik Berdasarkan Bahan Bakar

Bahan Bakar	Faktor Emisi CO <sub>2</sub> (ton CO <sub>2</sub> / ton bahan bakar)
Batubara	2,030
Batu Arang	2,860
Crude Oil	3,014
Gasoline	2,925
Kerosene	3,033
Diesel	3,096
Fuel Oil	3,170
Liquefied petroleum gas	3,101
Gas alam (t/10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	21,620
Coke Oven gas	8,510
Produk minyak lainnya	2,948
Heat (t/GJ)	0,131
Listrik (t/MWh)	0,99704

Sumber: Dong, 2007

FES berdasarkan bahan bakar dari penelitian Dong *et al* (2013) menunjukkan bahwa penggunaan gas alam memiliki nilai tertinggi. Nilai ini masih dalam satuan volume sehingga untuk membandingkan dengan nilai lain digunakan perhitungan massa yang akan melibatkan massa jenis. Faktor emisi di atas didapatkan dari faktor emisi dasar regional di Cina. Faktor emisi di atas juga

mencantumkan energi listrik dan panas yang dihitung berdasarkan proses energi dan transformasi data. Berdasarkan penelitian yang sama, nilai faktor emisi dari sektor industri juga didasarkan pada jumlah produk atau kapasitas produksi.

Tabel 2.8 Faktor Emisi dari Produk Industri

<b>Sektor Industri</b>	<b>Faktor Emisi CO<sub>2</sub> (ton CO<sub>2</sub>/ ton produk)</b>
Kaca	0,12
Batu Arang	0,56
Baja Mentah	1,06
<i>Lead</i> (timah )	0,52
<i>Peralatan listrik</i>	-

Sumber: Dong, 2007

Selain itu, pada Tabel 2.8 merujuk pada faktor emisi sektor industri namun terbatas pada lima jenis produk industri. Dari lima industri tersebut menunjukkan nilai faktor emisi tiap ton produk. Tabel 2.9 menunjukkan faktor emisi kendaraan akan berubah mengikuti kecepatan dari kendaraan tersebut. Berdasarkan penelitian Youngguk dan Kim (2013), nilai faktor emisi pada sektor transportasi bukan hanya tergantung konsumsi bahan bakar dan jenis bahan bakar tetapi pada kecepatan. Penelitian ini berdasarkan perhitungan VKT (*Vehicle Kilometer Travel*). Kecepatan yang dipilih adalah rentang < 65 km/jam dan > 65 km/jam. Namun, data hanya didasarkan pada mobil penumpang, bus dan truk terbatas serta pada kendaraan berbahan bakar solar.

Tabel 2.9 Faktor Emisi Kendaraan Tahun 2008

<b>Jenis Kendaraan</b>	<b>Bahan Bakar</b>	<b>Faktor Emisi (g/km)</b>	
		<b>V &lt; 65 km/jam</b>	<b>V &gt; 65 km/jam</b>
<i>Van</i> Kecil	Diesel	$1671,3V - 0,5453$	$0,744V + 130,78$
	LPG	$1862,6V - 0,6044$	$0,4717V + 125,54$
<i>Van</i> Sedang	Diesel	$1828,9V - 0,4409$	$0,2162V + 309,46$
Bus Kota	Diesel	$3659,4V - 0,3148$ jika $V \leq 47$ km/jam	
	CNG	$4539,1V - 0,4587$ jika $V \leq 47$ km/jam	
Bus <i>Carter</i>	Diesel	$2676,7V - 0,3344$	$1,3034V + 548,56$
Truk Kecil	Diesel	$1135,2V - 0,4668$	$2,2307V + 25,76$

Sumber: Youngguk dan Kim, 2013

Untuk pendekatan faktor emisi dengan bahan bakar diperlukan faktor emisi bahan bakar. Nilai faktor emisi yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup (2012). Nilai tersebut mengacu pada nilai faktor emisi *default* dari *Guidelines* yang diterbitkan oleh IPCC tahun 2006. Faktor emisi *default* tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.10 berikut:

Tabel 2.10 Faktor Emisi CO<sub>2</sub> Default

<b>Tipe Bahan Bakar</b>	<b>Default (kg/TJ)</b>	<b>Lower</b>	<b>Upper</b>
<i>Gasoline</i>	69.300	67.500	73.000
<i>Gas/Diesel Oil</i>	74.100	72.600	74.800
LPG	63.100	61.600	65.600
<i>Kerosene</i>	71.900	70.800	73.700
<i>Compressed Natural Gas</i>	56.100	54.300	58.300
LNG	56.100	54.300	58.300

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, 2012a

Berdasarkan penelitian Youngguk dan Kim (2013), faktor emisi kendaraan di Korea sudah diterapkan dengan tahun inventarisasi tahun 2005. Nilai faktor emisi tersebut dalam satuan g/km. Hasil dari nilai FES sangat lengkap untuk kendaraan lebih dari roda empat. Nilai FES tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.11 sebagai berikut:

Tabel 2.11 Faktor Emisi Kendaraan Tahun 2005

<b>Jenis Kendaraan</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Bahan Bakar</b>	<b>Faktor Emisi (g/km)</b>
Mobil Penumpang	<i>Compact</i>	<i>Gasoline</i>	137,8
	Kecil	<i>Gasoline</i>	180,9
	Sedang	<i>Gasoline</i>	212,9
	Besar	<i>Gasoline</i>	235,7
	Diesel		243,3
	LPG		231,0
<i>Taxi</i>		LPG	231,0
<i>Van</i>	<i>Small</i>	<i>Gasoline</i>	251,7
		<i>Diesel</i>	243,3
		LPG	190,2
	Sedang		315,1
	Besar		1382,4
	Spesial		1375,5
Bus	Kota	<i>Diesel</i>	1382,4
	Antar Kota	<i>Diesel</i>	1382,4
	<i>Carter</i>	<i>Diesel</i>	1382,4
	<i>Express</i>	<i>Diesel</i>	1382,4
Truk	Small	<i>Gasoline</i>	247,3
		<i>Diesel</i>	245,5
		LPG	187,9
	Sedang		334,9
	Besar		1388,2
	<i>Special Class</i>		<i>Diesel</i>

Keterangan :

Spesial termasuk kendaraan darurat dan ambulans. *Others\** termasuk traktor, trailer.

Sumber: Youngguk dan Kim, 2013

Faktor emisi CO<sub>2</sub> juga dapat dihitung dengan menggunakan pendekatan faktor emisi Indonesia dalam Suhadi (2008) seperti pada Tabel 2.12. Untuk gas GRK yang lain hanya diperlukan data panjang jalan. Namun untuk penentuan emisi CO<sub>2</sub> diperlukan juga data banyaknya konsumsi bahan bakar. Hasil dari perhitungan menggunakan Tabel 2.12 digunakan untuk menentukan nilai FES berdasarkan jenis jalan. Pembagian jenis jalan yang ada di Kabupaten Banyuwangi adalah jalan nasional, provinsi dan kabupaten.

Tabel 2.12 Faktor Emisi Indonesia

Kategori	CO	HC	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
	g/km	g/km	g/km	g/km	g/kg BBM	g/km
Sepeda Motor	14	5,9	0,29	0,24	3.180	0,008
Mobil Penumpang (Bensin)	40	4	2	0,02	3.180	0,026
Mobil Penumpang (Solar)	2,8	0,2	3,5	0,53	3.172	0,44
Bis	11	1,3	11,9	1,4	3.172	0,93
Truk	8,4	1,8	17,7	1,4	3.172	0,82
Angkot	43,1	5,08	2,1	0,006	3.180	0,029

Sumber: Suhadi, 2008 dalam Srikandi, 2008

## 2.7 IPCC

Prinsip yang harus dipenuhi dalam kegiatan inventarisasi yaitu transparansi, akurasi, konsistensi, kelengkapan dan dapat dibandingkan. Pendekatan dalam melakukan inventarisasi dengan panduan dari IPCC. Selain inventarisasi, IPCC juga memberikan metode untuk menghitung besarnya emisi dari 5 kategori yaitu *energy*, IPPU (*Industrial Processes and Product Use*), AFOLU (*Agriculture, Forestry and Other Land Use*), *Waste*, dan lainnya yang tidak masuk 4 kategori yang telah disebutkan.

IPCC merupakan organisasi independen yang dibentuk oleh PBB pada tahun 1998. Organisasi ini melakukan survei secara ilmiah dan teknis terkait dengan perubahan iklim di seluruh dunia (Kementrian Kehutanan, 2010). Menurut Dharmawijoyo dan Tamin (2010), metode pengukuran emisi dari IPCC lebih fleksibel karena disesuaikan dengan kebutuhan data, jenis teknologi kendaraan, dan jenis kendaraan khusus pada sektor transportasi. Selain itu, dapat juga digunakan data konsumsi bahan bakar yang disesuaikan dengan jarak perjalanan rata-rata. Metode IPCC menyediakan perhitungan formula dengan beragam sumber emisi, namun hanya dapat digunakan pada sistem tertutup, *onsite emission*

dan tidak dapat digunakan untuk perhitungan emisi tak langsung (emisi sekunder) (Dong *et al.*, 2013).

Metodologi IPCC dan faktor emisi tetap telah banyak diterima dan dikutip. Dalam penentuan faktor emisi spesifik ini terdapat tingkatan berdasarkan ketelitiannya yang disebut Tier (Shen *et al.*, 2014). Tier ini terdiri atas Tier 1, 2, dan 3. Penggunaan Tier ini disesuaikan dengan data yang ada. Tier 1 menggunakan faktor emisi *default* yang berasal dari IPCC *Inventory Software*. Tier 2 menggunakan data aktivitas yang lebih akurat dan faktor emisi default. Sedangkan Tier 3 merupakan metode yang komprehensif dari IPCC dengan data aktivitas melalui pengukuran langsung dan faktor emisi dari referensi.

Tabel 2.13 Pembagian TIER

<b>Tier</b>	<b>Data Aktivitas</b>			<b>Faktor Emisi</b>
Tier 1	Konsumsi	Bahan Bakar	Bakar	Faktor emisi berdasarkan jenis bahan bakar
Tier 2	Konsumsi	Bahan Bakar	Bakar	Faktor emisi Indonesia berdasarkan jenis bahan bakar
Tier 3	Konsumsi	Bahan Bakar	Bakar	Faktor emisi teknologi tertentu berdasarkan jenis bahan bakar pembakaran

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

## 2.8 Transportasi

Peningkatan jumlah transportasi di Indonesia terlihat pada jumlah kendaraan bermotor mencapai 94.373.324. Jumlah tersebut terdiri atas mobil penumpang, bis, truk, dan sepeda motor (Badan Pusat Statistik, 2012). Jumlah yang signifikan ini merupakan salah satu kontributor dalam pencemaran udara karena mengemisikan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), emisi VOC (*Volatile Organic Compounds*), NO<sub>x</sub> dan SO<sub>2</sub> (Kusminingrum dan Gunawan, 2008).

Kegiatan penggunaan energi menempati 50,5% sebagai pengemisi CO<sub>2</sub>. Penggunaan energi ini didominasi oleh sektor transportasi. Transportasi merupakan salah satu emitor terbesar GRK (Youngguk *et al.*, 2013). Kontribusi kegiatan transportasi terhadap emisi karbon telah diteliti oleh Kusuma *et al.* (2010) yang menunjukkan jumlah yang signifikan. Pada jenis jalan yang dimasukkan sebagai variabel yaitu arteri primer, arteri sekunder, kolektor primer, kolektor

sekunder, dan lokal. Sedangkan untuk kendaraan dibatasi pada sepeda motor, mobil berbahan bakar bensin dan solar, truk dan bis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kontribusi paling besar terdapat pada sepeda motor. Dan jalan dengan emisi karbon terbesar yaitu arteri primer. Ada 5 jenis jalan yaitu arteri primer dan sekunder, kolektor primer dan sekunder serta lokal (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1990., Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

Dari perhitungan diatas ditentukan terkait kepadatan tiap jenis jalan. Berdasarkan Undang Undang Republik Indonesia, (2004b) tentang jalan, ada pembagian terkait status jalan. Berdasarkan status jalan dibagi menjadi 5 yaitu jalan nasional, provinsi, kabupaten, jalan kota dan desa.

a. Jalan nasional

Jalan nasional terdiri dari arteri primer, kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, jalan tol dan jalan strategis nasional.

b. Jalan provinsi

Jalan provinsi terdiri dari kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota kabupaten/kota, jalan strategis provinsi dan jalan khusus di Ibukota Jakarta.

c. Jalan kabupaten

Jalan kabupaten terdiri atas jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional dan provinsi, jalan lokal primer, jalan sekunder dan jalan strategis kabupaten.

d. Jalan kota

Jalan kota merupakan umum pada jaringan jalan sekunder didalam kota.

e. Jalan desa

Jalan desa yaitu jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten. Jalan ini masuk kawasan perdesaan.

## **2.9 Industri**

Berdasarkan IPCC (2006), dalam IPPU (*Industrial Processes and Product Use*), sektor industri dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Industri mineral
2. Kimia
3. Logam
4. Industri bukan hasil produksi energi dari penggunaan bahan bakar dan *solvent*
5. Elektronik
6. Produk hasil penggantian ozon
7. Produk manufaktur lain serta industri lainnya.

Pembagian industri berdasarkan skalanya dibagi menjadi 3 yaitu

1. Industri besar

Industri dengan ciri-ciri modal sangat besar, teknologi canggih, tenaga kerja banyak dengan skala pemasaran nasional atau internasional.

2. Industri menengah

Industri menengah merupakan industri yang memiliki modal besar, teknologi cukup maju, tenaga kerjanya antara 10-200 orang dengan skala pemasaran regional.

3. Industri kecil

Industri kecil merupakan industri yang memiliki modal kecil, teknologi sederhana dan tenaga kerjanya kurang dari 10 orang dengan skala pemasaran lokal.

Dinas Perindustrian, Perdagangan dan Pertambangan Kabupaten Banyuwangi mengklasifikasikan industri menengah dan kecil pengklasifikasiannya digabung menjadi IKM (industri kecil dan menengah). Sedangkan untuk kepemilikan aset, jenis industri dibagi menjadi 4 yaitu:

1. Industri non formal yaitu industri dengan kepemilikan aset, mesin, peralatan, bahan baku kurang dari 5 juta tidak diwajibkan untuk mendapatkan izin usaha namun harus terdaftar.
2. Industri kecil-menengah yaitu industri dengan kepemilikan aset antara 5 juta sampai 200 juta.
3. Industri menengah yaitu industri dengan kepemilikan aset antara 200 juta – 10 milyar.
4. Industri besar yaitu industri dengan kepemilikan aset > 10 milyar

Berdasarkan Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri (2012), menunjukkan bahwa ada delapan subsektor industri yang mengkonsumsi energi secara signifikan. Sub sektor memiliki nilai tertinggi adalah industri semen. Kontribusi sektor industri terhadap emisi CO<sub>2</sub> ditunjukkan pada Tabel 2.13 sebagai berikut :

Tabel 2.14 Pembagian Jenis Industri

<b>Sub Sektor Industri</b>	<b>Emisi GRK (M ton CO<sub>2</sub>-e) Inventory tahun 2010</b>	<b>Prosentase (%)</b>
Semen	32	27,97
Baja	8,34	7,29
<i>Pulp &amp; Paper</i>	31,02	21,11
Tekstil	11,09	9,69
Petrokimia	11,46	10,02
Keramik	1,36	1,19
Pupuk	11,23	9,82
Makanan dan Minuman	7,91	6,91

Sumber : Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri, 2012b

Berdasarkan penelitian Setiawan *et al*, (2010), perhitungan jumlah emisi CO<sub>2</sub> didasarkan pada kegiatan industri menurut komoditinya. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa industri kimia dan logam merupakan pengemisi terbesar. Hal ini dikarenakan energi yang dibutuhkan dalam proses pengolahan cukup tinggi. Berikut hasil penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 2.14 sebagai berikut :

Tabel 2.15 Kontribusi Total Emisi Menurut Komoditi

<b>Jenis Komoditi</b>	<b>Kawasan</b>			<b>Total Emisi CO<sub>2</sub> (ton CO<sub>2</sub>/bulan)</b>
	<b>Margomulyo</b>	<b>Rungkut</b>	<b>Karangpilang</b>	
Kimia	407,49	7048,30	1031,82	8523,61
Agro	93,73	157,93	390,93	642,59
<i>Pulp dan Kertas</i>	0	101,40	374,96	476,36
Hasil Hutan	283,59	40,95	208,29	532,82
Logam mesin	431,07	518,54	156,13	1105,74
Alat angkut	68,26	0	0	66,26
Tekstil	20,50	229,34	57,50	307,34
Elektro dan Aneka	236,50	36,60	10,24	283,34

Sumber: Setiawan *et al*, 2010

Industri yang ada di Kabupaten di Banyuwangi didominasi oleh industri perikanan dan perkebunan. Kegiatan produksi meliputi *cold storage*, *hatcery*, pengalengan, dan ekspor. Tempat Pelelangan Ikan (TPI) sebagai tempat

berkumpul semua jenis ikan ada lima lokasi yaitu TPI Muncar, Kampung Mandar, Belimbingsari, Grajagan, dan Rajegwesi. Kawasan perikanan dialokasikan disepanjang kawasan pesisir dari arah utara sampai selatan meliputi selat Bali dan Samudera Indonesia. Kawasan Perikanan Tangkap di Kabupaten Banyuwangi dialokasikan di Kecamatan Wongsorejo, Kalipuro, Banyuwangi, Kabat, Rogojampi, Muncar, Tegaldlimo, Purwoharjo, Bangorejo, Siliragung dan Pesanggaran. Sedangkan untuk industri perkebunan menyebar di daerah perbukitan. (PTPN, 2014).

## **2.10 Upaya Mitigasi**

Menurut Kementrian Lingkungan Hidup (2010), mitigasi merupakan tindakan untuk mengurangi emisi atau meningkatkan serapan emisi untuk membantu mengurangi dampak perubahan iklim. Pemerintah mencanangkan program-program untuk tindakan mitigasi diantaranya:

1. Mendukung implementasi program diversifikasi dan konservasi energi dengan mengubah penggunaan bahan bakar minyak menjadi gas atau listrik atau energi terbarukan yang lain
2. Mendukung pengembangan energi alternatif seperti bioetanol, listrik, surya, angin, gelombang laut, petir dan lainnya.
3. Mendukung konservasi lingkungan
4. Mendukung pertumbuhan ekonomi lokal
5. Meningkatkan kualitas dan sumber daya masyarakat lokal.
6. Menjaga tingkat penyerapan tenaga kerja tanpa pemberhentian
7. Mendukung perubahan teknologi
8. Membuat program pembangunan masyarakat

Berikut ini merupakan penjelasan upaya mitigasi dari kedua sektor :

### **a. Sektor industri**

Tindakan mitigasi yang direkomendasikan untuk industri yaitu :

1. Penggantian bahan bakar penghasil emisi tinggi dengan bahan bakar rendah emisi misalnya mengganti kayu bakar dengan LPG (Liquefied Petroleum Gas).

2. Konservasi energi pada semua komponen industri dengan menggunakan listrik

Pemanfaatan energi listrik untuk lingkungan industri penting untuk dilakukan agar semua emisi terpusat hanya di pembangkit listrik, sehingga emisi di wilayah industri terjadi pengurangan emisi karbon.

3. Memanfaatkan panas buangan sebagai sumber energi. Sebagai contoh panas buangan dari boiler dan sistem pemanas lainnya dapat digunakan sebagai energi panas alternatif.

b. Sektor transportasi

Tindakan mitigasi yang dapat dilakukan yaitu:

1. Melakukan pengembangan pengendalian analisis dampak lalu lintas. Dengan menganalisis dampak dari lalu lintas dapat diketahui potensi bahaya dan bagaimana tindakan korektif maupun preventifnya.
2. Melakukan manajemen parkir
3. Pengadaan sistem BRT (*Bus Rapid Transit*)
4. Peremajaan armada angkutan umum

Tindakan peremajaan armada angkutan umum merupakan tindakan pergantian kendaraan yang sudah lama dan tidak laik jalan dengan kendaraan yang baru ramah lingkungan. Tindakan pergantian kendaraan ini tidak mengganti rute perjalanan.

5. Pemasangan *converter kit* pada angkutan umum  
*Converter kit* merupakan alat konversi dari bahan bakar bensin ke bahan bakar gas alam. Emisi yang dapat diturunkan melalui alat ini adalah sebesar 20%.
6. Melakukan penerapan *congestion charging* dan *road pricing*  
*Road pricing* yaitu pemberian biaya secara langsung terhadap pengguna jalan yang melewati suatu daerah atau wilayah tertentu. Namun penerapan metode ini lebih efektif apabila digunakan pada suatu area.
7. Sosialisasi *smart driving*

Smart driving merupakan metode berkendara yang selamat, nyaman, hemat energi, dan ramah lingkungan. Tindakan yang termasuk dalam metode ini yaitu mematikan mesin saat berhenti lebih dari 30 detik, menggunakan ac seperlunya, menurunkan muatan yang tidak perlu.

8. Membangun pedestrian dan jalur sepeda

Selain untuk mewujudkan mobilitas dengan emisi rendah, keberhasilan penerapan ini dapat meningkatkan kesehatan.

9. Menaikkan uang muka kredit sepeda motor dan pajak progresif kendaraan pribadi

Penyumbang terbesar dalam emisi CO<sub>2</sub> yaitu kendaraan pribadi dan sepeda motor. Hal ini dikarenakan didalam negeri uang muka untuk membeli kendaraan tersebut ringan. Selain itu, akses untuk mendapatkan mobil mudah karena impor besar-besaran yang dilakukan pemerintah. Sehingga untuk menekan hal itu perlu dilakukan menaikkan uang muka dan pajak progresif yang secara tidak langsung mengalihkan transportasi pribadi menuju ke umum.

**2.11 Pemetaan**

Pemetaan yang dilakukan untuk menentukan kondisi tapak karbon menggunakan *AutoCAD 2007*. Pemetaan menggunakan *file* peta Kabupaten Banyuwangi.dwg. *Software* ini digunakan untuk menggambar yang dalam perhitungan semua vektor yang dilakukan dalam komputer. Pemetaan ini menggunakan 2 dimensi dengan degradasi warna yang jarak antar range dihitung dengan persamaan :

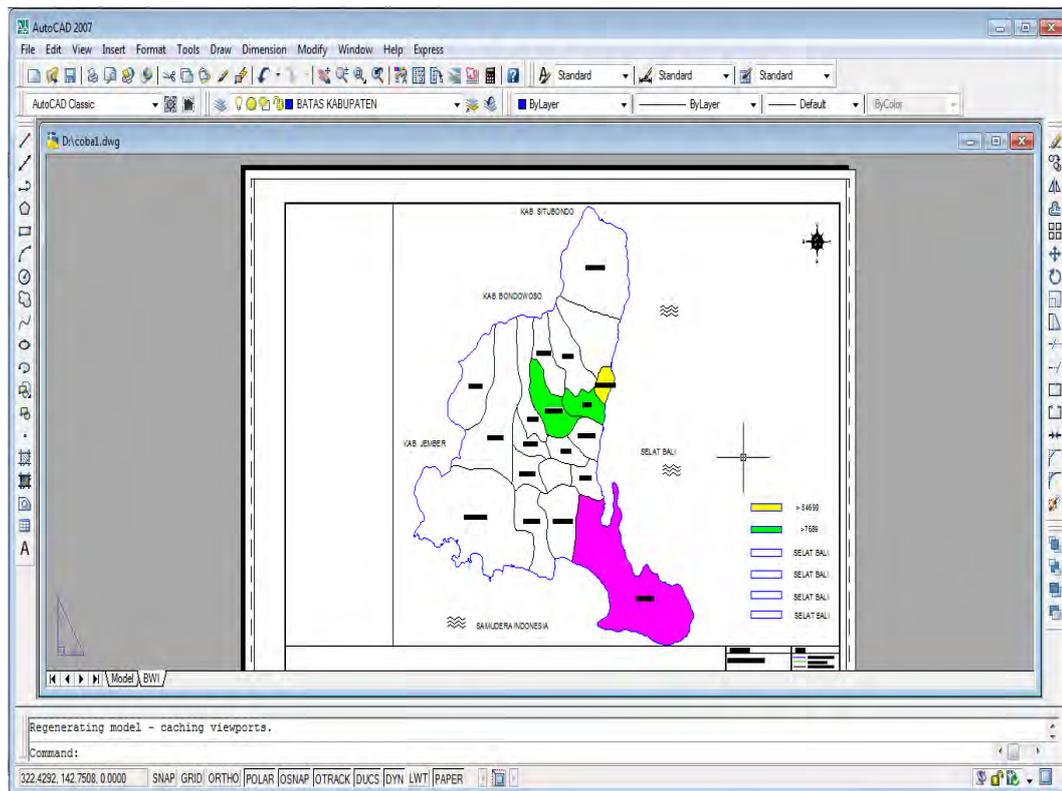
$$\text{Range} = \frac{\text{Nilai maks} - \text{Nilai min}}{n} \dots\dots\dots 2.8$$

Dimana :

Nilai maksimal = nilai emisi tertinggi

Nilai minimal = nilai emisi terendah

n = jumlah *range* warna yang diinginkan

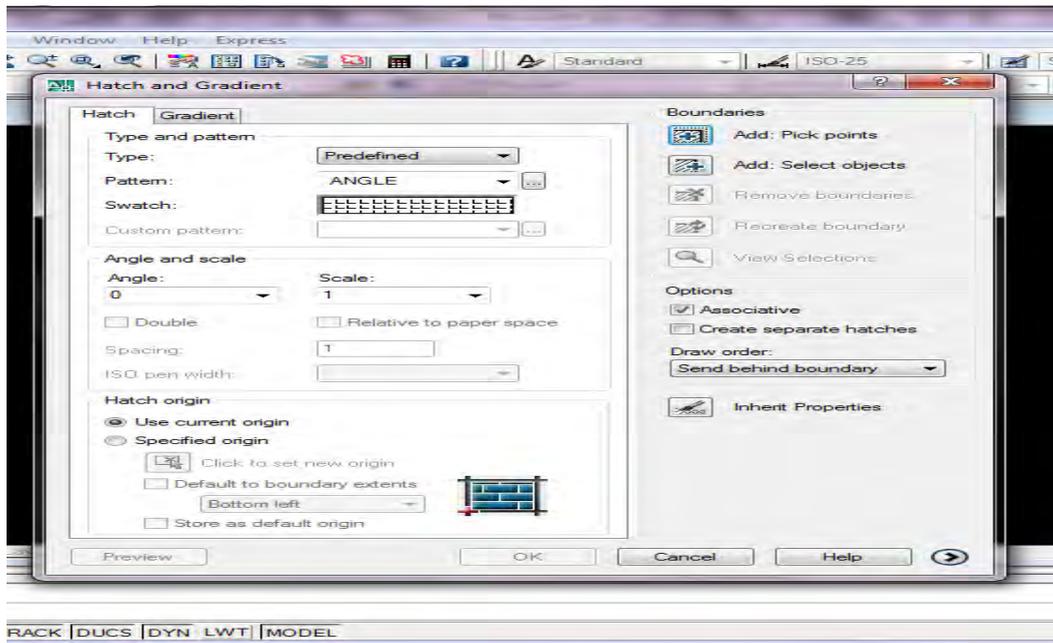


Gambar 2.5 Tampilan Utama *AutoCAD*

Dari *range* ini dapat ditentukan pewarnaan yang menunjuk pada hasil dari perhitungan emisi masing-masing sektor. Langkah untuk melakukan pemetaan yaitu:

1. Memasukkan peta dengan format .dwg ke dalam *AutoCAD*
2. Menggambar tapak karbon berdasarkan hasil perhitungan yang sudah didapatkan
3. Memberikan warna menggunakan menu *Hatch*
4. Mencocokkan warna dengan nilai *range* yang sudah ditentukan
5. Untuk menampilkan peta dipilih menu *Plot*

Warna dari masing-masing peta sudah dilakukan *overlay* dari hasil perhitungan *range* sehingga dapat dibandingkan antar wilayah satu dengan wilayah lainnya. Perintah *Hatch* digunakan untuk memberikan arsiran pada suatu bidang. Pemberian warna untuk pemetaan menggunakan *pattern solid*. Untuk membuka perintah *Hatch* dilakukan dengan mengetikkan *command prompt* huruf *h* seperti Gambar 2.6 ini.



Gambar 2.6 Tampilan *Hatch*

## **BAB 3 METODE PENELITIAN**

### **3.1. Deskripsi Penelitian**

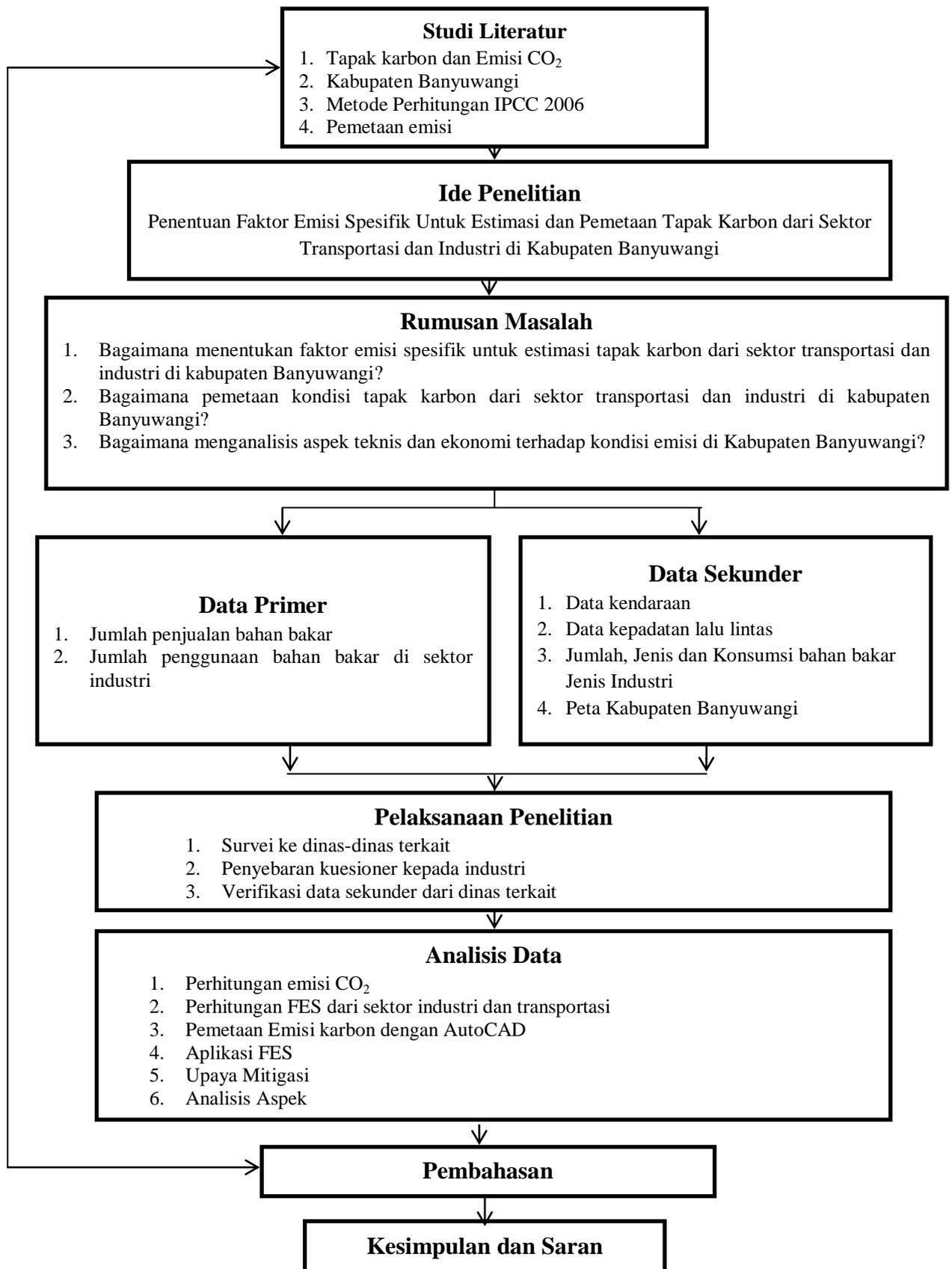
Penelitian ini menggunakan metode survey dan verifikasi data di Kabupaten Banyuwangi. Proses pengolahan data sudah dilakukan di Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim (LPPUPI) Teknik Lingkungan-ITS. Data primer diperoleh dari pengamatan langsung dan wawancara di lapangan pada bulan Oktober sampai November 2014.

Data primer yang sudah didapat dari penelitian ini yaitu jumlah penjualan bahan bakar di SPBU dan jumlah penggunaan bahan bakar di sektor industri. Data primer didapatkan dengan metode wawancara dan kuesioner. Sedangkan data sekunder berupa kondisi wilayah Kabupaten Banyuwangi didapatkan dari BPS dan BAPPEDA (Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah). Data terkait industri dan kapasitas produksi didapatkan dari Dinas Perindustrian, Perdagangan, dan Pertambangan. Sedangkan data terkait sektor transportasi terkait jenis, kondisi, panjang, kepadatan jalan dan jumlah kendaraan didapatkan dari Dinas Perhubungan, Dinas Pendapatan dan Dinas Pekerjaan Umum.

Analisis data menggunakan metode perhitungan emisi CO<sub>2</sub> dan analisis aspek. Metode perhitungan didapatkan dari panduan GRK nasional. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan nilai FES dan dikalikan dengan nilai aktivitas. Nilai FES dijadikan acuan untuk menentukan jumlah emisi di tiap kecamatan. Setelah didapatkan tapak karbon tiap kecamatan maka dilakukan pemetaan. Pemetaan dilakukan agar diketahui nilai emisi CO<sub>2</sub> di masing-masing kecamatan di Kabupaten Banyuwangi.

### **3.2. Sistematika Penelitian**

Kerangka penelitian merupakan gambaran sistematika penelitian yang bertujuan untuk memudahkan dalam penyusunan laporan tesis ini.



Gambar 3.1 Kerangka Metode Penelitian

### **3.3. Langkah Kerja Penelitian**

Langkah kerja penelitian ini berisi tentang urutan kerja yang akan dilakukan. Berikut ini merupakan langkah kerja penelitian yang harus dilakukan secara sistematis yaitu:

#### **3.3.1. Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan untuk memperdalam analisis dan sintesis untuk menjawab rumusan masalah dalam penelitian. Selain itu, tahapan awal ini penting agar pemahaman terkait teori dan metode yang digunakan lebih mendalam. Studi literatur ini penting untuk membandingkan hasil penelitian sebelum dengan hasil penelitian yang sudah dilakukan. Analisis hasil akan semakin jelas dan berbobot. Sumber literatur yang digunakan adalah jurnal, *text book*, tugas akhir, tesis dan laporan penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini.

#### **3.3.2. Ide Penelitian**

Penelitian ini berjudul “Penentuan Faktor Emisi Spesifik untuk Estimasi dan Pemetaan Tapak Karbon dari Sektor Transportasi dan Industri di Kabupaten Banyuwangi”. Belum banyak penelitian yang dilakukan untuk perhitungan tapak karbon dan FES. Nilai FES yang didapat ini akan digunakan sebagai acuan dengan wilayah pengembangan sejenis. Pemetaan juga perlu dilakukan agar diketahui kondisi emisi karbon di setiap kecamatan.

#### **3.3.3. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan untuk memenuhi kebutuhan data yang diperlukan untuk penelitian ini. Tahap pengumpulan data dilakukan di seluruh Dinas Pemerintah yang terkait. Data primer yaitu :

1. Jumlah penjualan bahan bakar
2. Jumlah penggunaan bahan bakar di sektor industri
3. Kapasitas produksi

Data sekunder yaitu :

1. Data jumlah kendaraan
2. Data kepadatan lalu lintas
3. Jumlah dan Jenis Industri
4. Konsumsi bahan bakar yang digunakan industri
5. Peta Kabupaten Banyuwangi

### 3.3.3.1. Metode Verifikasi Data

Verifikasi data SPBU didapatkan dari Pertamina TBBM dalam SLHD yang diterbitkan oleh Badan Lingkungan Hidup. Dari Pertamina juga didapatkan data terkait jumlah pasokan bahan bakar pada masing-masing SPBU. Selain itu, data dari SLHD menunjukkan konsumsi bahan bakar yang digunakan untuk kegiatan transportasi. Dari nilai tersebut yang digunakan sebagai dasar untuk melakukan perhitungan emisi. Selain itu, survey yang dilakukan di industri besar untuk memverifikasi data yang sudah didapat dari Dinas terkait.

### 3.3.3.2. Metode Sampling

Metode sampling yang digunakan yaitu metode kuantitatif. Dengan metode ini jumlah sampel yang diambil lebih banyak dibanding metode lain sehingga menggambarkan populasi lebih jelas. Untuk menentukan jumlah sampel pada penelitian ini menggunakan rumus Slovin dalam Yusratika *et al* (2011) pada persamaan (3.2).

$$n = \frac{N}{(1 + N \cdot e^2)} \dots\dots\dots 3.1$$

Dimana:

- n = Jumlah total sampel wilayah studi
- N = Jumlah populasi dalam wilayah studi
- e<sup>2</sup> = Galat pendugaan/batas error (5-10%)

Untuk jumlah sampel yang akan diambil dalam satu kecamatan digunakan:

$$n_i = n \left( \frac{N_i}{N} \right) \dots\dots\dots 3.2$$

Dimana:

- N<sub>i</sub> = Jumlah populasi pada masing-masing wilayah studi
- N = Jumlah total populasi wilayah studi

### 3.3.4. Pengolahan Data

Analisis hasil survei dilakukan di Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim, Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya. Analisis ini dilakukan pada hasil survei dan verifikasi data. Selain itu, survei langsung di lapangan untuk mengetahui proses yang ada penting untuk dilakukan.

Tabel 3.1 Kebutuhan Data

No	Kategori	Data	Sumber
1.	Umum	Data jumlah penduduk	BPS
		Perkembangan jumlah kendaraan	BPS
		Jenis Kendaraan	Dishub, Samsat, Dispenda
		Jenis jalan	BPS, Dishub, PU
2.	Transportasi	Jumlah Kendaraan	Dinas Perhubungan
		Kepadatan Jalan tiap jenis jalan	Dinas Pendapatan Dishub
		Jumlah SPBU	Pertamina, survey
		Data Penjualan Bahan Bakar SPBU	SPBU, Pertamina, survey
		Data trayek kendaraan umum	Dinas Perhubungan SPBU, Pertamina, survey
3.	Industri	Jumlah Industri	Dinas Perindustrian
		Jenis Industri	Dinas Perindustrian
		Kapasitas Produksi	Survey, Dinas Perindustrian
		Konsumsi Bahan Bakar	SPBU, Pertamina
4.	Peta	Peta RTRW	Bappeda
		Peta Jalan	PU

### 3.4. Analisis dan Pembahasan

Kegiatan analisis yang dilakukan yaitu :

1. Menghitung emisi CO<sub>2</sub>
2. Menentukan nilai FES
3. Aplikasi FES di sektor transportasi dan industri
4. Pemetaan menggunakan *AutoCAD*
5. Menganalisis aspek teknis dan ekonomi
6. Pembahasan mencakup tentang keseluruhan data yang sudah didapat dan analisisnya. Hasil penelitian berupa data hasil perhitungan emisi menggunakan faktor emisi *default* dan perbandingan dengan perhitungan *carbon footprint* yang didapatkan. Untuk menentukan faktor emisi spesifik, dilakukan perhitungan manual emisi CO<sub>2</sub> ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang dianalisis secara jelas dan terperinci. Sedangkan untuk hasil pemetaannya ditampilkan dalam bentuk gambar peta penyebaran emisi CO<sub>2</sub>. Pembahasan juga berisi

tentang penelitian sebelumnya atau penelitian lain dan dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan. Perbandingan tersebut dianalisis apakah yang menyebabkan terjadi perbedaan atau persamaan terhadap hasil penelitian.

#### **3.4.1. Perhitungan Emisi CO<sub>2</sub>**

Perhitungan IPCC ini dilakukan setelah keseluruhan data terkait kegiatan dan konsumsi bahan bakar telah dilakukan. Perhitungan mengacu pada IPCC dan KLH dengan mengalikan faktor emisi dengan data aktivitas. Perhitungan emisi menggunakan 3 alternatif dari sektor transportasi dan 1 alternatif dari sektor industri.

#### **3.4.2. Perhitungan Faktor Emisi Spesifik (FES)**

Persamaan untuk perhitungan FES didapatkan dari :

$$\text{FES (ton CO}_2\text{/satuan fisik)} = \frac{\text{Emisi Total (ton CO}_2\text{)}/\text{satuan yang ingin}}{\text{ditentukan (jumlah kendaraan atau kapasitas produksi) .....3.3}}$$

Hasil tersebut merupakan nilai akhir yang akan digambarkan dalam bentuk tabel dengan variabel yang mendukung. Variabel tersebut yaitu jenis kendaraan, jenis bahan bakar dan jenis industri. Selain itu, faktor emisi spesifik juga bisa dalam bentuk unit bahan bakar dan energi. Untuk sektor transportasi ada 3 alternatif. Alternatif tersebut menggunakan pendekatan konsumsi bahan bakar, jumlah kendaraan, dan jenis jalan. Sedangkan untuk sektor industri dengan pendekatan konsumsi bahan bakar dan kapasitas produksi.

Alternatif untuk perhitungan emisi dan FES dari sektor transportasi ada 3 pendekatan. Pendekatan untuk perhitungan alternatif yaitu bahan bakar, jumlah kendaraan dan kepadatan jalan. Penjelasan masing-masing pendekatan alternatif sebagai berikut :

##### **1. Pendekatan bahan bakar**

Dari pendekatan bahan bakar diperlukan data konsumsi bahan bakar dan jumlah kendaraan. Data konsumsi bahan bakar ini digunakan untuk menentukan emisi CO<sub>2</sub>. Dikarenakan keterbatasan data terkait konsumsi tiap jenis bahan bakar maka menggunakan pendekatan SMP. Data jumlah kendaraan

digunakan sebagai pembagi untuk mengetahui berapa besar emisi yang dihasilkan dari tiap jenis kendaraan.

$$FES = \frac{\text{emisi } CO_2}{\text{jumlah kendaraan}} \dots\dots\dots 3.4$$

Dimana:

Emisi CO<sub>2</sub> = emisi yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar

Jumlah kendaraan = jumlah kendaraan berdasarkan jenis bahan bakar

### 2. Pendekatan Jumlah Kendaraan

Metode ini menggunakan data bahan bakar dan fraksi kendaraan. Faktor emisi dalam perhitungan ini dihitung dengan mengalikan faktor emisi dari Tabel 2.12 dengan densitas bahan bakar.

$$FES = \text{Faktor Emisi} \times \text{Densitas Bahan Bakar} \dots\dots\dots 3.5$$

Dimana :

Faktor Emisi = faktor emisi menurut penelitian Suhadi (2008)

Densitas Bahan Bakar = Densitas bahan bakar yang dipakai

Setelah didapat menghitung fraksi kendaraan dengan membagi jumlah kendaraan (Ismayanti *et al.*, 2011).

$$\text{Fraksi Kendaraan} = \frac{\text{jumlah kendaraan tiap jenis}}{\text{total jumlah kendaraan}} \dots\dots\dots 3.6$$

Setelah didapat nilai fraksi maka dilanjutkan perhitungan emisi CO<sub>2</sub>. Perhitungan emisi ini dibedakan berdasarkan bahan bakar.

$$\text{Emisi} = \text{total bahan bakar} \times \text{emisi} \dots\dots\dots 3.7$$

Untuk mendapatkan emisi total maka harus dijumlah antara nilai emisi kendaraan bensin dan emisi kendaraan solar.

### 3. Pendekatan Jenis Jalan

Perhitungan untuk nilai FES berdasarkan kepadatan kendaraan dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Emisi GRK (g/jam)} = \text{Jumlah kendaraan (kendaraan/jam)} \times \text{faktor emisi (g/kg BBM)} \times \text{Panjang Jalan (km)} \dots\dots\dots 3.8$$

Sumber: Hidayatullah, 2011

Faktor emisi yang telah didapatkan akan dijadikan acuan untuk menghitung emisi CO<sub>2</sub> di pengembangan wilayah sejenis. Sehingga secara merata dapat diketahui nilai emisi CO<sub>2</sub> di seluruh wilayah Indonesia. Dengan demikian, laporan BUR dapat dibuat sehingga pemerintah Indonesia dapat menerima tambahan dana bantuan dari luar negeri. Penurunan GRK sebesar 26% dapat meningkat menjadi 41%.

### **3.4.3. Aplikasi FES**

Aplikasi FES ini diterapkan untuk menghitung emisi dari sektor transportasi dan industri. Dari sektor transportasi dapat dihitung emisi tahun sebelum dan sesudah sesuai dengan data jumlah kendaraan yang didapat. Berdasarkan data dari BPS dan Dinas Perhubungan didapatkan data jumlah kendaraan tahun 2011 sampai 2013. Karena tahun data yang digunakan untuk perhitungan adalah tahun 2012 maka tahun 2012 digunakan sebagai tahun dasar FES. Untuk perhitungan tahun 2011 dan 2013 dihitung menggunakan FES sehingga diketahui tren emisi CO<sub>2</sub> selama 3 tahun terakhir. Dari grafik tren tersebut dianalisis apakah terjadi kenaikan emisi atau tidak. Untuk sektor industri dihitung dengan menilai keseluruhan emisi karbon yang dihasilkan dari semua industri. Karena jumlah industri yang banyak maka dilakukan perhitungan sampel. Setelah itu, dari hasil FES sampel dapat dihitung untuk estimasi karbon di seluruh industri yang tersebar di seluruh kabupaten Banyuwangi.

### **3.4.4. Pemetaan Emisi Karbon**

Software untuk melakukan pemetaan yaitu *AutoCAD*. *AutoCAD* yang digunakan adalah versi 2007. Pemetaan dilakukan dengan memasukkan peta Kabupaten Banyuwangi dan pemberian klasifikasi disesuaikan dengan tingkat emisi CO<sub>2</sub> yang sudah dihitung. Klasifikasi yang dimaksud adalah warna wilayah yang disesuaikan dengan emisi yang ada.

### **3.4.5. Analisis Aspek**

Analisis aspek dilakukan dengan memberikan skenario pada masing-masing sektor. Skenario ini nantinya akan dibandingkan dan dianalisis lebih mendetail. Aspek yang akan dikaji yaitu aspek teknis dan ekonomi. Aspek teknis terkait dengan emisi dari skenario yang nanti akan dibandingkan hasil emisinya

dengan kondisi real. Sedangkan aspek ekonomi meliputi ekonomi yang harus dipersiapkan untuk menerapkan skenario yang dari masing-masing sektor.

#### **3.4.6. Upaya Mitigasi**

Upaya mitigasi merupakan tindakan yang diperlukan untuk mengurangi emisi karbon. Tindakan mitigasi ini disesuaikan dengan kondisi wilayah dan masyarakat yang ada di Kabupaten Banyuwangi. Upaya mitigasi yang dapat dilakukan meliputi konservasi lingkungan, penambahan penggunaan energi alternatif terbarukan, perubahan teknologi dan koversi energi. Sejalan dengan hal tersebut diperlukan program yang diperuntukkan untuk pembangunan masyarakat.

#### **3.5. Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis untuk menjawab rumusan masalah yang ada. Tindakan mitigasi untuk mengurangi emisi dapat disampaikan. Selain itu, saran perbaikan demi kelengkapan dan evaluasi lebih mendalam diperlukan sebagai penelitian lanjutan bagi peneliti lain.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## BAB 4

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Penentuan FES dari Sektor Transportasi

Kabupaten Banyuwangi termasuk dalam klasifikasi Kota Sedang. Penggunaan lahannya banyak untuk hutan, persawahan, perkebunan, pemukiman, industri dan lain-lain. Selain itu, penggunaan area antara lain untuk jalan, terminal, ruang terbuka hijau (RTH) dalam bentuk taman, jalan dan fasilitas umum lainnya.

Tabel 4.1 Jumlah Kendaraan Berdasarkan Jenis

Jenis Kendaraan	Tahun			
	2010	2011	2012	2013
Sedan	1950	1982	2996	2813
Jeep	1628	1741	2303	2321
Station Wagon	11925	12683	16537	18668
Bus	178	157	267	267
Pick up	2218	4978	8101	10564
Truck	9783	6954	9816	7318
Sepeda Motor	356641	349069	490010	526174
Alat besar/berat	36	15	0	21

Sumber: BPS, 2014

Kegiatan transportasi di kabupaten Banyuwangi mengalami peningkatan tiap tahunnya. Kendaraan didominasi oleh sepeda motor dan *station wagon*. Gambar 4.1 menunjukkan bahwa kecenderungan jumlah kendaraan meningkat setiap tahunnya. Jumlah sepeda motor meningkat secara signifikan 356.641 menjadi 526.174 dari tahun 2010 sampai 2013. Peningkatan selama tiga tahun terakhir senilai 47,5%.

Untuk penentuan nilai FES dilakukan pengklasifikasian kendaraan berdasarkan konsumsi bahan bakar berupa solar dan bensin. Bahan bakar bensin sering digunakan untuk kendaraan roda dua, roda tiga (becak motor), dan mobil penumpang. Sedangkan penggunaan bahan bakar solar digunakan untuk kendaraan dengan kapasitas besar seperti bus, truk, dan alat berat. Tabel 4.2 menunjukkan jumlah kendaraan berdasarkan bahan bakar didominasi oleh sepeda motor dan kendaraan penumpang pribadi. Jumlah rumah tangga di Kabupaten Banyuwangi sebesar

531.602 rumah tangga. Sedangkan jumlah kepemilikan sepeda motor sejumlah 587.396 buah sehingga setiap rumah tangga setidaknya memiliki 1 buah sepeda motor. Bisa disimpulkan apabila terjadi kenaikan jumlah penduduk atau rumah tangga maka jumlah kendaraan juga akan meningkat dengan asumsi tidak ada perbaikan dari fasilitas umum.

Perhitungan FES dari sektor transportasi didapatkan dari 3 alternatif yaitu penggunaan bahan bakar, jumlah kendaraan dan kepadatan lalu lintas. Alternatif 1 menghitung nilai emisi CO<sub>2</sub> baik dari bahan bakar solar maupun bensin. Alternatif 2 dari jumlah kendaraan. Sedangkan untuk alternatif 3 berdasarkan kepadatan lalu lintas.

#### 4.1.1 Penentuan FES dari Konsumsi Bahan Bakar (Alternatif 1)

Penentuan FES Alternatif 1 nilai kalor bahan bakarnya disesuaikan dengan Tabel 2.2 dan faktor emisinya pada Tabel 2.10. Setelah diketahui nilai emisinya, langkah selanjutnya adalah mengubah jumlah kendaraan dengan konversi ke SMP (satuan mobil penumpang). Hal ini dilakukan karena data terkait jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh tiap jenis kendaraan tidak tersedia. Hasil dari alternatif FES 1 didapatkan hasil dengan satuan ton CO<sub>2</sub>/SMP.tahun. Konsumsi bahan bakar berdasarkan SLHD (Status Lingkungan Hidup Daerah) Kabupaten Banyuwangi untuk sektor transportasi dilihat dari data penjualan rata-rata perbulan premium 11.910 kiloliter, pertamax 32 kiloliter dan solar 6.810 kiloliter.

Tabel 4.2 Total Penggunaan BBM oleh Sektor Transportasi Tahun 2012

Bahan Bakar	Penggunaan BBM (Liter/tahun)	Total Konsumsi (Liter/tahun)
Premium Subsidi	142.920.000	143.304.000
Pertamax	384.000	
Solar subsidi	81.720.000	81.720.000

Sumber: SLHD, 2013

Dari data diatas dilakukan perhitungan emisi CO<sub>2</sub> sesuai Persamaan 2.2 dengan dua bahan bakar yang berbeda. Berikut perhitungan yang dimaksud yaitu:

a. Emisi CO<sub>2</sub> bahan bakar bensin (kg/th) = KE x FE x NK

$$\text{Emisi CO}_2 = 143.304.000 \text{ liter/tahun} \times (33 \times 10^{-6} \text{ TJ/liter}) \times 69.300 \text{ (kg CO}_2\text{/TJ)}$$

$$= 327.721.917,6 \text{ kg CO}_2/\text{tahun}$$

$$= 327.721,9176 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}$$

b. Emisi CO<sub>2</sub> bahan bakar solar (kg/th) = KE x FE x NK

$$\text{Emisi CO}_2 = 81.720.000 \text{ liter/tahun} \times (36 \times 10^{-6} \text{ TJ/liter}) \times 74.100 \text{ (kg CO}_2/\text{TJ)}$$

$$= 217.996.272 \text{ kg CO}_2/\text{tahun}$$

$$= 217.996,272 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}$$

c. Emisi Total = Emisi dari bensin + emisi dari solar

$$= 327.721,9176 + 217.996,272 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}$$

$$= 545.718,1896 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}$$

Dari hasil perhitungan dua bahan bakar tersebut didapatkan emisi total dari sektor transportasi adalah 545.718,19 ton CO<sub>2</sub>/tahun.

Tabel 4.3 Jumlah Kendaraan Berdasarkan Bahan Bakar

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	2011	2012	2013
Sepeda Motor		457.944	526.290	587.396
Roda tiga		1.477	1.477	1.477
Mobil Penumpang Umum	Bensin	150	134	173
Mobil Penumpang Pribadi		13.373	14.260	16.660
Bus Besar Umum		206	225	267
Bus Besar Pribadi	Solar	22	24	28
Bus Kecil Umum		38	42	44
Bus Kecil Pribadi		5	6	8
Mobil Penumpang Pribadi		6.130	6.661	7.138
Alat berat	Solar	15	15	21
Truk Besar		6.954	9.816	7.318
Truk Kecil		6.360	6.698	7.112

Perhitungan konversi kendaraan disesuaikan dengan data bahan bakar yang dihasilkan pada tahun yang sama. Perhitungan konversi kendaraan mengikuti faktor konversi pada Tabel 2.5. Berikut ini dilakukan perhitungan SMP untuk kendaraan berbahan bakar bensin dan solar sebagai berikut:

a. Nilai SMP bahan bakar bensin

1. SMP sepeda motor = jumlah kendaraan x konversi SMP

$$= 526.290 \times 0,25$$

$$= 131.572,5$$

2. SMP roda tiga = jumlah kendaraan x konversi SMP

$$= 1.477 \times 0,25$$

$$= 369,25$$

3. SMP mobil penumpang = jumlah kendaraan x konversi SMP

$$= (134 + 14.260) \times 1$$

$$= 14.394$$

4. SMP total = SMP motor + roda tiga + mobil penumpang

$$= 131.572,5 + 369,25 + 14.394$$

$$= 146.335,8$$

b. Nilai SMP bahan bakar solar

1. SMP bus besar = jumlah kendaraan x konversi SMP

$$= (225 + 24) \times 1,2$$

$$= 298,8$$

2. SMP bus kecil = jumlah kendaraan x konversi SMP

$$= (42 + 6) \times 1$$

$$= 48$$

3. SMP mobil penumpang = jumlah kendaraan x konversi SMP

$$= 6.661 \times 1$$

$$= 6.661$$

4. SMP alat berat = jumlah kendaraan x konversi SMP

$$= 15 \times 1,2$$

$$= 18$$

5. SMP truk besar = jumlah kendaraan x konversi SMP

$$= 9.816 \times 1,2$$

$$= 11.779,2$$

6. SMP truk kecil = jumlah kendaraan x konversi SMP

$$= 6.698 \times 1$$

$$= 6.698$$

7. SMP total kendaraan solar

$$\begin{aligned} &= \text{SMP bus besar} + \text{bus kecil} + \text{mobil penumpang} + \text{alat berat} + \text{truk besar} \\ &\quad + \text{truk kecil} \\ &= 298,8 + 48 + 6.661 + 18 + 11.779,2 + 6.698 \\ &= 25.503 \end{aligned}$$

c. Nilai SMP total

$$\begin{aligned} &= \text{nilai SMP kendaraan bensin} + \text{nilai SMP kendaraan solar} \\ &= 146.335,8 + 25.503 \\ &= 171.838,8 \end{aligned}$$

Perhitungan Nilai FES berdasarkan konsumsi bahan bakar didapatkan dengan membagi nilai emisi dengan konversi SMP tiap jenis bahan bakar. Apabila di suatu daerah tersebut belum diklasifikasikan jumlah kendaraannya berdasarkan bahan bakar maka juga dapat dilakukan perhitungan FES dengan langkah yang sama. Hasil perhitungan sebagai berikut:

a. Nilai FES bahan bakar bensin

$$\begin{aligned} &= \text{emisi CO}_2 \div \text{nilai SMP kendaraan} \\ &= 327.721,9176 \div 146.335,8 \\ &= 2,24 \text{ ton CO}_2/\text{SMP kend. bensin} \end{aligned}$$

b. Nilai FES bahan bakar solar

$$\begin{aligned} &= \text{emisi CO}_2 \div \text{nilai SMP kendaraan} \\ &= 217.996,27 \div 25.503 \\ &= 8,55 \text{ ton CO}_2/\text{SMP kend. solar} \end{aligned}$$

c. Nilai FES tanpa pertimbangan bahan bakar

$$\begin{aligned} &= \text{emisi CO}_2 \text{ total} \div \text{total SMP} \\ &= 545718,1896 \div 171.838,8 \\ &= 3,18 \text{ ton CO}_2/\text{SMP kend} \end{aligned}$$

#### **4.1.2 Penentuan FES dari Fraksi Kendaraan (Alternatif 2)**

Perhitungan untuk FES alternatif 2 ini menggunakan data bahan bakar dan fraksi kendaraan. Metode ini bermula dari penentuan berdasarkan jumlah dan jenis

kendaraannya. Sedangkan alternatif 1 langsung menghitung menggunakan konsumsi bahan bakar. Densitas rata- rata bensin dan solar berturut – turut 0,75 kg/liter dan 0,85 kg/liter. Menurut Suhadi (2008) dalam Srikandi (2008) dalam Tabel 2.11 Faktor Emisi Indonesia maka dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai FES dengan menggunakan fraksi kendaraan. Perhitungan faktor emisi berdasarkan bahan bakar yaitu:

Tabel 4.4 Perhitungan Faktor Emisi berdasarkan Bahan Bakar

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Faktor Emisi g/kg BBM	Densitas	Faktor Emisi
		Suhadi (2008) dalam Srikandi (2008)	kg/Liter	(g/l)
		A	B	C= A x B
Sepeda Motor Roda tiga				
Mobil Penumpang Umum	Bensin	3.180	0,75	2.385
Mobil Penumpang Pribadi				
Bus Besar Umum				
Bus Besar Pribadi	Solar	3.172	0,85	2.696,2
Bus Kecil Umum				
Bus Kecil Pribadi				
Mobil Penumpang Pribadi				
Alat berat	Solar	3.172	0,85	2.696,2
Truk Besar				
Truk Kecil				

Dari tabel di atas didapatkan nilai faktor emisi dalam satuan gram/liter bahan bakar. Sehingga tiap liter bahan bakar menyebabkan emisi sebesar 2.385 gram CO<sub>2</sub> untuk bensin dan 2.696,2 gram CO<sub>2</sub> untuk solar. Faktor emisi tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan untuk menentukan emisi 1 liter bahan bakar dan total emisi CO<sub>2</sub>. Perhitungan tersebut juga memerlukan fraksi kendaraan yang didapatkan dengan membagi jumlah kendaraan sesuai jenisnya dengan jumlah kendaraan total dalam bentuk SMP. Perhitungan fraksi kendaraan terdapat pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Perhitungan Fraksi Kendaraan

Jenis Kendaraan	SMP	total SMP	Fraksi kendaraan
	A	B	C=A:B
Sepeda Motor	131.572,50		0,8991139
Roda tiga	369,25	146.335,75	0,0025233
Mobil Penumpang Umum	14.394		0,0983628
Mobil Penumpang Pribadi			
Bus Besar Umum	270		0,010587
Bus Besar Pribadi	28,8		0,0011293
Bus Kecil Umum	42		0,0016469
Bus Kecil Pribadi	6	25.503	0,0002353
Mobil Penumpang Pribadi	6661		0,261185
Alat berat	18		0,0007058
Truk Besar	11779,2		0,4618751
Truk Kecil	6698		0,2626358

Nilai SMP kendaraan didapatkan dari hasil perhitungan alternatif 1 sehingga mendapatkan nilai fraksi kendaraan. Dari total SMP dan faktor emisi hasil perhitungan didapatkan nilai emisi 1 liter bahan bakar tiap jenis kendaraan. Nilai tersebut sebagai dasar perhitungan emisi tiap liter kendaraan berdasarkan bahan bakar. Perhitungan selanjutnya adalah menentukan nilai FES ditunjukkan pada Tabel 4.5. Perhitungan nilai FES dilanjutkan dengan perhitungan emisi CO<sub>2</sub> dari masing-masing jenis bahan bakar. Total konsumsi bahan bakar tiap jenis kendaraan dihitung dengan jumlah bahan bakar dibagi dengan jumlah kendaraan. Emisi CO<sub>2</sub> dihitung dengan mengalikan emisi tiap liter konsumsi bahan bakar dengan total bahan bakar tiap SMP. Dengan demikian dilakukan penjumlahan antara hasil emisi kendaraan bahan bakar bensin dan kendaraan bahan bakar solar.

Tabel 4.6 Perhitungan Emisi tiap Liter

Jenis Kendaraan	fraksi	total SMP	faktor emisi	emisi 1 liter kend		Emisi
	Kend	kend	g/liter	SMP.g/l	SMP.kg/l	SMP.kg/l
Sepeda Motor	0,899			313800429	313800	349.010,76
Roda tiga	0,0025	146.335,75	2.385	880658,86	880,659	
Mobil Penumpang Umum dan pribadi	0,098			34329676	34329,7	

Lanjutan Tabel 4.6 Perhitungan Emisi tiap Liter

Jenis Kendaraan	fraksi	total	faktor	emisi 1 liter kend		Emisi
	Kend	SMP kend	emisi g/liter	SMP.g/l	SMP.kg/l	SMP.kg/l
Bus Besar Umum	0,011			727974,704	727,975	
Bus Besar Pribadi	0,00113			77652,0103	77,652	
Bus Kecil Umum	0,00165			113242,802	113,243	
Bus Kecil Pribadi	0,00024			16179,5077	16,1795	68.761,2
Mobil Penumpang Pribadi		25.503	2.696,2			
Alat berat	0,261			17959391	17959,4	
Truk Besar	0,00071			48531,6469	48,5316	
Truk Kecil	0,46			31759080,9	31759,1	
	0,263			18059149,8	18059,1	

Dari hasil perhitungan diatas maka didapatkan nilai untuk menghitung emisi total sebagai berikut:

- a. Kendaraan berbahan bakar bensin

$$\begin{aligned} \text{Total bahan bakar} &= \text{jumlah bahan bakar} \div \text{jumlah kendaraan} \\ &= 143.304.000 \div 146.335,75 \\ &= 979,3 \text{ liter/SMP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 &= \text{Emisi} \times \text{total bahan bakar} \\ &= 349.010,76 \text{ SMP.kg/l} \times 979,3 \text{ liter/SMP} \\ &= 341.786.237,3 \text{ kg CO}_2 \end{aligned}$$

- b. Kendaraan berbahan bakar solar

$$\begin{aligned} \text{Total bahan bakar} &= \text{jumlah bahan bakar} \div \text{jumlah kendaraan} \\ &= 81.720.000 \div 25503 \\ &= 3.204,33 \text{ liter/SMP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 &= \text{Emisi} \times \text{total bahan bakar} \\ &= 68.761,2 \text{ SMP.kg/l} \times 3204,33 \text{ liter/SMP} \\ &= 220.333.576 \text{ kg CO}_2 \end{aligned}$$

Emisi CO<sub>2</sub> total yaitu 562.119.813,3 kg CO<sub>2</sub>. Apabila dirubah dalam bentuk ton CO<sub>2</sub> maka dihasilkan emisi sebesar 562.119,8 ton CO<sub>2</sub>/tahun.

Dari perhitungan FES di atas dapat dirubah ke bentuk ton/SMP yaitu :

1. Bensin

Nilai FES yaitu 349.010,76 SMP.kg/liter. Dengan pendekatan konsumsi bahan bakar yaitu :

$$\begin{aligned} \text{FES} &= \text{emisi CO}_2 \div \text{nilai SMP} \\ &= 341.786.237,3 \text{ kg CO}_2 \div 146.335,75 \\ &= 2335,63 \text{ kg CO}_2/\text{SMP} = 2,33 \text{ ton CO}_2/\text{SMP} \end{aligned}$$

2. Solar

Nilai FES yaitu 68.761,2 SMP.kg/liter. Dengan pendekatan konsumsi bahan bakar yaitu :

$$\begin{aligned} \text{FES} &= \text{emisi CO}_2 \div \text{nilai SMP} \\ &= 220.333.576 \text{ kg CO}_2 \div 25.503 \\ &= 8639,52 \text{ kg CO}_2/\text{SMP} = 8,64 \text{ ton CO}_2/\text{SMP} \end{aligned}$$

Selain dengan cara di atas, terdapat cara untuk merubah FES menjadi ton CO<sub>2</sub>/SMP. Berdasarkan data survey didapatkan data hanya untuk sepeda motor dan mobil penumpang. Untuk sepeda motor mewakili bensin dan mobil penumpang mewakili solar. Berikut ini merupakan hasil perhitungan :

1. Bensin

$$\begin{aligned} &= 2.385 \text{ g CO}_2/\text{liter} \times \text{konsumsi bensin} \div (\text{kilometer travelled} \times \text{konsumsi spesifik}) \\ &= 2.385 \text{ g CO}_2/\text{liter} \times 228 \text{ liter} \div (5400 \text{ km} \times 2,66 \text{ liter}/100\text{km}) \\ &= 3785,7 \text{ g CO}_2 / 1 \text{ SMP} \\ &= 15,1 \text{ kg CO}_2/\text{SMP} \end{aligned}$$

2. Solar

$$\begin{aligned} &= 2.696,2 \text{ g CO}_2/\text{liter} \times \text{konsumsi bensin} \div (\text{kilometer travelled} \times \text{konsumsi spesifik}) \\ &= 2.696,2 \text{ g CO}_2/\text{liter} \times 864 \text{ liter} \div 7200 \text{ km} \times 11,35 \text{ liter}/100 \text{ km} \\ &= 2850,6 \text{ g CO}_2 \div 1 \text{ SMP} \\ &= 2,8 \text{ kg CO}_2/\text{SMP} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan persamaan menggunakan ton/SMP dari alternatif 2. Namun, pengaplikasian perhitungan emisi dengan FES lebih efektif diterapkan dengan alternatif 1.

### 4.1.3 Penentuan FES dari Kepadatan Lalu Lintas (Alternatif 3)

Perhitungan FES dari alternatif 3 merujuk pada kepadatan kendaraan tiap jenis jalan yang telah dilakukan *traffic counting*.

Tabel 4.7 Kepadatan Lalu Lintas Tahun 2012

Nama Ruas Jalan	Status Jalan	Panjang jalan (km)	Volume Lalu lintas Per Jenis Kendaraan (kendaraan/jam)				
			Sepeda motor	Mobil Penumpang	Truk	Bus	
Jl. Adi Sucipto	Jalan Nasional	1,2	769,25	85	26	0,2	
Jl. Ahmad Yani		1,2	633,75	45	6	0,2	
Jl. Raya Mangir	Jalan Propinsi	1	614,37	56	37,3	20,4	
Jl. Raya Srono		1,77	587,45	59	38,7	22,8	
Jl. Wahid Hasyim	Jalan Kabupaten	0,5	234	20	4,8	0	
Jl. MH. Thamrin		1,93	633,25	42	31,6	0	
Jl. RA. Kartini		0,29	575,25	60	69,6	0	
Jl. Kapten Ilyas		0,81	238	44	30	0	
Jl. Hayam Wuruk		0,65	731,25	41	101,2	4,8	
Jl. Letkol Istiqlah		1,3	346,75	52	0	0	
Jl. Gajah Mada		Jalan Kabupaten	1,1	730,23	40	104,7	5,2
Jl. Pierre Tendean			0,51	279,5	78	49,2	0

Sumber: Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika

Jalan yang disurvei ada 3 status yaitu jalan nasional, provinsi dan kabupaten dari masing-masing diambil 2 buah. Ada 12 ruas jalan yang sudah dilakukan survey oleh Dinas Perhubungan Kabupaten Banyuwangi. Perhitungan FES mengacu pada penelitian Jinca *et al.* (2009) dalam Kusuma *et al.* (2010) terkait konsumsi energi spesifik yang tertera pada Tabel 2.6. Berikut ini merupakan Persamaan 2.7 yang menghitung emisi berdasarkan jenis jalan dengan perhitungan dari masing-masing jenis jalan :

1. Jalan Nasional

Jalan nasional yang dinilai tingkat kepadatannya yaitu Jalan Adi Sucipto dan Ahmad Yani. Kedua jalan terletak dipusat kota Banyuwangi. Pada kedua ruas jalan ini tidak terdapat kendaraan berat karena kendaraan berat dialihkan menuju Jalan Brawijaya.

#### 1.1 Jalan Adi Sucipto

Konsumsi bahan bakar dibagi berdasarkan jenis kendaraan yang lewat di Jalan Adi Sucipto terbagi atas 4 jenis berdasarkan Tabel 4.4 .

##### a. Sepeda Motor

$$\begin{aligned} &= (769,25 \text{ kend/jam}) \times (2.597,86 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (2,66 \text{ liter}/100 \text{ km}) \\ &= 53.157,54 \text{ g CO}_2/\text{jam.km} \\ &= 53,1 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km} \end{aligned}$$

##### b. Mobil Penumpang

$$\begin{aligned} &= (85 \text{ kend/jam}) \times (2.597,86 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (11,79 \text{ liter}/100 \text{ km}) \\ &= 26.034,45 \text{ g CO}_2/\text{jam.km} \\ &= 26,034 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km} \end{aligned}$$

##### c. Truk

$$\begin{aligned} &= (26 \text{ kend/jam}) \times (2.924,9 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (15,15 \text{ liter}/100 \text{ km}) \\ &= 11.521,18 \text{ g CO}_2/\text{jam.km} \\ &= 11,52 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km} \end{aligned}$$

##### d. Bus

$$\begin{aligned} &= (0,2 \text{ kend/jam}) \times (2.924,9 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (11,83 \text{ liter}/100 \text{ km}) \\ &= 69,2 \text{ g CO}_2/\text{jam.km} \\ &= 0,069 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km} \end{aligned}$$

#### 1.2 Jalan Ahmad Yani

Konsumsi bahan bakar dibagi berdasarkan jenis kendaraan yang lewat di Jalan Ahmad Yani terbagi atas 4 jenis berdasarkan Tabel 4.4 .

##### a. Sepeda Motor

$$\begin{aligned} &= (633,75 \text{ kend/jam}) \times (2.597,86 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (2,66 \text{ liter}/100 \text{ km}) \\ &= 43.794,07 \text{ g CO}_2/\text{jam.km} \end{aligned}$$

$$= 43,79 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km}$$

b. Mobil Penumpang

$$= (45 \text{ kend/jam}) \times (2.597,86 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (11,79 \text{ liter}/100 \text{ km})$$

$$= 13.782,95 \text{ g CO}_2/\text{jam.km}$$

$$= 13,78 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km}$$

c. Truk

$$= (6 \text{ kend/jam}) \times (2.924,9 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (15,15 \text{ liter}/100 \text{ km})$$

$$= 2658,73 \text{ g CO}_2/\text{jam.km}$$

$$= 2,66 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km}$$

d. Bus

$$= (0,2 \text{ kend/jam}) \times (2.924,9 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (11,83 \text{ liter}/100 \text{ km})$$

$$= 69,2 \text{ g CO}_2/\text{jam.km}$$

$$= 0,069 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km}$$

## 2. Jalan Provinsi

Jalan Provinsi yang dinilai tingkat kepadatannya yaitu Jalan Raya Mangir dan Jl. Raya Srono.

### 2.1 Jalan Raya Mangir

a. Sepeda Motor

$$= (614,37 \text{ kend/jam}) \times (2.597,86 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (2,66 \text{ liter}/100 \text{ km})$$

$$= 42.454,86 \text{ g CO}_2/\text{jam.km}$$

$$= 42,45 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km}$$

b. Mobil Penumpang

$$= (56 \text{ kend/jam}) \times (2.597,86 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (11,79 \text{ liter}/100 \text{ km})$$

$$= 17.152,11 \text{ g CO}_2/\text{jam.km}$$

$$= 17,15 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km}$$

c. Truk

$$= (37,3 \text{ kend/jam}) \times (2.924,9 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (15,82 \text{ liter}/100 \text{ km})$$

$$= 17.259,42 \text{ g CO}_2/\text{jam.km}$$

$$= 17,26 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km}$$

d. Bus

$$\begin{aligned} &= (20,4 \text{ kend/jam}) \times (2.924,9 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (16,89 \text{ liter}/100 \text{ km}) \\ &= 10.077,92 \text{ g CO}_2/\text{jam.km} \\ &= 10,08 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km} \end{aligned}$$

2.2 Jalan Raya Srono

a. Sepeda Motor

$$\begin{aligned} &= (587,45 \text{ kend/jam}) \times (2.597,86 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (2,66 \text{ liter}/100 \text{ km}) \\ &= 40.594,602 \text{ g CO}_2/\text{jam.km} \\ &= 40,59 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km} \end{aligned}$$

b. Mobil Penumpang

$$\begin{aligned} &= (59 \text{ kend/jam}) \times (2.597,86 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (11,79 \text{ liter}/100 \text{ km}) \\ &= 18.070,97 \text{ g CO}_2/\text{jam.km} \\ &= 18,07 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km} \end{aligned}$$

c. Truk

$$\begin{aligned} &= (38,7 \text{ kend/jam}) \times (2.924,9 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (15,82 \text{ liter}/100 \text{ km}) \\ &= 17.907,23 \text{ g CO}_2/\text{jam.km} \\ &= 17,91 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km} \end{aligned}$$

d. Bus

$$\begin{aligned} &= (22,8 \text{ kend/jam}) \times (2.924,9 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (16,89 \text{ liter}/100 \text{ km}) \\ &= 11.263,56 \text{ g CO}_2/\text{jam.km} \\ &= 11,26 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km} \end{aligned}$$

3. Jalan Kabupaten

Jalan Kabupaten yang terdapat pada Tabel 4.4 ada 8 ruas yang terdapat data kepadatan. Untuk perhitungan diambil 2 ruas jalan dengan pertimbangan seperti pada jalan nasional dan provinsi yang diambil dua ruas jalan. Jalan Kabupaten diambil yaitu Jalan Letkol Istiqlah dan Jalan Kapten Ilyas

3.1 Jalan Letkol Istiqlah

a. Sepeda Motor

$$= (346,75 \text{ kend/jam}) \times (2.597,86 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (2,66 \text{ liter}/100 \text{ km})$$

$$= 23.961,49 \text{ g CO}_2/\text{jam.km}$$

$$= 23,96 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km}$$

b. Mobil Penumpang

$$= (52 \text{ kend/jam}) \times (2.597,86 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (11,79 \text{ liter}/100 \text{ km})$$

$$= 15.926,969 \text{ g CO}_2/\text{jam.km}$$

$$= 15,93 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km}$$

3.2 Jalan Kapten Ilyas

a. Sepeda Motor

$$= (238 \text{ kend/jam}) \times (2.597,86 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (2,66 \text{ liter}/100 \text{ km})$$

$$= 3.040,535 \text{ g CO}_2/\text{jam.km}$$

$$= 3,04 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km}$$

b. Mobil Penumpang

$$= (44 \text{ kend/jam}) \times (2.597,86 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (11,79 \text{ liter}/100 \text{ km})$$

$$= 13.442,37 \text{ g CO}_2/\text{jam.km}$$

$$= 13,44 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km}$$

c. Truk

$$= (30 \text{ kend/jam}) \times (2.924,9 \text{ gram CO}_2/\text{liter}) \times (15,82 \text{ liter}/100 \text{ km})$$

$$= 13.881,58 \text{ g CO}_2/\text{jam.km}$$

$$= 13,9 \text{ kg CO}_2/\text{jam.km}$$

Dari keseluruhan perhitungan diatas dapat diringkas dalam bentuk Tabel 4.8 yang menunjukkan emisi rata-rata tiap jenis jalan.

Tabel 4.8 Emisi CO<sub>2</sub> Rata - rata

Jenis Kendaraan	Emisi Rata-rata (kg CO <sub>2</sub> /jam.km)					
	Jalan Nasional		Jalan Propinsi		Jalan Kabupaten	
	1	2	1	2	1	2
Sepeda motor	53,1	43,79	42,45	40,59	23,96	3,04
Mobil penumpang	26,034	13,78	17,15	18,07	15,93	13,44
Truk	11,52	2,66	17,26	17,91	0	13,39
Bis	0,069	0,069	10,08	11,26	0	0

Berdasarkan data di atas untuk menentukan nilai FES dari kepadatan dapat ditentukan dengan satuan kg CO<sub>2</sub>/kendaraan.km dengan menghitung hasil emisi rata – rata. Hasil rata-rata tiap jenis kendaraan tersebut dijadikan acuan untuk perhitungan nilai FES. Hasil FES dengan pendekatan emisi rata-rata dari tiap jenis jalan tersebut dapat dikalikan dengan total panjang dari tiap jenis jalan untuk menentukan tingkat emisi CO<sub>2</sub>. Dari masing-masing jalan didapatkan nilai FES untuk jalan nasional sebesar 88,5 kg CO<sub>2</sub>/jam.km, jalan propinsi 87,39 kg CO<sub>2</sub>/jam.km, dan jalan kabupaten 42,085 kg CO<sub>2</sub>/jam.km.

Tabel 4.9 Faktor Emisi Spesifik tiap jenis kelas jalan

Jenis Kendaraan	Emisi Rata-rata (kg CO <sub>2</sub> /jam.km)		
	Jalan Nasional	Jalan Propinsi Rata - rata	Jalan Kabupaten
Sepeda motor	48,445	41,52	13,5
Mobil penumpang	32,924	17,61	14,685
Truk	7,091	17,59	13,9
Bis	0,069	10,67	0
Nilai FES	88,528	87,39	42,085

Untuk perubahan dari satuan kg/jam.km ke kg/SMP yaitu :

a. Nilai SMP

Untuk SMP/jam ada tiga nilai yaitu :

1. Jalan Nasional = 519,63 SMP/jam
2. Jalan Provinsi = 558,4825 SMP/jam
3. Jalan Kabupaten = 223,76 SMP/jam

b. Panjang Jalan

Panjang jalan rata-rata yaitu :

1. Jalan Nasional = 1,2 km
2. Jalan Provinsi = 1,385 km
3. Jalan Kabupaten = 0,68 km

c. Hasil Konversi Satuan

1. Jalan Nasional

$$\text{Nilai FES} = 88,528 \text{ kg/jam.km} \times 1,2 \text{ km}$$

$$= 106,2336 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Nilai FES} = 106,2336 \text{ kg/jam} \div 519,63 \text{ SMP/jam}$$

$$= 0,2 \text{ kg CO}_2/\text{SMP}$$

## 2. Jalan Provinsi

$$\text{Nilai FES} = 87,39 \text{ kg/jam.km} \times 1,385 \text{ km}$$

$$= 121,03515 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Nilai FES} = 121,03515 \text{ kg/jam} \div 558,4825 \text{ SMP/jam}$$

$$= 0,22 \text{ kg CO}_2/\text{SMP}$$

## 3. Jalan Kabupaten

$$\text{Nilai FES} = 42,085 \text{ kg/jam.km} \times 0,68 \text{ km}$$

$$= 28,6178 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Nilai FES} = 28,6178 \text{ kg/jam} \div 223,76 \text{ SMP/jam}$$

$$= 0,12 \text{ kg CO}_2/\text{SMP}$$

## 4.2 Penentuan FES dari Sektor Industri

Berdasarkan Dinas Perindustrian, Perdagangan dan Pertambangan Kabupaten Banyuwangi, pembagian industri di Kabupaten Banyuwangi yaitu:

### 4.2.1 Industri Besar

Untuk industri besar yang didominasi oleh industri perikanan, perkebunan dan kertas. Industri perikanan berupa pengolahan ikan, minyak ikan, tepung ikan, dan *cold storage*. Keseluruhan industri perikanan ini berada di kecamatan Muncar. Sedangkan perkebunan tersebar di beberapa daerah yaitu Pesanggaran, Glenmore, Wongsorejo, Kalibaru, Licin, dan Kalipuro. Untuk industri kertas berada di Banyuwangi.

Tabel 4.10 Konsumsi dan Kapasitas Produksi Industri Besar

Klasifikasi Industri	Nama Industri	Bahan Bakar	Konsumsi (Liter/th)	Konsumsi Kayu (ton/th)	Kapasitas Produksi (ton/th)
Perkebunan	Perkebunan 1		36.000	288,00	900
	Perkebunan 2	Solar	24.000	207,55	615

Lanjutan Tabel 4.10 Konsumsi dan Kapasitas Produksi Industri Besar

Klasifikasi Industri	Nama Industri	Bahan Bakar	Konsumsi (Liter/th)	Konsumsi Kayu (ton/th)	Kapasitas Produksi (ton/th)		
Perkebunan	Perkebunan 3	Solar	12.000	1.339,2	720		
	Perkebunan 4		54.000	1.934,4	1.040		
	Perkebunan 5		24.000	465	750		
	Perkebunan 6		246.000	15.624	25.550		
	Perkebunan 7		6.000	167,4	90		
	Perkebunan 8		48.000	2.477,52	1.332		
	Perkebunan 9		6.000	100.672,5	162.125		
	Perkebunan 10		30000	5.691,6	1.100		
	Perkebunan 11		54.000	-	750		
	Perkebunan 12		30.000	-	200		
	Perikanan		Perikanan 1	Solar	12000	-	11.000
			Perikanan 2		6000	-	34.400
Perikanan 3		24.000	-		20		
Perikanan 4		24.000	-		20		
Kertas	Kertas	Batubara	7200	-	10.500		

Dari Tabel 4.10 di atas dilakukan perhitungan emisi CO<sub>2</sub> berdasarkan bahan bakar yang digunakan. Tabel 4.10 menunjukkan hasil perhitungan emisi menggunakan bahan bakar solar, sedangkan Tabel 4.11 menggunakan kayu.

a. Perkebunan

Berikut perhitungan emisi berdasarkan bahan bakar kayu dan solar.

Tabel 4.11 Perhitungan Emisi CO<sub>2</sub> Bahan Bakar Solar

Nama	Bahan Bakar	Konsumsi (Liter/th)	Nilai Kalor	Total Energi	Faktor Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CO <sub>2</sub>
			TJ/L	TJ/tahun	kg CO <sub>2</sub> /TJ	kg CO <sub>2</sub> /tahun	ton CO <sub>2</sub> /tahun
		A	B	C=AxB	D	E=CxD	E/10 <sup>3</sup>
1	Solar	36.000	0,000036	1,296	74.100	96.033,6	96,0336
2		24.000	0,000036	0,864	74.100	64.022,4	64,0224
3		12.000	0,000036	0,432	74.100	32.011,2	32,0112
4		54.000	0,000036	1,944	74.100	144.050,4	144,0504
5		24.000	0,000036	0,864	74.100	64.022,4	64,0224

Lanjutan Tabel 4.11 Perhitungan Emisi CO<sub>2</sub> Bahan Bakar Solar

Nama	Bahan Bakar	Konsumsi (Liter/th)	Nilai Kalor	Total Energi	Faktor Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CO <sub>2</sub>
			TJ/L	TJ/tahun	kg CO <sub>2</sub> /TJ	kg CO <sub>2</sub> /tahun	ton CO <sub>2</sub> /tahun
		A	B	C=AxB	D	E=CxD	E/10 <sup>3</sup>
6		246.000	0,000036	8,856	74.100	656.229,6	656,2296
7		6.000	0,000036	0,216	74.100	16.005,6	16,0056
8		48.000	0,000036	1,728	74.100	128.044,8	128,0448
9	Solar	6.000	0,000036	0,216	74.100	16.005,6	16,0056
10		36000	0,000036	1,296	74.100	96.033,6	96,0336
11		54.000	0,000036	1,944	74.100	144.050,4	144,0504
12		30.000	0,000036	1,08	74.100	80.028	80,028
Total Emisi CO <sub>2</sub> /tahun							1.536,538

Perhitungan emisi dilakukan dengan menjumlah hasil perhitungan emisi baik dari bahan bakar solar dan kayu bakar. Tabel 4.11 merupakan perhitungan emisi dari bahan bakar solar dan Tabel 4.12 merupakan perhitungan emisi dari bahan bakar kayu.

Tabel 4.12 Perhitungan Emisi CO<sub>2</sub> Bahan Bakar Kayu

Nama Industri	Kayu Bakar	Nilai Kalor	Total Energi	Faktor Emisi	Emisi kg	Emisi ton	
	(ton/th)	TJ/Gg	TJ/tahun	kg CO <sub>2</sub> /TJ	CO <sub>2</sub> /tahun	CO <sub>2</sub> /tahun	
		A	B	C=AxB/1000	D	E=CxD	E/10 <sup>3</sup>
1	288	15	4,32	112.000	483.840	483,8	
2	208	15	3,11	112.000	348.684	348,7	
3	1339	15	20,09	112.000	2.249.856	2.249,9	
4	1578	15	23,67	112.000	2.651.040	2.651,1	
5	300	15	4,51	112.000	504.000	504	
6	10080	15	151,21	112.000	16.934.400	16.934,4	
7	167	15	2,51	112.000	281.232	281,2	
8	1884	15	28,25	112.000	3.164.314	3.164,3	
9	65.032	15	975,49	112.000	1,09E+08	109.254,6	
10	4226	15	63,40	112.000	7.100.352	7.100,3	
Total Emisi CO <sub>2</sub> /tahun						142.972,32	

Dari hasil perhitungan emisi solar didapatkan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 1.536,54 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Sedangkan dengan kayu bakar menghasilkan emisi sebesar 142.972,32

ton CO<sub>2</sub>/tahun. Hasil emisi yang berbeda jauh ini dikarenakan pembakaran menggunakan kayu akan menghasilkan asap yang banyak. Kandungan asap ini mengandung CO<sub>2</sub> yang tinggi. Apabila dijumlahkan emisi yang dihasilkan dari industri perkebunan sebesar 144.508,9 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Perhitungan nilai FES dari industri perkebunan yaitu:

$$\text{FES} = \text{emisi karbon} \div \text{total produksi}$$

$$\text{FES} = 144.508,9 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \div 195.172 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{FES} = 0,74 \text{ ton CO}_2/\text{ton produk}$$

Sehingga dalam setiap ton produk industri perkebunan menghasilkan emisi 0,74 ton CO<sub>2</sub> setiap tahunnya. Nilai FES ini yang akan digunakan sebagai dasar perhitungan untuk wilayah dengan pengembangan wilayah perikanan dan memiliki industri perikanan.

b. Perikanan

Perhitungan emisi untuk menentukan nilai FES di Kabupaten Banyuwangi khusus pada industri perikanan ditunjukkan pada Tabel 4.12. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai emisi total untuk industri perikanan sebesar 176,06 ton CO<sub>2</sub>/tahun.

Tabel 4.13 Perhitungan Emisi CO<sub>2</sub> dari Industri Perikanan

Industri	Konsumsi (Liter/th)	Nilai Kalor	Total Energi	Faktor Emisi	Emisi (kg CO <sub>2</sub> /tahun)	Emisi ton CO <sub>2</sub> /tahun
		TJ/L	TJ/tahun	kg CO <sub>2</sub> /TJ		
		B	C=AxB	D	E=CxD	E/10 <sup>3</sup>
1	12000	0,000036	0,432	74100	32011,2	32,0112
2	6000	0,000036	0,216	74100	16005,6	16,0056
3	24.000	0,000036	0,864	74100	64022,4	64,0224
4	24.000	0,000036	0,864	74100	64022,4	64,0224

Perhitungan FES selanjutnya yaitu :

$$\text{FES} = \text{emisi karbon} \div \text{total produksi}$$

$$\text{FES} = 176,06 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \div 45.440 \text{ ton/tahun}$$

$$FES = 3,875 \times 10^{-3} \text{ ton CO}_2/\text{ton produk}$$

Sehingga dalam setiap ton produk industri perikanan menghasilkan emisi  $3,875 \times 10^{-3}$  ton CO<sub>2</sub> setiap tahunnya.

c. Kertas

Industri kertas yang masuk dalam industri besar ada satu buah. Berikut perhitungan nilai emisi CO<sub>2</sub> yang ada.

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 &= (7.200 \text{ liter/th}) \times (0,1189 \text{ TJ/liter}) \times (96.100 \text{ kg CO}_2/\text{TJ}) \\ &= 82.269,29 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan nilai FES yaitu:

$$FES = \text{emisi karbon} \div \text{total produksi}$$

$$FES = 82.269,288 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \div 10.500 \text{ ton/th}$$

$$FES = 7,8 \text{ ton CO}_2/\text{ton produksi}$$

Sehingga dalam setiap ton produk industri perikanan menghasilkan emisi 7,8 ton CO<sub>2</sub> setiap tahunnya. Nilai FES industri kertas tinggi dikarenakan bahan bakarnya berupa batu bara yang mengandung emisi cukup tinggi.

#### 4.2.2 Industri Kecil dan Menengah (IKM)

Industri kecil dan menengah di Kabupaten Banyuwangi ada 2.390 industri. Industri tersebut terbagi atas 3 jenis yaitu makanan, tekstil dan bahan galian non logam. Industri makanan terdiri atas olahan gula merah, sale pisang, kripik dan olahan dari ikan. Untuk industri tekstil terdiri atas konveksi dan batik. Sedangkan industri bahan galian non logam terdiri atas pembuatan batako, batu bata, gerabah dan genteng. Berdasarkan hasil perhitungan Persamaan 3.1 dan Persamaan 3.2 didapatkan sampel sebesar 95 industri IKM.

Tabel 4.14 Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Banyuwangi

Kecamatan	Makanan	Tekstil	Galian non logam	Total
Bangorejo	73			73
Banyuwangi	5	22		27
Cluring		12		12
Gambiran	78			78
Genteng	21	105	21	147
Glenmore	28			28

Lanjutan Tabel 4.14 Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Banyuwangi

Kecamatan	Makanan	Tekstil	Galian non logam	Total
Kabat	104	28		132
Kalipuro	20		115	135
Muncar	52			52
Pesanggaran	175			175
Purwoharjo			74	74
Rogojampi	154	85		239
Sempu	191	33		224
Siliragung	6		10	16
Singojuruh	4	35		39
Songgon	8			8
Srono	599	11		610
Tegaldlimo			317	317
Wongsorejo			4	4
Total				2.390

a. Industri Tekstil

Berikut ini merupakan hasil perhitungan untuk industri tekstil pada Tabel 4.12. Hasil emisi sebesar 7,95 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Produksi di industri tekstil dalam ukuran lembar sehingga harus dikonversikan dalam bentuk berat dengan mengalikan berat satuan kain. Dari hasil perhitungan didapatkan total produksi industri batik dari 700 kg/tahun.

Tabel 4.15 Perhitungan Industri Tekstil

Industri Tekstil	Total kebutuhan LPG(kg/th)	Nilai Kalor	Total Energi	Faktor Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CO <sub>2</sub>
		TJ/kg	TJ/tahun	kg CO <sub>2</sub> /TJ	kg CO <sub>2</sub> /tahun	ton CO <sub>2</sub> /tahun
1	180	0,0000473	0,008514	63.100	537,23	0,54
2	144	0,0000473	0,006811	63.100	429,79	0,43
3	396	0,0000473	0,018731	63.100	1181,91	1,18
4	216	0,0000473	0,010217	63.100	644,68	0,65
5	432	0,0000473	0,020434	63.100	1289,36	1,30
6	432	0,0000473	0,020434	63.100	1289,36	1,30
7	144	0,0000473	0,006811	63.100	429,79	0,43
8	180	0,0000473	0,008514	63.100	537,23	0,54
9	180	0,0000473	0,008514	63.100	537,23	0,54

Lanjutan Tabel 4.15 Perhitungan Industri Tekstil

Industri	Total kebutuhan	Nilai Kalor	Total Energi	Faktor Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CO <sub>2</sub>
Tekstil	LPG(kg/th)	TJ/kg	TJ/tahun	kg CO <sub>2</sub> /TJ	kg CO <sub>2</sub> /tahun	ton CO <sub>2</sub> /tahun
10	180	0,0000473	0,008514	63.100	537,23	0,54
11	180	0,0000473	0,008514	63.100	537,23	0,54
Total Emisi						7,95

Berikut ini merupakan perhitungan FES untuk industri kecil menengah jenis tekstil :

$$\text{FES} = \text{emisi karbon} \div \text{total produksi}$$

$$\text{FES} = 7,95 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \div 700 \text{ kg/tahun}$$

$$\text{FES} = 0,011 \text{ ton CO}_2/\text{kg produk}$$

Apabila dihitung menggunakan per satuan lembar, maka terdapat 3.500 lembar kain. Sehingga nilai FES tiap lembar kain yaitu:

$$\text{FES} = \text{emisi karbon} \div \text{total produksi}$$

$$\text{FES} = 7,95 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \div 3.500 \text{ lembar/tahun}$$

$$\text{FES} = 2,27 \times 10^{-3} \text{ ton CO}_2/\text{lembar kain}$$

b. Industri Bahan Galian Non Logam

Industri ini terdiri atas pembuatan genteng, batu bata, paving, gorong-gorong, dan batako. Berikut perhitungan emisi yang ditunjukkan pada Tabel 4.16 :

Tabel 4.16 Perhitungan Industri Bahan Galian non Logam

Bahan Galian Non Logam	bahan bakar	Bahan bakar (kg/th)	Nilai Kalor	Total Energi	Faktor Emisi	Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CO <sub>2</sub>
			TJ/kg	TJ/tahun	kg CO <sub>2</sub> /TJ	kg CO <sub>2</sub> /tahun	ton CO <sub>2</sub> /tahun
			A	B			
1	kayu	19.200	15	288.000	112.000	32.256.000.000	32.256.000
	sekam	12.000	14,4	172.800	100.000	17.280.000.000	17.280.000
2	kayu	24.000	15	360.000	112.000	40.320.000.000	40.320.000
	sekam	9.000	14,4	129.600	100.000	12.960.000.000	12.960.000
3	kayu	33.600	15	504.000	112.000	56.448.000.000	56.448.000
	sekam	12.600	14,4	181.440	100.000	18.144.000.000	18.144.000
4	kayu	19.200	15	288.000	112.000	32.256.000.000	32.256.000

Lanjutan Tabel 4.16 Perhitungan Industri Bahan Galian non Logam

Bahan Galian Non Logam	bahan bakar	Bahan bakar (kg/th)	Nilai Kalor	Total Energi	Faktor Emisi	Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CO <sub>2</sub>
			TJ/kg	TJ/tahun	kg CO <sub>2</sub> /TJ	kg CO <sub>2</sub> /tahun	ton CO <sub>2</sub> /tahun
			A	B			
4	sekam	12.000	14,4	172.800	100.000	17.280.000.000	17.280.000
5	kayu	24.000	15	360.000	112.000	40.320.000.000	40.320.000
	sekam	9.000	14,4	129.600	100.000	12.960.000.000	12.960.000
6	kayu	19.200	15	288.000	112.000	32.256.000.000	32.256.000
	sekam	12.000	14,4	172.800	100.000	17.280.000.000	17.280.000
7	kayu	24.000	15	360.000	112.000	40.320.000.000	40.320.000
	sekam	9.000	14,4	129.600	100.000	12.960.000.000	12.960.000
8	kayu	19.200	15	288.000	112.000	32.256.000.000	32.256.000
	sekam	12.000	14,4	172.800	100.000	17.280.000.000	17.280.000
9	solar	24	0,000036	0,000864	74.100	64,0224	0,0640224
10	solar	36	0,000036	0,001296	74.100	96,0336	0,0960336
11	solar	60	0,000036	0,00216	74.100	160,056	0,160056
12	solar	24	0,000036	0,000864	74.100	64,0224	0,0640224
13	solar	36	0,000036	0,001296	74.100	96,0336	0,0960336
14	solar	60	0,000036	0,00216	74.100	160,056	0,160056
Total Emisi							432.576.000,6

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan emisi dari industri ini sebesar 432.576.000,6 ton CO<sub>2</sub>/tahun. dari 14 industri diatas dihasilkan produk sebanyak 4.100.000 kg/tahun. Kapasitas produksi untuk bahan galian logam dianggap berat satu kg sama dengan 1 buah unit bahan galian non logam. Dari nilai emisi tersebut dilakukan perhitungan FES sebesar:

$$\text{FES} = \text{emisi karbon} \div \text{total produksi}$$

$$\text{FES} = 432.576.000,6 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \div 4.100.000 \text{ kg/tahun}$$

$$\text{FES} = 105,5 \text{ ton CO}_2/\text{kg produk atau } 105,5 \text{ ton CO}_2/\text{unit produk}$$

Sehingga dalam setiap ton produk menghasilkan emisi 105,5 ton CO<sub>2</sub> setiap tahunnya.

#### c. Industri Makanan

Industri makanan di Kabupaten Banyuwangi pada Lampiran Tabel 2 diketahui bahwa kebanyakan industri menggunakan bahan bakar kayu bakar, tongkol

jagung, dan serabut kelapa. Dari hasil perhitungan didapatkan emisi total sebesar 19.983.640,05 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Produksi gula merah, tempe dan tahu masih banyak menggunakan bahan bakar non minyak dikarenakan bahan bakar tersebut mudah dicari dan gratis. Total kapasitas produksi industri makanan adalah sebesar 1.245.600 kg/tahun. Sehingga nilai FES didapatkan sebesar 16,04 ton CO<sub>2</sub>/kg produk.

### 4.3 Aplikasi FES untuk Sektor Transportasi dan Industri

Aplikasi FES digunakan untuk menghitung emisi dari suatu kota berdasarkan data yang tersedia dan tahun data. Aplikasi FES untuk sektor transportasi menggunakan alternatif 1 karena lebih mudah untuk diaplikasikan.

#### 4.3.1 Aplikasi FES untuk Sektor Transportasi

Berdasarkan Tabel 4.17 dan Tabel 4.18 maka dilakukan perhitungan untuk emisi tahun 2011 dan tahun 2013. Dari Tabel 4.17 pada tahun 2011 didapatkan nilai emisi sebesar 468.459 ton CO<sub>2</sub>.

Tabel 4.17 Perhitungan Emisi CO<sub>2</sub> Tahun 2011

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah Kend	Konversi SMP	SMP	FES	Emisi CO <sub>2</sub>
Sepeda Motor		457.944	0,25	114.486	2,239521	256.393,8
Roda tiga		1.477	0,25	369,25	2,239521	826,9431
Mobil Penumpang Umum	Bensin	150	1	150	2,239521	335,9282
Mobil Penumpang Pribadi		13.373	1	13.373	2,239521	29.949,11
Bus Besar Umum		206	1,2	247,2	8,547868	2.113,033
Bus Besar Pribadi	Solar	22	1,2	26,4	8,547868	225,6637
Bus Kecil Umum		38	1	38	8,547868	324,819
Bus Kecil Pribadi		5	1	5	8,547868	42,73934
Mobil Penumpang Pribadi		6.130	1	6.130	8,547868	52.398,43
Truk Besar		6.954	1,2	8.344,8	8,547868	71.330,25
Alat berat		15	1,2	18	8,547868	153,8616
Truk Kecil		6.360	1	6.360	8,547868	54.364,44
Total Emisi (ton CO <sub>2</sub> /tahun)						468.459

Untuk perhitungan emisi CO<sub>2</sub> tahun 2013 didapatkan juga melalui FES alternatif 1 yang ditunjukkan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Perhitungan Emisi CO<sub>2</sub> Tahun 2013

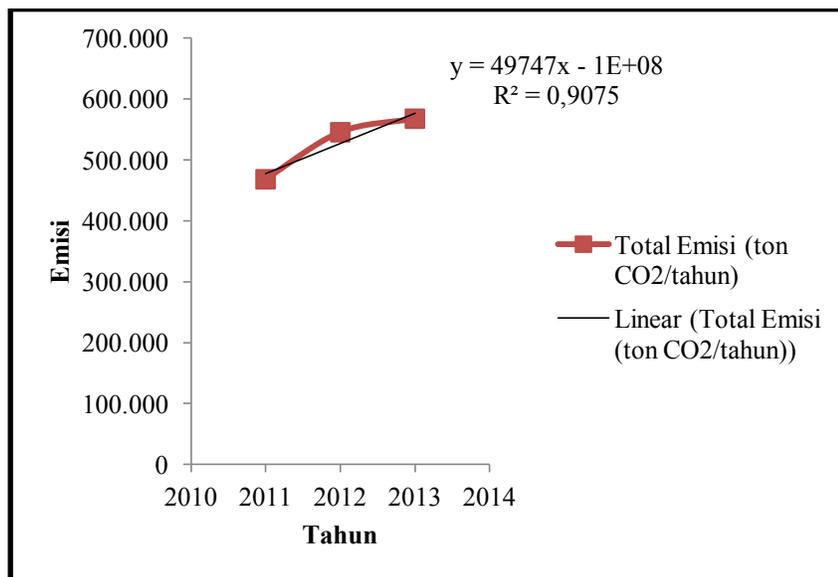
Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah Kend	Konversi SMP	SMP	FES (ton CO <sub>2</sub> /SMP)	Emisi CO <sub>2</sub>
Sepeda Motor		587.396	0,25	146.849	2,239521	32.8871,4
Roda tiga		1.477	0,25	369,25	2,239521	826,9431
Mobil Penumpang Umum	Bensin	173	1	173	2,239521	387,4371
Mobil Penumpang Pribadi		16.660	1	16.660	2,239521	37.310,42
Bus Besar Umum		267	1,2	320,4	8,547868	2.738,737
Bus Besar Pribadi		28	1,2	33,6	8,547868	287,2084
Bus Kecil Umum		44	1	44	8,547868	376,1062
Bus Kecil Pribadi	Solar	8	1	8	8,547868	68,38294
Mobil Penumpang Pribadi		7.138	1	7.138	8,547868	61.014,68
Alat berat		21	1,2	25,2	8,547868	215,4063
Truk Besar		7.318	1,2	8.781,6	8,547868	75.063,96
Truk Kecil		7.112	1	7.112	8,547868	60.792,44
Total Emisi (ton CO <sub>2</sub> /tahun)						567.953,1

Hasil perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 4.17 dan Tabel 4.18 dapat diringkas di Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Emisi

Tahun	Total Emisi (ton CO <sub>2</sub> )
2011	468.459
2012	545.718,2
2013	567.953,1

Tabel 4.19 menunjukkan hasil total emisi CO<sub>2</sub> selama 3 tahun terakhir. Dari Tabel 4.19 menunjukkan kecenderungan kenaikan emisi karbon dikarenakan peningkatan jumlah kendaraan selama tiga tahun terakhir. Peningkatan selama 3 tahun terakhir senilai 17,5%. Peningkatan jumlah kendaraan ini didominasi oleh kendaraan roda dua dan mobil penumpang.



Gambar 4.1 Emisi CO<sub>2</sub> Tahun 2011 – 2013

Berdasarkan gambar tersebut menghasilkan nilai R mendekati 1 sehingga dapat disimpulkan model menggambarkan hasil yang bagus/valid. Dari data diatas didapatkan bahwa variabel tahun mampu menjelaskan variabilitas emisi sebesar 95%. Sebagai dasar untuk pemetaan diperlukan data terkait emisi tiap kecamatan. Oleh karena itu diperlukan data berupa jumlah kendaraan tiap kecamatan. Berikut ini merupakan aplikasi FES alternatif 1 untuk perhitungan emisi tiap kecamatan.

Tabel 4.20 Emisi Tiap Kecamatan

Kecamatan	Emisi Sektor Transportasi
Licin	6.904
Giri	9.046
Tegalsari	10.223
Glagah	10.835
Pesanggaran	11.694
Siliragung	12.798
Singojuruh	12.990
Songgon	13.027
Glenmore	14.839
Bangorejo	15.451
Kabat	15.507
Tegaldlimo	15.952
Gambiran	15.955

Lanjutan Tabel 4.20 Emisi Tiap Kecamatan

<b>Kecamatan</b>	<b>Emisi Sektor Transportasi</b>
Cluring	16.089
Purwoharjo	17.230
Kalibaru	17.269
Sempu	18.156
Genteng	21.792
Wongsorejo	24.536
Rogojampi	27.185
Kalipuro	28.084
Srono	28.720
Banyuwangi	42.932
Muncar	48.600

Dari hasil rekapitulasi perhitungan emisi tiap kecamatan didapatkan 2 kecamatan dengan nilai emisi tertinggi yaitu Muncar dan Banyuwangi. Kedua kota ini merupakan kota dengan kawasan perkotaan dan banyak industri di dalamnya. Di Kecamatan Muncar terdapat industri perikanan yang menyerap banyak tenaga kerja. Sedangkan Kecamatan Banyuwangi merupakan wilayah perkotaan dengan pusat perdagangan dan jasa. Oleh karena itu, kebutuhan transportasi sangat tinggi yang menyebabkan jumlah kepemilikan kendaraan bermotor tinggi.

Berdasarkan data dari Dinas Pekerjaan Umum didapatkan data panjang jalan tiap masing-masing jenis jalan, data ini akan digunakan sebagai dasar perhitungan dari FES alternatif 3

Tabel 4.21 Perhitungan Emisi CO<sub>2</sub>

<b>Jenis Jalan</b>	<b>FES</b>	<b>Panjang Jalan</b>	<b>Emisi CO<sub>2</sub></b>
	<b>(kg CO<sub>2</sub>/jam.km)</b>	<b>km</b>	<b>kg CO<sub>2</sub>/jam</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>
Nasional	88,528	100.530,00	8.899.719,8
Provinsi	87,385	114.260,00	9.984.610,1
Kabupaten	42,085	1.908.033,30	80.299.581,43
	Total Emisi		99.183.911,37

Dari Tabel 4.21 didapatkan hasil emisi CO<sub>2</sub> total berdasarkan jenis jalan adalah sebesar 99.183.911,37 kg CO<sub>2</sub>/jam. Apabila dikonversi dengan satuan yang lain didapatkan nilai emisi sebesar 99.183,9 ton CO<sub>2</sub>/jam.

#### 4.3.2 Aplikasi FES untuk Sektor Industri

FES yang sudah didapatkan dari masing-masing jenis industri tersebut dilakukan perhitungan untuk total emisi karbon.

##### a. Industri Perkebunan

Total industri perkebunan ada 26 industri yang belum diketahui konsumsi bahan bakarnya. Untuk perhitungan emisinya menggunakan nilai FES.

Tabel 4.22 Perhitungan Penerapan FES Industri Perkebunan

Industri	Kapasitas (ton/th)	FES Ton CO <sub>2</sub> /ton produk	Emisi CO <sub>2</sub> Ton CO <sub>2</sub>
Perkebunan 13	720	0,74	532,8
Perkebunan 14	60	0,74	44,4
Perkebunan 15	60	0,74	44,4
Perkebunan 16	500	0,74	370
Perkebunan 17	750	0,74	555
Perkebunan 18	237	0,74	175,4
Perkebunan 19	720	0,74	532,8
Perkebunan 20	675	0,74	499,5
Perkebunan 21	615	0,74	455,1
Perkebunan 22	730	0,74	540,2
Perkebunan 23	650	0,74	481
Perkebunan 24	2.160	0,74	1.598,4
Perkebunan 25	900	0,74	666
Perkebunan 26	2.700	0,74	1.998
Total Emisi			8.492,98

Total emisi 12 industri perkebunan lainnya yaitu 144.508,9 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Hasil emisi total dari industri perkebunan yang ada di Kabupaten Banyuwangi yaitu 153.001,88 ton CO<sub>2</sub>/tahun.

##### b. Industri Perikanan

Hasil perhitungan dari industri perikanan sejenis dengan menggunakan FES dapat dilihat pada Lampiran Tabel 1. Dari hasil perhitungan 58 industri FES yang ada

didapatkan nilai emisi CO<sub>2</sub> sebesar 149.086,75 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Sedangkan nilai emisi karbon sebelumnya adalah sebesar 176,06 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Sehingga emisi total dari industri perikanan adalah 149.262,81 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Keseluruhan industri ini berada di Kecamatan Muncar.

### c. Industri Tekstil

Emisi industri tekstil sebesar 7,95 ton CO<sub>2</sub>/tahun berasal dari 11 industri sejenis. Industri tekstil lain berjumlah 331 yang tersebar di 24 kecamatan. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan emisi industri tekstil di tiap kecamatan ditunjukkan pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Emisi Industri Tekstil Tiap Kecamatan

<b>Kecamatan</b>	<b>Emisi Tekstil</b>
Bangorejo	0
Banyuwangi	174,9
Cluring	95,4
Gambiran	0
Genteng	834,75
Glenmore	0
Kabat	222,6
Kalipuro	0
Muncar	0
Pesanggaran	0
Purwoharjo	0
Rogojampi	675,75
Sempu	262,35
Siliragung	0
Singojuhur	278,25
Songgon	0
Srono	87,45
Tegaldlimo	0
Wongsorejo	0

### d. Industri Bahan Galian non Logam

Industri bahan galian non logam ini banyak tersebar di enam kecamatan yaitu Genteng, kalipuro, Purwoharjo, Siliragung, Tegaldlimo dan Wongsorejo.

Berikut ini merupakan hasil perhitungan emisi bahan galian di tiap Kecamatan di Kabupaten Banyuwangi.

**Tabel 4.24 Emisi Bahan Galian Non Logam**

<b>Kecamatan</b>	<b>Emisi Bahan Galian</b>
Bangorejo	0
Banyuwangi	0
Cluring	0
Gambiran	0
Genteng	9.084.096.013
Glenmore	0
Kabat	0
Kalipuro	49.746.240.069
Muncar	0
Pesanggaran	0
Purwoharjo	32.010.624.044
Rogojampi	0
Sempu	0
Siliragung	4.325.760.006
Songgon	0
Srono	0
Singojuruh	0
Tegaldlimo	1,37127E+11
Wongsorejo	1.730.304.002

#### **e. Industri Makanan**

Tabel emisi industri makanan tiap kecamatan di Kabupaten Banyuwangi ditunjukkan pada Tabel 4.24. Dari tabel di bawah menunjukkan ada beberapa kecamatan yang tidak memiliki industri makanan di dalamnya yaitu Cluring, Purwoharjo, Tegaldlimo dan Wongsorejo. Untuk emisi tertinggi berada di kecamatan Srono, Sempu dan Pesanggaran.

**Tabel 4.25 Emisi Industri Makanan**

<b>Kecamatan</b>	<b>Emisi Industri Makanan</b>
Bangorejo	1.458.805.724
Banyuwangi	99.918.200,25
Cluring	0
Gambiran	1.558.723.924

Lanjutan Tabel 4.25 Emisi Industri Makanan

Kecamatan	Emisi Industri Makanan
Genteng	419.656.441,1
Glenmore	559.541.921,4
Kabat	2.078.298.565
Kalipuro	399.672.801
Muncar	1.039.149.283
Pesanggaran	3.497.137.009
Purwoharjo	0
Rogojampi	3.077.480.568
Sempu	3.816.875.250
Siliragung	119.901.840,3
Singojuruh	79.934.560,2
Songgon	159.869.120,4
Srono	11.970.200.390
Tegaldlimo	0
Wongsorejo	0

#### f. Emisi Total

Total emisi dari sektor industri yaitu  $2,64 \times 10^{11}$  ton CO<sub>2</sub>/tahun yang terdiri dari:

1. Industri Perkebunan sebesar 153.001,88 ton CO<sub>2s</sub>/tahun
2. Industri Perikanan sebesar 149.262,81 ton CO<sub>2</sub>/tahun
3. Industri Kertas sebesar 82.269,29 ton CO<sub>2</sub>/tahun
4. Industri Tekstil sebesar 2.631,45 ton CO<sub>2</sub>/tahun
5. Industri bahan galian non logam sebesar  $2,34 \times 10^{11}$  ton CO<sub>2</sub>/tahun
6. Industri Makanan sebesar 30.335.165.596 ton CO<sub>2</sub>/tahun

#### 4.4 Pemetaan

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi FES didapatkan emisi tiap sektor baik sektor industri dan transportasi. Dari hasil pemetaan didapatkan bahwa emisi terbesar terjadi di Kecamatan Tegaldlimo. Berikut ini merupakan Tabel 4.26 tentang rekapitulasi emisi masing-masing sektor dan total emisinya.

Tabel 4.26 Emisi Total

Kecamatan	Sektor Transportasi	Sektor Industri	Total Emisi
Licin	6.903,9	0	6.903,86
Giri	9.046,2	0	9.046,20
Tegalsari	10.222,6	0	10.222,56
Glagah	10.834,8	0	10.834,75
Cluring	16.088,6	95,4	16.183,95
Kalibaru	17.269	19978,43	37.247,43
Singojuruh	12.989,9	79934838,45	79.947.828,4
Banyuwangi	42.931,8	100000644,4	100.043.576,3
Songgon	13.026,9	159869989,9	159.883.016,8
Glenmore	14.839,2	559571047,5	559.585.886,7
Muncar	48.600,3	1039298546	1.039.347.146
Bangorejo	15.450,5	1458805724	1.458.821.175
Gambiran	15.955,1	1558723924	1.558.739.879
Wongsorejo	24.536,1	1730304282	1.730.328.818
Kabat	15.507,5	2078298788	2.078.314.295
Rogojampi	27.185,3	3077481243	3.077.508.428
Pesanggaran	11.693,9	3497144285	3.497.155.979
Sempu	18.156,1	3816875512	3.816.893.668
Siliragung	12.797,9	4445661846	4.445.674.644
Genteng	21.792	9503753377	9.503.775.169
Srono	28.720	11970200477	11.970.229.197
Purwoharjo	17.229,9	32010624044	32.010.641.274
Kalipuro	28.083,9	50146023008	50.146.051.092
Tegaldlimo	15.952,1	1,37 x 10 <sup>11</sup>	1,37 x 10 <sup>11</sup>

Berdasarkan Tabel 4.26 didapatkan nilai emisi CO<sub>2</sub> terendah adalah di Kecamatan Licin sebesar 6.903,86 ton CO<sub>2</sub>. Sedangkan untuk kecamatan dengan emisi terbesar yaitu Kecamatan Tegaldlimo sebesar 1,37 x 10<sup>11</sup> ton CO<sub>2</sub>. Dari kedua nilai tersebut digunakan sebagai perhitungan untuk menentukan *range* dari pemetaan yaitu :

$Range = (\text{nilai tertinggi} - \text{nilai terendah}) \div \text{pewarnaan}$

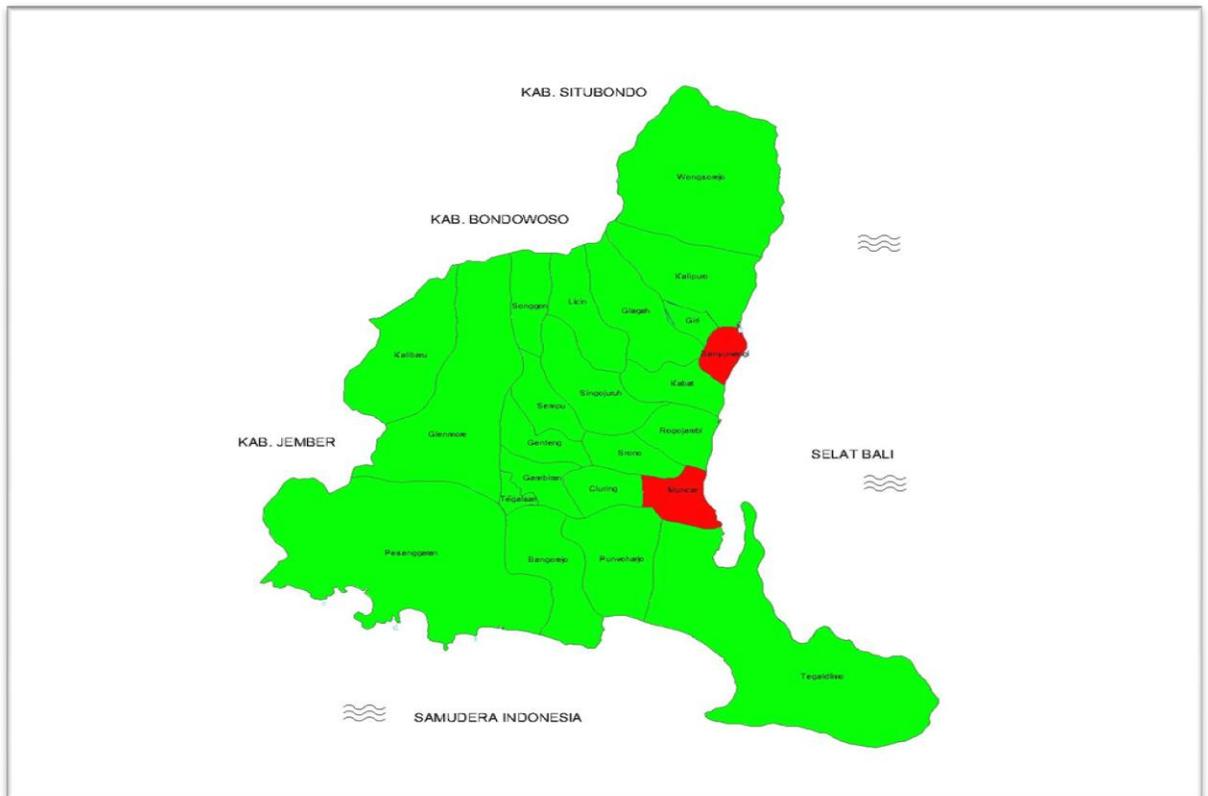
$$Range = \frac{1,37 \times 100000000000 - 6903,86}{5}$$

$$Range = 2,74 \times 10^{10}$$

Hasil perhitungan menunjukkan range pemetaan yang ditunjukkan pada Tabel 4.27

Tabel 4.27 Range Pemetaan

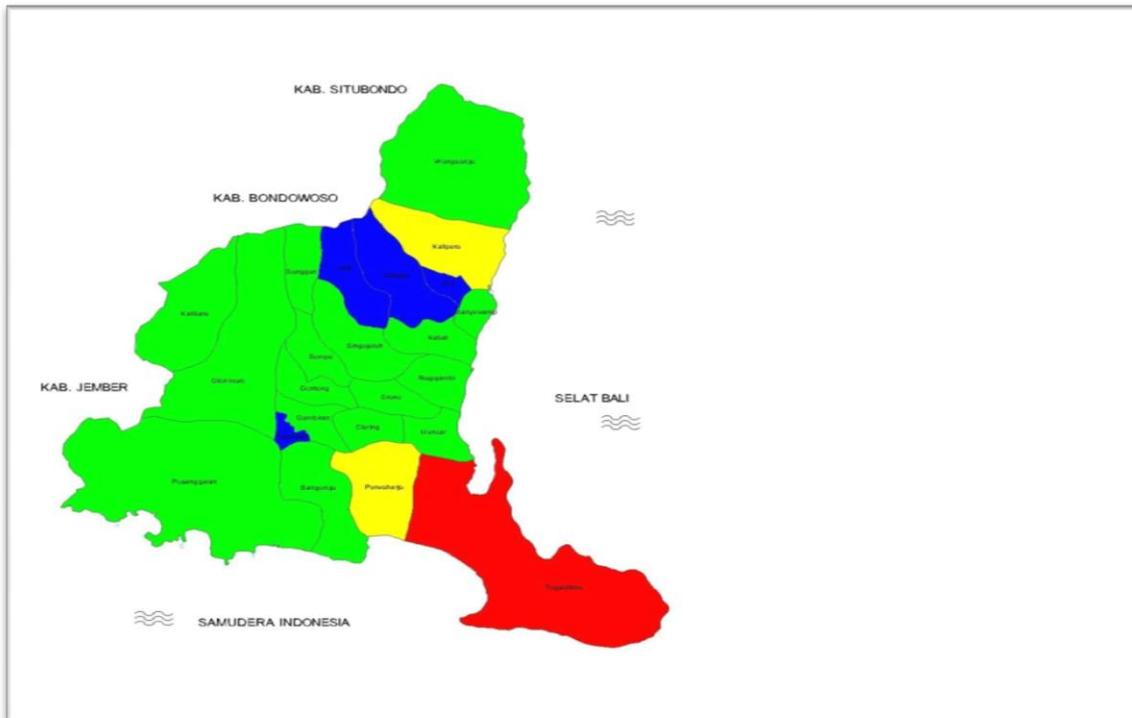
Range		Warna
0		
1	- 27.425.398.619	
27.425.398.620	- 54.850.797.238	
54.850.797.239	- 82.276.195.859	
82.276.195.860	- 1,09702E+11	
1,09702E+11	- 1,37127E+11	



Gambar 4.2 Pemetaan Tapak Karbon Sektor Transportasi

Berdasarkan pemetaan yang dilakukan menunjukkan hasil Kecamatan Muncar dan Banyuwangi memiliki emisi tertinggi di wilayah transportasi. Hal ini dikarenakan 2 kecamatan tersebut merupakan pusat kota dan industri. Oleh karena itu, jumlah kendaraannya meningkat. Selain itu, kedua kecamatan tersebut merupakan kecamatan

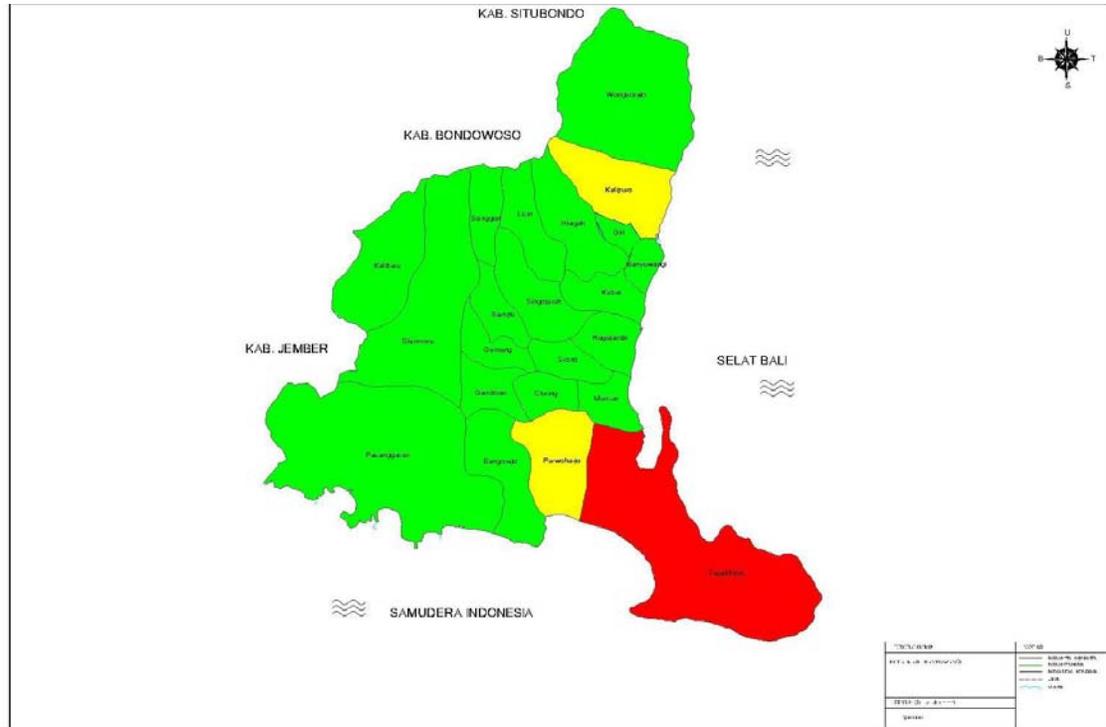
dengan jumlah penduduk terpadat. Karakteristik wilayah tersebut menyerap banyak tenaga kerja.



Gambar 4.3 Pemetaan Tapak Karbon Sektor Industri

Berdasarkan Gambar 4.3 pemetaan sektor industri menunjukkan bahwa ada 4 kecamatan yang emisi dari sektor industrinya bernilai 0 yaitu kecamatan Licin, Gir, Tegalsari, dan Glagah. Daerah ini merupakan daerah yang tidak memiliki kawasan industri. Untuk sektor industri emisi terbesar terdapat di Kecamatan Tegaldlimo. Hal ini terjadi karena di wilayah Tegaldlimo ada beberapa desa yang mata pencaharian rumah tangganya sama yaitu membuat batu bata, genteng serta gerabah. Setiap bulan industri bahan galian non logam membakar dengan minimum jumlah 10.000 buah. Setiap proses pembakaran menggunakan sekam dan kayu yang menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> tinggi. Selain itu, industri makanan berupa pembuatan gula juga banyak ditemukan di Kecamatan Tegaldlimo. Industri ini menggunakan bahan bakar berbasis biomassa kayu. Berikut ini merupakan hasil *overlay* dari sektor transportasi dan industri yang

ditunjukkan pada Gambar 4.4. Dari hasil overlay menunjukkan ada 3 daerah dengan emisi tinggi yaitu Tegaldlimo, Kalipuro dan Purwoharjo.



Gambar 4.4 Pemetaan Total Tapak Karbon

#### 4.5 Upaya Mitigasi

Sektor transportasi merupakan salah satu sektor yang sulit untuk diturunkan emisinya karena jumlahnya yang banyak dengan sumber emisi kecil. Penurunan emisi sulit untuk dilakukan karena kendaraan berkaitan erat dengan pembangunan ekonomi. Sedangkan sektor industri lebih diatur untuk emisinya khusus industri besar. Ada tiga langkah untuk mengurangi emisi dari sektor transportasi yaitu :

1. Menghindari

Salah satu cara untuk membatasi perjalanan dengan kendaraan bermotor pribadi. Karena kendaraan pribadi yang meningkat diperlukan manajemen parkir yang baik untuk menekan peningkatan jumlah kendaraan pribadi.

2. Mengganti

Mengganti dengan bahan bakar ramah lingkungan. Indonesia sedang melakukan konversi bahan bakar minyak (BBM) menuju bahan bakar gas (BBG). Untuk perubahan ini pertama diutamakan untuk kendaraan dengan bahan bakar solar.

### 3. Meningkatkan

Meningkatkan efisiensi energi dari sektor transportasi dan teknologi kendaraan bermotor sehingga emisi yang dihasilkan lebih rendah.

Dari sektor industri juga menggunakan metode yang kurang lebih sama dengan sektor transportasi. Untuk mengurangi emisi dari sektor industri dengan cara mengganti bahan bakar penghasil emisi tinggi dengan bahan bakar pengganti emisi rendah. Di Kabupaten Banyuwangi masih banyak industri yang menggunakan bahan bakar biomassa berbasis kayu seperti kayu bakar, tongkol jagung, dan sekam. Biomassa tersebut menghasilkan emisi yang tinggi apabila dibakar. Oleh karena itu, salah satu rekomendasi penggantian bahan bakar dengan bahan bakar LPG. Selain itu, penggantian bahan bakar dengan menggunakan bahan bakar biomassa dengan teknik gasifier juga dapat dilakukan. Berikut ini, analisis aspek yang menggunakan pendekatan tindakan mitigasi untuk mengurangi emisi.

## 4.6 Analisis Aspek

Penelitian ini merupakan penelitian survey sehingga ada aspek yang harus ditinjau. Ada dua aspek yang dipertimbangkan yaitu aspek teknik dan ekonomi. Pendekatan analisis menggunakan skenario yang merupakan upaya mitigasi untuk menurunkan emisi.

### a. Sektor Transportasi

Ada 2 skenario yang dipakai pada sektor transportasi adalah mengaktifkan kembali kendaraan umum dan mengganti bahan bakar dengan bahan bakar gas. Berikut ini merupakan tinjauan aspek dari masing-masing skenario.

#### a.1. Skenario 1 : mengaktifkan kembali kendaraan umum.

Skenario ini dipilih karena setiap tahun terjadi peningkatan jumlah kendaraan untuk kendaraan pribadi karena kendaraan umum kurang memadai. Salah

satu cara yaitu pengaktifan kembali trayek MPU (mobil penumpang umum) baik angkutan kota dan angkutan pedesaan untuk seluruh kawasan.

#### 1. Aspek Teknik

Untuk mempersiapkan kondisi peralihan dari kendaraan pribadi ke umum, perlu dilakukan perbaikan secara menyeluruh terhadap transportasi umum di Kabupaten Banyuwangi untuk sarana dan prasarananya. Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan, kondisi kendaraan umum di sana perlu dilakukan peningkatan baik kualitas dan kuantitasnya. Selain itu, perbaikan kondisi jalan penting untuk dilakukan untuk memudahkan sarana dan prasarana transportasi.

Tabel 4.28 Trayek Angkutan Kota

Jurusan	Jumlah
T.Blambangan – T.Brawijaya VIA Dr.Soetomo – Jl.A. Yani PP	35
T.Blambangan – T.Brawijaya Via MT Hariyono	11
T. Sasak Perot – Inggrian Via Jl. Jagung Suprpto PP	8
T. Brawijaya – T. Brawijaya Via Jl. Brawijaya Jl Letkol Istiklah	6
T.Brawijaya – T. Blambangan Via Sasak Perot PP	6
T.Blambangan – T. Sri Tanjung Via Jl. Yos Sudarso	31
Sta.Karang Asem – Sta.Argopuro Via.Jl. Jagung Suprpto - Jl.DR.Sutoma -Jl.Kartini-Jl.Surati-Jl.Basuki Rahmat-Jl.Istiklah PP	12
Kallipuro – T. Blambangan Via Jl Letkol Istiklah PP	9
T. Brawijaya – T.Sasak Perot Via Jl. Pendarungan P	0
T. Blambangan – T. Sritanjung Via Kalipuro PP	8
<b>Total</b>	<b>126</b>

Untuk kawasan perkotaan, jumlah angkutan kota belum menjangkau semua kawasan. Selain data angkutan kota di atas, pada Lampiran Tabel 3 terdapat hanya 89 MPU di kawasan pedesaan.

Tabel 4.29 Survei Kendaraan Umum

Wilayah	Jumlah	Beralih ke kendaraan umum	
		Ya	Tidak
Perkotaan	38	15	20
Pedesaan	36	5	33
Total	74	10	59
Prosentase		27,03%	72,97%

Oleh karena itu, diperlukan penambahan armada dan kualitas perlu dilakukan. Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan didapatkan jumlah responden 74 orang yang berasal dari 38 daerah perkotaan dan 36 daerah pedesaan. Jumlah penduduk di Kabupaten Banyuwangi sejumlah 1.574.778 jiwa yang tersebar di 24 kecamatan. Sebesar 27,03% beralih ke transportasi umum, sehingga sebesar 319.212 jiwa beralih ke transportasi umum. Asumsi :

1. Kapasitas kepenuhan angkutan kota atau angkutan pedesaan 10 orang (hasil survey)
2. Naik angkutan kota atau angkutan pedesaan 4 hari dalam satu minggu (hasil wawancara)
3. 1 rit angkutan kota 1 jam, angkutan pedesaan 2 jam
4. Waktu operasi pukul 05.00 sampai 17.00

Dari asumsi di atas didapatkan perhitungan kebutuhan angkutan kota dan angkutan pedesaan sebesar :

1. Angkutan kota

Sebesar 20,3% masyarakat wilayah perkotaan mau menggunakan angkutan umum. Dengan asumsi di atas maka dapat dihitung kebutuhan angkutan kota sebesar:

$$\text{Penduduk} = 16,2\% \times 319.212$$

$$\text{Jumlah penduduk} = 68.950 \text{ jiwa}$$

Sebanyak 68.950 jiwa yang mau menggunakan kendaraan umum maka dibutuhkan angkutan kota dengan perhitungan :

$$\text{Jumlah angkutan kota} = \text{jumlah jiwa} \div \text{waktu operasi}$$

$$= 68.950 \div 2400$$

$$= 29 \text{ buah}$$

2. Angkutan pedesaan

Sebesar 4% masyarakat wilayah pedesaan mau menggunakan angkutan desa. Dengan asumsi di atas maka dapat dihitung kebutuhan angkutan pedesaan sebesar:

$$\text{Penduduk} = 4\% \times 319.212$$

$$\begin{aligned}\text{Penduduk} &= 12.768 \div 1200 \\ &= 15 \text{ buah}\end{aligned}$$

Pada tahun 2013 didapatkan emisi sebesar 567.963 ton CO<sub>2</sub>. Sedangkan pada tahun 2014 diberikan penambahan total kebutuhan mobil penumpang sebesar 44 buah. Dengan asumsi tidak ada penambahan jumlah kendaraan pribadi lainnya maka didapatkan emisi sebesar 568.051,7 ton CO<sub>2</sub> dari hasil perhitungan emisi pada Lampiran Tabel 28. Untuk tahun 2015 dengan pengkondisian 27% beralih ke kendaraan umum maka sebesar 27% kendaraan roda 2 tidak dipergunakan. Hasil perhitungan prediksi tahun 2015 ditunjukkan pada Lampiran 5 Tabel 29. Hasil emisi sebesar 327.975,5 ton CO<sub>2</sub>. Penurunan emisi sebesar 240.076 ton CO<sub>2</sub> setelah diprosentasekan penurunan terjadi sebesar 42,3%.

## 2. Aspek Biaya

Aspek biaya yang dipertimbangkan dalam skenario ini yaitu :

1. Total kendaraan yang akan beroperasi sebesar 217 mobil penumpang umum dengan rata-rata pengisian 25 liter tiap hari.

Perhitungan konsumsi bahan bakar:

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi} &= 25 \text{ liter} \times \text{Rp } 8.500/\text{ liter} \times 340 \text{ hari} \times 217 \\ &= \text{Rp } 15.678.250.000 \text{ dalam satu tahun}\end{aligned}$$

Harga angkutan kota jauh dekat sebesar Rp 5.000 maka dengan 3 kali rit maka dihasilkan tiap hari

$$\begin{aligned}\text{Pemasukan} &= \text{Rp } 5.000 \times 10 \times 3 \times 340 \text{ hari} \times 217 \\ &= \text{Rp } 11.067.000.000\end{aligned}$$

Dengan demikian, angkutan mobil penumpang merugi sebesar Rp 4.611.250.000 tiap tahun. Harga premium sebesar Rp 8.500 dengan demikian subsidi kendaraan sebesar

Subsidi = biaya ÷ harga premium tiap liter ÷ jumlah MPU

$$\text{Subsidi} = \text{Rp } 4.611.250.000 \div \text{Rp } 8.500 \div 217$$

$$\text{Subsidi} = \text{Rp } 2.500$$

Oleh karena itu, diperlukan subsidi sebesar Rp 2.500/liter bahan bakar.

## 2. Harga kendaraan

Harga kendaraan untuk memenuhi kebutuhan adalah sekitar 44 unit. Setiap unit diasumsikan seharga Rp 200.000.000, maka kebutuhan akan unit sebesar Rp 8.800.000.000. Selain harga kendaraan, pertimbangan yang lain yaitu adanya biaya pemeliharaan sebesar 5% dari harga beli setiap tahun. Biaya pemeliharaan sebesar Rp 440.000.000/tahun. Sehingga total biaya dari segi kendaraan sebesar Rp 9.240.000.000.

## 3. Harga perbaikan jalan

Ada sebanyak 820,96 km<sup>2</sup> jalan kabupaten yang permukaannya berupa tanah. Karena jalan kabupaten merupakan akses jalan yang akan digunakan untuk fasilitas umum maka penting untuk dilakukan perbaikan dengan menggunakan jenis permukaan *hotmix*. Harga konstruksi pelapisan *hotmix* adalah Rp 75.000/m<sup>2</sup>. Jalan kabupaten yang permukaannya masih buruk seluas 820.960.000 m<sup>2</sup>, maka biaya yang diperlukan untuk perbaikan jalan adalah sebesar Rp 61.570.000.000.000. Biaya sebesar ini secara bertahap dilaksanakan setiap tahun sedikitnya 100 km<sup>2</sup> harus dilakukan perbaikan.

## 4. Harga Perbaikan Fasilitas Umum

Fasilitas umum yang perlu diperbaiki meliputi halte, terminal dan fasilitas umum yang ada di dalamnya.

### a. Pembangunan Halte

Halte di Kawasan Banyuwangi cukup memprihatinkan sehingga perlu dilakukan perbaikan dan pembangunan di beberapa kawasan pedesaan karena tidak terdapat halte. Menurut 8x3,5 m<sup>2</sup> tiap meternya biayanya Rp 5.000.000. Diperkirakan akan menggunakan 27 halte di kawasan kota dan desa 45 di kawasan desa. Sehingga dilakukan perhitungan seperti pada Tabel 4.29

Tabel 4.30 Perhitungan Biaya Pembangunan Halte

Lokasi Halte	Kebutuhan	Biaya	Total Biaya
kawasan kota	27	140.000.000	3.780.000.000
kawasan desa	45	140.000.000	6.300.000.000

b. Perbaikan terminal

Ada 9 terminal yang ada di Kabupaten Banyuwangi yaitu Sritanjung, Brawijaya, Wiraguna, Jajag, Muncar, Rogojampi, Blambangan, LCM Ketapang, dan Sasak Perot. Perlu perbaikan total dari 9 terminal tersebut. Perbaikan tersebut dilakukan mulai dari penertiban parkir, urutan keberangkatan bis dan sanitasinya. Biaya perbaikan diasumsikan Rp 10.000.000 untuk setiap terminal maka didapatkan biaya untuk perawatan terminal sebesar Rp 90.000.000.

a.2.Skenario 2 : Mengganti bahan bakar solar menjadi BBG (Bahan Bakar Gas)

Skenario 2 dipilih karena hanya ada 2 bahan bakar yaitu bensin dan solar. Pemerintah mengupayakan untuk mengganti bahan bakar mobil penumpang umum berbahan bakar bensin menjadi BBG. Penggantian bahan bakar ini menggunakan *converter kit*. Pemasangan alat ini merupakan salah satu dari RAN GRK yang dapat menurunkan emisi sampai 20%.

1. Aspek Teknis

Pengalihan BBM ke BBG ini dimulai dari angkutan umum. Berdasarkan Setiyawan, A (2000), konsumsi angkutan umum rata-rata 21 LSP (Liter Setara Premium) BBG perhari. Sedangkan untuk premium 21,2 liter. Kabupaten Banyuwangi memiliki mobil penumpang umum dengan bahan bakar bensin sebanyak 173 pada tahun 2013. Emisi Kendaraan tanpa mempertimbangkan kendaraan mobil penumpang umum sebesar 567.565,7 ton CO<sub>2</sub>.

Emisi kendaraan mobil penumpang bensin = 387,42 ton CO<sub>2</sub>

Konsumsi BBG = waktu operasi x konsumsi/hari x jumlah kendaraan

$$= 340 \text{ hari} \times 21 \text{ LSP} \times 173$$

$$= 1.235.220 \text{ LSP}$$

$$\text{Konsumsi BBG} = 1.235,2 \text{ m}^3 \times \frac{0,028 \text{ SCF}}{1 \text{ m}^3}$$

$$= 34,5856 \text{ SCF}$$

Emisi Karbon = Konsumsi Energi x FE x Nilai Kalor

$$= 34,5856 \text{ SCF} \times 1,05 \times 10^{-6} \text{ TJ/SCF} \times 56.100 \text{ kg CO}_2/\text{TJ}$$

$$= 2,04 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}$$

$$\text{Emisi skenario 2} = 567565,7 + 2,04 = 567.567,7 \text{ ton CO}_2$$

Sehingga emisi total dari skenario 2 yaitu sebesar 135,9 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Dari hasil tersebut direkapitulasi dengan nilai emisi dari skenario 1 dan eksisting yang digambarkan pada Tabel 4.22

Tabel 4.31 Rekapitulasi Emisi

<b>Keterangan</b>	<b>Nilai Emisi (ton CO<sub>2</sub>)</b>
Emisi eksisting	567.953,1
Emisi skenario 1	327.975,9
Emisi skenario 2	567.567,7

Dari hasil rekapitulasi di atas dapat diketahui skenario yang efektif untuk menurunkan emisi adalah skenario 1.

## 2. Aspek Biaya

Pengalihan BBM ke BBG ini dimulai dari angkutan umum. Berdasarkan Setiyawan, A (2000), konsumsi angkutan umum rata-rata 21 LSP (Liter Setara Premium) BBG perhari. Sedangkan untuk premium 21,2 liter. Kabupaten Banyuwangi memiliki mobil penumpang umum dengan bahan bakar bensin sebanyak 173 pada tahun 2013. Maka dilakukan perbandingan sebagai berikut:

$$\text{BBG} = \text{jumlah kendaraan} \times \text{waktu operasi} \times \text{konsumsi/hari} \times \text{harga}$$

$$\text{BBG} = 173 \times 340 \text{ hari} \times 21 \text{ LSP} \times \text{Rp } 3.100/\text{LSP}$$

$$\text{BBG} = \text{Rp } 3.829.182.000$$

$$\text{Bensin} = \text{jumlah kendaraan} \times \text{waktu operasi} \times \text{konsumsi/hari} \times \text{harga}$$

$$\text{Bensin} = 173 \times 340 \text{ hari} \times 21,2 \text{ liter} \times \text{Rp } 8.500/\text{liter}$$

$$\text{Bensin} = \text{Rp } 10.599.364.000$$

Dari kedua perbandingan didapatkan penggunaan BBG jauh lebih efektif secara finansial dibanding BBM.

Pertimbangan biaya yang harus dipikirkan yaitu harga *converter kit*. *Converter kit* merupakan alat tambahan yang dipasang pada mobil dengan fungsi

menyalurkan ke ruang bakar mesin. Harga tiap satuan *converter kit* sebesar Rp 15.000.000. Jumlah kendaraan mobil penumpang tahun 2013 sebanyak 173 diperlukan biaya sebesar Rp 2.595.000.000. Biaya tersebut dikategorikan sangat tinggi. Oleh karena itu, *converter kit* dapat pilih segmen kendaraan umum yang menggunakan *converter kit*. Selain biaya terkait *converter kit*, biaya lain yang harus dipertimbangkan yaitu pembangunan SPBG (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas), perlu segera dipertimbangkan secara matang baik lokasi, lingkungan, dan ketersediaan SDM.

Tabel 4.32 Perbandingan Skenario

Skenario 1		Skenario 2	
Konsumsi BB	Rp 15.678.250.000	Konsumsi BBG	Rp 382.918.200
Harga Kendaraan	Rp 9.240.000.000	<i>Converter kit</i>	Rp 2.595.000.000
Perbaikan jalan	Rp 61.500.000.000.000		
Perbaikan halte	Rp 1.008.000.000		
Perbaikan Terminal	Rp 9.000.000		
Total	Rp 61.605.100.000.000	Total	Rp 6.424.182.000

#### b. Sektor Industri

Kabupaten Banyuwangi industri perkebunan dan IKM merupakan industri dengan penghasil emisi yang tinggi dikarenakan penggunaan bahan bakar berupa kayu, sekam, tongkol jagung, dan serabut kelapa. Berikut ini merupakan skenario yang dipilih yaitu mengganti bahan bakar *emitter* tinggi dengan LPG. Hal ini dipilih karena emisi karbon yang dihasilkan oleh bahan bakar LPG tidak terlalu tinggi. Selain itu, membantu pemerintah untuk konversi bahan bakar dari minyak ke gas alam. Ada 3 aspek yang ditinjau yaitu aspek teknis, biaya dan peran serta masyarakat. Ada 2 skenario yaitu:

- a. Mengganti bahan bakar ke LPG
- b. Mengganti bahan bakar ke biomassa

Berikut ini merupakan penjelasan dari masing-masing skenario :

##### b.1. Mengganti bahan bakar ke LPG

Ada 3 aspek yang dibahas yaitu aspek teknis dan ekonomi. Berikut analisa data dari masing-masing aspek.

## 1. Aspek Teknik

Aspek teknik yaitu menghitung berapa emisi yang dihasilkan apabila menerapkan skenario dengan mengubah bahan bakar ke LPG. Industri yang dilakukan konversi yaitu industri perkebunan dan IKM sektor makanan. Karena 2 industri ini yang merupakan *emitter* terbesar. Berdasarkan hasil perhitungan konversi energi pada Lampiran 6 Tabel 30 IKM sektor makanan 99,785 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Sedangkan sebelum penggantian bahan bakar emisi yang dihasilkan sebesar 30.335.165.596 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Penurunan emisi menggunakan metode penggantian bahan bakar ini sangat efektif sebesar 90%.

## 2. Aspek Biaya

Pertimbangan aspek biaya ini penting untuk dilakukan. Harga LPG 3 kg sebesar Rp 16.000 dan untuk ukuran 12 kg sebesar Rp 90.000. Setelah dilakukan survey kepada responden diketahui penggunaan bahan bakar berupa kayu bakar, tongkol jagung dan sekam dinilai murah sehingga penggunaan bahan bakar tersebut tidak menambah biaya produksi. Bahkan untuk industri perkebunan dan IKM khusus makanan, bahan bakar yang didapatkan berasal dari kebun sendiri. Namun, emisi karbon yang dihasilkan tinggi. Apabila diberlakukan penggantian bahan bakar ke LPG secara langsung tanpa pemberian subsidi maka dikhawatirkan banyak industri kecil yang tutup. Industri yang dikhawatirkan mengalami penurunan produksi yaitu IKM karena modal dan produksinya yang relatif kecil.

Kebutuhan LPG sebesar total untuk industri IKM yaitu 23.472 kg. Maka diperlukan LPG 12 kg.

Kebutuhan unit =  $23.472 \text{ kg} \div 12 \text{ kg}$ .

Kebutuhan LPG = 1.956 unit

Harga LPG ukuran 12 kg sebesar Rp 90.000 maka dibutuhkan biaya :

Biaya =  $\text{Rp } 90.000/\text{unit} \times 1.956 \text{ unit}$

Biaya = Rp 176.040.000

Biaya sebesar itu harus ditanggung masing-masing industri yang semula tidak mempertimbangkan bahan bakar. Oleh karena itu, metode ini tidak efektif dari segi

biaya. Karena industri diberi pembebanan untuk biaya bahan bakar sehingga menambah biaya operasional. Pelaksanaan konversi ke LPG ini dapat terlaksana dengan ada subsidi dari pemerintah daerah untuk membantu pengembangan IKM.

#### b.2. Mengganti bahan bakar ke biomassa

Metode ini dipilih karena banyaknya residu yang dihasilkan dari pertanian dan perkebunan yang tidak digunakan. Salah satu solusi yang efektif adalah mengubah residu hasil pertanian dan perkebunan menjadi biomassa berbasis kayu.

##### 1. Aspek Teknik

Untuk realisasi mengubah residu tersebut menjadi biomassa diperlukan *gasifier* dan waktu yang relatif lama. Metode gasifikasi ini dilakukan dengan aliran udara alami. Sehingga persiapan yang menyeluruh penting untuk dilakukan untuk perubahan menuju energi terbarukan. Berdasarkan hasil inventarisasi, potensi biomassa di Kabupaten Banyuwangi tergolong cukup tinggi. Berdasarkan Tabel 4.32 dari biomassa yang ada dapat diubah menjadi energi listrik.

Tabel 4.33 Potensi Biomassa di Kabupaten Banyuwangi

<b>Biomassa</b>	<b>Produksi</b>	<b>Residu</b>	<b>Daya</b>
Padi	792.576 ton	174.367	64.515,69 mWH
Jagung	141.125 ton	35.281.205	7.409.053.050 Wh
Ubi	29.456 ton	-	12.150.600 kWh
Kayu	80.000 Ha	-	18 W
Limbah Tahu dan tempe		8 m <sup>3</sup>	5.981,84 kWh
Peternakan	101278 buah		2.856.039,6 kWh

Secara teknis, untuk mengolah biomassa berbasis kayu ini diperlukan *gasifier* jenis *open core down draft gasifier*. Alat ini akan membantu mengubah biomassa menjadi gas. Melalui proses gasifikasi ini, 1,5 – 2,5 kg biomassa dapat menghasilkan 1 kW listrik. Gas dari *gasifier* ini digunakan sebagai bahan bakar. Tahapan dari proses gasifikasi ini yaitu tahap pengeringan, pirolisis, reduksi dan oksidasi.

Tabel 4.34 Nilai Kalor dari Biomassa

<b>Biomassa</b>	<b>Panas Pembakaran (kJ/m<sup>3</sup>)</b>
Batok kelapa	4.900
Kayu	4.600
Kayu karet	

Lanjutan Tabel 4.34 Nilai Kalor dari Biomassa

<b>Biomassa</b>	<b>Panas Pembakaran (kJ/m<sup>3</sup>)</b>
Batok sawit	4100
Sekam padi	4350

Total kebutuhan bahan bakar biomassa dari sektor industri adalah sebesar 398867,2 ton. Nilai emisi karena bahan bakar biomassa sebesar 452.332.972 ton CO<sub>2</sub>. Berikut ini merupakan Tabel 4.31 yang merupakan perhitungan dari Tabel 4.32 sebagai nilai kalor biomassa kayu.

Tabel 4.35 Perhitungan Biomassa

<b>Bahan Bakar</b>	<b>Kebutuhan</b>	<b>Nilai Kalor</b>	<b>Nilai Kayu</b>	<b>Nilai</b>	<b>Faktor Emisi</b>	<b>Emisi Kg/Tahun</b>	<b>Emisi Ton/Tahun</b>
kayu	311267,2	4600	400	0,000358	100000	35,795728	0,035796
sekam	87600	4350	200	0,000191	100000	19,053	0,019053
Total							0,054849

Berdasarkan skenario 2 didapatkan bahwa nilai yang sangat kecil. Dari hasil perhitungan di atas didapatkan bahwa penggunaan biomassa efektif untuk menurunkan emisi dari penggunaan kayu bakar dan sekam.

## 2. Aspek Biaya

Untuk solusi perubahan menuju biomassa, perlu dipertimbangkan terkait proses, mekanisme, sumber daya manusia, dan lokasi. Untuk aplikasi di kawasan perkebunan lebih tepat untuk dilakukan karena kondisinya yang jauh dari pusat kota dan bahan baku tersedia melimpah. Persiapan menuju konversi ini diperlukan banyak hal :

1. Biaya peralatan gasifikasi
2. Sosialisasi dan pelatihan
3. Pengelompokan industri

Karena industri yang menggunakan bahan bakar biomassa menyebar maka diperlukan suatu pengelompokan wilayah industri agar peralatan gasifier lebih efektif dalam jumlah besar. Untuk industri perkebunan, dapat langsung diterapkan di lokasi masing-masing karena bahan bakar yang melimpah.

Berdasarkan Yulistiani *et al.*, (2010) biaya peralatan gasifikasi sebesar Rp 200.000.000 tiap unit dengan kapasitas 100 kW. Sehingga dengan 24 industri perkebunan dapat memberikan nilai investasi alat sebesar Rp 4.800.000.000. Untuk industri dengan skala besar seperti perkebunan dapat menggunakan metode ini agar panas yang dihasilkan lebih efektif untuk kegiatan produksi.

Untuk IKM dengan kapasitas produksi yang kecil diperlukan kompor gasifikasi. Kompor gasifikasi ini disebut dengan *turbo stove*. Kompor ini menghasilkan fire power 3,9 kW. Berdasarkan Damanik *et al.* (2012) konsumsi bahan bakar spesifik untuk mendidihkan air sebesar 0,082 g bahan bakar/g air. Harga kompor ini sebesar Rp 200.000. Dengan kapasitas produksi 5 kg/hari dapat menggunakan kompor ini untuk sekali produksi. Dalam satu tahun produksi maka dihasilkan nilai sebesar 1.750 kg. Perhitungan dilakukan dengan:

Hasil survey untuk industri IKM khususnya makanan menggunakan kompor dari tanah liat dengan bahan bakar kayu 2 buah tiap industri. Sehingga perhitungan jumlah kompor yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah kompor} &= \text{jumlah industri} \times 2 \text{ buah kompor} \\ &= 1518 \times 2 \\ &= 3.036 \text{ kompor}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya untuk pengadaan kompor} &= 3.036 \times \text{Rp } 200.000 \\ &= 607.200.000\end{aligned}$$

Biaya yang harus dikeluarkan industri adalah Rp 400.000.

Tindakan selanjutnya adalah studi kelayakan pengadaan kompor dan efisiensinya.

#### **4.7 Komparasi Alternatif**

Perhitungan alternatif 1 dan 2 menggunakan tahun data yang sama yaitu tahun 2012. Hasil perhitungan emisi CO<sub>2</sub> untuk alternatif 1 adalah sebesar 545.718,1896 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Sedangkan hasil perhitungan emisi CO<sub>2</sub> untuk alternatif 2 adalah 562.119,8 ton CO<sub>2</sub>. Alternatif 1 lebih berfokus pada konsumsi bahan bakar yang ada tanpa memperhitungkan konsumen. Konsumen masih bisa membeli dalam bentuk

jirigen untuk keperluan selain transportasi. Selain itu, seringkali terjadi konsumen hanya membeli bahan bakar di Banyuwangi namun kendaraan tersebut tidak berada di Banyuwangi. Kendaraan tersebut bisa pergi ke Bali, Jember atau Bondowoso. Sedangkan alternatif 2 lebih fokus terhadap jumlah kendaraan. Oleh karena itu, nilai emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan jauh lebih besar. Namun, dari pendekatan alternatif 2 masih jauh lebih tinggi. Hasil perbedaan nilai emisi sebesar 2,9%.

#### 4.7.1 Sektor Transportasi

Sektor transportasi terdiri atas 3 alternatif yang hasilnya ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.36 FES Alternatif

Sektor	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
	Jenis Bahan Bakar	FES (ton CO <sub>2</sub> /SMP)	FES (g/liter)	FES (SMP.kg/l)	Status Jalan	FES (kg CO <sub>2</sub> /jam.km)
Transportasi	Bensin	2,24	2385	349.010,76	Nasional	88,528
					Provinsi	87,385
	Solar	8,55	2696,2	68.761,2	Kabupaten	42,085

##### a. Alternatif 1

Berdasarkan penelitian Kusuma *et al.* (2011), emisi sepeda motor merupakan *emitter* karbon terbanyak. Di Kabupaten Banyuwangi, jumlah kendaraan roda dua dan pribadi merupakan kendaraan terbanyak. Emisi yang dihasilkan mengalami peningkatan selama 3 tahun terakhir dikarenakan peningkatan jumlah kendaraan. Berdasarkan penelitian Yusratika *et al.* (2011), menunjukkan tren yang sama yaitu kendaraan yang dipakai lebih memilih kendaraan pribadi. Penelitian tersebut diambil di wilayah Jakarta. Sehingga dapat diketahui bahwa kategori kota sedang seperti Banyuwangi juga memiliki pola hidup masyarakat yang sama. Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk menekan jumlah kendaraan pribadi yang semakin meningkat.

Alternatif 1 lebih bisa diaplikasikan dibandingkan dengan alternatif 2 dan 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hanya dibutuhkan data jumlah kendaraan yang dirubah ke bentuk SMP untuk menentukan nilai emisi di suatu kota sejenis.

Berdasarkan penelitian sejenis yang belum dipublikasikan pada Tabel 4.36 terdapat perbedaan dikarenakan lokasi penelitian yang berbeda. Lokasi yang berbeda ini bergantung pada karakteristik kota masing-masing.

Tabel 4.37 Penelitian Sejenis Sektor Transportasi

Penelitian Sejenis	FES	Satuan	Lokasi Penelitian
Nugrahayu, Q (2014)	4,34	ton CO <sub>2</sub> /SMP bahan bakar bensin	Kabupaten Sumenep
	14,39	ton CO <sub>2</sub> /SMP bahan bakar solar	
Dinnora, G (2014)	3,2	ton CO <sub>2</sub> /SMP bahan bakar bensin	Kota Malang
	3,95	ton CO <sub>2</sub> /SMP bahan bakar solar	
	3,3	ton CO <sub>2</sub> /SMP	
Kresna, Y (2014)	1,4	ton CO <sub>2</sub> /SMP bahan bakar bensin	Kabupaten Sidoarjo
	1,75	ton CO <sub>2</sub> /SMP bahan bakar solar	
	1,45	ton CO <sub>2</sub> /SMP	

Berdasarkan nilai FES di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai FES dari masing-masing kota tidak jauh berbeda. Kota atau kabupaten lain memiliki *range* antara FES berbahan bakar solar dan bahan bakar bensin sama hanya berbeda pada nilai koma. Namun untuk FES kendaraan berbahan bakar solar dari Kabupaten Sumenep dan Kabupaten Banyuwangi memiliki perbedaan yang signifikan dibanding kota lain. Setelah dilakukan pengecekan jumlah kendaraan darat, jumlah kendaraan di kedua kota ini kecil dibanding dengan konsumsi solar total. Karena kedua kabupaten ini merupakan wilayah pesisir maka dapat dipastikan konsumsi solar yang tinggi ini berasal dari perahu dan kapal nelayan. Perahu dan kapal menggunakan bahan bakar solar untuk kebutuhan energinya. Oleh karena itu, diperlukan analisis terkait FES dengan nilai konsumsi bahan bakar solarnya sudah dikurangi dengan konsumsi energi dari perahu dan kapal. Selain itu, diperlukan validasi dari nilai alternatif FES yang sudah didapat agar benar-benar dapat diterapkan di wilayah dengan karakteristik wilayah sejenis. Untuk sektor transportasi, pendekatan yang digunakan masih

menggunakan Tier 1 yang memiliki tingkat ketelitian terendah, oleh karena itu, diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan Tier yang lebih tinggi agar hasil akurasi lebih tinggi. Tier 3 dengan menggunakan sampling dan menggunakan pertimbangan kecepatan dan spesifikasi kendaraan. Hasil ini akan menghasilkan nilai FES yang lebih akurat dan tingkat ketelitian yang tinggi.

b. Alternatif 2

Berdasarkan penelitian Yamin *et al.* (2009) dalam Sihotang, *et al.* (2010) menunjukkan nilai FES untuk bahan bakar bensin adalah 2.597,86 gram/liter dan untuk solar 2.924,90 gram/liter. Sedangkan FES hasil penelitian ini adalah sebesar 2.385 gram/liter untuk bahan bakar bensin dan 2696,2 gram/liter untuk bahan bakar solar. Hal ini terjadi perbedaan karena pada perhitungan densitas bensin dan solar dimasukkan secara berturut-turut sebesar 0,75 kg/liter dan 0,85 kg/liter. Sehingga diperoleh nilai yang berbeda dengan penelitian terdahulu.

Selain itu, dari penelitian Ismayanti (2011) menunjukkan hasil yang sedikit berbeda. Hal ini dikarenakan emisi 1 liter kendaraan yang telah dihitung berdasarkan tiap jenis kendaraan. Sedangkan penelitian ini terbatas pada kendaraan dengan perhitungan SMP dan bahan bakar berupa bensin dan solar. Nilainya juga relatif kecil sebesar 349.010,76 SMP.kg/liter bensin dan 68.761,2 SMP.kg/liter solar dibanding dengan penelitian Ismayanti (2011). Penelitian tersebut menghitung emisi tiap liter kendaraan namun fraksi kendaraan yang membedakan. Hasil emisi satu liter kendaraan hanya untuk sepeda motor sangat tinggi sebesar 607.760 SMP.kg/l. Fraksi kendaraan dan jumlah pada penelitian sebelumnya lebih besar karena lokasi penelitian di kota Surabaya. Kota Surabaya termasuk dalam lingkup kota besar.

c. Alternatif 3

Berdasarkan penelitian Kusuma *et al.* (2011) menunjukkan bahwa hasil perhitungan juga menggunakan konversi kendaraan berdasarkan SMP. Selain itu, pengklasifikasian jalan berdasarkan fungsinya yaitu arteri, kolektor dan lokal. Untuk jenis jalan arteri dan kolektor terbagi atas primer dan sekunder. Dari hasil penelitian Kusuma *et al.* (2011) menunjukkan bahwa emisi jalan terbesar yaitu arteri primer

dengan 1.609.539,77 g/jam.km. Nilai tersebut termasuk tinggi dibandingkan dengan penelitian ini yang menghasilkan nilai emisi tertinggi pada jalan Kabupaten.

Jalan nasional berdasarkan Undang Undang Nomor 34 Tahun 2004 menunjukkan bahwa jalan nasional terdiri atas jalan arteri. Sedangkan jalan provinsi terdiri atas jalan kolektor. Namun pada hasil penelitian yang telah dilakukan di Kabupaten Banyuwangi menunjukkan bahwa nilai emisi tertinggi berasal dari Jalan Provinsi. Hal ini terjadi dikarenakan pada data *traffic counting* yang dilakukan di jalan yang diambil sebagai sampel dalam jalan nasional di Kabupaten Banyuwangi merupakan ruas jalur yang tidak boleh dilewati kendaraan berat karena merupakan jalur pusat kota. Oleh karena itu, nilai yang didapat dari jalan nasional di Kabupaten Banyuwangi relatif kecil. Sedangkan jalan yang digunakan sebagai sampel untuk jalan Provinsi adalah Jalan Raya Mangir dan Srono yang memang dilalui kendaraan besar dan berat. Kedua jalan ini merupakan jalan dengan volume kendaraan yang tinggi.

Berdasarkan penelitian Youngguk, S., M. Kim. (2013), nilai FES didasarkan pada bahan bakar dan jenis kendaraan sehingga nilai yang dihasilkan lebih detail dalam satuan g/km. Sedangkan dalam penelitian ini, kendaraan dalam kepadatan jalan dihitung bersamaan menggunakan SMP sehingga tidak dapat diidentifikasi kembali emisi tiap kendaraan tiap km jalan.

Tabel 4.38 Kondisi Permukaan Jalan

<b>Uraian</b>	<b>Panjang</b>	<b>Hotmix</b>	<b>Lapen</b>	<b>Tanah</b>
Jalan Nasional	100.530,00	100.530,00	-	-
Jalan Propinsi	114.260,00	87.800,00	26.460,00	-
Jalan Kabupaten	1.908.033,30	774.908,95	1.133.124,35	810.756,70
Jumlah ( m )	2.122.823,30	963.238,95	1.159.584,35	810.756,70
Jumlah ( km )	2.122,82	963,24	1.159,58	810,76

Jalan Kabupaten ada yang masih menggunakan tanah untuk permukaannya. Hal ini terjadi karena belum dilakukan pemerataan kondisi jalan dengan permukaan *hotmix* atau lapen. Karena jalan yang berlapis tanah membuat kendaraan tidak bisa melaju kencang dan membuat kendaraan bekerja ekstra untuk melaju. Hal ini yang menyebabkan emisi tinggi di jalan kabupaten. Selain itu,

pemeliharaan jangka pendek dan panjang untuk kondisi jalan penting untuk dilakukan. Pemeliharaan jangka pendek misalnya apabila ada jalan yang berlubang segera ditambal. Untuk pemeliharaan jangka panjang yaitu perbaikan jalan kurun waktu 5 tahun sekali.

Sektor transportasi pada penelitian ini terbatas pada transportasi darat tanpa memperhitungkan kereta api. Padahal jenis transportasi meliputi transportasi darat, laut dan udara. Konsumsi bahan bakar dari transportasi laut dan udara cukup tinggi. Menurut Rahmawati (2014), setelah dibangun Bandara Belimbingsari, peningkatan jumlah penumpang dari tahun 2011 sebesar 7.000 orang menjadi 44.000 orang pada tahun 2013. Peningkatan ini menunjukkan potensi penerbangan tinggi sehingga jadwal penerbangan meningkat. Selain itu, karena berdasarkan lokasi geografis di pesisir maka penyeberangan juga signifikan karena menghubungkan antara Bali dan Pulau Jawa dari sektor darat. Dua potensi dari transportasi udara dan laut ini perlu dipertimbangkan nilai emisi yang sudah disumbang.

#### 4.7.2 Sektor Industri

Berdasarkan penelitian Setiawan (2011), nilai emisi yang berasal dari komoditi industri kimia sebesar 8523,61 ton CO<sub>2</sub>/bulan. Sedangkan dari hasil penelitian di Kabupaten Banyuwangi menunjukkan nilai yang berbeda. Emisi industri disumbang oleh industri besar dan IKM.

Tabel 4.39 Nilai FES Sektor Industri

Skala Industri	Jenis Industri	Nilai FES	Satuan
Besar	Perkebunan	0,74	ton CO <sub>2</sub> /ton produk
	Perikanan	3,875x10 <sup>-3</sup>	ton CO <sub>2</sub> /ton produk
	Kertas	61,81	ton CO <sub>2</sub> /ton produk
IKM	Tekstil	0,011	ton CO <sub>2</sub> /kg produk
		2,27 x 10 <sup>-3</sup>	ton CO <sub>2</sub> /lembar kain
	Bahan galian non logam	105,5	ton CO <sub>2</sub> /unit
	Makanan	16,01	ton CO <sub>2</sub> /kg produk

Industri dengan penghasil emisi karbon terbesar adalah IKM sektor makanan dan bahan galian non logam. Selain itu, industri perkebunan yang menggunakan

bahan bakar berupa kayu dalam proses produksi. Penggunaan bahan bakar biomassa ini meningkatkan emisi karbon yang ada. Oleh karena itu, perlu dilakukan segera konversi bahan bakar.

Berdasarkan Alyuz, U dan Kadir, A (2014) menunjukkan bahwa industri kertas dan makanan tidak diketahui jumlah emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Sedangkan pada penelitian ini dengan menggunakan pendekatan bahan bakar menghasilkan emisi sebesar 82.269,288 ton CO<sub>2</sub> untuk industri kertas. Nilai emisinya cukup tinggi dikarenakan bahan bakarnya berupa batu bara.

Tabel 4.40 Penelitian Sejenis Sektor Industri

Penelitian Sejenis	Industri	Nilai FES	Satuan
Arofrah, U (2014)	Industri makanan, minuman, tembakau	1,194	ton CO <sub>2</sub> /ton produk
	Industri tekstik, pakaian jadi, dan kulit	0,075	
	Industri kayu dan barang-barang dari kayu	1,881	
	Industri kertas dan barang-barang dari kertas	0,028	
	Industri kimia dan barang-barang dari kimia	0,004	
	industri barang-barang galian bukan logam	0,011	
	industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya	1,047	
	Industri pengelolaan lainnya	0,001	
Nugrahayu, Q (2014)	Industri makanan	0,229	ton CO <sub>2</sub> /unit
	Industri logam dasar	0,039	
	Industri barang galian bukan logam	0,00258	
Dinnora, G (2014)	Industri makanan	0,16	ton CO <sub>2</sub> /unit
	Industri makanan dan minuman	0,0028	
	Industri tekstil	0,00026	
	Industri kulit, barang dari kulit, dan alas kaki	0,00021	
	Industri Pengolahan tembakau	0,00028	
	Industri barang galian non logam	0,00013	
	Industri logam dasar	0,0031	
Kresna, Y (2014)	Industri makanan dan minuman	0,00109	ton CO <sub>2</sub> /unit
	Industri tekstil	0,07899	
	Industri barang dari kayu dan hasil hutan	0,00307	
	Industri barang dari kertas	0,01294	
	Industri barang dari karet dan plastik	0,01043	
	Industri barang galian non logam	0,00003	

Dari hasil penelitian di atas didapatkan bahwa nilai FES industri makanan termasuk kecil dibanding nilai FES dari penelitian ini sebesar 16,01 ton CO<sub>2</sub>. Hal ini dikarenakan, banyak industri makanan di Kabupaten Banyuwangi masih

menggunakan bahan bakar biomassa kayu sebagai bahan bakar utama. Industri makanan yang menggunakan bahan bakar tersebut adalah industri IKM dan perkebunan yang mengolah gula merah. Selain industri makanan, industri kertas juga memiliki nilai FES yang berbeda. Perbedaan yang signifikan ini dikarenakan industri kertas yang ada di Kabupaten Banyuwangi merupakan industri besar dan berbahan bakar batubara dalam jumlah besar. Berdasarkan penelitian Setiawan, *et al.* (2011) menunjukkan bahwa industri kertas menghasilkan emisi CO<sub>2</sub>. Namun, industri dengan *emitter* terbesar yaitu industri kimia dan olahan logam. Namun, Kabupaten Banyuwangi tidak memiliki industri tersebut.

#### **4.8 Analisis Aspek**

Berdasarkan aspek yang sudah dikaji baik secara teknis dan ekonomi dapat dibahas masing-masing skenario dapat menurunkan emisi. Untuk sektor transportasi, skenario 1 berupa mengalihkan kendaraan pribadi menjadi kendaraan umum. Hal ini efektif memecahkan permasalahan utama dikarenakan kendaraan pribadi meningkat setiap tahunnya dikarenakan kurang memadainya kualitas dan kuantitas kendaraan umum. Skenario 2 lebih efektif untuk mengganti bahan bakar. Kedua alternatif lebih efektif jika digabungkan. Sehingga setelah dilakukan perbaikan sarana dan prasarana untuk kendaraan umum, setelah itu mengkonversi bahan bakar dengan BBG. Sektor industri dengan pergantian bahan bakar dengan LPG dan biomassa lebih efektif LPG. Dikarenakan untuk penggunaan biomassa harus dilakukan beberapa persiapan untuk melakukannya. Namun, pergantian dengan biomassa, secara teknis sangat berpotensi untuk dilakukan sehingga menurunkan emisi secara signifikan.

Aspek biaya kurang lebih sama yaitu kurangnya fasilitas untuk membantu berkurangnya emisi. Hal ini terlihat dengan sangat minimnya kendaraan umum. Pemerintah pusat didukung oleh Pemerintah daerah untuk segera mengupayakan persiapan sarana dan prasarana fasilitas umum agar pelaksanaan konversi ini dapat dilakukan dengan tepat dan cepat. Konversi BBM ke BBG buka merupakan program

*mandatory* yang bersifat wajib. Program konversi ke BBG ini bersifat diversifikasi maka diperlukan bantuan untuk pembelian *converter kit*.

Berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Banyuwangi Nomor 8 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Banyuwangi menunjukkan bahwa adanya pengembangan sektor transportasi dan wilayah industri. Untuk wilayah industri akan dibangun di kawasan Wongsorejo. Berdasarkan hasil perhitungan *range* pemetaan untuk kawasan Wongsorejo masih aman untuk dilakukan penambahan industri. Namun, perlu ditinjau kembali terkait daya dukung lingkungan yang diperlukan. Selain itu, kriteria pengembangan industri di kawasan tersebut harus jelas. Terlebih lagi harus mengadakan industri dengan bahan bakar berupa biomassa.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini yaitu:

1. Nilai FES dihasilkan dari sektor transportasi dan sektor industri yaitu
  - a. Sektor Transportasi
    - Nilai FES Alternatif 1 yaitu 2,24 ton CO<sub>2</sub>/SMP kendaraan bensin, 8,55 ton CO<sub>2</sub>/SMP kendaraan solar dan 3,18 ton CO<sub>2</sub>/SMP.
    - Alternatif 2 menghasilkan 2 nilai FES yaitu nilai FES 2.385 g/liter bahan bakar bensin dan 2.696,2 g/liter.
    - Untuk Alternatif 3 berdasarkan jenis jalan didapatkan jalan nasional sebesar 88,528 kg CO<sub>2</sub>/jam.km, jalan provinsi 87,385 kg CO<sub>2</sub>/jam.km dan jalan kabupaten 42,085 kg CO<sub>2</sub>/jam.km.
  - b. Sektor Industri
    - Nilai FES industri besar ada 3 nilai yaitu 0,74 ton CO<sub>2</sub>/ton produk pekebunan,  $3,875 \times 10^{-3}$  ton CO<sub>2</sub>/ton produk perikanan dan 61,81 ton CO<sub>2</sub>/ton produk industri kertas.
    - Untuk FES IKM yaitu industri tekstil sebesar 0,011 ton CO<sub>2</sub>/kg produk, industri bahan galian non logam 105,5 ton CO<sub>2</sub>/produk, dan industri makanan sebesar 16,01 ton CO<sub>2</sub>/kg produk.
2. Pemetaan tapak karbon yang telah dilakukan dihasilkan kecamatan Muncar dan Banyuwangi merupakan penghasil emisi tertinggi dari sektor transportasi. Sedangkan dari sektor industri ada 3 kecamatan yaitu Tegaldlimo, Kalipuro dan Purwoharjo.
3. Berdasarkan kajian aspek teknis dan ekonomi, untuk sektor transportasi, skenario 1 dengan mengaktifkan kembali kendaraan umum dan skenario 2 dengan mengganti bahan bakar solar menuju BBG, lebih baik apabila dilakukan secara berkelanjutan. Untuk sektor industri, skenario yang

paling baik untuk mengurangi emisi yaitu penggantian bahan bakar ke pemanfaatan biomassa dengan metode gasifikasi. Namun skenario yang efektif dilakukan yaitu penggantian bahan bakar berbasis kayu dengan LPG.

## **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Untuk sektor transportasi, alternatif perhitungan FES dapat menggunakan Tier yang lebih tinggi
2. Penelitian untuk transportasi dapat dikembangkan menuju transportasi darat berupa kereta api, transportasi laut dan udara. Karena jenis transportasi tersebut menghasilkan emisi yang tinggi.
3. Pemberian validasi dari hasil FES yang sudah didapat dari penelitian.

## LAMPIRAN 1

Tabel 1 Perhitungan Industri Perikanan

Industri	Kapasitas (ton/tahun)	FES (ton CO <sub>2</sub> /ton produk)	Emisi CO <sub>2</sub> (ton CO <sub>2</sub> /tahun)
perikanan 5	10.000	3,875	38750
perikanan 6	10	3,875	38,75
perikanan 7	4.450	3,875	17243,75
perikanan 8	600	3,875	2325
perikanan 9	200	3,875	775
perikanan 10	20	3,875	77,5
perikanan 11	2.750	3,875	10656,25
perikanan 12	100	3,875	387,5
perikanan 13	2.520	3,875	9765
perikanan 14	5	3,875	19,375
perikanan 15	4.300	3,875	16662,5
perikanan 16	50	3,875	193,75
perikanan 17	10	3,875	38,75
perikanan 18	10	3,875	38,75
perikanan 19	2	3,875	7,75
perikanan 20	14	3,875	52,3125
perikanan 21	10	3,875	38,75
perikanan 22	10	3,875	38,75
perikanan 23	9	3,875	34,875
perikanan 24	10	3,875	38,75
perikanan 25	10	3,875	38,75
perikanan 26	10	3,875	38,75
perikanan 27	10	3,875	38,75
perikanan 28	10	3,875	38,75
perikanan 29	15	3,875	58,125
perikanan 30	10	3,875	38,75
perikanan 31	10	3,875	38,75
perikanan 32	10	3,875	38,75
perikanan 33	180	3,875	697,5
perikanan 34	10	3,875	38,75
perikanan 35	15	3,875	58,125
perikanan 36	8	3,875	31
perikanan 37	50	3,875	193,75
perikanan 38	10	3,875	38,75
perikanan 39	10	3,875	38,75
perikanan 40	5,5	3,875	21,3125
perikanan 41	6	3,875	23,25
perikanan 42	8	3,875	31
perikanan 43	5	3,875	19,375

Lanjutan Tabel 1 Perhitungan Industri Perikanan

Industri	Kapasitas (ton/tahun)	FES (ton CO <sub>2</sub> /ton produk)	Emisi CO <sub>2</sub> (ton CO <sub>2</sub> /tahun)
perikanan 44	15	3,875	58,125
perikanan 45	75	3,875	290,625
perikanan 46	30	3,875	116,25
perikanan 47	15	3,875	58,125
perikanan 48	10	3,875	38,75
perikanan 49	12.500	3,875	48437,5
perikanan 50	2	3,875	7,75
perikanan 51	110	3,875	426,25
perikanan 52	5	3,875	19,375
perikanan 53	10	3,875	38,75
perikanan 54	5	3,875	19,375
perikanan 55	8	3,875	31
perikanan 56	10	3,875	38,75
perikanan 57	10	3,875	38,75
perikanan 58	50	3,875	193,75
perikanan 59	10	3,875	38,75
perikanan 60	52	3,875	201,5
perikanan 61	10	3,875	38,75
perikanan 62	25	3,875	96,875
perikanan 63	50	3,875	193,75
			149.086,75

## LAMPIRAN 2

Tabel 2 Perhitungan Industri Makanan

In d	Bahan bakar	Konsumsi Kg/tahun	Nilai kalor tj/kg	Total energi TJ/th	Faktor Emisi CO <sub>2</sub> kg CO <sub>2</sub> /TJ	emisi CO <sub>2</sub> kg /tahun	emisi CO <sub>2</sub> ton /tahun
1	t. jagung	240	15,4	3696	100000	369600000	369600
2	kayu	350	15	5250	100000	525000000	525000
3	kayu	558	15	8370	100000	837000000	837000
4	kayu	450	15	6750	100000	675000000	675000
5	kayu	585	15	8775	100000	877500000	877500
6	kayu	585	15	8775	100000	877500000	877500
7	kayu	312	15	4680	100000	468000000	468000
8	kayu	270	15	4050	100000	405000000	405000
9	kayu	312	15	4680	100000	468000000	468000
10	kayu	240	15	3600	100000	360000000	360000
11	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,0817	63100	5157,44064	5,157440
12	t. jagung	250	15,4	3850	100000	385000000	385000
13	t. jagung	250	15,4	3850	100000	385000000	385000
14	t. jagung	250	15,4	3850	100000	385000000	385000
15	t. jagung	250	15,4	3850	100000	385000000	385000
16	t. jagung	250	15,4	3850	100000	385000000	385000
17	t. jagung	250	15,4	3850	100000	385000000	385000
18	t. jagung	250	15,4	3850	100000	385000000	385000
19	t. jagung	250	15,4	3850	100000	385000000	385000
20	t. jagung	250	15,4	3850	100000	385000000	385000
21	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,0817	63100	5157,44	5,157
22	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,0817	63100	5157,44	5,157
23	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,0817	63100	5157,44	5,157
24	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,0817	63100	5157,44	5,157
25	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,0817	63100	5157,44	5,157
26	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,0817	63100	5157,44	5,157
27	LPG	720	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,03405	63100	2148,9336	2,1489
28	LPG	720	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,03405	63100	2148,9336	2,1489
29	LPG	720	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,03406	63100	2148,9336	2,1489
30	LPG	720	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,03405	63100	2148,9336	2,1489
31	LPG	720	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,03405	63100	2148,9336	2,1489
32	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,08173	63100	5157,44064	5,15744
33	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,08173	63100	5157,44064	5,15744
34	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,08173	63100	5157,44064	5,15744
35	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,08173	63100	5157,44064	5,15744
36	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,08173	63100	5157,44064	5,15744
37	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,08173	63100	5157,44064	5,15744
38	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,08173	63100	5157,44064	5,15744

Lanjutan Tabel 2 Perhitungan Industri Makanan

Ind	Bahan bakar	Konsumsi Kg/tahun	Nilai kalor tj/kg	Total energi	Faktor Emisi CO <sub>2</sub>	emisi CO <sub>2</sub>	emisi CO <sub>2</sub>
				tj/tahun	kg CO <sub>2</sub> /tj	kg CO <sub>2</sub> /tahun	ton CO <sub>2</sub> /tahun
39	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,0817344	63100	5157,44064	5,15744
40	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,0817344	63100	5157,44064	5,15744
41	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,0817344	63100	5157,44064	5,15744
42	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,0817344	63100	5157,44064	5,15744
43	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,0817344	63100	5157,44064	5,15744
44	LPG	1728	4,73 x10 <sup>-5</sup>	0,0817344	63100	5157,44064	5,15744
45	kayu	216	15	3240	100000	324000000	324000
46	kayu	120	15	1800	100000	180000000	180000
47	kayu	216	15	3240	100000	324000000	324000
48	kayu	120	15	1800	100000	180000000	180000
49	kayu	216	15	3240	100000	324000000	324000
50	kayu	120	15	1800	100000	180000000	180000
51	kayu	216	15	3240	100000	324000000	324000
52	kayu	120	15	1800	100000	180000000	180000
53	kayu	216	15	3240	100000	324000000	324000
54	kayu	120	15	1800	100000	180000000	180000
55	kayu	225	15	3375	100000	337500000	337500
56	kayu	315	15	4725	100000	472500000	472500
57	kayu	350	15	5250	100000	525000000	525000
58	kayu	558	15	8370	100000	837000000	837000
59	kayu	495	15	7425	100000	742500000	742500
60	kayu	585	15	8775	100000	877500000	877500
61	kayu	350	15	5250	100000	525000000	525000
62	kayu	558	15	8370	100000	837000000	837000
63	kayu	495	15	7425	100000	742500000	742500
64	kayu	585	15	8775	100000	877500000	877500
65	kayu	350	15	5250	100000	525000000	525000
66	kayu	558	15	8370	100000	837000000	837000
				Total	19.983.640,05		

### LAMPIRAN 3

Tabel 3 Trayek MPU Pedesaan

Jurusan	Jumlah
Kalipuro T. Blambangan T. Sritanjung PP	15
T. Rogojampi – Balak - Songgon	16
Srono – T, Muncar – Tegal Dlimo PP	5
Pesanggaran – Pancer PP	1
Pesanggaran – Sarongan PP	2
Benciluk – Purwoharjo – Karetan – PP	2
Jajag – purwodadi – Sidorejo – Wringin Pitu – Kedung Gegang PP	0
T. Jajag – Bangorejo –Kebondalem – pedotan -Sukorejo PP-	0
Muncar – Kalipahit -PP	0
T. Sasak perot - Glagah - Licin - jambu PP	0
T. Muncar - Srono Pekulo - Sumbersari – Kembiritan – Genteng - PP	0
T. Rogojampi - Blimbing sari – Pondok Nongko - T. Brawijaya PP	0
T. Rogojampi - Manca Putih - Pakel – Kluncing PP	0
T. Brawijaya – Rogojampi –Srono – Benciluk – Jajag – T. Genteng – PP	22
Benciluk – Purwoharjo Tegal Dlimo – Kalipahit PP	1
Benciluk – Purwoharjo Kalipahit PP	1
T. Brawijaya –Rogojampi – Gambor – Pekulo – Gembiritan – Genteng PP	1
T. Muncar – Srono – Pekulo – Sumbersari – Kembiritan – Genteng PP	3
T. Brawijaya – Rogojampi – Srono – T. Muncar - PP	1
T. Jajag – Bangorejo – Kebon Dalem – Pedotan Sukorejo – Pesanggaran PP	4
Benciluk – Srono – Pekulo – Sumbersari – Kembiritan – T. Genteng PP	1
Benciluk – Srono – T. Muncar PP	1
T. Sri Tanjung – Bangsring –Wongsorejo Sumber Kencono – Bajulmati PP	4
T.Rogojampi – Alas Malang – Gendoh – Temuguruh – Kembiritan – T. Genteng PP	1
Benciluk – Purwoharjo – Grajagan – PP	1
T. Brawijaya – Rogojampi – Srono – Purwoharjo – Tegal Dlimo –Kalipahit PP	2
T. Rogojampi – Gambor – Pekulo – Sumbersari Kembiritan – Genteng – PP	1
T.Rogojampi – Lemahbang – Gambor – Pekulo – Kembiritan – T Genteng – PP	2
T. Jajag -Purwodadi –Bulurejo –Sidorejo –Wringin Pitu– Kedung Rejo – Kedung Wungu - PP	1
T. Brawijaya–Rogojampi–Gambor–Pekulo–Sumbersari–Kembiritan–T.Genteng PP	1
T. Rogojampi – Singojuruh – Gambor – Genteng - PP	0
T. Rogojampi - Pakel – Kluncing - PP	0
T. Genteng – Glenmor – Kalibaru - PP	0
T. Brawijaya – Rogojampi – Singojuruh – Gendoh – Genteng - PP	0
T. Rogojampi – Singojuruh – Gendoh – Kembiritan – T. Genteng - PP	0
T. Brawijaya – Rogojampi – Singojuruh – Gendoh – T. Genteng PP	0
T. Jajag – Bangorejo – Kebondalem – Pedotan –Sukorejo – Pesanggaran - PP	0

Lanjutan Tabel 3 Trayek MPU Pedesaan

Jurusan	Jumlah
T. Muncar - Tegal Dlimo Kalipahit - PP	0
T. Rogojampi - Genteng Sragi – Songgon PP	0

#### LAMPIRAN 4

Tabel 4 Perhitungan Emisi Kecamatan Pesanggaran

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		13.456	0,25	3364	2,239521	7533,748644
Roda tiga	Bensin	1	0,25	0,25	2,239521	0,55988025
Mobil Penumpang Umum		3	1	3	2,239521	6,718563
Mobil Penumpang Pribadi		278	1	278	2,239521	622,586838
Bus Besar Umum		2	1,2	2,4	8,547868	20,5148832
Bus Besar Pribadi			1,2	0	8,547868	0
Bus Kecil Umum		2	1	2	8,547868	17,095736
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		176	1	176	8,547868	1504,424768
Alat berat		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Truk Besar		177	1,2	212,4	8,547868	1815,567163
Truk Kecil		19	1	19	8,547868	162,409492

Tabel 5 Perhitungan Emisi Kecamatan Siliragung

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		13940	0,25	3485	2,239521	7804,730685
Roda tiga	Bensin	2	0,25	0,5	2,239521	1,1197605
Mobil Penumpang Umum		1	1	1	2,239521	2,239521
Mobil Penumpang Pribadi		367	1	367	2,239521	821,904207
Bus Besar Umum		2	1,2	2,4	8,547868	20,5148832
Bus Besar Pribadi			1,2	0	8,547868	0
Bus Kecil Umum		1	1	1	8,547868	8,547868
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		162	1	162	8,547868	1384,754616
Alat berat			1,2	0	8,547868	0
Truk Besar		251	1,2	301,2	8,547868	2574,617842
Truk Kecil		21	1	21	8,547868	179,505228

Tabel 6 Perhitungan Emisi Kecamatan Bangorejo

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		16969	0,25	4242,25	2,239521	9500,607962
Roda tiga	Bensin	3	0,25	0,75	2,239521	1,67964075
Mobil Penumpang Umum				1	0	2,239521
Mobil Penumpang Pribadi		398	1	398	2,239521	891,329358
Bus Besar Umum		3	1,2	3,6	8,547868	30,7723248
Bus Besar Pribadi	Solar		1,2	0	8,547868	0
Bus Kecil Umum			1	0	8,547868	0

Lanjutan Tabel 6 Perhitungan Emisi Kecamatan Bangorejo

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Mobil Penumpang Pribadi		239	1	239	8,547868	2042,940452
Bus Kecil Pribadi			1	0	8,547868	0
Alat berat		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Truk Besar		259	1,2	310,8	8,547868	2656,677374
Truk Kecil		37	1	37	8,547868	316,271116

Tabel 7 Perhitungan Emisi Kecamatan Purwoharjo

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		19234	0,25	4808,5	2,239521	10768,73673
Roda tiga	Bensin	5	0,25	1,25	2,239521	2,79940125
Mobil Penumpang Umum		2	1	2	2,239521	4,479042
Mobil Penumpang Pribadi		365	1	365	2,239521	817,425165
Bus Besar Umum		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Bus Besar Pribadi		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Bus Kecil Umum		2	1	2	8,547868	17,095736
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		294	1	294	8,547868	2513,073192
Alat berat			1,2	0	8,547868	0
Truk Besar		285	1,2	342	8,547868	2923,370856
Truk Kecil		19	1	19	8,547868	162,409492

Tabel 8 Perhitungan Emisi Kecamatan Tegaldlimo

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		17572	0,25	4393	2,239521	9838,215753
Roda tiga	Bensin	2	0,25	0,5	2,239521	1,1197605
Mobil Penumpang Umum		7	1	7	2,239521	15,676647
Mobil Penumpang Pribadi		269	1	269	2,239521	602,431149
Bus Besar Umum		3	1,2	3,6	8,547868	30,7723248
Bus Besar Pribadi			1,2	0	8,547868	0
Bus Kecil Umum		4	1	4	8,547868	34,191472
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		247	1	247	8,547868	2111,323396
Alat berat		2	1,2	2,4	8,547868	20,5148832
Truk Besar		299	1,2	358,8	8,547868	3066,975038
Truk Kecil		27	1	27	8,547868	230,792436

Tabel 9 Perhitungan Emisi Kecamatan Muncar

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		39397	0,25	9849,25	2,239521	22057,60221
Roda tiga	Bensin	19	0,25	4,75	2,239521	10,63772475
Mobil Penumpang Umum		8	1	8	2,239521	17,916168
Mobil Penumpang Pribadi		675	1	675	2,239521	1511,676675
Bus Besar Umum		2	1,2	2,4	8,547868	20,5148832
Bus Besar Pribadi			1,2	0	8,547868	0
Bus Kecil Umum		4	1	4	8,547868	34,191472
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		875	1	875	8,547868	7479,3845
Alat berat			1,2	0	8,547868	0
Truk Besar		573	1,2	687,6	8,547868	5877,514037
Truk Kecil		1356	1	1356	8,547868	11590,90901

Tabel 10 Perhitungan Emisi Kecamatan Cluring

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		15836	0,25	3959	2,239521	8866,263639
Roda tiga	Bensin	4	0,25	1	2,239521	2,239521
Mobil Penumpang Umum		4	1	4	2,239521	8,958084
Mobil Penumpang Pribadi		397	1	397	2,239521	889,089837
Bus Besar Umum			1,2	0	8,547868	0
Bus Besar Pribadi		2	1,2	2,4	8,547868	20,5148832
Bus Kecil Umum			1	0	8,547868	0
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		287	1	287	8,547868	2453,238116
Alat berat			1,2	0	8,547868	0
Truk Besar		356	1,2	427,2	8,547868	3651,64921
Truk Kecil		23	1	23	8,547868	196,600964

Tabel 11 Perhitungan Emisi Kecamatan Gambiran

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		14758	0,25	3689,5	2,239521	8262,71273
Roda tiga	Bensin	3	0,25	0,75	2,239521	1,67964075
Mobil Penumpang Umum		8	1	8	2,239521	17,916168
Mobil Penumpang Pribadi		839	1	839	2,239521	1878,958119
Bus Besar Umum			1,2	0	8,547868	0
Bus Besar Pribadi			1,2	0	8,547868	0
Bus Kecil Umum	Solar		1	0	8,547868	0
Bus Kecil Pribadi				1	0	8,547868

Lanjutan Tabel 11 Perhitungan Emisi Kecamatan Gambiran

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Mobil Penumpang Pribadi		137	1	137	8,547868	1171,057916
Alat berat		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Truk Besar		393	1,2	471,6	8,547868	4031,174549
Truk Kecil		68	1	68	8,547868	581,255024

Tabel 12 Perhitungan Emisi Kecamatan Tegalsari

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		13372	0,25	3343	2,239521	7486,718703
Roda tiga	Bensin	8	0,25	2	2,239521	4,479042
Mobil Penumpang Umum		4	1	4	2,239521	8,958084
Mobil Penumpang Pribadi		295	1	295	2,239521	660,658695
Bus Besar Umum			1,2	0	8,547868	0
Bus Besar Pribadi			1,2	0	8,547868	0
Bus Kecil Umum			1	0	8,547868	0
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		38	1	38	8,547868	324,818984
Alat berat			1,2	0	8,547868	0
Truk Besar		141	1,2	169,2	8,547868	1446,299266
Truk Kecil		34	1	34	8,547868	290,627512

Tabel 13 Perhitungan Emisi Kecamatan Glenmore

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		16357	0,25	4089,25	2,239521	9157,961249
Roda tiga	Bensin		0,25	0	2,239521	0
Mobil Penumpang Umum		2	1	2	2,239521	4,479042
Mobil Penumpang Pribadi		347	1	347	2,239521	777,113787
Bus Besar Umum			1,2	0	8,547868	0
Bus Besar Pribadi		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Bus Kecil Umum			1	0	8,547868	0
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		203	1	203	8,547868	1735,217204
Alat berat			1,2	0	8,547868	0
Truk Besar		235	1,2	282	8,547868	2410,498776
Truk Kecil		87	1	87	8,547868	743,664516

Tabel 14 Perhitungan Emisi Kecamatan Kalibaru

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2	
Sepeda Motor	Bensin	16038	0,25	4009,5	2,239521	8979,35945	
Roda tiga				0	2,239521	0	
Mobil Penumpang Umum		1	1	1	2,239521	2,239521	
Mobil Penumpang Pribadi		329	1	329	2,239521	736,802409	
Bus Besar Umum		9	1,2	10,8	8,547868	92,3169744	
Bus Besar Pribadi		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416	
Bus Kecil Umum		2	1	2	8,547868	17,095736	
Bus Kecil Pribadi		Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		254	1	254	8,547868	2171,158472	
Alat berat		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416	
Truk Besar	293	1,2	351,6	8,547868	3005,430389		
Truk Kecil	341	1	341	8,547868	2914,822988		

Tabel 15 Perhitungan Emisi Kecamatan Genteng

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2	
Sepeda Motor	Bensin	19749	0,25	4937,25	2,239521	11057,07506	
Roda tiga		25	0,25	6,25	2,239521	13,99700625	
Mobil Penumpang Umum		18	1	18	2,239521	40,311378	
Mobil Penumpang Pribadi		839	1	839	2,239521	1878,958119	
Bus Besar Umum				1,2	0	8,547868	0
Bus Besar Pribadi		2	1,2	2,4	8,547868	20,5148832	
Bus Kecil Umum		2	1	2	8,547868	17,095736	
Bus Kecil Pribadi		Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		212	1	212	8,547868	1812,148016	
Alat berat		2	1,2	2,4	8,547868	20,5148832	
Truk Besar	461	1,2	553,2	8,547868	4728,680578		
Truk Kecil	482	1	482	8,547868	4120,072376		

Tabel 16 Perhitungan Emisi Kecamatan Srono

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2	
Sepeda Motor	Bensin	27485	0,25	6871,25	2,239521	15388,30867	
Roda tiga		19	0,25	4,75	2,239521	10,63772475	
Mobil Penumpang Umum		4	1	4	2,239521	8,958084	
Mobil Penumpang Pribadi		425	1	425	2,239521	951,796425	
Bus Besar Umum				1,2	0	8,547868	0
Bus Besar Pribadi		3	1,2	3,6	8,547868	30,7723248	
Bus Kecil Umum		10	1	10	8,547868	85,47868	
Bus Kecil Pribadi		3	1	3	8,547868	25,643604	

Lanjutan 16 Tabel Perhitungan Emisi Kecamatan Srono

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Mobil Penumpang Pribadi		197	1	197	8,547868	1683,929996
Alat berat		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Truk Besar		326	1,2	391,2	8,547868	3343,925962
Truk Kecil		247	1	247	8,547868	2111,323396

Tabel 17 Perhitungan Emisi Kecamatan Rogojampi

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		28405	0,25	7101,25	2,239521	15903,3985
Roda tiga		68	0,25	17	2,239521	38,071857
Mobil Penumpang Umum	Bensin	8	1	8	2,239521	17,916168
Mobil Penumpang Pribadi		879	1	879	2,239521	1968,538959
Bus Besar Umum		5	1,2	6	8,547868	51,287208
Bus Besar Pribadi		4	1,2	4,8	8,547868	41,0297664
Bus Kecil Umum			1	0	8,547868	0
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		274	1	274	8,547868	2342,115832
Alat berat		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Truk Besar		355	1,2	426	8,547868	3641,391768
Truk Kecil		371	1	371	8,547868	3171,259028

Tabel 18 Perhitungan Emisi Kecamatan Kabat

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		19039	0,25	4759,75	2,239521	10659,56008
Roda tiga		96	0,25	24	2,239521	53,748504
Mobil Penumpang Umum	Bensin	4	1	4	2,239521	8,958084
Mobil Penumpang Pribadi		197	1	197	2,239521	441,185637
Bus Besar Umum			1,2	0	8,547868	0
Bus Besar Pribadi		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Bus Kecil Umum			1	0	8,547868	0
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		142	1	142	8,547868	1213,797256
Alat berat			1,2	0	8,547868	0
Truk Besar		245	1,2	294	8,547868	2513,073192
Truk Kecil		71	1	71	8,547868	606,898628

Tabel 19 Perhitungan Emisi Kecamatan Singojuruh

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		13805	0,25	3451,25	2,239521	7729,146851
Roda tiga	Bensin		0,25	0	2,239521	0
Mobil Penumpang Umum		2	1	2	2,239521	4,479042
Mobil Penumpang Pribadi		215	1	215	2,239521	481,497015
Bus Besar Umum			1,2	0	8,547868	0
Bus Besar Pribadi			1,2	0	8,547868	0
Bus Kecil Umum			1	0	8,547868	0
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		98	1	98	8,547868	837,691064
Alat berat		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Truk Besar		307	1,2	368,4	8,547868	3149,034571
Truk Kecil		91	1	91	8,547868	777,855988

Tabel 20 Perhitungan Emisi Kecamatan Sempu

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		24978	0,25	6244,5	2,239521	13984,68888
Roda tiga	Bensin		0,25	0	2,239521	0
Mobil Penumpang Umum		3	1	3	2,239521	6,718563
Mobil Penumpang Pribadi		239	1	239	2,239521	535,245519
Bus Besar Umum			1,2	0	8,547868	0
Bus Besar Pribadi		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Bus Kecil Umum			1	0	8,547868	0
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		261	1	261	8,547868	2230,993548
Alat berat			1,2	0	8,547868	0
Truk Besar		102	1,2	122,4	8,547868	1046,259043
Truk Kecil		40	1	40	8,547868	341,91472

Tabel 21 Perhitungan Emisi Kecamatan Songgon

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		15086	0,25	3771,5	2,239521	8446,353452
Roda tiga	Bensin		0,25	0	2,239521	0
Mobil Penumpang Umum		16	1	16	2,239521	35,832336
Mobil Penumpang Pribadi		382	1	382	2,239521	855,497022
Bus Besar Umum			1,2	0	8,547868	0
Bus Besar Pribadi	Solar		1,2	0	8,547868	0
Bus Kecil Umum			1	0	8,547868	0
Bus Kecil Pribadi			1	0	8,547868	0

Lanjutan 21 Tabel Perhitungan Emisi Kecamatan Songgon

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Mobil Penumpang Pribadi		265	1	265	8,547868	2265,18502
Alat berat			1,2	0	8,547868	0
Truk Besar		113	1,2	135,6	8,547868	1159,090901
Truk Kecil		31	1	31	8,547868	264,983908

Tabel 22 Perhitungan Emisi Kecamatan Glagah

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		9479	0,25	2369,75	2,239521	5307,10489
Roda tiga			0,25	0	2,239521	0
Mobil Penumpang Umum	Bensin	2	1	2	2,239521	4,479042
Mobil Penumpang Pribadi		483	1	483	2,239521	1081,688643
Bus Besar Umum			1,2	0	8,547868	0
Bus Besar Pribadi			1,2	0	8,547868	0
Bus Kecil Umum			1	0	8,547868	0
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		248	1	248	8,547868	2119,871264
Alat berat		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Truk Besar		202	1,2	242,4	8,547868	2072,003203
Truk Kecil		28	1	28	8,547868	239,340304

Tabel 23 Perhitungan Emisi Kecamatan Licin

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		8639	0,25	2159,75	2,239521	4836,80548
Roda tiga			0,25	0	2,239521	0
Mobil Penumpang Umum	Bensin	2	1	2	2,239521	4,479042
Mobil Penumpang Pribadi		179	1	179	2,239521	400,874259
Bus Besar Umum			1,2	0	8,547868	0
Bus Besar Pribadi			1,2	0	8,547868	0
Bus Kecil Umum			1	0	8,547868	0
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		36	1	36	8,547868	307,723248
Alat berat			1,2	0	8,547868	0
Truk Besar		102	1,2	122,4	8,547868	1046,259043
Truk Kecil		36	1	36	8,547868	307,723248

Tabel 24 Perhitungan Emisi Kecamatan Banyuwangi

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		28738	0,25	7184,5	2,239521	16089,83862
Roda tiga			0,25	0	2,239521	0
Mobil Penumpang Umum	Bensin	33	1	33	2,239521	73,904193
Mobil Penumpang Pribadi		3580	1	3580	2,239521	8017,48518
Bus Besar Umum		128	1,2	153,6	8,547868	1312,952525
Bus Besar Pribadi		3	1,2	3,6	8,547868	30,7723248
Bus Kecil Umum		8	1	8	8,547868	68,382944
Bus Kecil Pribadi	Solar	2	1	2	8,547868	17,095736
Mobil Penumpang Pribadi		997	1	997	8,547868	8522,224396
Alat berat		2	1,2	2,4	8,547868	20,5148832
Truk Besar		365	1,2	438	8,547868	3743,966184
Truk Kecil		589	1	589	8,547868	5034,694252

Tabel 25 Perhitungan Emisi Kecamatan Giri

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		7907	0,25	1976,75	2,239521	4426,973137
Roda tiga			0,25	0	2,239521	0
Mobil Penumpang Umum	Bensin	2	1	2	2,239521	4,479042
Mobil Penumpang Pribadi		356	1	356	2,239521	797,269476
Bus Besar Umum			1,2	0	8,547868	0
Bus Besar Pribadi		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Bus Kecil Umum			1	0	8,547868	0
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		58	1	58	8,547868	495,776344
Alat berat			1,2	0	8,547868	0
Truk Besar		177	1,2	212,4	8,547868	1815,567163
Truk Kecil		175	1	175	8,547868	1495,8769

Tabel 26 Perhitungan Emisi Kecamatan Kalipuro

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		29947	0,25	7486,75	2,239521	16766,73385
Roda tiga			0,25	0	2,239521	0
Mobil Penumpang Umum	Bensin	13	1	13	2,239521	29,113773
Mobil Penumpang Pribadi		693	1	693	2,239521	1551,988053
Bus Besar Umum			1,2	0	8,547868	0
Bus Besar Pribadi		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Bus Kecil Umum	Solar	2	1	2	8,547868	17,095736
Bus Kecil Pribadi			1	0	8,547868	0

Lanjutan 26 Tabel Perhitungan Emisi Kecamatan Kalipuro

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Mobil Penumpang Pribadi		62	1	62	8,547868	529,967816
Alat berat			1,2	0	8,547868	0
Truk Besar		654	1,2	784,8	8,547868	6708,366806
Truk Kecil		289	1	289	8,547868	2470,333852

Tabel 27 Perhitungan Emisi Kecamatan Wongsorejo

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Jumlah	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO2
Sepeda Motor		27758	0,25	6939,5	2,239521	15541,15598
Roda tiga			0,25	0	2,239521	0
Mobil Penumpang Umum	Bensin	3	1	3	2,239521	6,718563
Mobil Penumpang Pribadi		347	1	347	2,239521	777,113787
Bus Besar Umum		3	1,2	3,6	8,547868	30,7723248
Bus Besar Pribadi		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Bus Kecil Umum		1	1	1	8,547868	8,547868
Bus Kecil Pribadi	Solar		1	0	8,547868	0
Mobil Penumpang Pribadi		368	1	368	8,547868	3145,615424
Alat berat		1	1,2	1,2	8,547868	10,2574416
Truk Besar		283	1,2	339,6	8,547868	2902,855973
Truk Kecil		246	1	246	8,547868	2102,775528

## LAMPIRAN 5

Tabel 28 Perhitungan Skenario Transportasi Tahun 2014

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	2014	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO <sub>2</sub>
Sepeda Motor		587.396	0,25	146849	2,24	328871,4
Roda tiga		1.477	0,25	369,25	2,24	826,9431
Mobil Penumpang Umum		217	1	217	2,24	485,9761
Mobil Penumpang Pribadi	Bensin	16.660	1	16660	2,24	37310,42
Bus Besar Umum		267	1,2	320,4	8,55	2738,737
Bus Besar Pribadi		28	1,2	33,6	8,55	287,2084
Bus Kecil Umum		44	1	44	8,55	376,1062
Bus Kecil Pribadi		8	1	8	8,55	68,38294
Mobil Penumpang Pribadi		7.138	1	7138	8,55	61014,68
Alat berat		21	1,2	25,2	8,55	215,4063
Truk Besar	Solar	7.318	1,2	8781,6	8,55	75063,96
Truk Kecil		7.112	1	7112	8,55	60792,44
Emisi Total						568051,7

Tabel 29 Perhitungan Skenario Transportasi 2015

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	2013	Konversi smp	smp	FES	Emisi CO <sub>2</sub>
Sepeda Motor		158.597	0,25	39649,23	2,24	88795,28
Roda tiga		1.477	0,25	369,25	2,24	826,9431
Mobil Penumpang Umum		217	1	217	2,24	485,9761
Mobil Penumpang Pribadi	Bensin	16.660	1	16660	2,24	37310,42
Bus Besar Umum		267	1,2	320,4	8,55	2738,737
Bus Besar Pribadi		28	1,2	33,6	8,55	287,2084
Bus Kecil Umum		44	1	44	8,55	376,1062
Bus Kecil Pribadi		8	1	8	8,55	68,38294
Mobil Penumpang Pribadi		7.138	1	7138	8,55	61014,68
Alat berat		21	1,2	25,2	8,55	215,4063
Truk Besar	Solar	7.318	1,2	8781,6	8,55	75063,96
Truk Kecil		7.112	1	7112	8,55	60792,44
Emisi Total						327975,5

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

LAMPIRAN 6

Tabel 30 Skenario IKM

Industri	Bahan Bakar	Konsum	Nilai Kalor	Total Energi	Faktor Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CO <sub>2</sub>
			TJ/kg	TJ/tahun	kg CO <sub>2</sub> /TJ	kg CO <sub>2</sub> /tahun	ton CO <sub>2</sub> /tahun
Tempe 1	LPG	72	0,0000473	0,0034056	63100	2,98463	0,00298463
Tempe 2	LPG	144	0,0000473	0,0068112	63100	429,78672	0,42978672
Tempe 3	LPG	432	0,0000473	0,0204336	63100	1289,36016	1,28936016
Tempe 4	LPG	72	0,0000473	0,0034056	63100	214,89336	0,21489336
Tempe 5	LPG	144	0,0000473	0,0068112	63100	429,78672	0,42978672
Kerupuk 1	LPG	1728	0,0000473	0,0817344	63100	5157,44064	5,15744064
Kerupuk 2	LPG	1800	0,0000473	0,08514	63100	5372,334	5,372334
Kerupuk 3	LPG	720	0,0000473	0,034056	63100	2148,9336	2,1489336
Kerupuk 4	LPG	864	0,0000473	0,0408672	63100	2578,72032	2,57872032
Kerupuk 5	LPG	1728	0,0000473	0,0817344	63100	5157,44064	5,15744064
Kerupuk 6	LPG	1728	0,0000473	0,0817344	63100	5157,44064	5,15744064
Kerupuk 7	LPG	720	0,0000473	0,034056	63100	2148,9336	2,1489336
Ikan 1	LPG	180	0,0000473	0,008514	63100	537,2334	0,5372334
Ikan 2	LPG	144	0,0000473	0,0068112	63100	429,78672	0,42978672
Ikan 3	LPG	240	0,0000473	0,011352	63100	716,3112	0,7163112
Ikan 4	LPG	180	0,0000473	0,008514	63100	537,2334	0,5372334
Gula 1	LPG	72	0,0000473	0,0034056	63100	214,89336	0,21489336
Gula 2	LPG	180	0,0000473	0,008514	63100	537,2334	0,5372334
Gula 3	LPG	36	0,0000473	0,0017028	63100	107,44668	0,10744668
Gula 4	LPG	36	0,0000473	0,0017028	63100	107,44668	0,10744668
Gula 5	LPG	600	0,0000473	0,02838	63100	1790,778	1,790778
Gula 6	LPG	600	0,0000473	0,02838	63100	1790,778	1,790778
Gula 7	LPG	600	0,0000473	0,02838	63100	1790,778	1,790778
Gula 8	LPG	600	0,0000473	0,02838	63100	1790,778	1,790778
Gula 9	LPG	600	0,0000473	0,02838	63100	1790,778	1,790778
Gula 10	LPG	600	0,0000473	0,02838	63100	1790,778	1,790778
Gula 11	LPG	600	0,0000473	0,02838	63100	1790,778	1,790778
Gula 12	LPG	600	0,0000473	0,02838	63100	1790,778	1,790778
Gula 13	LPG	600	0,0000473	0,02838	63100	1790,778	1,790778
Gula 14	LPG	600	0,0000473	0,02838	63100	1790,778	1,790778

Lanjutan Tabel 30 Sknario IKM

Industri	Bahan Bakar	Konsum	Nilai Kalor	Total Energi	Faktor Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CO <sub>2</sub>
			TJ/kg	TJ/tahun	kg CO <sub>2</sub> /TJ	kg CO <sub>2</sub> /tahun	ton CO <sub>2</sub> /tahun
Gula 15	LPG	600	0,0000473	0,02838	63100	1790,778	1,790778
Gula 16	LPG	600	0,0000473	0,02838	63100	1790,778	1,790778
Gula 17	LPG	900	0,0000473	0,04257	63100	2686,167	2,686167
Gula 18	LPG	900	0,0000473	0,04257	63100	2686,167	2,686167
Gula 19	LPG	900	0,0000473	0,04257	63100	2686,167	2,686167
Gula 20	LPG	900	0,0000473	0,04257	63100	2686,167	2,686167
Gula 21	LPG	900	0,0000473	0,04257	63100	2686,167	2,686167
Gula 22	LPG	900	0,0000473	0,04257	63100	2686,167	2,686167
Gula 23	LPG	900	0,0000473	0,04257	63100	2686,167	2,686167
Gula 24	LPG	900	0,0000473	0,04257	63100	2686,167	2,686167
Gula 25	LPG	900	0,0000473	0,04257	63100	2686,167	2,686167
Gula 26	LPG	900	0,0000473	0,04257	63100	2686,167	2,686167
Gula 27	LPG	900	0,0000473	0,04257	63100	2686,167	2,686167
Gula 28	LPG	900	0,0000473	0,04257	63100	2686,167	2,686167
Gula 29	LPG	900	0,0000473	0,04257	63100	2686,167	2,686167
Gula 30	LPG	900	0,0000473	0,04257	63100	2686,167	2,686167
Gula 31	LPG	360	0,0000473	0,017028	63100	1074,4668	1,0744668
Gula 32	LPG	180	0,0000473	0,008514	63100	537,2334	0,5372334
Gula 33	LPG	180	0,0000473	0,008514	63100	537,2334	0,5372334
Gula 34	LPG	180	0,0000473	0,008514	63100	537,2334	0,5372334
Gula 35	LPG	180	0,0000473	0,008514	63100	537,2334	0,5372334
Gula 36	LPG	180	0,0000473	0,008514	63100	537,2334	0,5372334
Gula 37	LPG	180	0,0000473	0,008514	63100	537,2334	0,5372334
Gula 38	LPG	180	0,0000473	0,008514	63100	537,2334	0,5372334
Gula 39	LPG	144	0,0000473	0,0068112	63100	429,78672	0,42978672
Gula 40	LPG	144	0,0000473	0,0068112	63100	429,78672	0,42978672
Gula 41	LPG	144	0,0000473	0,0068112	63100	429,78672	0,42978672
Gula 42	LPG	144	0,0000473	0,0068112	63100	429,78672	0,42978672
Gula 43	LPG	144	0,0000473	0,0068112	63100	429,78672	0,42978672
Gula 44	LPG	144	0,0000473	0,0068112	63100	429,78672	0,42978672
			Total Emisi				99,78513479

## LAMPIRAN 7

Tabel 31 Emisi Sektor Industri dan Transportasi di Tiap Kecamatan

Kecamatan	Sektor Transportasi	Sektor Industri	Total Emisi
Licin	6903,86432	0	6904
Giri	9046,199504	0	9046
Tegalsari	10222,56029	0	10223
Glagah	10834,74479	0	10835
Cluring	16088,55425	95,4	16184
Kalibaru	17269	19978,43	37247
Singojuruh	12989,96197	79934838,45	79947828
Banyuwangi	42931,83124	100000644,4	100043576
Songgon	13026,94264	159869989,9	159883017
Glenmore	14839,19202	559571047,5	559585887
Muncar	48600,34668	1039298546	1039347146
Bangorejo	15450,53567	1458805724	1458821175
Gambiran	15955,01159	1558723924	1558739879
Wongsorejo	24536,07033	1730304282	1730328818
Kabat	15507,47882	2078298788	2078314295
Rogojampi	27185,26653	3077481243	3077508428
Pesanggaran	11693,88341	3497144285	3497155979
Sempu	18156,07772	3816875512	3816893668
Siliragung	12797,93461	4445661846	4445674644
Genteng	21792	9503753377	9503775169
Srono	28720	11970200477	11970229197
Purwoharjo	17229,9045	32010624044	32010641274
Kalipuro	28083,85732	50146023008	50146051092
Tegaldlimo	15952,01286	1,37E+11	137000000000

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, R.2000.*Menentukan Nilai Satuan Mobil Penumpang Kendaraan di Kotamadya Banjarmasin*. Info Teknik Volume 1 No. 1 Desember 2000 (22-27)
- Arofah, U.2015. *Penentuan Faktor Emisi Spesifik Untuk Estimasi Tapak Karbon dan Pemetaannya di Kabupaten Malang*. Surabaya: Tesis ITS (Belum dipublikasikan)
- Alyuz, U., & Kadir A.2014.*Emission Inventory of Primaru Air Pollutants in 2010 from Industrial Processes in Turkey*.Science of the Total Environment 488-489 (2014) 369-381
- Badan Lingkungan Hidup (BLH).2014. *Status Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Banyuwangi Tahun 2013*. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kabupaten Banyuwangi.
- Badan Pusat Statistik. 2012. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987-2012*.  
[http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php?tabel=1&id\\_subyek=17&notab=12](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&id_subyek=17&notab=12)  
diunduh tanggal 5 Juni 2014 pukul 16.18
- Badan Pusat Statistik.2013. *Banyuwangi Dalam Angka 2013*. Banyuwangi: Badan Pusat Statistik
- Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri.2012. *Draft Petunjuk Teknis Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca (Grk) Di Sektor Industri*. Jakarta: Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri
- Chen, Bingheng., Chuanjie Hong, dan Haidong Kan.2004. *Exposures And Health Outcomes From Outdoor Air Pollutants In China*. Toxicology 198 (2004) 291–300
- Clement, Ami C, Andrew C.Baker, dan Julie Leloup. 2010. *Climate Change : Patterns of Tropical Warming*. Nature Geoscience, 3(2010) page 8-9.
- Damanik, D., Helianty, S. Rionaldo, H., Zulfansyah.2010. *Kinerja Kompor Gasifikasi Turbo Stove*. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia dan Musyawarah Nasional APTEKINDO 2012. ISBN 978-979-98300-2-9
- Darwin, Roy. 2004. *Effects of Greenhouse Gas Emissions on World Agriculture, Food Consumption, and Economic Welfare*. Journal of Climate Change , 66(2004) page 191-238.
- Dharmowijoyo, D., Tamin, O.2010. *Pemilihan Metode Perhitungan Pengurangan Emisi Karbon Dioksida di Sektor Transportasi*. Jurnal Transportasi Vol. 10 No. 3 Desember 2010: 245-252
- Dinorra, G.2015.*Penentuan Faktor Emisi Spesifik Untuk Estimasi Tapak Karbon dan Pemetaannya Dari Sektor Industri Dan Transportasi Di Kota Malang*. Surabaya: Tesis ITS (Belum dipublikasikan)
- Direktorat Jenderal Bina Marga.1990. *Panduan Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan di Wilayah Perkotaan*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Jalan Kota.

- Dong, H., Yong G., Fengming X., Tsuyoshi F. 2013. *Carbon Footprint Evaluation At Industrial Park Level: A Hybrid Life Cycle Assessment Approach*. Energy Policy 57 (2013) 298–307
- Hernandez, J., Luis P., Jesus A., Jose Fco., Martinez T.2012. *Assessment And Prediction Of Air Quality Using Fuzzy Logic And Autoregressive Models*. Atmospheric Environment 60 (2012) 37 - 50
- Hidayatullah, E.2011. *Estimasi Beban Emisi dan Konsentrasi SO<sub>2</sub> dari sektor Transportasi dengan Model DFLS Studi Kasus Surabaya Selatan (Jl. Gayungsari Barat)*. Surabaya: ITS.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).2006.*IPCC guidelines for National greenhouse gas inventories*. In:Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (Eds.), Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. IPCC/OECD/IEA, Hayama, Japan.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).2007.*Climate Change 2007: Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. In: Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., Meyer, L.A. (Eds.).Cambridge University Press, Cambridge and New York, USA. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Ismayanti, R., Boedisantoso, R., Assomadi, A.2011. *Kajian Emisi CO<sub>2</sub> Menggunakan Persamaan Mobile 6 dan Mobile Combustion Dari Sektor Transportasi di Kota Surabaya*. Tugas Akhir. Surabaya: ITS
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.2013.*Kajian Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi*. Jakarta: Pusat Data Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Kementerian Kehutanan.2010.*Pedoman Pengukuran Karbon Untuk Mendukung Penerapan REDD+ di Indonesia*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan
- Kementerian Lingkungan Hidup.2001. *Agenda Pemukiman untuk Pengembangan Kualitas Hidup Berkelanjutan*. Jakarta: KLH
- Kementerian Lingkungan Hidup.2010.*Indonesia Second National Communication Under The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*.Jakarta: KLH
- Kementerian Lingkungan Hidup (KLH).2012a. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku I Pedoman Umum*. Jakarta: KLH.
- Kementerian Lingkungan Hidup (KLH).2012b.*Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional: Buku II Volume I Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca, Pengadaan dan Penggunaan Energi*. Jakarta: KLH.
- Kennedy, C., Julia S., Barrie G., Yvonne H., Timothy H., Aumnad P., Anu Ramaswami., Gara V.M.2010.*Methodology For Inventorying Greenhouse Gas Emissions From Global Cities*. Energy Policy 38 (2010) 4828–4837

- Kresna, Y.2015.*Penentuan Faktor Emisi Spesifik Untuk Estimasi Tapak Karbon dan Pemetaannya dari Sektor Industri dan Transportasi di Wilayah Kabupaten Sidoarjo*. Surabaya: Tesis ITS (Belum dipublikasikan)
- Künzli, N., R Kaiser, S Medina, M Studnicka, O Chanel, P Filliger, M Herry, F Horak Jr, V Puybonnieux-Texier, P Quénel.2000. *Public-Health Impact Of Outdoor And Traffic-Related Air Pollution: A European Assessment*. THE LANCET. Vol 356. September 2, 2000
- Kusminingrum, N., & G. Gunawan. 2008. *Polusi Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Perkotaan Pulau Jawa dan Bali*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan
- Kusuma, W., Boedisantoso, R., Wilujeng, S.2010. *Studi Kontribusi Kegiatan Transportasi Terhadap Emisi Karbon Di Surabaya Bagian Barat*. Laporan Tugas Akhir. Surabaya: ITS
- Lopez, A. R., A. Mena-Nieto, J.E. García-Ramos.2014.*System Dynamics Modeling For Renewable Energi And CO<sub>2</sub> Emissions:A Case Study Of Ecuador*. Energy for Sustainable Development 20 (2014) 11–20
- Nugrahayu, Q.2015.*Penentuan Faktor Emisi Spesifik Dari Sektor Transportasi Dan Industri Untuk Estimasi Tapak Karbon Dan Pemetaannya di Kabupaten Sumenep-Jawa Timur*. Surabaya: Tesis ITS (Belum dipublikasikan)
- Pemerintah Daerah (Pemda) Kabupaten Banyuwangi.2012.*RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) Kabupaten Banyuwangi 2012-2032*. Banyuwangi : Pemerintah Daerah Kabupaten Banyuwangi.
- Pemerintah Daerah (Pemda) Kabupaten Banyuwangi.2014.*Peta Administrasi Kabupaten Banyuwangi*. <http://banyuwangikab.go.id/profil/peta.html> diunduh pada 5 September 2014 pukul 03.17
- Peraturan Presiden Republik Indonesia.2011a. *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011 Tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca*. Jakarta : Sekretariat Negara
- Peraturan Presiden Republik Indonesia.2011b. *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 71 Tahun 2011 Tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*. Jakarta : Sekretariat Negara
- Pradiptya, V. 2011. *Kajian Emisi CO<sub>2</sub> Dengan Menggunakan Persamaan Longrange Energi Alternatives Planning (LEAP) Dari Sektor Permukiman di Kota Surabaya*. Surabaya : ITS
- PTPN.2014.*Profil PTPN XII*. <http://www.ptpn12.com/rolas/index.php/tentang-kami/profil> diunduh tanggal 21 September 2014.
- Puri, R.2011.*Kajian Emisi CO<sub>2</sub> Berdasarkan Tapak Karbon Sekunder Dari Kegiatan Non Akademik Di ITS Surabaya*. Surabaya : ITS
- Puspasari, N.2010.*Studi Carbon Footprint (CO<sub>2</sub>) Dari Kegiatan Permukiman Di Surabaya Timur dan Utara*. Surabaya : ITS
- Rachmawati, I.2014. *Akhirnya Garuda Terbang di Langit Banyuwangi*. <http://travel.kompas.com/read/2014/05/02/0905315/Akhirnya.Garuda.Terbang.di.Langit.Banyuwangi>.

- Saidi, K., & S. Hammami.2014.*The Impact of Energi Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions on Economic Growth: Fresh Evidence from Dynamic Simultaneous-Equations Models*. Sustainable Cities and Society.
- Satterthwaite, D., 2008. *Cities' Contribution To Global Warming: Notes On The Allocation Of Greenhouse Gas Emissions*. Environment and Urbanization 20 (2), 539–549.
- Schulz, N.B.2010.*Delving Into The Carbon Footprints Of Singapore—Comparing Direct And Indirect Greenhouse Gas Emissions Of A Small And Open Economic System*. Energi Policy 38 (2010) 4848–4855
- Setiawan, R., Rachmat B., Mohammad R.2010.*Kajian Carbon Footprint dari Kegiatan Industri di Kota Surabaya*. Semnastekling VII ISBN 978-602-95595-2-1
- Setiyawan, A.2000. *Studi Kelayakan Proyek Uji Coba Mikrolet dengan Bahan Bakar Gas di Surabaya*. Surabaya: Bappeda
- Shen, L., Tianming G., Jianan Zhao., Limao W., Lan W., Litao L., Fengnan C., Jingjing X.2014. *Factory Level Measurements on CO<sub>2</sub> Emission Factors Of Cement Production in China*. Renewable And Sustainable Energi Reviews 34 (2014) 337 – 349
- Sihotang, S., Abdu F.2010. *Pemetaan Distribusi Konsentrasi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Dari Kontribusi Kendaraan bermotor di Kampus ITS Surabaya*. Surabaya : ITS
- Suhadi, D. 2008. *Penyusunan Petunjuk Teknis Perkiraan Beban Pencemaran Udara dari Kendaraan Bermotor Di Indonesia*. Kementerian Lingkungan Hidup.
- Srikandi, N., dan Driejana. 2009. *Pengaruh Karakteristik Faktor Emisi Terhadap Estimasi Beban Emisi Oksida Nitrogen (NOx) dari Sektor Transportasi*. Faculty of Civil and Environmental Engineering. Bandung : ITB.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change).2014. *Green House Gas (GHG) data from UNFCCC*. [http://unfccc.int/ghg\\_data/ghg\\_data\\_unfccc/items/4146.php](http://unfccc.int/ghg_data/ghg_data_unfccc/items/4146.php) diunduh pada 12 Agustus 2014 pukul 10.23
- Undang-Undang Republik Indonesia .2004a. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2004 Tentang Perikanan*. Jakarta: DPR RI.
- Undang-Undang Republik Indonesia.2004b.*Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Jakarta : DPR RI
- Undang-Undang Republik Indonesia.2009.*Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta : DPR RI
- Wiedmann, T. and Minx, J. 2008. *A Definition of 'Carbon Footprint'*. In: C. C. Pertsova, *Ecological Economics Research Trends*: Chapter 1, pp. 1-11, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA. [https://www.novapublishers.com/catalog/product\\_info.php?products\\_id=5999](https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=5999)
- Yamin, M *et al.*2009.*Pencemaran Udara Karbon Monoksida dan Nitrogen Oksida Akibat Kendaraan Bermotor Pada Ruas Jalan Padat Lalu Lintas di Kota Makassar*. Surabaya: Simposium XII.FSTPT Universitas Kristen Petra-Surabaya

- Yanto, S.2011.*Kajian Tapak Karbon Sekunder dari Kegiatan Akademik di ITS Surabaya*. Surabaya : ITS
- Youngguk, S., Kim S.2013. *Estimation of greenhouse gas emissions from road traffic: A case study in Korea*. Renewable and Sustainable Energi Reviews 28 (2013) 777–787.
- Yulistiani, F., Susanto, H., Adhi, T.2010. *Kajian Tekno Ekonomi Pabrik Fischer Tropsch Diesel Berbasis Gasifikasi Janggel Jagung Di Madura Dan Sulawesi Selatan*. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses 2010 ISSN : 1411-4216.
- Yusratika, N., Puji L., IGA U.2011. *Inventori Emisi Gas Rumah Kaca (CO<sub>2</sub> Dan CH<sub>4</sub>) Dari Sektor Transportasi Di DKI Jakarta Berdasarkan Konsumsi Bahan Bakar*. Bandung: ITB
- Zulham.2014. *Pembangunan Halte Transmetro Pekanbaru Terancam Tertunda*. <http://www.tribunnews.com/regional/2010/10/20/pembangunan-halte-transmetro-pekanbaru-terancam-tertunda> diunduh tanggal 23 Desember pukul 09.55

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## BIODATA PENULIS



Maria Carolina Lopulalan, lahir pada tanggal 26 Maret 1991 di Banyuwangi, Jawa Timur. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN 1 Purwoharjo pada tahun 1997-2003, SMP Negeri 1 Cluring tahun 2003-2006, SMAN 1 Purwoharjo tahun 2006-2009 dan melanjutkan jenjang perkuliahan di Program Studi D4 Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Setelah lulus menjadi sarjana pada tahun 2013, penulis langsung melanjutkan pendidikan program Magister Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) ITS.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi antara lain Shipbuilding Polytechnic English Development Society (POCEDS), Paduan Suara Mahasiswa PPNS dan Himpunan Mahasiswa K3. Prestasi yang didapatkan oleh penulis selama masa perkuliahan antara lain *Quarter English Debate Competition on PIMITS 13* (2010), Juara Harapan Satu Mahasiswa Berprestasi (MAWAPRES) PPNS-ITS 2012, dan Pemakalah dalam National Welding Seminar di PPNS (2012).

Selama menempuh pendidikan Magister, penulis bekerja lepas sebagai guru les dan mengerjakan proyek perencanaan sistem pengendalian kebakaran. Penulis juga mengikuti Workshop tentang Inventarisasi Emisi Pencemaran Udara Perkotaan dan Industri. Workshop tersebut menjadi landasan awal penulis menyelesaikan tesis terkait dengan emisi CO<sub>2</sub>.