



TESIS - RE 142541

**PENENTUAN FAKTOR EMISI SPESIFIK DARI
SEKTOR INDUSTRI DAN TRANSPORTASI UNTUK
ESTIMASI TAPAK KARBON DAN PEMETAANNYA
DI KABUPATEN MALANG.**

**UMMY AROFAH AGUSTINA
3313 2010 023**

PEMBIMBING :
Prof. Ir. Joni Hermana, MScES., PhD
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

**PROGRAM MAGISTER
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**



THESIS - RE 142541

**DETERMINATION OF SPECIFIC EMISSION
FACTOR FROM INDUSTRIAL AND
TRANSPORTATION SECTOR FOR ESTIMATING
AND MAPPING CARBON FOOTPRINT IN MALANG
DISTRICT.**

**UMMY AROFAH AGUSTINA
3313 2010 023**

**SUPERVISOR :
Prof. Ir. Joni Hermana, MScES., PhD
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.**

**MASTER PROGRAM
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul “Penentuan Faktor Emisi Spesifik untuk Estimasi Tapak Karbon beserta Pemetaannya dari Sektor Industri dan Transportasi di Kabupaten Malang”. Penulisan tesis ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan studi di Magister Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Ucapan terima kasih yang tulus dan sedalam-dalamnya penulis ucapkan kepada orang tua, ayahanda H. Achmad Arifin M. dan Laksamana Muda TNI Agus Heryana, SE., dan ibunda Hj. Sopet Z. Habibah dan Dr. Ir. Adriana Monica Sahidu, M.Kes., yang telah memberikan semangat dan doa yang senantiasa dipanjatkan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada suami, Gian Raafi Demasatria, SH. MKn., yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada adik Arrifa Ariani Arifin, Zakaria Achmad, dan Putri Amalia Shabrina.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Joni Hermana, MScES., PhD selaku pembimbing yang selalu mengarahkan dan memberi masukan dalam penyusunan tesis ini.
2. Abdu Fadli Assomadi, SSi., MT. dan Dr. Ir. Rachmat Budi Santoso, ST. MT., yang selalu mengarahkan dan memberi masukan dalam penyusunan tesis ini.
3. Prof. Ir. Wahyono Hadi, MSc., PhD dan Alia Damayanti, ST. MT. PhD., dan Arie Dipareza S, ST. MEPM., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan pada tesis ini.
4. Teman-teman angkatan 2013 program Pasca Sarjana jurusan Teknik Lingkungan, terutama Dhea, Cici, Yonnet, Gea, Qorry, Ufa, Venny, Cessa, Winda, Maria, dan Mbak Laily yang senantiasa menemani dalam pembuatan tesis ini.

5. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam pembuatan tesis ini.

Penulis berharap semoga proposal ini dapat bermanfaat serta dapat dipahami oleh semua pihak.

Surabaya, Januari 2015

Penulis,

Ummy Arofah Agustina

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

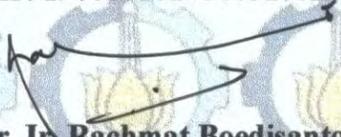
oleh:

UMMY AROFAH AGUSTINA
3313201023

Tanggal Ujian: 8 Januari 2015
Periode Wisuda: Maret 2015

Disetujui Oleh:


1. Prof. Ir. Joni Hermana, MScES., PhD (Pembimbing I)
NIP. 196006181988031002


2. Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT. (Pembimbing II)
NIP: 196601161997031001


3. Prof. Ir. Wahyono Hadi, MSc., PhD (Penguji)
NIP. 195001141979031001


4. Alia Damayanti, ST. MT. PhD. (Penguji)
NIP. 197702092003122001


5. Arie Dipareza S, ST. MEPM. (Penguji)
NIP. 198201192005011001


Direktur Program Pascasarjana,

Prof. Dr. Adi Soepriyanto, MT.
NIP. 196404051990021001

PENENTUAN FAKTOR EMISI SPESIFIK (FES) DARI SEKTOR INDUSTRI DAN TRANSPORTASI UNTUK ESTIMASI TAPAK KARBON DAN PEMETAANNYA DI KABUPATEN MALANG

Nama Mahasiswa : Uummy Arofah Agustina
NRP : 3313201023
Pembimbing : Prof. Ir. Joni Hermana, MSc. ES., PhD.
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

ABSTRAK

Dua sektor terbesar penyumbang emisi karbon di udara adalah sektor transportasi dan industri. Berkembang pesatnya sektor transportasi dan industri sejalan dengan perkembangan ekonomi, teknologi serta penduduk. Semakin pesat perkembangan sektor transportasi dan industri, semakin besar pula emisi karbon yang dihasilkan. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan. Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan penelitian ini dengan tujuan menentukan Faktor Emisi Spesifik (FES) dan estimasi tapak karbon dari sektor transportasi dan industri di Kabupaten Malang, Jawa Timur serta memetakan tapak karbon yang telah diperoleh.

Penentuan estimasi tapak karbon diawali dengan perhitungan menggunakan IPCC *guidelines* 2006 Tier 2 dari sektor transportasi dan industri. Selanjutnya mencari nilai FES dari hasil perhitungan tapak karbon yang telah diperoleh. Nilai estimasi tapak karbon yang didapat dari sektor transportasi dan industri selanjutnya dipetakan menggunakan Auto CAD. Penelitian ini terdiri dari 2 variabel yaitu jenis BBM (gasolin dan solar) dan jenis industri (makanan, tekstil, kayu, kertas, kimia-plastik, barang galian bukan logam, logam dasar, logam-mesin). Parameter penelitian ini adalah CO₂ dan data yang digunakan adalah data tahun 2013.

Hasil penelitian ini menunjukkan tapak karbon dari sektor transportasi dan industri masing-masing yaitu 902,99 ton CO₂/tahun dan 14.023 ton CO₂/tahun. Lalu FES dari sektor transportasi, 0,00304 ton CO₂/SMP, FES dari sektor industri adalah sebesar 1,194 ton CO₂/kapasitas produksi (industri makanan), sebesar 0,075 ton CO₂/kapasitas produksi (industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit), sebesar 1,881 ton CO₂/kapasitas produksi (industri kayu dan barang-barang dari kayu), sebesar 0,028 ton CO₂/kapasitas produksi (industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan, dan penerbitan), sebesar 0,004 ton CO₂/kapasitas produksi (industri kimia dan barang-barang dari kimia), industri barang-barang galian bukan logam sebesar 0,011 ton CO₂/kapasitas produksi (industri barang-barang galian bukan logam), sebesar 1,047 ton CO₂/kapasitas produksi (industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya), sebesar 0,001 ton CO₂/kapasitas produksi (industri pengelolaan lainnya).

Kata Kunci: Faktor Emisi Spesifik, Industri, Tapak Karbon, Transportasi

PENENTUAN FAKTOR EMISI SPESIFIK (FES) DARI SEKTOR INDUSTRI DAN TRANSPORTASI UNTUK ESTIMASI TAPAK KARBON DAN PEMETAANNYA DI KABUPATEN MALANG

Nama Mahasiswa : Uummy Arofah Agustina
NRP : 3313201023
Pembimbing : Prof. Ir. Joni Hermana, MSc. ES., PhD.
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

ABSTRAK

Dua sektor terbesar penyumbang emisi karbon di udara adalah sektor transportasi dan industri. Berkembang pesatnya sektor transportasi dan industri sejalan dengan perkembangan ekonomi, teknologi serta penduduk. Semakin pesat perkembangan sektor transportasi dan industri, semakin besar pula emisi karbon yang dihasilkan. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan. Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan penelitian ini dengan tujuan menentukan Faktor Emisi Spesifik (FES) dan estimasi tapak karbon dari sektor transportasi dan industri di Kabupaten Malang, Jawa Timur serta memetakan tapak karbon yang telah diperoleh.

Penentuan estimasi tapak karbon diawali dengan perhitungan menggunakan IPCC *guidelines* 2006 Tier 2 dari sektor transportasi dan industri. Selanjutnya mencari nilai FES dari hasil perhitungan tapak karbon yang telah diperoleh. Nilai estimasi tapak karbon yang didapat dari sektor transportasi dan industri selanjutnya dipetakan menggunakan Auto CAD. Penelitian ini terdiri dari 2 variabel yaitu jenis BBM (gasolin dan solar) dan jenis industri (makanan, tekstil, kayu, kertas, kimia-plastik, barang galian bukan logam, logam dasar, logam-mesin). Parameter penelitian ini adalah CO₂ dan data yang digunakan adalah data tahun 2013.

Hasil penelitian ini menunjukkan tapak karbon dari sektor transportasi dan industri masing-masing yaitu 902,99 ton CO₂/tahun dan 14.023 ton CO₂/tahun. Lalu FES dari sektor transportasi, 0,00304 ton CO₂/SMP, FES dari sektor industri adalah sebesar 1,194 ton CO₂/kapasitas produksi (industri makanan), sebesar 0,075 ton CO₂/kapasitas produksi (industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit), sebesar 1,881 ton CO₂/kapasitas produksi (industri kayu dan barang-barang dari kayu), sebesar 0,028 ton CO₂/kapasitas produksi (industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan, dan penerbitan), sebesar 0,004 ton CO₂/kapasitas produksi (industri kimia dan barang-barang dari kimia), industri barang-barang galian bukan logam sebesar 0,011 ton CO₂/kapasitas produksi (industri barang-barang galian bukan logam), sebesar 1,047 ton CO₂/kapasitas produksi (industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya), sebesar 0,001 ton CO₂/kapasitas produksi (industri pengelolaan lainnya).

Kata Kunci: Faktor Emisi Spesifik, Industri, Tapak Karbon, Transportasi

DETERMINATION OF SPECIFIC EMISSION FACTORS (FES) ESTIMATES FROM INDUSTRY SECTOR AND TRANSPORTATION FOR CARBON AND MAPPING IN MALANG DISTRICT

Name : Ummy Arofah Agustina
NRP : 3313201023
Supervisor : Prof. Ir. Joni Hermana, MSc. ES., PhD.
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

ABSTRACT

The biggest 2 (two) sectors for carbon emission in the air are transportation and industrial sectors. The rapid growth of transportation and industrial sectors goes along with the economic, technology and population growth. The greater of transportation and industrial sectors development, the greater of the carbon emission generated. This leads to the degradation of environmental quality. Based on these problems, this research is purpose to determine the Specific Emission Factor (FES) and estimate the carbon footprint from transportation and industrial sectors at Malang District, East Java and also to mapping the carbon footprint obtained.

The determination of carbon footprint emission begin with calculation using IPCC Guidelines 2006 Tier 2 from transportation and industrial sectors. Hereinafter find out the FES number from carbon footprint calculation results that has been obtained. The carbon footprint estimation number from transportation and industrial sectors is mapped using Auto CAD. This research consists of 2 (two) variables, such as BBM types (gasoline and solar) and industrial types (food, textile, wood, paper, chemical-plastic, non metal mineral product, basic metal, mechanical metal). The parameter for this research is CO₂ and the data used is from year of 2013 data.

The results show that carbon footprint from transportation and industrial sector for each others are 902,99 tons CO₂/year and 14023 tons CO₂/year. And then FES from transportation sector is 0,00304 tons CO₂/SMO, FES from industrial sector are 1194 tons CO₂/production capacity (food industry), 0,075 tons CO₂/production capacity (textile, apparel, and leather industry), 1,881 tons CO₂/production capacity (wood and wooden stuff industry), 0,028 tons CO₂/production capacity (paper and paper made stuff, printing and publishing industry), 0,004 tons CO₂/production capacity (chemical and things from chemical industry), non metal mineral product industry is 0,011 tons CO₂/production capacity, 1,047 tons CO₂/production capacity (metal made stuff, mechanical, and the mechanical equipment industry), and 0,001 tons CO₂/production capacity (other management industry).

Keywords: Specific Emission Factor, Industrial, Carbon Footprint, Transportation

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Industri	5
2.2 Transportasi.....	6
2.3 Emisi Karbon Dioksida (CO ₂) dan Tapak Karbon.....	8
2.4 Gas Rumah Kaca (GRK).....	9
2.5 Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca	9
2.5.1 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak dan Tidak Bergerak	10
2.6 IPCC	11
2.7 Gambaran Umum Kabupaten Malang	12
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Rancangan Penelitian	19
3.2 Kerangka Penelitian	20
3.3 Tahapan Penelitian	21
3.3.1 Ide Penelitian.....	21
3.3.2 Studi Literatur	21
3.3.3 Pengumpulan Data	21
3.3.4 Pengolahan Data Primer dan Data Sekunder	22
3.3.5 Analisis Data dan Pembahasan	22
3.3.6 Kesimpulan dan Saran	22
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Aspek Teknis	
4.1.1 Emisi CO ₂ dari Sektor Industri.....	23
4.1.2 Emisi CO ₂ dari Sektor Transportasi.....	29

4.1.3	Emisi CO ₂ dari Sektor Industri dan Transportasi di Kabupaten Malang.....	35
4.1.4	Pemetaan Penyebaran Emisi Tapak Karbon.....	37
4.2	Aspek Lingkungan.....	42
4.2.1	Skenario Emisi CO ₂ Sektor Industri.....	42
4.2.2	Skenario Emisi CO ₂ Sektor Transportasi.....	52
4.3	Aspek Ekonomi.....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....		xi
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Emisi Bahan Bakar untuk Sumber Bergerak dan Tidak Bergerak	10
Tabel 2.2 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia	11
Tabel 2.3 Rumah Tangga, Penduduk, dan Rata-rata Anggota Rumah Tangga per Kecamatan	12
Tabel 2.4 Jumlah Perusahaan Industri Menurut Sub Sektor Industri 2013	13
Tabel 2.5 Jumlah dan Jenis Kendaraan Bahan Bakar Gasoline dan Solar di Kabupaten Malang	16
Tabel 4.1 Jumlah Perusahaan Industri Menurut Sub Sektor Industri	23
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Emisi Karbon Sektor Industri di Kabupaten Malang	26
Tabel 4.3 Emisi Karbon Sektor Industri di Kabupaten Malang	28
Tabel 4.4 Jumlah dan Jenis Kendaraan Bahan Bakar Gasoline dan Solar di Kabupaten Malang	29
Tabel 4.5 Jumlah Konsumsi Bahan Bakar Sektor Transportasi di Kabupaten Malang	31
Tabel 4.6 Konversi Jenis Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang (SMP)	32
Tabel 4.7 Hasil Konversi Jumlah Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang (SMP)	33
Tabel 4.8 Perhitungan Emisi Karbon Sektor Transportasi di Kabupaten Malang	34
Tabel 4.9 Perhitungan Emisi Karbon Sektor Industri dan Transportasi di Kabupaten Malang	35
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Emisi CO ₂ Sektor Industri Skenario 1	46
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Emisi CO ₂ Sektor Industri Skenario 2	50
Tabel 4.12 Perbandingan Skenario 1 dan Skenario 2 Pada Sektor Industri	52
Tabel 4.13 Perbandingan Skenario 1 dan Skenario 2 Pada Sektor Transportasi	54
Tabel 4.14 Nilai Ekonomi Sektor Industri	55
Tabel 4.15 Nilai Ekonomi Sektor Transportasi	55

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Wilayah Kabupaten Malang	15
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	20
Gambar 4.1 Kerangka Penelitian	39
Gambar 4.2 Kerangka Penelitian	40
Gambar 4.3 Kerangka Penelitian	41

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara sebagai komponen lingkungan yang penting dalam kehidupan perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya, sehingga dapat memberikan daya dukung bagi makhluk hidup untuk hidup secara optimal. Pencemaran udara dewasa ini semakin menunjukkan kondisi yang semakin memprihatinkan. Sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan, salah satunya dari kegiatan industri dan transportasi. Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional (RAN) Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) merupakan tindak lanjut pernyataan Presiden bahwa Pemerintah Indonesia akan menurunkan emisi GRK sebanyak 26% dengan upaya sendiri dan sebesar 41% dengan dukungan internasional. RAN tersebut disusun untuk memberikan pedoman kepada pemerintah pusat, daerah, dunia usaha/swasta dan masyarakat dalam melaksanakan berbagai kegiatan/program untuk mengurangi emisi GRK dalam periode tahun 2010-2020.

Banyak negara di seluruh dunia melakukan berbagai upaya untuk mengurangi emisi GRK yang dianggap sebagai penyebab utama perubahan iklim dan pemanasan global. Gas yang dikategorikan sebagai Gas Rumah Kaca (GRK) adalah gas-gas yang berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap efek rumah kaca yang menyebabkan perubahan iklim. Dalam konferensi PBB mengenai Perubahan Iklim (*United Nation Framework Convention On Climate Change-UNFCCC*), ada enam jenis yang digolongkan sebagai GRK yaitu karbondioksida (CO₂), gas metan (CH₄), dinitrogen oksida (N₂O), sulfurheksafluorida (SF₆), perfluorokarbon (PFCS), dan hidrofluorokarbon (HFCS). Dari keenam gas rumah kaca tersebut, karbon dioksida (CO₂) memberikan kontribusi terbesar terhadap pemanasan global diikuti oleh gas methan (CH₄). Berdasarkan *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* dijelaskan bahwa pengurangan emisi GRK sebesar 50-80% harus dicapai pada Tahun

2000-2050 untuk mencegah efek berbahaya dari perubahan iklim dan pemanasan global (Seo dan Min Kim, 2013). Aktivitas dari sektor industri dan transportasi telah menyumbang emisi GRK terbesar dari seluruh emisi GRK global pada tahun 2005 dan 2010 yaitu masing-masing 23% dan 22%. Total emisi GRK di Indonesia dari sektor industri memberikan kontribusi sebesar 3,12%.

Adapun wilayah studi dari penelitian ini adalah Kabupaten Malang. Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 5 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Tahun 2011-2031, Kabupaten Malang merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Timur dengan fungsi pengembangan wilayah sebagai perkebunan/kehutanan. Perkembangan sektor industri dan transportasi di Kabupaten Malang tiap tahunnya meningkat sebesar 5-8%. Berdasarkan data terakhir dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, jumlah industri dan transportasi di Kabupaten Malang di Tahun 2013 masing-masing sebanyak 136 buah dan 24.602 unit. Dengan adanya peningkatan tersebut, maka perlu dilakukan inventarisasi emisi pada sektor industri dan transportasi untuk mendukung fungsi pengembangan wilayah Kabupaten Malang.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka pada penelitian ini akan dilakukan perhitungan untuk mengestimasi tapak karbon dari kedua sektor tersebut dengan *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan data yang telah didapat dari data lapangan. Hasil estimasi tapak karbon yang didapatkan dari perhitungan IPCC akan dibagi dengan jumlah data dari tiap sektor. Hal ini dilakukan untuk memperoleh nilai Faktor Emisi Spesifik (FES).

Hasil estimasi tapak karbon dalam penelitian ini akan dipetakan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memberikan gambaran persebaran secara visual mengenai tingkat persebaran tapak karbon di Kabupaten Malang. Pada penelitian ini dilakukan pembahasan menggunakan 3 aspek, yaitu aspek teknis, lingkungan dan ekonomi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai tingkat penyebaran tapak karbon dan upaya yang dapat

dilakukan. Selain itu, dapat digunakan sebagai acuan model estimasi tapak karbon dari sektor industri dan transportasi di wilayah Jawa Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, masalah yang akan dikaji dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah nilai Faktor Emisi Spesifik (FES) dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang?
2. Bagaimanakah hasil estimasi emisi karbon menggunakan metode dalam *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines (2006)* dengan pendekatan nilai Faktor Emisi Spesifik (FES) dan pemetaannya dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang?
3. Bagaimanakah aspek teknis, lingkungan, dan ekonomi untuk inventarisasi emisi karbon dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini antara lain:

1. Mengkaji dan menganalisis Faktor Emisi Spesifik (FES) untuk estimasi tapak karbon dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang.
2. Mengkaji dan menganalisis estimasi tapak karbon beserta pemetaannya dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang.
3. Mengkaji dan menganalisis aspek teknis, lingkungan, dan ekonomi untuk inventarisasi emisi karbon dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui FES yang dihasilkan dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang.
2. Memberikan informasi mengenai estimasi tapak karbon dan tingkat penyebaran karbon di wilayah studi Kabupaten Malang.

3. Sebagai masukan dan bahan pertimbangan kepada pemerintah provinsi dan pusat dalam upaya penanggulangan perubahan iklim global.

1.5 Ruang Lingkup

Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini dibatasi pada ruang lingkup sebagai berikut:

1. Wilayah studi penelitian dilakukan di Kabupaten Malang yang meliputi sektor industri dan sektor transportasi.
2. Aspek yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aspek teknis, lingkungan dan aspek ekonomi
3. Parameter yang digunakan adalah emisi karbon yaitu Karbondioksida (CO₂) dari sektor industri dan sektor transportasi (darat).
4. Perhitungan pada penelitian ini hanya dilakukan pada emisi primer. Perhitungan tapak karbon menggunakan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC).
5. Pemetaan hasil persebaran tapak karbon dilakukan dengan menggunakan program Auto CAD.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Industri

Sumber emisi GRK di sektor industri berasal dari penggunaan energi khususnya energi fosil, proses produksi, dan limbah. Semua sektor industri memberikan kontribusi emisi GRK, tetapi kontributor terbesar adalah industri semen, industri baja, industri pulp dan industri kertas, industri tekstil, industri petrokimia, industri keramik, industri pupuk, industri makanan dan minuman. Berdasarkan Peraturan Presiden No. 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK) target penurunan emisi dari sektor industri adalah sebesar 0,001 Gton CO₂(e) (skenario 26 %) dan sebesar 0,005 Gton CO₂(e) (skenario 41%) pada tahun 2020.

Jenis industri berdasarkan IPCC (2006) dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Industri mineral
2. Industri kimia
3. Industri logam
4. Industri bukan hasil produksi energy dari penggunaan bahan bakar dan solvent
5. Industri elektronik
6. Industri produk penggantian ozon
7. Industri produk manufaktur serta industri lainnya.

Sedangkan berdasarkan *International Standart Industry Classification* (ISIC), jenis industri terbagi dalam beberapa bagian yaitu:

1. Pertanian, perhutanan, dan perikanan
2. Pertambangan dan penggalian
3. Manufaktur
4. Listrik, gas, uap, dan pasokan AC

5. Penyediaan air bersih, pengolahan limbah, pengelolaan sampah, dan kegiatan remediasi
6. Konstruksi
7. Perdagangan grosir dan eceran; perbaikan kendaraan bermotor dan sepeda motor
8. Transportasi dan penyimpanan
9. Akomodasi dan kegiatan layanan makanan
10. Informasi dan komunikasi
11. Keuangan dan asuransi
12. Perumahan
13. Kegiatan profesi, ilmiah, dan teknik
14. Administrasi dan dukungan pelayanan
15. Administrasi umum dan pertahanan
16. Pendidikan
17. Kesehatan manusia dan pekerjaan sosial
18. Seni, hiburan, dan rekreasi
19. Kegiatan pelayanan lainnya
20. Aktivitas rumah tangga sebagai pengusaha (Industri rumah tangga)
21. Badan organisasi

Penelitian terdahulu yang dilakukan di Kota Cimahi menunjukkan bahwa hasil penghitungan emisi CO₂ dari sektor industri sebesar 2.327.281,08 kg/hari atau sekitar 0,85 juta ton/tahun yang bersumber dari penggunaan batu bara, minyak tanah, LPG dan residu. Sedangkan industri tekstil menghasilkan emisi CO₂ tertinggi dibanding industri lainnya, karena rata-rata industri tekstil menggunakan batu bara sebagai sumber energinya (Temy, 2014). Berdasarkan Peraturan Daerah No. 22 Tahun 2010 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Barat Tahun 2009-2029, Kota Cimahi diarahkan sebagai kota inti dari PKN dengan kegiatan utama perdagangan dan jasa, industri kreatif, teknologi tinggi dan industri non-polutif.

2.2 Transportasi

Secara umum transportasi dapat diartikan sebagai usaha pemindahan atau pergerakan sesuatu, biasanya orang atau barang dari lokasi asal ke lokasi lain yang biasa disebut lokasi tujuan untuk keperluan tertentu dengan menggunakan alat tertentu. Transportasi mempunyai beberapa dimensi seperti lokasi (asal dan tujuan), alat (teknologi), dan keperluan tertentu. Komponen utama transportasi adalah (Morlok, 1984):

1. Manusia dan barang (yang diangkut)
2. Kendaraan dan peti kemas (alat angkut)
3. Jalan (tempat alat angkut bergerak)
4. Terminal (tempat memasukkan dan mengeluarkan yang diangkut ke dalam dan alat angkut)
5. Sistem pengoperasian (yang mengatur 4 komponen tersebut)

Sektor transportasi tumbuh dan berkembang seiring dengan peningkatan perekonomian nasional. Transportasi merupakan saranapenting bagi masyarakat modern untuk memperlancar mobilitas manusia dan barang. Gas buang sisa pembakaran Bahan Bakar Minyak (BBM) mengandung bahan-bahan pencemar seperti CO_2 (*Carbon Dioksida*), NO_x (*Nitrogen Oksida*), CO (*Carbon Monoksida*), VHC (*Volatile Hydro Carbon*) dan partikel lainnya. Bahan-bahan pencemar tersebut dapat berdampak negatif terhadap manusia ataupun ekosistem bila melebihi konsentrasi tertentu. Dengan pesatnya pertumbuhan kendaraan bermotor mengakibatkan peningkatan penggunaan BBM untuk sektor transportasi, maka gas buang yang mengandung polutan juga akan naik dan akan mempertinggi kadar pencemaran udara. Sektor transportasi mengkonsumsi sekitar 20% dari total konsumsi energi total nasional. Hampir seluruh energi yang dipakai di sektor transportasi (97% dari total sektor transportasi) menggunakan BBM (ESDM, 2012).

Kategori kendaraan berdasarkan IPCC dibagi menjadi 4 jenis, yaitu mobil penumpang, truk ringan, truk berat dan bus, serta sepeda motor. Kendaraan ini beroperasi menggunakan berbagai jenis Bahan Bakar Minyak (BBM). Penelitian

terdahulu yang dilakukan di Kota Cimahi menunjukkan bahwa hasil penghitungan emisi CO₂ di Kota Cimahi dari sektor transportasi lebih tinggi dibandingkan sektor industri. Emisi CO₂ dari sektor transportasi sebesar 7.421.927,43 kg/hari atau sekitar 2,7 juta ton/tahun yang bersumber dari penggunaan premium dan solar (Temy, 2014).

2.3 Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dan Tapak Karbon

Menurut IPCC (2006), rata-rata suhu permukaan bumi telah meningkat sebesar 0,74%. Penggunaan bahan bakar fosil dan perubahan dalam pemanfaatan lahan merupakan faktor utama yang menyebabkan meningkatnya konsentrasi karbon dioksida di seluruh dunia. Karena hal tersebut merugikan manusia, beberapa ilmuwan berpendapat diperlukan kontrol emisi gas rumah kaca untuk menghindari kerusakan lingkungan lebih lanjut (Wang, Zhang dan Huang, 2014).

Berdasarkan Status Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2012, kualitas udara masih menunjukkan kecenderungan menurun. Hal ini disebabkan pencemaran udara yang diakibatkan dari sektor transportasi. Penyebab utamanya adalah penambahan kendaraan bermotor yang hingga mencapai hingga lebih 4 kali lipatnya dalam kurun waktu 2000 hingga 2011. Hal ini diindikasikan dengan meningkatnya karbon dioksida (CO₂). Karbon dioksida berasal dari pembakaran sempurna hidrokarbon di dalamnya termasuk minyak bumi dan gas alam. Sebenarnya gas karbon dioksida tidak berbahaya bagi manusia. Namun, kenaikan kadar CO₂ di udara telah mengakibatkan peningkatan suhu di permukaan bumi. Fenomena inilah yang disebut efek rumah kaca (*green house effect*). CO₂ merupakan gas rumah kaca yang mampu menyerap radiasi inframerah yang dipantulkan bumi, sehingga meningkatkan energi yang terdeposit di bumi oleh matahari dan meningkatkan temperatur atmosfer. Oleh karena itu, emisi CO₂ menjadi *global issue*, terutama setelah Kyoto Protocol tahun 1997.

Tapak karbon merupakan suatu ukuran jumlah total dari hasil emisi karbon dioksida yang secara langsung maupun tidak langsung yang disebabkan oleh aktifitas atau akumulasi yang berlebih dari penggunaan produk dalam kehidupan sehari-hari (Wiedmann dan Minx, 2008). Tapak karbon ada 2 macam, yaitu:

1. Tapak karbon primer adalah tolak ukur untuk emisi langsung CO₂ dari pembakaran bahan bakar, termasuk konsumsi energi domestik dan transportasi (mobil dan pesawat terbang). Jejak karbon primer merupakan ukuran emisi CO₂ yang bersifat langsung. Jejak karbon primer didapat dari hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti dari memasak dan transportasi.
2. Tapak karbon sekunder adalah tolak ukur emisi tidak langsung CO₂ dari *lifecycle* produk-produk yang kita gunakan, dari pembuatan sampai ke penguraian. Jadi, semakin banyak kita membeli, semakin banyak pula emisi yang dihasilkan atas nama kita (Walser, 2010).

2.4 Gas Rumah Kaca (GRK)

Gas-gas di atmosfer yang bersifat seperti rumah kaca disebut Gas Rumah Kaca (GRK). Terminologi Gas Rumah Kaca (GRK) diartikan sebagai gas yang terkandung dalam atmosfer, baik alami maupun dari kegiatan manusia (*antropogenik*), yang menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah. Sebagian radiasi matahari dalam bentuk gelombang pendek yang diterima permukaan bumi dipancarkan kembali ke atmosfer dalam bentuk radiasi gelombang panjang (radiasi infra merah). Radiasi gelombang panjang yang dipancarkan ini oleh GRK yang ada pada lapisan atmosfer bawah, dekat dengan permukaan bumi akan diserap dan menimbulkan efek panas yang dikenal sebagai efek rumah kaca.

Kegiatan manusia (*anthropogenic*) telah meningkatkan konsentrasi GRK yang sebelumnya secara alami telah ada. Pada saat ini, konsentrasi CO₂ di atmosfer ialah sekitar 383 ppm (*part per million*) atau sekitar 0.0383% volume atmosfer. Sedangkan CH₄ dan N₂O masing-masing 1745 ppb dan 314 ppb (*part per billion*) atau sekitar 0.000175% dan 0.0000314% volume atmosfer.

Jenis GRK yang diemisikan oleh sektor energi adalah CO₂, CH₄ dan N₂O. Berdasarkan IPCC Guideline 2006, sumber emisi GRK dari sektor energi diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama, yaitu:

1. Emisi hasil pembakaran bahan bakar

2. Emisi fugitive pada kegiatan produksi dan penyediaan bahan bakar
3. Emisi dari pengangkutan.

2.5 Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca

Dalam inventarisasi GRK sektor energi di Indonesia, kategori sumber emisi dikelompokkan dalam 2 kategori utama, yaitu emisi dari pembakaran bahan bakar dan emisi fugitive. Sumber emisi GRK paling utama dari sektor energi adalah pembakaran bahan bakar. Pembakaran bahan bakar terjadi di berbagai sektor kegiatan diantaranya industri, transportasi, komersial, dan rumah tangga. Emisi fugitive dari kegiatan produksi dan penyaluran bahan bakar secara keseluruhan jauh lebih kecil dibandingkan emisi dari pembakaran bahan bakar. Jenis GRK utama hasil proses pembakaran bahan bakar adalah karbon dioksida (CO₂).

2.5.1 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak dan Tidak Bergerak

Sumber emisi GRK hasil pembakaran bahan bakar dikelompokkan ke dalam 2 (dua) kategori utama, yaitu sumber tidak bergerak (stasioner) dan sumber bergerak. Sektor transportasi termasuk kategori sumber bergerak, sedangkan sektor industri termasuk kategori sumber tidak bergerak. Pada **Tabel 2.1** ditunjukkan faktor emisi beberapa jenis bahan bakar untuk sumber bergerak dan tidak bergerak.

Tabel 2.1 Faktor Emisi Bahan Bakar untuk Sumber Bergerak dan Tidak Bergerak

Jenis Bahan Bakar	FE Default IPCC 2006 Sumber Bergerak, Ton/GJ			FE Default IPCC 2006 Sumber Tdk Bergerak, Ton/GJ		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Gas Bumi	56.100	92	3	56.100	1	0,1
Premium	69.300	33	3,2	69.300	3	0,6
Diesel	74.100	3,9	3,9	74.100	3	0,6
Industrial/Residual Fuel Oil	-	-	-	77.400	3	0,6
Marine Fuel Oil (MFO)	77.400	7+50%	2	77.400	3	0,6
Batubara	-	-	-	96.100	10	1,5

Sumber: Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Kementerian Lingkungan Hidup, 2012.

Besarnya emisi GRK hasil pembakaran bahan bakar bergantung pada banyak dan jenis bahan bakar yang dibakar. Banyaknya bahan bakar direpresentasikan

sebagai data aktivitas, sedangkan jenis bahan bakar direpresentasikan oleh faktor emisi. Persamaan umum yang digunakan untuk estimasi emisi GRK dari pembakaran bahan bakar adalah sebagai berikut:

$$Emisi CO_2 \left(\frac{kg}{thn} \right) = Konsumsi energi \left(\frac{TJ}{thn} \right) \times Faktor emisi \left(\frac{kg}{TJ} \right) \quad (2.1)$$

Faktor emisi menurut default IPCC dinyatakan dalam satuan emisi per unit energi yang dikonsumsi (kg CO₂/TJ). Data konsumsi energi yang tersedia umumnya dalam satuan fisik (ton batubara, kilo liter minyak diesel, dan lain-lain). Oleh karena itu sebelum menghitung dengan **Persamaan 2.1**, data konsumsi energi harus dikonversi terlebih dahulu ke dalam satuan energi TJ (Terra Joule) dengan **Persamaan 2.2**.

$$Kons. energi (TJ) = Kons. energi (sat. fisik) \times Nilai Kalor \left(\frac{TJ}{sat.fisik} \right) \quad (2.2)$$

Berbagai jenis bahan bakar yang digunakan di Indonesia memiliki nilai kalor dari masing-masing bahan bakar yang ditunjukkan pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia

Bahan Bakar	Nilai Kalor
Premium*	33 x 10 ⁻⁶ TJ/liter
Solar (HSD, ADO)	36 x 10 ⁻⁶ TJ/liter
Minyak Diesel (IDO)	38 x 10 ⁻⁶ TJ/liter
MFO	40 x 10 ⁻⁶ TJ/liter
	4,04 x 10 ⁻⁶ TJ/ton
Gas Bumi	1,055 x 10 ⁻⁶ TJ/SCF
	38,5 x 10 ⁻⁶ TJ/Nm ³
LPG	47,3 x 10 ⁻⁶ TJ/kg
Batubara	18,9 x 10 ⁻³ TJ/ton

Catatan: *) termasuk Pertamina, Pertamina Plus

HSD: *High Speed Diesel*

ADO: *Automotive Diesel Oil*

IDO: *Industrial Diesel Oil*

Sumber: Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

2.6 IPCC

Berdasarkan IPCC Guideline 2006, ketelitian penghitungan emisi GRK dikelompokkan dalam 3 tingkat ketelitian. Dalam kegiatan inventarisasi GRK, tingkat ketelitian perhitungan dikenal dengan istilah “Tier”. Tingkat ketelitian perhitungan terkait data dan metoda perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut ini:

- a. Tier 1: Estimasi berdasarkan data aktifitas dan faktor emisi *default IPCC*.
- b. Tier 2: Estimasi berdasarkan data aktifitas yang lebih akurat dan faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (*country specific/plant specific*).
- c. Tier 3: Estimasi berdasarkan metoda spesifik suatu negara dengan data aktifitas yang lebih akurat (pengukuran langsung) dan faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (*country specific/plant specific*).

2.7 Gambaran Umum Kabupaten Malang

Kabupaten Malang adalah sebuah kawasan yang terletak pada bagian tengah selatan wilayah Propinsi Jawa Timur. Berbatasan dengan 6 (enam) kabupaten dan Samudera Indonesia. Kabupaten Malang secara geografis terletak antara 112°17',10,90" BT 112°57',00,00" BT dan antara 7°44',55,11" LS dan 8°26',35,45" LS. Batas wilayahnya Sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Blitar dan Kabupaten Kediri, Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Lumajang, Sebelah Utara berbatasan dengan Kab. Pasuruan dan Kab. Mojokerto. Sebelah Selatan berbatasan dengan Samudra Indonesia. Kabupaten Malang yang beribukota di Malang memiliki luas 3.478 km² yang terbagi dalam 390 Kelurahan/Desa dan 33 Kecamatan. Peta Kabupaten Malang dapat dilihat pada **Gambar 2.1**. Jumlah penduduk yang ada di Kabupaten Malang sebesar 2.438.687 jiwa, dimana Kecamatan Singosari merupakan wilayah terpadat yaitu sebesar 156.338 jiwa (**Tabel 2.3**).

Tabel 2.3 Rumah Tangga, Penduduk dan Rata-rata Anggota Rumah Tangga per Kecamatan

No	Kecamatan	Rumah Tangga	Penduduk (Jiwa)	Rata-rata Anggota Rumah Tangga (Jiwa)
1	Donomulyo	21.173	72.727	3,4
2	Kalipare	19.025	66.932	3,5
3	Pagak	15.024	50.984	3,4
4	Bantur	20.134	72.256	3,6
5	Gedangan	13.856	56.410	4,1
6	Sumbermanjing	27.442	97.496	3,6
7	Dampit	30.576	116.533	3,8
8	Tirtoyudo	17.786	63.216	3,6
9	Ampelgading	16.620	57.432	3,5
10	Poncokusumo	26.965	93.372	3,5
11	Wajak	23.118	84.114	3,6
12	Turen	34.789	113.120	3,3
13	Bululawang	16.124	62.503	3,9
14	Gondanglegi	21.893	79.490	3,6
15	Pagelaran	18.970	67.901	3,6
16	Kepanjen	28.290	100.393	3,5
17	Sumberpucung	14.691	54.517	3,7
18	Kromengan	12.701	38.889	3,1
19	Ngajum	11.901	50.525	4,2
20	Wonosari	13.063	43.665	3,3
21	Wagir	21.658	80.448	3,7
22	Pakisaji	18.633	75.713	4,1
23	Tajinan	13.777	51.095	3,7
24	Tumpang	18.940	75.054	4,0
25	Pakis	30.333	124.217	4,1
26	Jabung	19.315	72.780	3,8
27	Lawang	26.979	93.394	3,5
28	Singosari	43.834	156.338	3,6
29	Karangploso	13.077	55.409	4,2
30	Dau	17.230	58.717	3,4
31	Pujon	16.552	62.402	3,8
32	Ngantang	16.191	59.103	3,7
33	Kasembon	9.296	31.539	3,4
	Jumlah	669.959	2.438.687	3,6

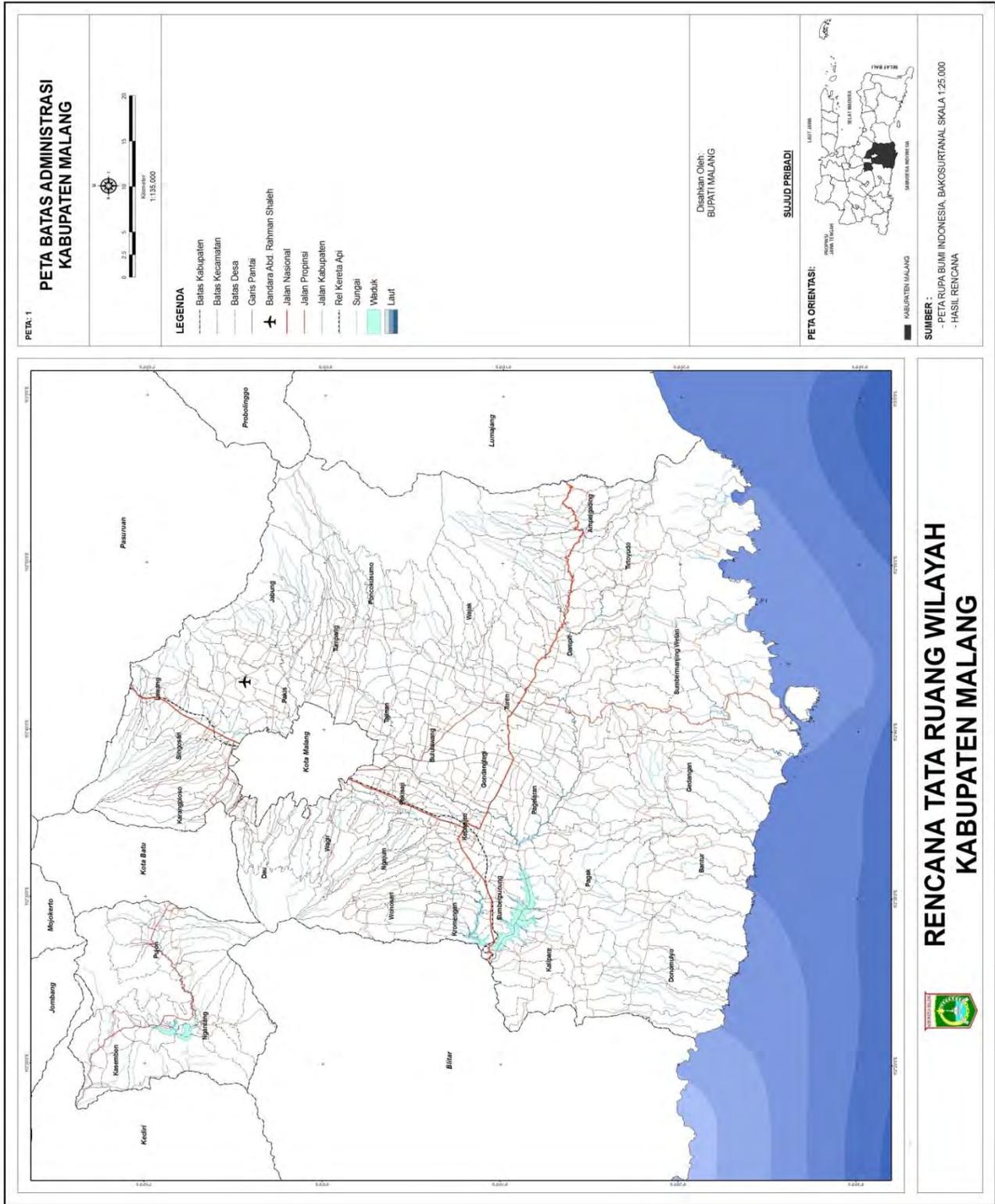
Sumber: BPS Kabupaten Malang, 2013.

Di Kabupaten Malang terdapat 9 sub sektor industri dengan jumlah 587 perusahaan. Jumlah industri yang berada di Kabupaten Malang ditunjukkan pada **Tabel 2.4.**

Tabel 2.4 Jumlah Perusahaan Industri Menurut Sub Sektor Industri 2013

No	Jenis Industri	Jumlah
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau	228
2	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit	60
3	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu	103
4	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan	31
5	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik	65
6	Industri barang-barang galian bukan logam	35
7	Industri logam dasar	-
8	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya	55
9	Industri pengelolaan lainnya	10
Total		587

Sumber : Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Malang, 2013



Gambar 2.1 Peta Wilayah Kabupaten Malang

Berdasarkan data yang diperoleh dari BPS Kabupaten Malang, SLHD Kabupaten Malang, dan Dinas Perhubungan Kabupaten Malang, jumlah kendaraan di Kabupaten Malang sebanyak sebanyak 781.077 unit (**Tabel 2.5**).

Tabel 2.5 Jumlah dan Jenis Kendaraan Bahan Bakar Gasoline dan Solar di Kabupaten Malang

No	Kecamatan	Jenis Kendaraan						
		Mobil Pribadi	Angkutan umum	Bus Besar Umum	Bus Kecil Umum	Truk Besar	Truk Kecil	Roda Dua
1	Donomulyo	2.343	410	22	31	312	352	17.615
2	Pagak	1.700	298	16	22	226	256	12.782
3	Bantur	2.563	449	24	34	341	385	19.268
4	Sumbermanjing Wetan	3.388	593	32	44	451	509	25.472
5	Dampit	4.366	765	42	57	581	656	32.828
6	Ampelgading	1.908	334	18	25	254	287	14.345
7	Poncokusumo	3.240	567	31	43	431	487	24.358
8	Wajak	2.954	517	28	39	393	444	22.210
9	Turen	3.876	679	37	51	516	583	29.141
10	Gonganglegi	3.284	575	31	43	437	494	24.692
11	Kalipare	2.410	422	23	32	321	362	18.116
12	Sumberpucung	2.035	356	19	27	271	306	15.303
13	Kepanjen	3.582	627	34	47	477	539	26.934
14	Bululawang	2.258	395	22	30	301	339	16.979
15	Tajinan	1.814	318	17	24	242	273	13.640
16	Tumpang	2.416	423	23	32	322	363	18.163
17	Jabung	2.180	382	21	29	290	328	16.393
18	Pakis	4.427	775	42	58	589	666	33.284
19	Pakisaji	2.824	494	27	37	376	424	21.228
20	Ngajum	1.679	294	16	22	224	252	12.625
21	Wagir	2.820	494	27	37	375	424	21.202
22	Dau	2.146	376	21	28	286	323	16.138
23	Karangploso	2.540	445	24	33	338	382	19.097
24	Singosari	5.450	954	52	72	726	819	40.973
25	Lawang	3.596	630	34	47	479	541	27.035
26	Pujon	2.055	360	20	27	274	309	15.448
27	Ngantang	2.023	354	19	27	269	304	15.208

No	Kecamatan	Jenis Kendaraan						
		Mobil Pribadi	Angkutan umum	Bus Besar Umum	Bus Kecil Umum	Truk Besar	Truk Kecil	Roda Dua
28	Kasembon	1.032	181	10	14	137	155	7.762
29	Gedangan	1.942	340	19	25	259	292	14.600
30	Tirtoyudo	2.236	392	21	29	298	336	16.810
31	Kromengan	1.434	251	14	19	191	216	10.778
32	Wonosari	1.573	276	15	21	209	237	11.829
33	Pagelaran	2.695	472	26	35	359	405	20.263
Total		86.791	15.198	829	1.139	11.555	13.047	652.518

Sumber: BPS Kabupaten Malang 2013, SLHD Kabupaten Malang 2013, dan Dinas Perhubungan Kabupaten Malang 2013

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

METODE PENELITIAN

1.1 Rancangan Penelitian

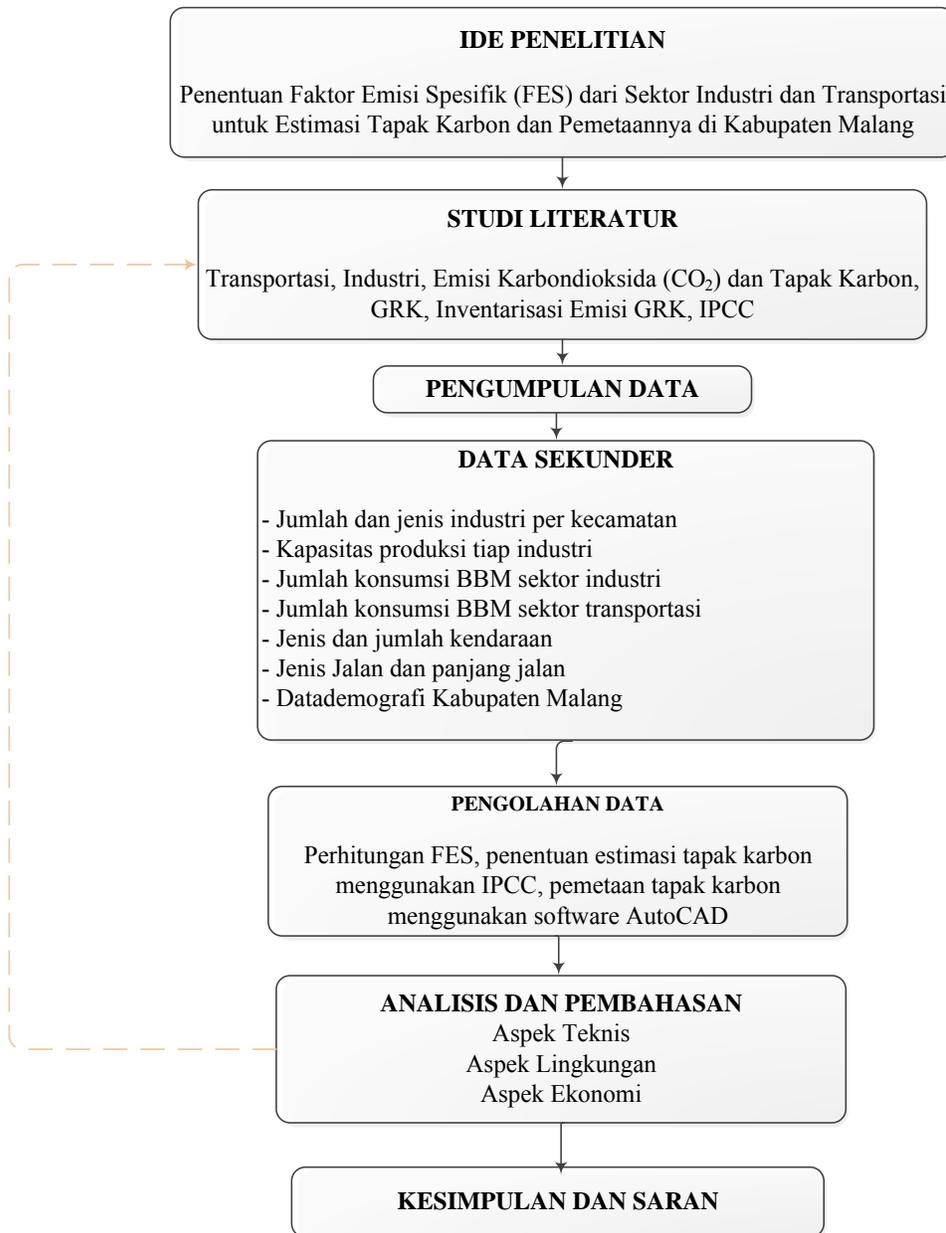
Wilayah studi yang dipilih pada penelitian ini adalah Kabupaten Malang. Kabupaten Malang merupakan kabupaten terluas kedua setelah Kabupaten Banyuwangi. Kabupaten Malang memiliki posisi yang strategis, hal ini dapat dilihat dari jalur transportasi Utara dan Selatan yang semakin ramai (BPS, 2013). Berkembang pesatnya sektor transportasi pada Kabupaten Malang akan menyebabkan peningkatan emisi CO₂ di wilayah tersebut. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan inventarisasi emisi CO₂ untuk menentukan Faktor Emisi Spesifik (FES) dan estimasi tapak karbon dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang. Inventarisasi emisi CO₂ hanya dilakukan pada emisi primer.

Penelitian ini menggunakan data sekunder. Data sekunder tersebut diantaranya adalah jumlah, jenis industri, kapasitas produksi industri yang ada di Kabupaten Malang, jumlah konsumsi BBM pada sektor industri dan transportasi di Kabupaten Malang. Data sekunder terkait industri didapatkan dari Dinas Perindustrian, Perdagangan, Penanaman Modal dan Koperasi, serta dari Dinas ESDM Kabupaten Malang. Data terkait sektor transportasi (jenis dan jumlah kendaraan, jenis jalan, panjang jalan) didapatkan dari Dinas Perhubungan dan Samsat Kabupaten Malang. Data konsumsi BBM sektor industri dan transportasi didapatkan dari Dinas ESDM Kabupaten Malang. Selain itu, data lain-lain didapatkan dari Badan Pusat Statistik dan Pemerintah Kabupaten Malang.

Metode estimasi beban emisi dalam penelitian ini menggunakan nilai Faktor Emisi (FE) *default* yang diambil dari IPCC *Guidelines* 2006, kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan Faktor Emisi Spesifik (FES) dan estimasi tapak karbon dari setiap aktivitas yang ada pada sektor transportasi dan sektor industri. Setelah didapatkan estimasi tapak karbon maka dilakukan pemetaannya menggunakan Auto CAD.

1.2 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian merupakan gambaran mengenai tahapan-tahapan yang disusun secara berurutan dan sistematis. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Bagan Alir Metode Penelitian

1.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian terdiri dari beberapa langkah-langkah meliputi penjelasan tentang ide penelitian, studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.

1.3.1 Ide Penelitian

Penelitian ini berjudul “Penentuan Faktor Emisi Spesifik (FES) dari Sektor industri dan transportasi untuk Estimasi Tapak Karbon dan Pemetaannya di Kabupaten Malang. Ide penelitian ini berawal dari komitmen pemerintah untuk mengurangi emisi GRK sebanyak 26% dengan upaya sendiri dan sebesar 41% dengan dukungan internasional. Selain itu, belum banyak penelitian yang dilakukan terkait perhitungan estimasi tapak karbon dan pemetaannya terutama di Kabupaten Malang.

3.3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh dasar teori yang jelas dan kuat dalam proses perhitungan, pembahasan, dan analisis sehingga dapat diperoleh suatu kesimpulan yang tepat. Sumber literatur yang digunakan berasal dari *text book*, jurnal penelitian, artikel, tugas akhir, tesis, dan lain-lain guna menunjang penelitian yang akan dilakukan.

3.3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memenuhi kebutuhandata yang diperlukan dalam tahap analisa dan pembahasan penelitian ini. Jenis data sekunder yang diperlukan dalam penelitian antara lain:

- Jumlah, jenis industri, dan kapasitas produksi industri yang ada di Kabupaten Malang. Data sekunder terkait industri didapatkan dari Dinas Perindustrian, Perdagangan, Penanaman Modal dan Koperasi.
- Jumlah konsumsi BBM pada sektor industri dan transportasi di Kabupaten Malang. Data konsumsi BBM sektor indusri dan transportasi didapatkan dari Dinas ESDM Kabupaten Malang.

- Data terkait sektor transportasi (jenis dan jumlah kendaraan, jenis jalan, panjang jalan) didapatkan dari Dinas Perhubungan dan Samsat Kabupaten Malang.
- Selain itu, data demografi didapatkan dari Badan Pusat Statistik dan Pemerintah Kabupaten Malang.

3.3.4 Pengolahan Data Primer dan Data Sekunder

Pengolahan data sekunder dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang dilakukan perhitungan untuk mengetahui FES dan estimasi tapak karbon menggunakan perhitungan IPCC serta pemetaan tapak karbon menggunakan program Auto CAD pada peta wilayah studi Kabupaten Malang.

3.3.5 Analisis Data dan Pembahasan

Analisis data dan pembahasan dilakukan berdasarkan pada pengolahan data sekunder. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai Faktor Emisi Spesifik (FES) tiap sektor. Kemudian, dilakukan estimasi tapak karbon menggunakan nilai FES. Pembahasan dilakukan melalui 3 aspek, yaitu aspek teknis, lingkungan, dan ekonomi. Selanjutnya akan dibahas tentang penyebaran tapak karbon dari sektor industri dan transportasi di Kabupaten Malang, kemudian dilakukan pemetaan tapak karbon menggunakan program AutoCAD. Hasil dari penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai tingkat penyebaran karbon di Kabupaten Malang dan menjadi acuan bagi wilayah lain yang memiliki karakteristik yang sama dengan Kabupaten Malang.

3.3.6 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pembahasan yang didapat dari analisis data yang dilakukan, maka sebagai hasilnya akan diuraikan secara singkat, jelas, dan mudah dipahami serta sesuai dengan tujuan penelitian dan diletakkan pada kesimpulan. Sedangkan saran merupakan hal-hal yang perlu ditindaklanjuti dari penelitian ini.

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Aspek Teknis

Aspek teknis pada penelitian ini adalah perhitungan emisi karbon dan faktor emisi spesifik (FES) dari sektor industri dan sektor transportasi. Data yang digunakan untuk perhitungan merupakan data pada Tahun 2013 yang didapatkan dari dinas terkait. Hal ini dikarenakan data pada Tahun 2013 lebih lengkap dibandingkan data pada tahun-tahun sebelumnya. Data yang digunakan pada sektor industri yaitu jumlah dan jenis industri yang ada di Kabupaten Malang, jenis dan konsumsi bahan bakar total yang digunakan industri untuk proses produksi, kapasitas produksi setiap industri. Untuk sektor transportasi data yang dibutuhkan yaitu data jenis dan jumlah kendaraan di Kabupaten Malang, jenis dan jumlah kendaraan di tiap kecamatan, serta data jenis dan konsumsi bahan bakar total sektor transportasi.

4.1.1 Emisi CO₂ dari Sektor Industri

Jumlah industri yang terdapat di Kabupaten Malang berjumlah 587 perusahaan (Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Malang, 2013). Terdapat 9 sub sektor industri yang disesuaikan dengan data dari BPS Provinsi Jawa Timur (Kabupaten Malang Dalam Angka, 2013). Berikut **Tabel 4.1** merupakan jumlah industri di Kabupaten Malang yang telah diklasifikasikan sesuai dengan sub sektor industri.

Tabel 4.1 Jumlah Perusahaan Industri Menurut Sub Sektor Industri

No	Jenis Industri	Jumlah
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau	228
2	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit	60
3	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu	103
4	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan	31

No	Jenis Industri	Jumlah
5	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik	65
6	Industri barang-barang galian bukan logam	35
7	Industri logam dasar	-
8	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya	55
9	Industri pengelolaan lainnya	10
Total		587

Sumber : Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Malang, 2013

Pada penelitian di sektor industri harus diketahui jenis dan jumlah konsumsi bahan bakar yang digunakan dalam proses produksi. Data jumlah konsumsi bahan bakar merupakan total bahan bakar industri yang ada di Kabupaten Malang. Untuk industri di Kabupaten Malang menggunakan bahan bakar berupa solar. Dikarenakan data bahan bakar di tiap industri tidak ada, maka dibutuhkan data jumlah tenaga kerja di tiap industri. Dari data jumlah total tenaga kerja, didapatkan nilai faktor emisi umum (Ton CO₂/tenaga kerja). Selain itu, untuk perhitungan emisi karbon dibutuhkan pula data kapasitas produksi tiap jenis industri untuk perhitungan faktor emisi spesifik (FES). Berikut contoh perhitungannya pada industri makanan, minuman, dan tembakau:

a. Perhitungan Faktor Emisi Spesifik Keseluruhan (Ton CO₂/tenaga kerja)

- Total konsumsi solar = 5.257.000 liter (Dinas ESDM Kabupaten Malang, 2013)
- Nilai kalor = 0,000036 TJ/L (KLH, 2012)
- Konsumsi energi = Konsumsi solar x nilai kalor
= 189 TJ/Tahun
- Faktor emisi solar = 74.100 kg CO₂/TJ
- Emisi Karbon = Konsumsi Energi x FE
= 189 TJ/Tahun x 74.100 kg CO₂/TJ
= 14.023.573 kg CO₂/Tahun
= 14.023,57 Ton CO₂/Tahun

- Total tenaga kerja = 28.046 orang
- Faktor Emisi Umum = $\frac{\text{Emisi karbon}}{\text{Total tenaga kerja}}$
= $\frac{14.023,57 \text{ Ton CO}_2/\text{Tahun}}{28.046 \text{ orang}}$
= 0,50 ton CO₂/orang/tahun

Kemudian dilakukan konversi dengan mengalikan dengan jumlah tenaga kerja di industri makanan, minuman, dan tembakau.

$$= \text{Faktor Emisi Umum} \times \text{Jumlah tenaga kerja}$$

$$= 0,50 \text{ ton CO}_2/\text{orang/tahun} \times 17.668 \text{ orang}$$

$$= 8.834 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}$$

- Faktor Emisi Spesifik (FES) industri makanan, minuman, dan tembakau

$$= \frac{\text{Faktor emisi umum}}{\text{Kapasitas produksi industri}}$$

$$= \frac{8.834 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}}{7.396 \text{ ton/tahun}}$$

$$= 1,194 \text{ Ton CO}_2/\text{ton produk industri makanan, minuman, dan tembakau}$$

- Emisi Karbon industri makanan, minuman, dan tembakau

$$= \text{FES} \times \text{Kapasitas Produksi}$$

$$= 1,194 \text{ Ton CO}_2/\text{ton produk} \times 7.396 \text{ ton/tahun}$$

$$= 8.834 \text{ ton CO}_2/\text{ton produk/tahun}$$

Hasil perhitungan emisi karbon pada tiap jenis industri lainnya dapat dilihat di **Tabel 4.2** berikut.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Emisi Karbon Sektor Industri di Kabupaten Malang

No	Jenis Industri	Jumlah	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Tenaga Kerja (orang)	FES Umum (Ton CO ₂ /tenaga kerja)	FES Umum (Ton CO ₂)	FES tiap jenis industri (Ton CO ₂ /ton produk)	Emisi CO ₂ (Ton CO ₂ /ton produk/tahun)
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau	228	7.396	17.668	0,50	8.834	1,194	8.834
2	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit	60	12.029	1.800	0,50	900	0,075	900
3	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu	103	426	1.602	0,50	801	1,881	801
4	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan	31	18.803	1.054	0,50	527	0,028	527
5	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik	65	355.737	2.492	0,50	1.246	0,004	1.246

No	Jenis Industri	Jumlah	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Tenaga Kerja (orang)	FES Umum (Ton CO₂/tenaga kerja)	FES Umum (Ton CO₂)	FES tiap jenis industri (Ton CO₂/ton produk)	Emisi CO₂ (Ton CO₂/ton produk/tahun)
6	Industri barang-barang galian bukan logam	35	50.000	1.120	0,50	560	0,011	560
7	Industri logam dasar	-	-	-	0,50	-	-	-
8	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya	55	960	2.010	0,50	1.005	1,047	1.005
9	Industri pengelolaan lainnya	10	236.820	300	0,50	150	0,001	150

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan **Tabel 4.2**, dapat dilihat bahwa jenis industri yang paling tinggi menyumbang emisi karbon adalah jenis industri makanan, minuman, dan tembakau yaitu sebesar 8.834 ton CO₂/ton produk/tahun. Hal ini sebanding dengan jumlah tenaga kerja dan kapasitas produksi yang ada pada industri tersebut. Data terkait industri pada tiap kecamatan dan kapasitas produksi dapat dilihat di **Lampiran 1**. Pada **Tabel 4.3** dapat dilihat nilai emisi karbon tiap kecamatan di Kabupaten Malang.

Tabel 4.3 Emisi Karbon Sektor Industri di Kabupaten Malang

No	Kecamatan	Jumlah Industri	Emisi CO ₂ (ton CO ₂ //ton produk/tahun)
1	Donomulyo	6	185
2	Kalipare	2	26
3	Pagak	3	94
4	Bantur	5	163
5	Gedangan	12	264
6	Sumbermanjing	15	349
7	Dampit	21	628
8	Tirtoyudo	4	155
9	Ampelgading	4	135
10	Poncokusumo	4	131
11	Wajak	13	388
12	Turen	28	649
13	Bululawang	21	528
14	Gondanglegi	22	546
15	Pagelaran	7	212
16	Kepanjen	27	671
17	Sumberpucung	20	635
18	Kromengan	11	321
19	Ngajum	5	170
20	Wonosari	8	202
21	Wagir	36	901
22	Pakisaji	35	785
23	Tajinan	16	457
24	Tumpang	8	243
25	Pakis	43	788
26	Jabung	11	284
27	Lawang	51	1.081
28	Singosari	91	1.424

No	Kecamatan	Jumlah Industri	Emisi CO ₂ (ton CO ₂ //ton produk/tahun)
29	Karangploso	20	495
30	Dau	19	576
31	Pujon	3	73
32	Ngantang	12	373
33	Kasembon	4	93
Total		587	14.023

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan **Tabel 4.3**, dapat dilihat bahwa nilai emisi karbon terbesar terletak pada Kecamatan Singosari. Hal ini karena jumlah industri yang ada pada Kecamatan Singosari sebanyak 91 industri yang rata-rata adalah industri kayu.

4.1.2 Emisi CO₂ dari Sektor Transportasi

Untuk perhitungan emisi karbon dan faktor emisi spesifik (FES) transportasi di Kabupaten Malang dibutuhkan data jumlah dan jenis kendaraan, serta data konsumsi Bahan Bakar Minyak di Kabupaten Malang. Pada **Tabel 4.4** dapat dilihat jumlah dan jenis kendaraan di Kabupaten Malang.

Tabel 4.4 Jumlah dan Jenis Kendaraan Bahan Bakar Gasoline dan Solar di Kabupaten Malang

No	Kecamatan	Jenis Kendaraan						Roda Dua
		Mobil Pribadi	Angkutan umum	Bus Besar Umum	Bus Kecil Umum	Truk Besar	Truk Kecil	
1	Donomulyo	2.343	410	22	31	312	352	17.615
2	Pagak	1.700	298	16	22	226	256	12.782
3	Bantur	2.563	449	24	34	341	385	19.268
4	Sumbermanjing Wetan	3.388	593	32	44	451	509	25.472
5	Dampit	4.366	765	42	57	581	656	32.828
6	Ampelgading	1.908	334	18	25	254	287	14.345
7	Poncokusumo	3.240	567	31	43	431	487	24.358
8	Wajak	2.954	517	28	39	393	444	22.210
9	Turen	3.876	679	37	51	516	583	29.141
10	Gonganglegi	3.284	575	31	43	437	494	24.692
11	Kalipare	2.410	422	23	32	321	362	18.116

No	Kecamatan	Jenis Kendaraan						
		Mobil Pribadi	Angkutan umum	Bus Besar Umum	Bus Kecil Umum	Truk Besar	Truk Kecil	Roda Dua
12	Sumberpucung	2.035	356	19	27	271	306	15.303
13	Kepanjen	3.582	627	34	47	477	539	26.934
14	Bululawang	2.258	395	22	30	301	339	16.979
15	Tajinan	1.814	318	17	24	242	273	13.640
16	Tumpang	2.416	423	23	32	322	363	18.163
17	Jabung	2.180	382	21	29	290	328	16.393
18	Pakis	4.427	775	42	58	589	666	33.284
19	Pakisaji	2.824	494	27	37	376	424	21.228
20	Ngajum	1.679	294	16	22	224	252	12.625
21	Wagir	2.820	494	27	37	375	424	21.202
22	Dau	2.146	376	21	28	286	323	16.138
23	Karangploso	2.540	445	24	33	338	382	19.097
24	Singosari	5.450	954	52	72	726	819	40.973
25	Lawang	3.596	630	34	47	479	541	27.035
26	Pujon	2.055	360	20	27	274	309	15.448
27	Ngantang	2.023	354	19	27	269	304	15.208
28	Kasembon	1.032	181	10	14	137	155	7.762
29	Gedangan	1.942	340	19	25	259	292	14.600
30	Tirtoyudo	2.236	392	21	29	298	336	16.810
31	Kromengan	1.434	251	14	19	191	216	10.778
32	Wonosari	1.573	276	15	21	209	237	11.829
33	Pagelaran	2.695	472	26	35	359	405	20.263
Total		86.791	15.198	829	1.139	11.555	13.047	652.518

Sumber: BPS Kabupaten Malang 2013, SLHD Kabupaten Malang 2013, dan Dinas Perhubungan Kabupaten Malang 2013

Berdasarkan **Tabel 4.4**, terdapat 7 jenis kendaraan yang ada di Kabupaten Malang. Jumlah kendaraan di Kabupaten Malang sebanyak 781.077 unit dengan rincian jumlah mobil pribadi sebanyak 86.791 unit, angkutan umum sebanyak 15.198 unit, bus besar umum sebanyak 829 unit, bus kecil umum sebanyak 1.139 unit, truk besar sebanyak 11.555 unit, truk kecil sebanyak 13.047 unit, dan roda dua sebanyak 652.518 unit. Pada **Tabel 4.5** dapat dilihat jumlah konsumsi bahan bakar dari sektor transportasi di Kabupaten Malang.

Tabel 4.5 Jumlah Konsumsi Bahan Bakar Sektor Transportasi di Kabupaten Malang

No	Penggunaan	Jenis BBM (L/tahun)	
		PREMIUM	SOLAR
1	Transportasi	288.37,40	91.283,55

Sumber :Dinas ESDM Kabupaten Malang, 2013.

Berdasarkan **Tabel 4.4** dan **Tabel 4.5** dapat dilakukan perhitungan emisi karbon sektor transportasi menggunakan data jumlah kendaraan dan satuan mobil penumpang (smp), dan konsumsi bahan bakar. Berikut merupakan perhitungan emisi bahan bakar gasolin dan solar di Kabupaten Malang:

a. Perhitungan emisi karbon bahan bakar gasolin

- Total konsumsi gasolin = 288.375,40 liter
- Nilai kalor = 0,000033 TJ/L (KLH, 2012)
- Konsumsi energi = Konsumsi solar x nilai kalor
= 10 TJ/Tahun
- Faktor emisi gasoline = 69.300 kg CO₂/TJ
- Emisi Karbon = Konsumsi Energi x FE
= 10 TJ/Tahun x 69.300 kg CO₂/TJ
= 659.486 kg CO₂/Tahun
= 659,49 Ton CO₂/Tahun

b. Perhitungan emisi karbon bahan bakar solar

- Total konsumsi solar = 91.283,55 liter
- Nilai kalor = 0,000036 TJ/L
- Konsumsi energi = Konsumsi solar x nilai kalor
= 3 TJ/Tahun
- Faktor emisi solar = 74.100 kg CO₂/TJ
- Emisi Karbon = Konsumsi Energi x FE
= 3 TJ/Tahun x 74.100 kg CO₂/TJ
= 243.508 kg CO₂/Tahun
= 243,51 Ton CO₂/Tahun

Dari perhitungan emisi karbon di atas didapatkan emisi karbon gasolin sebesar 659,49 Ton CO₂/Tahun dan emisi karbon solar sebesar 243,51 Ton CO₂/Tahun. Emisi karbon dari sektor transportasi adalah 902,99 Ton CO₂/Tahun. Hasil ini didapatkan dari penjumlahan emisi karbon gasolin dan emisi karbon solar.

c. Perhitungan Faktor Emisi Spesifik (FES)

Setelah dihitung nilai emisi karbon dari setiap jenis bahan bakar, kemudian dilakukan perhitungan dengan data jenis dan jumlah kendaraan di Kabupaten Malang untuk mendapatkan faktor emisi spesifik. Data kendaraan tersebut dikonversi ke Satuan Mobil Penumpang (SMP) dengan cara mengalikan jumlah kendaraan dengan SMP sesuai dengan jenis kendaraannya (**Tabel 4.6**).

Tabel 4.6 Konversi Jenis Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang (SMP)

No	Jenis Kendaraan	Definisi	Jenis-Jenis Kendaraan	SMP
1	Kendaraan Ringan	Kendaraan ringan (LV=Light Vehicle) kendaraan bermotor dua as beroda 4 dengan jarak as 2-3 m	Mobil pribadi, oplet, mikrobis, pick up, truk kecil	1
2	Kendaraan Berat	Kendaraan umum (HV=Heavy Vehicle) kendaraan bermotor dengan lebih dari empat roda	Bus, truck 2 as, truck 3 as dan truck kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga	1,2
3	Sepeda Motor	Sepeda motor (MC=Motor Cycle) kendaraan bermotor dengan lebih dua atau tiga roda	Sepeda motor dan kendaraan beroda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga	0,25
4	Kendaraan Tak Bermotor	Kendaraan tak bermotor (UM=Unmotorized) kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan	Sepeda, becak, kereta kuda, kereta dorong	0,8

Sumber : MKJI, 1997

Berdasarkan **Tabel 4.6**, dapat dikonversi masing-masing jumlah jenis kendaraan di Kabupaten Malang ke SMP seperti pada **Tabel 4.7**.

Tabel 4.7 Hasil Konversi Jumlah Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang (SMP)

No.	Kecamatan	Jenis Kendaraan (smp)						
		Penumpang Pribadi	Penumpang umum	Bus Besar Umum	Bus Kecil Umum	Truk Besar	Truk Kecil	Roda Dua
1	Donomulyo	2.343	410	27	37	374	423	4.404
2	Pagak	1.700	298	19	27	272	307	3.195
3	Bantur	2.563	449	29	40	409	462	4.817
4	Sumbermanjing Wetan	3.388	593	39	53	541	611	6.368
5	Dampit	4.366	765	50	69	698	788	8.207
6	Ampelgading	1.908	334	22	30	305	344	3.586
7	Poncokusumo	3.240	567	37	51	518	584	6.090
8	Wajak	2.954	517	34	47	472	533	5.552
9	Turen	3.876	679	44	61	619	699	7.285
10	Gonganglegi	3.284	575	38	52	525	592	6.173
11	Kalipare	2.410	422	28	38	385	435	4.529
12	Sumberpucung	2.035	356	23	32	325	367	3.826
13	Kepanjen	3.582	627	41	56	572	646	6.733
14	Bululawang	2.258	395	26	36	361	407	4.245
15	Tajinan	1.814	318	21	29	290	327	3.410
16	Tumpang	2.416	423	28	38	386	436	4.541
17	Jabung	2.180	382	25	34	348	393	4.098
18	Pakis	4.427	775	51	70	707	799	8.321
19	Pakisaji	2.824	494	32	44	451	509	5.307
20	Ngajum	1.679	294	19	26	268	303	3.156
21	Wagir	2.820	494	32	44	451	509	5.300
22	Dau	2.146	376	25	34	343	387	4.034
23	Karangploso	2.540	445	29	40	406	458	4.774
24	Singosari	5.450	954	62	86	871	983	10.243
25	Lawang	3.596	630	41	57	574	649	6.759
26	Pujon	2.055	360	24	32	328	371	3.862
27	Ngantang	2.023	354	23	32	323	365	3.802
28	Kasembon	1.032	181	12	16	165	186	1.941
29	Gedangan	1.942	340	22	31	310	350	3.650
30	Tirtoyudo	2.236	392	26	35	357	403	4.202
31	Kromengan	1.434	251	16	23	229	259	2.695
32	Wonosari	1.573	276	18	25	251	284	2.957
33	Pagelaran	2.695	472	31	42	431	405	5.066
Total		86.791	15.198	995	1.367	13.866	155.75	163.130

Sumber: Hasil Perhitungan

$$\begin{aligned}
 - \text{ Total smp} &= 296.921 \text{ smp} \\
 - \text{ Faktor Emisi Spesifik} &= \frac{\text{Emisi karbon}}{\text{Total smp}} \\
 &= \frac{902,99 \text{ Ton CO}_2/\text{Tahun}}{296.921 \text{ smp}} \\
 &= 0,00304 \text{ ton CO}_2/\text{smp}/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Kemudian untuk mendapatkan emisi karbon dilakukan perhitungan dengan mengalikan dengan total smp di tiap kecamatan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

$$\begin{aligned}
 &= \text{Faktor Emisi Spesifik} \times \text{Jumlah smp Kecamatan Donomulyo} \\
 &= 0,00304 \text{ ton CO}_2/\text{smp}/\text{tahun} \times 8.018 \text{ smp} \\
 &= 24,38 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}.
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Perhitungan Emisi Karbon Sektor Transportasi di Kabupaten Malang

No.	Kecamatan	Total SMP	FES (Ton CO ₂ /smp)	Emisi CO ₂ (Ton CO ₂ /tahun)
1	Donomulyo	8.018	0,00304	24,38
2	Pagak	5.818	0,00304	17,69
3	Bantur	8.770	0,00304	26,67
4	Sumbermanjing Wetan	11.594	0,00304	35,26
5	Dampit	14.942	0,00304	45,44
6	Ampelgading	6.529	0,00304	19,86
7	Poncokusumo	11.087	0,00304	33,72
8	Wajak	10.109	0,00304	30,74
9	Turen	13.264	0,00304	40,34
10	Gonganglegi	11.239	0,00304	34,18
11	Kalipare	8.246	0,00304	25,08
12	Sumberpucung	6.965	0,00304	21,18
13	Kepanjen	12.259	0,00304	37,28
14	Bululawang	7.728	0,00304	23,50
15	Tajinan	6.208	0,00304	18,88
16	Tumpang	8.267	0,00304	25,14
17	Jabung	7.461	0,00304	22,69
18	Pakis	15.150	0,00304	46,07
19	Pakisaji	9.662	0,00304	29,38
20	Ngajum	5.747	0,00304	17,48

No.	Kecamatan	Total SMP	FES (Ton CO ₂ /smp)	Emisi CO ₂ (Ton CO ₂ /tahun)
21	Wagir	9.650	0,00304	29,35
22	Dau	7.345	0,00304	22,34
23	Karangploso	8.692	0,00304	26,43
24	Singosari	18.650	0,00304	56,72
25	Lawang	12.305	0,00304	37,42
26	Pujon	7.031	0,00304	21,38
27	Ngantang	6.922	0,00304	21,05
28	Kasembon	3.533	0,00304	10,74
29	Gedangan	6.645	0,00304	20,21
30	Tirtoyudo	7.651	0,00304	23,27
31	Kromengan	4.906	0,00304	14,92
32	Wonosari	5.384	0,00304	16,37
33	Pagelaran	9.142	0,00304	27,80
Total		296.921		902,99

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan **Tabel 4.8**, kecamatan yang memiliki emisi karbon tertinggi adalah Kecamatan Singosari. Hal ini karena Kecamatan Singosari memiliki kepadatan penduduk tertinggi dan jumlah kendaraan paling banyak.

4.1.3 Emisi CO₂ dari Sektor Industri dan Transportasi di Kabupaten Malang

Setelah dilakukan analisis perhitungan pada sub bab sebelumnya, dapat diketahui nilai emisi karbon dari sektor industri dan sektor transportasi di Kabupaten Malang. Hasil analisis emisi karbon dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.9 Perhitungan Emisi Karbon Sektor Industri dan Transportasi di Kabupaten Malang

No.	Kecamatan	Total Emisi Karbon (ton CO ₂ /tahun)
1	Donomulyo	209,55
2	Kalipare	51,13
3	Pagak	112,18
4	Bantur	189,43
5	Gedangan	284,12
6	Sumbermanjing	384,28

No.	Kecamatan	Total Emisi Karbon (ton CO ₂ /tahun)
7	Dampit	673,74
8	Tirtoyudo	178,25
9	Ampelgading	155,26
10	Poncokusumo	164,95
11	Wajak	418,84
12	Turen	689,05
13	Bululawang	551,35
14	Gondanglegi	580,31
15	Pagelaran	239,40
16	Kepanjen	708,12
17	Sumberpucung	655,85
18	Kromengan	335,83
19	Ngajum	187,46
20	Wonosari	217,99
21	Wagir	930,56
22	Pakisaji	814,07
23	Tajinan	475,71
24	Tumpang	268,04
25	Pakis	834,23
26	Jabung	306,42
27	Lawang	1.117,92
28	Singosari	1.480,43
29	Karangploso	521,23
30	Dau	598,06
31	Pujon	94,30
32	Ngantang	394,13
33	Kasembon	103,79
Total		14.925,99

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan **Tabel 4.9**, dapat dilihat persebaran emisi karbon di tiap kecamatan di Kabupaten Malang. Kecamatan yang memiliki emisi karbon tertinggi adalah Kecamatan Singosari. Hal ini karena Kecamatan Singosari memiliki jumlah industri dan jumlah kendaraan terbanyak.

4.1.4 Pemetaan Penyebaran Emisi Tapak Karbon

Berdasarkan **Tabel 4.3**, **Tabel 4.8**, dan **Tabel 4.9** hasil emisi di setiap kecamatan di Kabupaten Malang, dapat dibuat peta penyebaran emisi tapak karbonnya. Pertama yang dilakukan dalam membuat peta penyebaran emisi tapak karbon adalah membuat rentang tingkatan emisi karbon di Kabupaten Malang.

Pembuatan rentang tingkatan emisi tapak karbon pada **Tabel 4.9** dilakukan dengan menentukan nilai emisi CO₂ tertinggi dan terendah lalu dibuat 8 rentang. Nilai emisi tertinggi terdapat di Kecamatan Singosari sebesar 1.480,43 ton CO₂ sedangkan untuk emisi terendah terdapat di Kecamatan Kalipare sebesar 51,13 ton CO₂. Berikut rentang nilai terendah dan tertinggi:

- a. 0-200, untuk emisi yang tergolong sangat rendah
Pada rentang ini, terdapat 9 kecamatan yang emisinya tergolong sangat rendah yaitu Kecamatan Kalipare, Pagak, Bantur, Tirtoyudo, Ampelgading, Poncokusumo, Ngajum, Pujon, dan Kasembon.
- b. 201-400, untuk emisi yang tergolong rendah
Pada rentang ini, terdapat 9 kecamatan yang emisinya tergolong sangat rendah yaitu Kecamatan Donomulyo, Gedangan, Sumbermanjing, Pagelaran, Kromengan, Wonosari, Tumpang, Jabung, dan Ngantang.
- c. 401-600, untuk emisi yang tergolong rendah
Pada rentang ini, terdapat 6 kecamatan yang emisinya tergolong rendah yaitu Kecamatan Wajak, Bululawang, Gondanglegi, Tajinan, Karangploso, dan Dau.
- d. 601-800, untuk emisi yang tergolong sedang
Pada rentang ini, terdapat 4 kecamatan yang emisinya tergolong sedang yaitu Kecamatan Dampit, Turen, Kepanjen, dan Sumberpucung.
- e. 801-1000, untuk emisi yang tergolong sedang
Pada rentang ini, terdapat 3 kecamatan yang emisinya tergolong sedang yaitu Kecamatan Wagir, Pakisaji, dan Pakis.
- f. 1001-1200, untuk emisi yang tergolong tinggi
Pada rentang ini, terdapat 1 kecamatan yang emisinya tergolong tinggi yaitu Kecamatan Lawang.

g. 1201-1400, untuk emisi yang tergolong tinggi

Tidak terdapat wilayah kecamatan yang termasuk dalam range ini.

h. 1401-1600, untuk emisi yang tergolong sangat tinggi

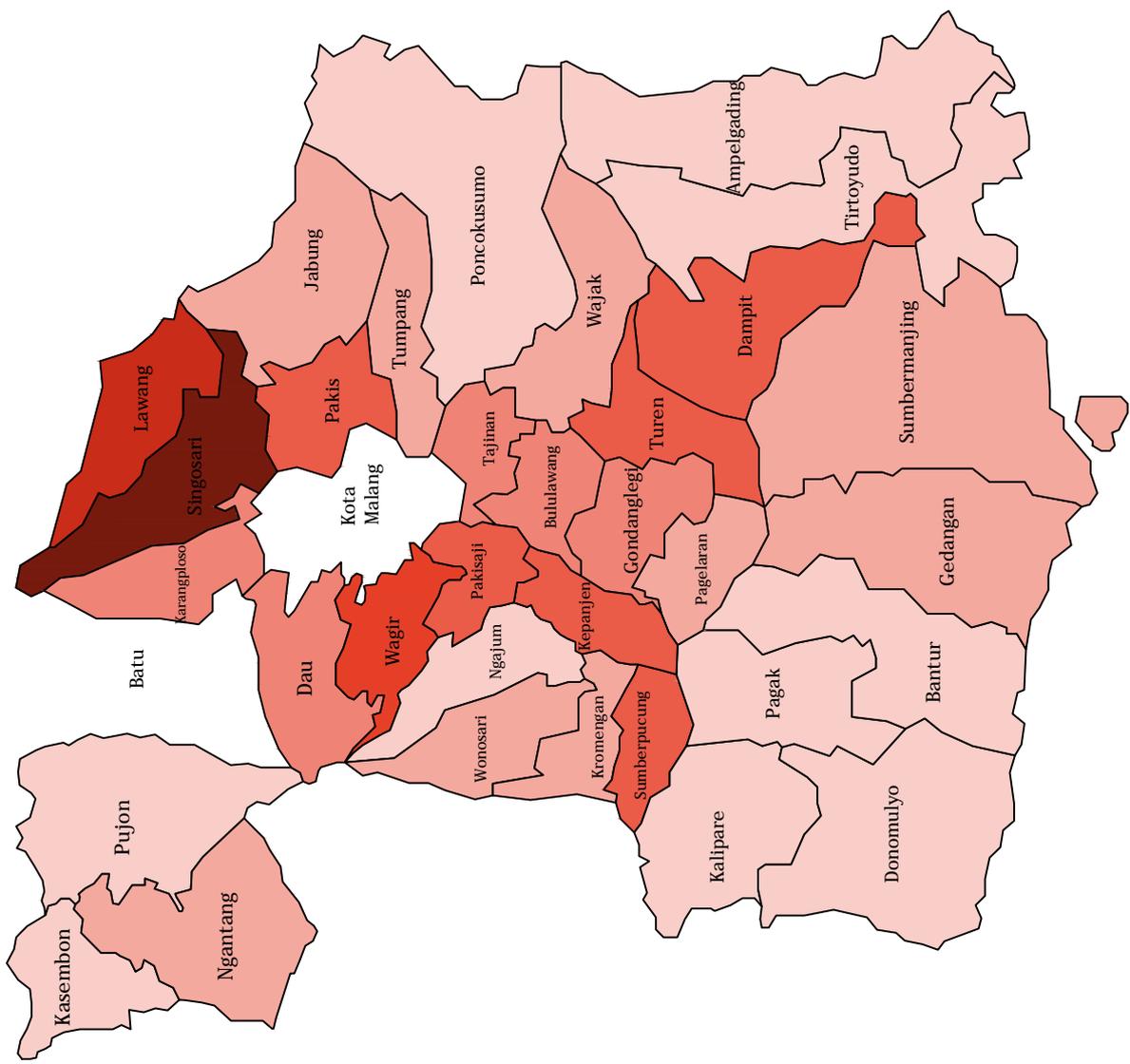
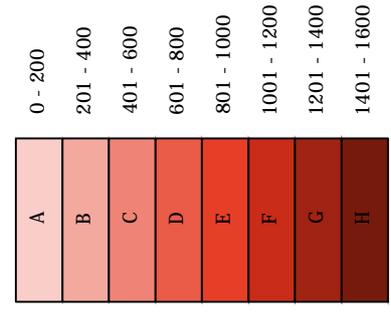
Pada rentang ini, terdapat 1 kecamatan yang emisinya tergolong sangat tinggi yaitu Kecamatan Singosari.

Hasil pemetaan emisi karbon dari sektor industri, sektor transportasi, dan total emisi karbon di Kabupaten Malang ditunjukkan pada **Gambar 4.1**, **Gambarr 4.2**, dan **Gambar 4.3**.

Penentuan Faktor Emisi Spesifik (FES) dari Sektor Industri dan Transportasi untuk Estimasi Tapak Karbon dan Pemetaannya di Kabupaten Malang

Gambar 4.1
Hasil Pemetaan Tapak Karbon Sektor Industri di Kab. Malang

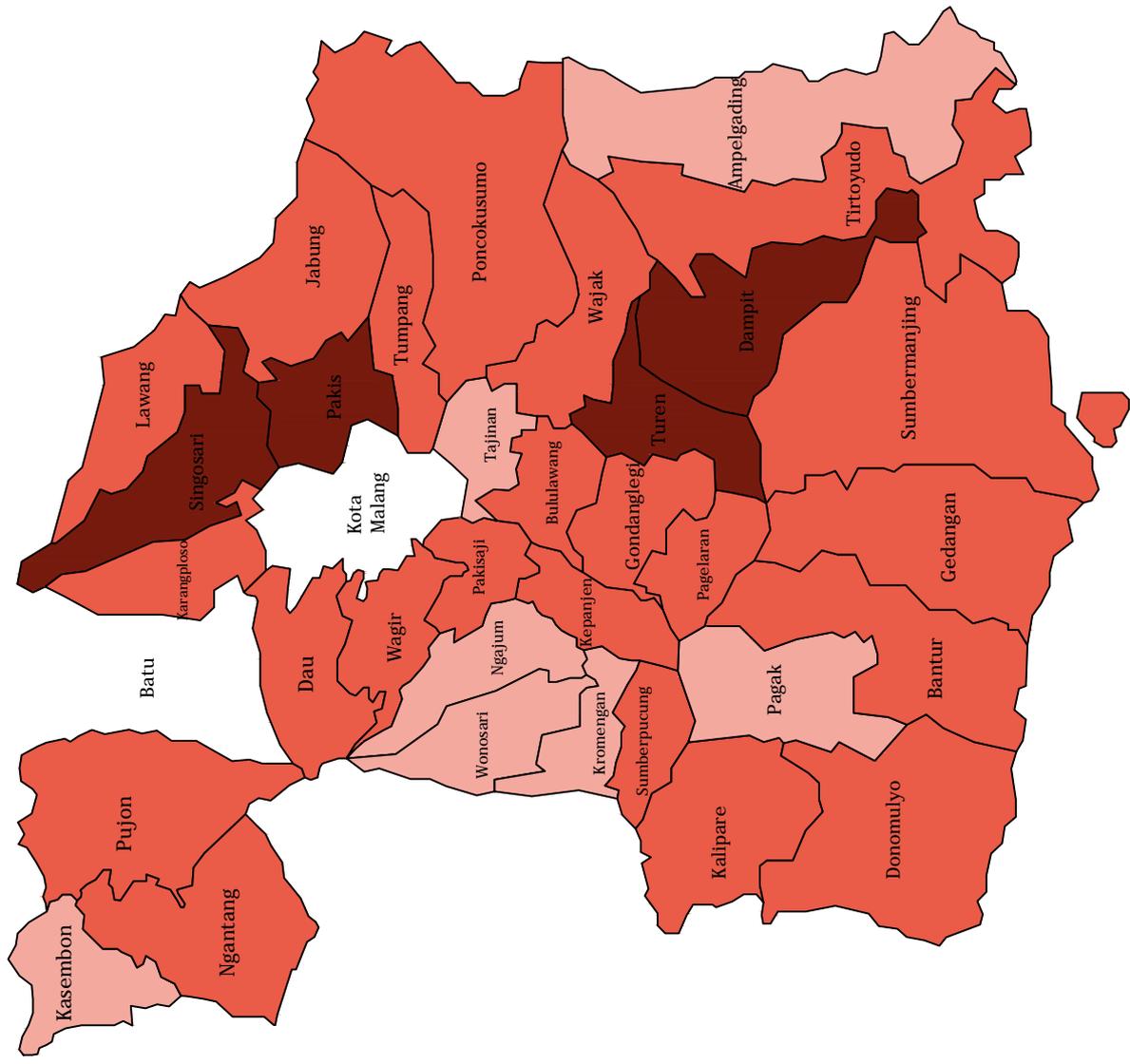
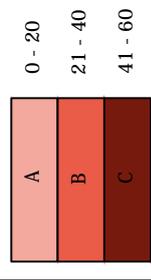
Skala 1 : 136.000



Penentuan Faktor Emisi Spesifik (FES) dari Sektor Industri dan Transportasi untuk Estimasi Tapak Karbon dan Pemetaannya di Kabupaten Malang

Gambar 4.2
Hasil Pemetaan Tapak Karbon Sektor Transportasi di Kab. Malang

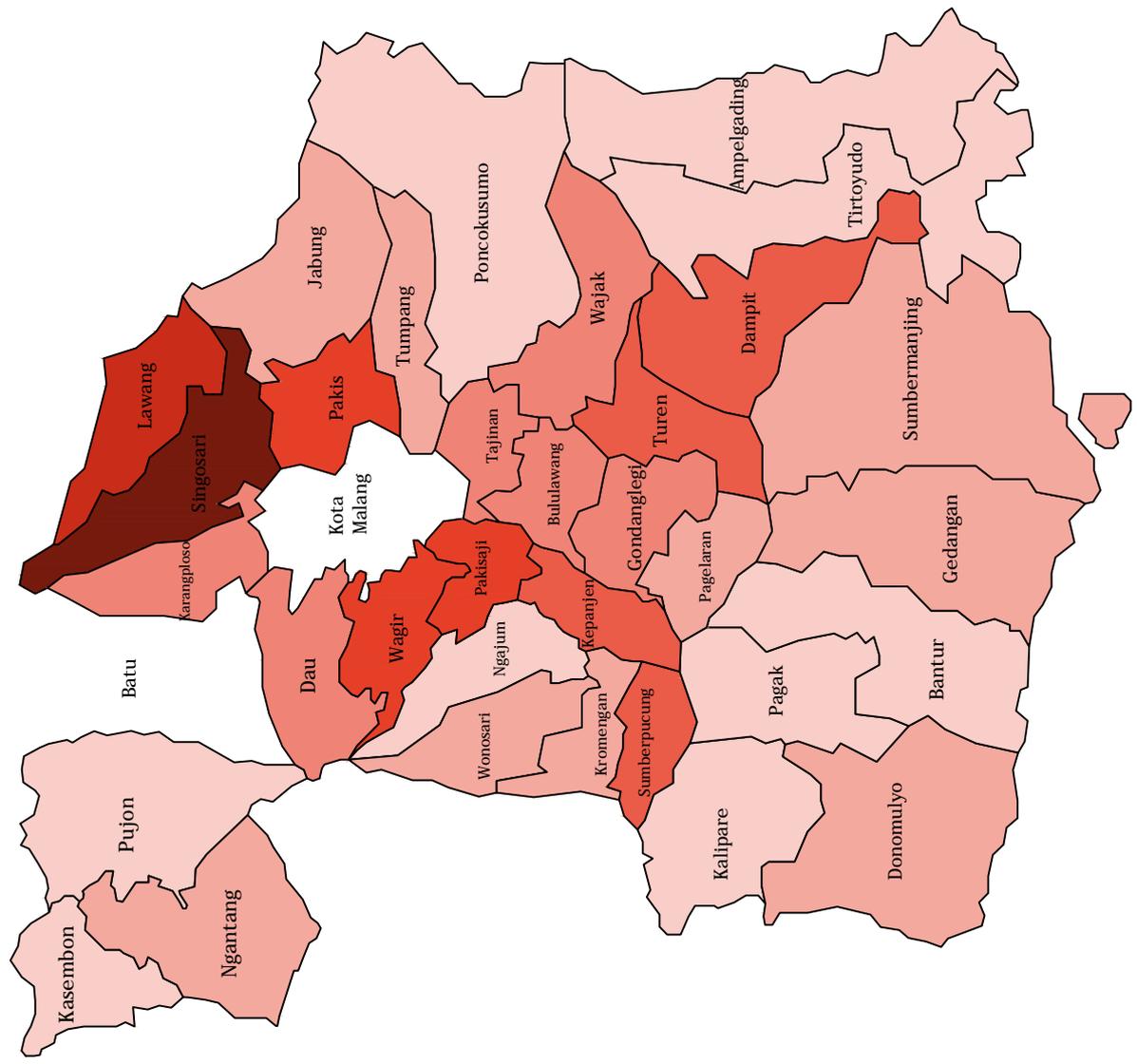
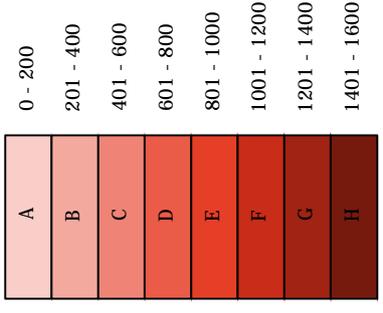
Skala 1 : 136.000



Penentuan Faktor Emisi Spesifik (FES) dari Sektor Industri dan Transportasi untuk Estimasi Tapak Karbon dan Pemetaannya di Kabupaten Malang

Gambar 4.23
Hasil Pemetaan Tapak Karbon Sektor Industri & Transportasi di Kab. Malang

Skala 1 : 136.000



4.2 Aspek Lingkungan

Pada penelitian ini perlu dilihat dampak dari emisi yang dihasilkan terhadap lingkungan hidup. Dampak yang timbul ada yang langsung mempengaruhi pada kegiatan usaha yang dilakukan sekarang atau kegiatan usaha yang dilakukan dimasa yang akan datang. Pada aspek lingkungan akan dibuat skenario dengan mengubah bahan bakar minyak (gasoline dan solar) menjadi bahan bakar gas.

Komposisi utama dari BBG adalah unsur methana (CH_4) sebesar 95,03%; ethana (C_2H_6) sebesar 2,23%; karbondioksida (CO_2) sebesar 1,75%; Nitrogen (N_2) 0,68 % dan propana (C_3H_8) sebesar 0,29%. Dari komposisi ini terlihat bahwa komponen utama dari BBG adalah gas methane. Nilai oktan BBG lebih tinggi dibandingkan gasoline, yaitu antara 120 sampai 130. Dengan tingginya nilai oktan tersebut maka pada rasio kompresi yang lebih tinggi tidak akan terjadi *knocking* pada motor. Keunggulan BBG ditinjau dari proses pembakarannya di dalam ruang bakar adalah karena BBG memiliki perbandingan atom karbon terhadap atom hidrogen yang rendah, sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna. Mengingat BBG sudah berada pada fase gas, maka dengan mudah dapat bercampur dengan udara dalam ruang bakar, sehingga oksigen dapat dengan mudah bergabung dengan karbon dan memberikan reaksi pembentukan CO_2 bukan CO. Disamping itu karena jumlah atom karbon molekul BBG lebih sedikit dibandingkan BBM, maka CO yang terbentuk dari proses pembakaran juga lebih sedikit. Agar dapat menggunakan BBG sebagai bahan bakar untuk kendaraan bermotor dibutuhkan suatu perangkat konversi BBG yang disebut dengan conversion kit. Penggunaan conversion kit didasarkan pada tiga pilihan sebagai berikut:

- a. Hanya bekerja dengan gas saja
- b. Dapat bekerja dengan gas saja atau gasoline saja (dual fuel)
- c. Dapat bekerja dengan dua bahan bakar bersama-sama (khusus diesel, mixed fuel).

4.2.1 Skenario Emisi CO₂ Sektor Industri

Skenario yang dikembangkan digunakan untuk membandingkan nilai emisi karbon apabila bahan bakar yang digunakan untuk proses produksi diganti

menjadi bahan bakar yang dianggap menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah. Terdapat 2 skenario emisi CO₂ di sektor industri sebagai berikut:

- Skenario 1
 - Industri yang menggunakan solar sebagai bahan bakar untuk proses produksi, beralih 50% ke gas alam
 - Jenis industri yang menggunakan gas alam adalah industri makanan, minuman, dan tembakau serta industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, karet, batubara, dan plastik.
 - Jumlah tenaga kerja yang ada pada 2 jenis industri tersebut adalah 20.160 orang
 - 1 liter BBM sama dengan 1 liter BBG. Nilai kalor BBG adalah $1,05 \times 10^6$ TJ/SCF, sehingga perlu dilakukan konversi dari satuan liter ke SCF. Diketahui 1 liter = 0,0353146667 SCF (*Standart Cubic Feet*).
 - Emisi CO₂ eksisting sebesar 14.023 ton CO₂/ton produk/tahun
Emisi CO₂ skenario 1 sebesar 7.017,83 ton CO₂/ton produk/tahun
 - Perhitungan Emisi CO₂ skenario 1

Solar

Konsumsi solar (50%)	= 5.257.000 liter x 50%
	= 2.628.500 liter
Nilai kalor	= 0,000036 TJ/L (KLH, 2012)
Konsumsi energi	= Konsumsi solar x nilai kalor
	= 95 TJ/Tahun
Faktor emisi solar	= 74.100 kg CO ₂ /TJ
Emisi Karbon	= Konsumsi Energi x FE
	= 95 TJ/Tahun x 74.100 kg CO ₂ /TJ
	= 7.011.787 kg CO ₂ /Tahun
	= 7.012 Ton CO ₂ /Tahun
Total tenaga kerja	= 7.886 orang
Faktor Emisi Umum	= $\frac{\text{Emisi karbon}}{\text{Total tenaga kerja}}$
	= $\frac{7.012 \text{ Ton CO}_2/\text{Tahun}}{7.886 \text{ orang}}$
	= 0,89 ton CO ₂ /orang/tahun

Kemudian dilakukan konversi dengan mengalikan dengan jumlah tenaga kerja di industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit.

= Faktor Emisi Umum x Jumlah tenaga kerja

= 0,89 ton CO₂/orang/tahun x 1.800 orang

= 1.600 ton CO₂/tahun

Faktor Emisi Spesifik (FES) industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit

= $\frac{\text{Faktor emisi umum}}{\text{Kapasitas produksi industri}}$

= $\frac{1.600 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}}{12.029}$

= 0,133 Ton CO₂/ton produk

Emisi Karbon industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit

= FES x Kapasitas Produksi

= 0,133 Ton CO₂/ ton produk x 12.029 ton/tahun

= 1.600,46 ton CO₂/ ton produk/tahun

BBG

Konsumsi BBG (50%) = 5.257.000 liter x 50%

= 2.628.500 liter

Konsumsi BBG (SCF) = 2.628.500 liter x 0,0353146667

= 92.824,60 SCF

Nilai kalor = 0,00000105TJ/SCF (KLH, 2012)

Konsumsi energi = Konsumsi BBG x nilai kalor

= 0,097 TJ/Tahun

Faktor emisi solar = 56.100 kg CO₂/TJ

Emisi Karbon = Konsumsi Energi x FE

= 0,097 TJ/Tahun x 56.100 kg CO₂/TJ

= 5.468 kg CO₂/Tahun

= 5,47 Ton CO₂/Tahun

Total tenaga kerja = 20.160 orang

$$\begin{aligned}
\text{Faktor Emisi Umum} &= \frac{\text{Emisi karbon}}{\text{Total tenaga kerja}} \\
&= \frac{5,47 \text{ Ton CO}_2/\text{Tahun}}{20.160\text{orang}} \\
&= 0,0003 \text{ ton CO}_2/\text{orang/tahun}
\end{aligned}$$

Kemudian dilakukan konversi dengan mengalikan dengan jumlah tenaga kerja di industri makanan, minuman, dan tembakau.

$$\begin{aligned}
&= \text{Faktor Emisi Umum} \times \text{Jumlah tenaga kerja} \\
&= 0,89 \text{ ton CO}_2/\text{orang/tahun} \times 17.668 \text{ orang} \\
&= 5 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}
\end{aligned}$$

Faktor Emisi Spesifik (FES) makanan, minuman, dan tembakau

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Faktor emisi umum}}{\text{Kapasitas produksi industri}} \\
&= \frac{5 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}}{17.668} \\
&= 0,001 \text{ Ton CO}_2/\text{ ton produk}
\end{aligned}$$

Emisi Karbon makanan, minuman, dan tembakau

$$\begin{aligned}
&= \text{FES} \times \text{Kapasitas Produksi} \\
&= 0,001 \text{ Ton CO}_2/\text{ ton produk} \times 7.396 \text{ ton/tahun} \\
&= 5,30 \text{ ton CO}_2/\text{ ton produk/tahun}
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan emisi CO₂ sektor industri skenario 1 dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Emisi CO₂ Sektor Industri Skenario 1

No	Jenis Industri	Jumlah	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Tenaga Kerja (orang)	FES Umum (Ton CO ₂ /tenaga kerja)	FES Umum (Ton)	FES tiap jenis industri (Ton CO ₂ /ton produk)	Emisi CO ₂ (Ton CO ₂ /ton produk/tahun)	Keterangan Bahan Bakar
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau	228	7.396	17.668	0,0003	5	0,001	5,30	BBG
2	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit	60	12.029	1.800	0,89	1.600	0,133	1.600,46	Solar
3	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu	103	426	1.602	0,89	1.424	3,344	1.424,41	Solar
4	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan	31	18.803	1.054	0,89	937	0,050	937,16	Solar

No	Jenis Industri	Jumlah	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Tenaga Kerja (orang)	FES Umum (Ton CO ₂ /tenaga kerja)	FES Umum (Ton)	FES tiap jenis industri (Ton CO ₂ /ton produk)	Emisi CO ₂ (Ton CO ₂ /ton produk/tahun)	Keterangan Bahan Bakar
5	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik	65	355.737	2.492	0,0003	1	0,000	0,75	BBG
6	Industri barang-barang galian bukan logam	35	50.000	1.120	0,89	996	0,020	995,84	Solar
7	Industri logam dasar	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya	55	960	2.010	0,89	1.787	1,862	1.787,18	Solar
9	Industri pengelolaan lainnya	10	236.820	300	0,89	267	0,001	266,74	Solar

Sumber: Hasil Perhitungan

b. Skenario 2

- Industri yang menggunakan solar sebagai bahan bakar untuk proses produksi, beralih 100% ke gas alam
- 1 liter BBM sama dengan 1 liter BBG. Nilai kalor BBG adalah $1,05 \times 10^{-6}$ TJ/SCF, sehingga perlu dilakukan konversi dari satuan liter ke SCF. Diketahui 1 liter = 0,0353146667 SCF (*Standart Cubic Feet*).
- Emisi CO₂ eksisting sebesar 14.023 ton CO₂/ton produk/tahun
Emisi CO₂ skenario 2 sebesar 10,66 ton CO₂/ ton produk/tahun
- Perhitungan Emisi CO₂ skenario 2

BBG

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi BBG (SCF)} &= 5.177.000 \text{ liter} \times 0,0353146667 \\ &= 182.824,03 \text{ SCF} \\ \text{Nilai kalor} &= 0,00000105 \text{ TJ/SCF (KLH, 2012)} \\ \text{Konsumsi energi} &= \text{Konsumsi BBG} \times \text{nilai kalor} \\ &= 0,192 \text{ TJ/Tahun} \\ \text{Faktor emisi BBG} &= 56.100 \text{ kg CO}_2/\text{TJ} \\ \text{Emisi Karbon} &= \text{Konsumsi Energi} \times \text{FE} \\ &= 0,192 \text{ TJ/Tahun} \times 56.100 \text{ kg CO}_2/\text{TJ} \\ &= 10.769 \text{ kg CO}_2/\text{Tahun} \\ &= 10,77 \text{ Ton CO}_2/\text{Tahun} \\ \text{Total tenaga kerja} &= 28.046 \text{ orang} \\ \text{Faktor Emisi Umum} &= \frac{\text{Emisi karbon}}{\text{Total tenaga kerja}} \\ &= \frac{10,77 \text{ Ton CO}_2/\text{Tahun}}{28.046 \text{ orang}} \\ &= 0,00038 \text{ ton CO}_2/\text{orang/tahun} \end{aligned}$$

Kemudian dilakukan konversi dengan mengalikan dengan jumlah tenaga kerja di industri makanan, minuman, dan tembakau.

$$\begin{aligned} &= \text{Faktor Emisi Umum} \times \text{Jumlah tenaga kerja} \\ &= 0,00038 \text{ ton CO}_2/\text{orang/tahun} \times 17.668 \text{ orang} \\ &= 7 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \end{aligned}$$

Faktor Emisi Spesifik (FES) industri makanan, minuman, dan tembakau

$$= \frac{\text{Faktor emisi umum}}{\text{Kapasitas produksi industri}}$$

$$= \frac{7 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}}{17.668}$$

$$= 0,001 \text{ Ton CO}_2/\text{ ton produk}$$

Emisi Karbon industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit

$$= \text{FES} \times \text{Kapasitas Produksi}$$

$$= 0,001 \text{ Ton CO}_2/\text{ ton produk} \times 7.396 \text{ ton/tahun}$$

$$= 6,71 \text{ ton CO}_2/\text{ ton produk /tahun}$$

Hasil perhitungan emisi CO₂ sektor industri skenario 2 dapat dilihat pada **Tabel 4.11**.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Emisi CO₂ Sektor Industri Skenario 2

No	Jenis Industri	Jumlah	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Tenaga Kerja (orang)	FES Umum (Ton CO ₂ /tenaga kerja)	FES Umum (Ton)	FES tiap jenis industri (Ton CO ₂ /kapasitas produksi)	Emisi CO ₂ (Ton CO ₂ /tahun)	Keterangan Bahan Bakar
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau	228	7.396	17.668	0,00038	6,71	0.001	6.71	BBG
2	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit	60	12.029	1.800	0,00038	0,68	0.0001	0.68	BBG
3	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu	103	426	1.602	0,00038	0,61	0.001	0.61	BBG
4	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan	31	18.803	1.054	0,00038	0,40	0.00002	0.40	BBG

No	Jenis Industri	Jumlah	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Tenaga Kerja (orang)	FES Umum (Ton CO ₂ /tenaga kerja)	FES Umum (Ton)	FES tiap jenis industri (Ton CO ₂ /kapasitas produksi)	Emisi CO ₂ (Ton CO ₂ /tahun)	Keterangan Bahan Bakar
5	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik	65	355.737	2.492	0,00038	0,95	0.000003	0.95	BBG
6	Industri barang-barang galian bukan logam	35	50.000	1.120	0,00038	0,43	0.00001	0.43	BBG
7	Industri logam dasar	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya	55	960	2.010	0,00038	0,76	0.001	0.76	BBG
9	Industri pengelolaan lainnya	10	236.820	300	0,00038	0,11	0.0000005	0.11	BBG

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan dari setiap skenario, didapatkan nilai emisi yang paling rendah berada pada skenario 2 (**Tabel 4.12**). Hal ini dikarenakan adanya peralihan penggunaan bahan bakar solar ke BBG di seluruh industri yang ada di Kabupaten Malang. Untuk upaya mitigasi agar memberikan dampak positif bagi lingkungan untuk masa yang akan datang, skenario 2 merupakan skenario pengurangan emisi terbaik dibandingkan dengan skenario 1.

Tabel 4.12 Perbandingan Skenario 1 dan Skenario 2 Pada Sektor Industri

Skenario	Bahan Bakar (liter)			Emisi Karbon (ton CO ₂ /ton produk/tahun)
	Gasolin	Solar	BBG	
Eksisting	-	5.257.000	-	14.023,00
Skenario 1	-	2.628.500	2.628.500	7.017,83
Skenario 2	-	-	5.257.000	10,66

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2.2 Skenario Emisi CO₂ Sektor Transportasi

Skenario yang dikembangkan digunakan untuk membandingkan nilai emisi karbon apabila bahan bakar yang digunakan untuk proses produksi diganti menjadi bahan bakar yang dianggap menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah. Terdapat 2 skenario emisi CO₂ di sektor transportasi sebagai berikut:

a. Skenario 1

- Transportasi yang menggunakan solar sebagai bahan bakar beralih 100% ke gas alam. Sedangkan, transportasi yang menggunakan gasolin sebagai bahan bakar tidak berubah
- 1 liter BBM sama dengan 1 liter BBG. Nilai kalor BBG adalah $1,05 \times 10^{-6}$ TJ/SCF, sehingga perlu dilakukan konversi dari satuan liter ke SCF. Diketahui 1 liter = 0,0353146667 SCF (*Standart Cubic Feet*).
- Emisi CO₂ eksisting sebesar 902,99 ton CO₂/tahun
Emisi CO₂ skenario 1 sebesar 659,68 ton CO₂/tahun
- Perhitungan Emisi CO₂ skenario 1

Gasolin

Total konsumsi gasolin	= 288.375,40 liter
Nilai kalor	= 0,000033 TJ/L
Konsumsi energi	= Konsumsi solar x nilai kalor = 10 TJ/Tahun
Faktor emisi gasoline	= 69.300 kg CO ₂ /TJ
Emisi Karbon	= Konsumsi Energi x FE = 10 TJ/Tahun x 69.300 kg CO ₂ /TJ = 659.486 kg CO ₂ /Tahun = 659,49 Ton CO ₂ /Tahun

BBG

Total konsumsi BBG	= 91.284 liter = 3.224 SCF
Nilai kalor	= 0,00000105TJ/SCF
Konsumsi energi	= Konsumsi solar x nilai kalor = 0,0034 TJ/Tahun
Faktor emisi BBG	= 56.100 kg CO ₂ /TJ
Emisi Karbon	= Konsumsi Energi x FE = 0,0034 TJ/Tahun x 56.100 kg CO ₂ /TJ = 190 kg CO ₂ /Tahun = 0,19 Ton CO ₂ /Tahun

Dari perhitungan emisi karbon di atas didapatkan emisi karbon gasolin sebesar 659,49 Ton CO₂/Tahun dan emisi karbon BBG sebesar 0,19 Ton CO₂/Tahun. Emisi karbon dari sektor transportasi skenario 1 adalah 659,68 Ton CO₂/Tahun. Hasil ini didapatkan dari penjumlahan emisi karbon gasolin dan emisi karbon BBG.

b. Skenario 2

- Transportasi yang menggunakan solar dan gasolin sebagai bahan bakar beralih 100% ke gas alam.

- 1 liter BBM sama dengan 1 liter BBG. Nilai kalor BBG adalah $1,05 \times 10^{-6}$ TJ/SCF, sehingga perlu dilakukan konversi dari satuan liter ke SCF. Diketahui 1 liter = 0,0353146667 SCF (*Standart Cubic Feet*).
- Emisi CO₂ eksisting sebesar 902,99 ton CO₂/tahun
Emisi CO₂ skenario 2 sebesar 0,79 ton CO₂/tahun
- Perhitungan Emisi CO₂ skenario 2

BBG

Total konsumsi BBG = 379.658,95 liter = 13.407,53 SCF

Nilai kalor = 0,00000105TJ/SCF

Konsumsi energi = Konsumsi solar x nilai kalor
= 0,0141 TJ/Tahun

Faktor emisi BBG = 56.100 kg CO₂/TJ

Emisi Karbon = Konsumsi Energi x FE
= 0,0141 TJ/Tahun x 56.100 kg CO₂/TJ
= 789,77 kg CO₂/Tahun
= 0,79 Ton CO₂/Tahun

Berdasarkan hasil perhitungan dari setiap skenario, didapatkan nilai emisi yang paling rendah pada skenario 2 (**Tabel 4.13**). Hal ini dikarenakan adanya peralihan penggunaan bahan bakar gasolin dan solar ke BBG di seluruh transportasi yang ada di Kabupaten Malang. Untuk upaya mitigasi agar memberikan dampak positif bagi lingkungan untuk masa yang akan datang, skenario 2 merupakan skenario pengurangan emisi terbaik dibandingkan dengan skenario 1.

Tabel 4.13 Perbandingan Skenario 1 dan Skenario 2 Pada Sektor Transportasi

Skenario	Bahan Bakar (liter)			Emisi Karbon (ton CO ₂ /ton produk/tahun)
	Gasolin	Solar	BBG	
Eksisting	288.375,4	91.284	-	902,99
Skenario 1	288.375,4	-	91.284	659,68
Skenario 2	-	-	379.659,4	0,79

Sumber: Hasil Perhitungan

4.3 Aspek Ekonomi

Setiap usaha yang dijalankan tentunya akan memberikan dampak positif dan negatif. Dampak positif dan negatif ini akan dapat dirasakan oleh berbagai pihak, baik bagi pengusaha itu sendiri, pemerintah ataupun masyarakat luas. Pada penelitian ini, dapat dilihat bahwa aspek ekonomi bergantung pada aspek lingkungan. Berdasarkan penjelasan sebelumnya telah dilakukan perhitungan emisi tapak karbon di sektor industri dan sektor transportasi, sehingga dapat dihitung nilai ekonomi di skenario tiap sektornya (**Tabel 4.14** dan **Tabel 4.15**).

Tabel 4.14 Nilai Ekonomi Sektor Industri

Skenario	Bahan Bakar (liter)			Harga Bahan Bakar/liter			Nilai Ekonomi (Rupiah)
	Gasolin	Solar	BBG	Gasolin	Solar	BBG	
Eksisting	-	5.257.000	-	-	Rp 7.500	-	Rp 39.427.500.000
Skenario 1	-	2.628.500	2.628.500	-	Rp 7.500	Rp 3.100	Rp 27.862.100.000
Skenario 2	-	-	5.257.000	-	-	Rp 3.100	Rp 16.296.700.000

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.15 Nilai Ekonomi Sektor Transportasi

Skenario	Bahan Bakar (liter)			Harga Bahan Bakar (rupiah/liter)			Nilai Ekonomi (Rupiah)
	Gasolin	Solar	BBG	Gasolin	Solar	BBG	
Eksisting	288.375,4	91.284	-	Rp 8.500	Rp 7.500	-	Rp 3.135.820.900
Skenario 1	288.375,4	-	91.284	Rp 8.500	-	Rp 3.100	Rp 2.734.171.300
Skenario 2	-	-	379.659,4	-	-	Rp 3.100	Rp 1.176.944.140

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan **Tabel 4.14** dan **Tabel 4.15**, dapat dilihat bahwa skenario 2 memiliki nilai ekonomi terkecil. Jika dibandingkan dengan kondisi eksisting, dapat dikatakan pemerintah dan masyarakat dapat menghemat pengeluaran. Jika pemerintah menerapkan skenario 2 pada sektor industri, maka pemerintah dan masyarakat dapat menekan pengeluaran hingga Rp 23.130.800.000. Jika pemerintah menerapkan skenario 2 pada sektor transportasi, maka pemerintah dan masyarakat dapat menekan pengeluaran hingga Rp 1.958.876.760.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang sudah dilakukan dalam penelitian tersebut, dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. FES penggunaan bahan bakar pada sektor industri ada 9 buah, yaitu:
 - a. FES industri makanan, minuman, tembakau sebesar 1,194 ton CO₂/kapasitas produksi
 - b. FES industri tekstik, pakaian jadi, dan kulit sebesar 0,075 ton CO₂/kapasitas produksi
 - c. FES industri kayu dan barang-barang dari kayu sebesar 1,881 ton CO₂/kapasitas produksi
 - d. FES industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan, dan penerbitan sebesar 0,028 ton CO₂/kapasitas produksi
 - e. FES industri kimia dan barang-barang dari kimia sebesar 0,004 ton CO₂/kapasitas produksi
 - f. FES industri barang-barang galian bukan logam sebesar 0,011 ton CO₂/kapasitas produksi
 - g. FES industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya sebesar 1,047 ton CO₂/kapasitas produksi
 - h. FES Industri pengelolaan lainnya sebesar 0,001 ton CO₂/kapasitas produksi
2. FES penggunaan bahan bakar pada sektor transportasi sebesar 0,00304 ton CO₂/smp.
3. Terdapat 3 kesimpulan terkait 3 aspek, yaitu:
 - a. Aspek teknis: Pada sektor industri, Kecamatan Singosari memiliki nilai emisi yang paling tinggi dibandingkan kecamatan lainnya yaitu sebesar 1.424 ton CO₂/tahun. Hal ini karena jumlah industri yang ada pada Kecamatan Singosari sebanyak 91 industri yang rata-rata adalah industri kayu. Sedangkan

pada sektor transportasi, nilai emisi yang paling tinggi berada pada Kecamatan Singosari yaitu sebesar 56,72 ton CO₂/tahun. Hal ini karena Kecamatan Singosari memiliki kepadatan penduduk tertinggi dan jumlah kendaraan paling banyak.

- b. Aspek lingkungan: skenario terbaik terletak pada skenario 2. Pada aspek lingkungan skenario 2, nilai emisi yang dihasilkan pada sektor industri dan transportasi masing-masing sebesar 10,66 ton CO₂/tahun dan 0,79 ton CO₂/tahun.
- c. Aspek ekonomi: skenario terbaik terletak pada skenario 2. Jika pemerintah menerapkan skenario 2 pada sektor industri, maka pemerintah dan masyarakat dapat menekan pengeluaran hingga Rp 23.130.800.000. Jika pemerintah menerapkan skenario 2 pada sektor transportasi, maka pemerintah dan masyarakat dapat menekan pengeluaran hingga Rp 1.958.876.760.

3.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang sudah dilakukan dalam penelitian tersebut, terdapat beberapa saran, yaitu:

1. Penelitian ini sebagai dasar acuan perhitungan emisi karbon di Kabupaten Malang. Data yang digunakan merupakan data Tahun 2013. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, pemerintah Kabupaten Malang agar melakukan kajian inventarisasi emisi menggunakan data lengkap dan terbaru.
2. Pemerintah Kabupaten Malang melakukan kajian pengendalian pencemaran udara di wilayah yang memiliki emisi udara tertinggi.
3. Pemerintah Kabupaten Malang melakukan kajian mengenai faktor emisi spesifik yang dihasilkan dari sektor industri dan transportasi
4. Nilai FES dapat digunakan pada wilayah yang memiliki karakteristik wilayah dan memiliki data yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. **Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional (RAN) Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)**. Jakarta.
- Anonim. 2012a. **Kajian Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Transportasi**. Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- Anonim. 2012b. **Laporan Status Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2012**. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Anonim. 2012c. **Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Buku II, Volume 1, Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Pengadaandan Penggunaan Energi**. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Anonim. 2012d. **Peraturan Daerah Provinsi JawaTimur Nomor 5 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Tahun 2011-2031**. Surabaya.
- Anonim. 2013. **Laporan Penggunaan Bahan Bakar Minyak di Kabupaten Malang Tahun 2013**. Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral. Kabupaten Malang.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. 2013. **Kabupaten Malang Dalam Angka 2013**. Surabaya: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- IPCC. 2006. **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**. Paris, France.
- Morlok, E. K. 1984. **Pengantar Teknik Transportasi**. Jakarta: Erlangga.
- Pradiptya, V. 2011. **Kajian Emisi CO₂ Dengan Menggunakan Persamaan Longrange Energy Alternatives Planning (LEAP) Dari Sektor Permukiman di Kota Surabaya**. Surabaya: ITS.

- Seo, Y. dan Min Kim, S. 2013. **Estimation of greenhouse gas emissions from road traffic: A case study in Korea**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28: 777-787.
- Temy, F. 2014. **Strategi Mitigasi Dalam Mengatasi Emisi Gas CO₂ dari Sektor Industri dan Transportasi di Kota Cimahi**. <URL: <http://pustaka.unpad.ac.id/archives/127128/>>. Diakses tanggal 22 September 2014, pukul 16.30.
- United Nations New York. 2008. **International Standart Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC), Rev. 4**. New York: Departement of Economic and Social Affairs, Statistics Division.
- Wang, Y., Zhang, P., dan Huang, P. 2014. **Convergence behavior of carbon dioxide emissions in China**. *Economic Modelling*, 43: 75-80.
- Walser, M.L. 2010. **Carbon footprint**. *Articles of Encilopedia of Earth*. URL:http://www.eoearth.org/article/Carbon_footprint. Diaksestanggal 19 September 2014, pukul12.45.
- Wiedmann, T. dan 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. (Italy) as a case study. *Environmental Impact Assessment Review*, Vol 29, pp. 39-50.

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
Kecamatan Donomulyo			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 1	12	77
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 2	21	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 3	12	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 4	32	
5	Industri barang-barang galian bukan logam 1	1343	1343
6	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 1	13	13
Kecamatan Kalipare			
1	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 1	3	3
2	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 2	10	13
Kecamatan Pagak			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 5	32	97
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 6	65	
3	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 1	600	697
Kecamatan Bantur			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 7	47	159
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 8	33	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 9	34	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 10	45	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
5	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 2	4	4
Kecamatan Gedangan			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 11	10	99
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 12	23	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 13	34	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 14	32	
5	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 1	5556	5556
6	Industri barang-barang galian bukan logam 2	4354	11386
7	Industri barang-barang galian bukan logam 3	2123	
8	Industri barang-barang galian bukan logam 4	1098	
9	Industri barang-barang galian bukan logam 5	1343	
10	Industri barang-barang galian bukan logam 6	345	
11	Industri barang-barang galian bukan logam 7	2123	
12	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 3	15	15
Kecamatan Sumbermanjing			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 15	54	509
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 16	44	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 17	111	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 18	87	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 19	34	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 20	179	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
7	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 1	200	200
8	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 3	2	3
9	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 4	1	
10	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 2	7685	13360
11	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 3	5675	
12	Industri barang-barang galian bukan logam 8	1098	6020
13	Industri barang-barang galian bukan logam 9	1343	
14	Industri barang-barang galian bukan logam 10	1456	
15	Industri barang-barang galian bukan logam 11	2123	
Kecamatan Dampit			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 21	111	451.4
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 22	9	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 23	56	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 24	53	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 25	22	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 26	13	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 27	12	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 28	11	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 29	32.4	
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 30	31	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 31	33	
12	Industri makanan, minuman, dan tembakau 32	32	
13	Industri makanan, minuman, dan tembakau 33	36	
14	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 5	3	5
15	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 6	2	
16	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 4	5453	20118
17	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 5	5678	
18	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 6	8987	
19	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 4	14	37
20	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 5	23	
21	Industri pengelolaan lainnya 1	23682	23682
Kecamatan Tirtoyudo			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 34	46	190
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 35	54	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 36	34	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 37	56	
Kecamatan Ampelgading			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 38	76	176
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 39	33	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 40	67	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
4	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 7	4567	4567
Kecamatan Poncokusumo			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 41	56	167
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 42	66	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 43	45	
4	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 2	130	130
Kecamatan Wajak			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 44	53	444
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 45	62	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 46	61	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 47	76	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 48	12	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 49	45	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 50	76	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 51	38	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 52	21	
10	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 7	4	7
11	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 8	3	
12	Industri barang-barang galian bukan logam 12	1098	2441
13	Industri barang-barang galian bukan logam 13	1343	
Kecamatan Turen			

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 53	9	361
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 54	6	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 55	43	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 56	48	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 57	29	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 58	30	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 59	43	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 60	56	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 61	34	
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 62	31	
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 63	32	
12	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 3	100	165
13	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 4	65	
14	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 9	5	26
15	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 10	7	
16	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 11	5	
17	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 12	8	
18	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 13	1	
19	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 8	5555	16664
20	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 9	5434	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
21	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 10	5675	
22	Industri barang-barang galian bukan logam 14	4354	9686
23	Industri barang-barang galian bukan logam 15	2123	
24	Industri barang-barang galian bukan logam 16	1098	
25	Industri barang-barang galian bukan logam 17	1343	
26	Industri barang-barang galian bukan logam 18	768	
27	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 6	14	37
28	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 7	23	
Kecamatan Bululawang			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 64	32	252
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 65	32	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 66	34	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 67	31	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 68	35	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 69	34	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 70	31	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 71	12	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 72	11	
10	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 5	87	463
11	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 6	110	
12	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 7	266	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
13	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 14	2	2
14	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 2	621	1223
15	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 3	602	
16	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 11	5454	11132
17	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 12	5678	
18	Industri barang-barang galian bukan logam 19	2123	4564
19	Industri barang-barang galian bukan logam 20	1098	
20	Industri barang-barang galian bukan logam 21	1343	
21	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 8	15	15
Kecamatan Gondanglegi			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 73	10	158
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 74	4	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 75	6	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 76	47	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 77	32	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 78	21	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 79	11	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 80	12	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 81	15	
10	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 15	6	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
11	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 16	5	
12	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 4	601	601
13	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 13	7654	28885
14	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 14	4567	
15	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 15	5555	
16	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 16	5434	
17	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 17	5675	
18	Industri barang-barang galian bukan logam 22	1000	4221
19	Industri barang-barang galian bukan logam 23	2123	
20	Industri barang-barang galian bukan logam 24	1098	
21	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 9	11	11
22	Industri pengelolaan lainnya 2	20000	53887
Kecamatan Pagelaran			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 82	14	96
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 83	16	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 84	43	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 85	23	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
5	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 18	5454	11132
6	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 19	5678	
7	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 10	16	11244
Kecamatan Kepanjen			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 86	32	320
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 87	22	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 88	35	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 89	34	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 90	32	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 91	15	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 92	46	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 93	35	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 94	12	
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 95	34	
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 96	23	
12	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 8	78	685
13	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 9	291	
14	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 10	103	
15	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 11	213	
16	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 17	7	14

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
17	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 18	4	
18	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 19	3	
19	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 5	600	600
20	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 20	7654	25673
21	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 21	4567	
22	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 22	2343	
23	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 23	5434	
24	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 24	5675	
25	Industri barang-barang galian bukan logam 25	2341	2341
26	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 11	17	35
27	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 12	18	
Kecamatan Sumberpucung			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 97	13	622.65
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 98	15.65	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 99	43	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 100	56	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 101	32	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 102	33	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 103	43	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 104	54	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 105	55	
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 106	56	
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 107	55	
12	Industri makanan, minuman, dan tembakau 108	46	
13	Industri makanan, minuman, dan tembakau 109	78	
14	Industri makanan, minuman, dan tembakau 110	43	
15	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 20	4	6
16	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 21	2	
17	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 25	5454	23353
18	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 26	5678	
19	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 27	7654	
20	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 28	4567	
Kecamatan Kromengan			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 111	11	324
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 112	2	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 113	67	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 114	47	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 115	54	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 116	67	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 117	76	
8	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 12	128	339
9	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 13	211	
10	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 22	3	3
11	Industri barang-barang galian bukan logam 26	1212	1878
Kecamatan Ngajum			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 118	5	153
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 119	55	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 120	49	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 121	44	
5	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 14	352	505
Kecamatan Wonosari			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 118	5	153
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 119	55	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 120	49	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 121	44	
5	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 23	1	6
6	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 24	5	
7	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 29	5555	5555

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
8	Industri barang-barang galian bukan logam 27	768	768
Kecamatan Wagir			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 122	38	574
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 123	33	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 124	28	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 125	22	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 126	90	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 127	34	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 128	33	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 129	32	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 130	12	
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 131	43	
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 132	45	
12	Industri makanan, minuman, dan tembakau 133	43	
13	Industri makanan, minuman, dan tembakau 134	67	
14	Industri makanan, minuman, dan tembakau 135	54	
15	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 15	123	693
16	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 16	121	
17	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 17	247	
18	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 18	202	
19	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 25	2	9
20	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 26	3	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)	
21	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 27	4		
22	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 6	621	1122	
23	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 7	501		
24	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 30	5434	41452	
25	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 31	5675		
26	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 32	5454		
27	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 33	5678		
28	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 34	7654		
29	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 35	4567		
30	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 36	5645		
31	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 37	1345		
32	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 13	13		69
33	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 14	17		
34	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 15	19		
35	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 16	20		
36	Industri pengelolaan lainnya 3	15678	15678	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
Kecamatan Pakisaji			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 136	12	89
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 137	11	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 138	11	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 139	32	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 140	6	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 141	5	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 142	4	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 143	8	
9	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 19	214	1327
10	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 20	227	
11	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 21	239	
12	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 22	251	
13	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 23	264	
14	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 24	132	
15	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 28	5	24
16	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 29	7	
17	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 30	8	
18	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 31	4	
19	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 8	745	2568
20	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 9	600	
21	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 10	621	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
22	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 11	602	
23	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 38	3434	25919
24	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 39	5678	
25	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 40	5675	
26	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 41	5454	
27	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 42	5678	
28	Industri barang-barang galian bukan logam 27	768	1557
29	Industri barang-barang galian bukan logam 28	789	
30	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 17	11	69
31	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 18	11	
32	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 19	12	
33	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 20	14	
34	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 21	21	
35	Industri pengelolaan lainnya 4	24345	24345
Kecamatan Tajinan			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 144	10	181
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 145	14	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 146	12	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 147	45		
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 148	32		
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 149	22		
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 150	12		
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 151	11		
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 152	23		
10	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 25	290		583
11	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 26	293		
12	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 32	2		2
13	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 12	800	800	
14	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 43	1000	5567	
15	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 44	4567		
16	Industri pengelolaan lainnya 5	11356	11356	
Kecamatan Tumpang				
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 153	43	80	
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 154	12		
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 155	8		
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 156	9		
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 157	8		
6	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 27	296		594

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
7	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 28	298	
8	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 45	5645	5645
Kecamatan Pakis			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 158	10	194
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 159	56	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 160	76	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 161	3	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 162	4	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 163	45	
7	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 29	301	2006
8	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 30	304	
9	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 31	307	
10	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 32	123	
11	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 33	312	
12	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 34	215	
13	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 35	123	
14	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 36	321	
15	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 33	5	39
16	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 34	6	
17	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 35	7	
18	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 36	4	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
19	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 37	5	
20	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 38	3	
21	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 39	2	
22	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 40	4	
23	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 41	3	
24	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 13	867	1488
25	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 14	621	
26	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 46	5789	23465
27	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 47	6567	
28	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 48	5434	
29	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 49	5675	
30	Industri barang-barang galian bukan logam 29	546	1780
31	Industri barang-barang galian bukan logam 30	1234	
32	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 22	25	208
33	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 23	14	
34	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 24	23	
35	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 25	15	
36	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 26	11	
37	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 27	16	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
38	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 28	17	
39	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 29	18	
40	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 30	13	
41	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 31	17	
42	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 32	19	
43	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 33	20	
Kecamatan Jabung			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 164	7	153
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 165	43	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 166	56	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 167	13	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 168	34	
6	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 37	190	1462
7	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 38	130	
8	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 39	239	
9	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 40	332	
10	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 41	335	
11	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 42	237	
Kecamatan Lawang			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 169	43	531
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 170	32	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 171	35		
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 172	34		
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 173	36		
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 174	37		
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 175	32		
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 176	34		
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 177	31		
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 178	42		
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 179	47		
12	Industri makanan, minuman, dan tembakau 180	75		
13	Industri makanan, minuman, dan tembakau 181	53		
14	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 43	201		743
15	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 44	178		
16	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 45	132		
17	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 46	118		
18	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 47	114		
19	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 42	5	57	
20	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 43	4		
21	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 44	2		
22	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 45	6		
23	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 46	7		
24	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 47	5		

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
25	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 48	2	
26	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 49	3	
27	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 50	8	
28	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 51	9	
29	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 52	6	
30	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 15	602	5473
31	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 16	601	
32	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 17	600	
33	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 18	621	
34	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 19	602	
35	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 20	601	
36	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 21	501	
37	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 22	745	
38	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 23	600	
39	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 50	5454	12366
40	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 51	5678	
41	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 52	1234	
42	Industri barang-barang galian bukan logam 31	1342	1999
43	Industri barang-barang galian bukan logam 32	657	
44	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 34	11	119

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
45	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 35	19	
46	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 36	20	
47	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 37	11	
48	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 38	11	
49	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 39	12	
50	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 40	14	
51	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 41	21	
Kecamatan Singosari			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 182	45	271
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 183	12	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 184	32	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 185	13	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 186	12	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 187	11	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 188	12	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 189	15	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 190	17	
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 191	36	
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 192	32	
12	Industri makanan, minuman, dan tembakau 193	34	
13	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 48	232	1753
14	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 49	132	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
15	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 50	234	
16	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 51	123	
17	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 52	145	
18	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 53	187	
19	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 54	234	
20	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 55	268	
21	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 56	198	
22	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 53	8	174
23	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 54	5	
24	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 55	9	
25	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 56	5	
26	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 57	3	
27	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 58	4	
28	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 59	5	
29	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 60	2	
30	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 61	1	
31	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 62	2	
32	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 63	1	
33	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 64	3	
34	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 65	2	
35	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 66	5	
36	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 67	3	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
37	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 68	2	
38	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 69	2	
39	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 70	8	
40	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 71	3	
41	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 72	9	
42	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 73	4	
43	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 74	2	
44	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 75	3	
45	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 76	5	
46	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 77	4	
47	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 78	2	
48	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 79	5	
49	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 80	3	
50	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 81	4	
51	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 82	1	
52	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 83	2	
53	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 84	3	
54	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 85	4	
55	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 86	5	
56	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 87	3	
57	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 88	4	
58	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 89	6	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
59	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 90	2	
60	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 91	3	
61	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 92	4	
62	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 93	5	
63	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 94	6	
64	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 95	5	
65	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 96	7	
66	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 24	621	3896
67	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 25	654	
68	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 26	456	
69	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 27	543	
70	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 28	768	
71	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 29	546	
72	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 30	308	
73	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 53	4567	28002
74	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 54	5645	
75	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 55	5789	
76	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 56	6567	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
77	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 57	5434	
78	Industri barang-barang galian bukan logam 33	324	324
79	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 42	25	186
80	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 43	14	
81	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 44	19	
82	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 45	20	
83	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 46	11	
84	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 47	11	
85	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 48	12	
86	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 49	14	
87	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 50	21	
88	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 51	25	
89	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 52	14	
90	Industri pengelolaan lainnya 6	36058	60403
91	Industri pengelolaan lainnya 7	24345	
Kecamatan Karangploso			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 194	35	203
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 195	34	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 196	33	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 197	43	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 198	21	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 199	12	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 200	13	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 201	11	
9	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 57	123	123
10	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 97	7	17
11	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 98	4	
12	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 99	6	
13	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 58	5675	24461
14	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 59	5454	
15	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 60	5678	
16	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 61	7654	
17	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 53	45	120
18	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 54	32	
19	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 55	43	
20	Industri pengelolaan lainnya 8	20000	20000
Kecamatan Dau			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 202	11	171
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 203	13	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 204	12	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 205	16		
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 206	9		
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 207	6		
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 208	8		
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 209	4		
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 210	14		
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 211	23		
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 212	34		
12	Industri makanan, minuman, dan tembakau 213	21		
13	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 58	143		412
14	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 59	189		
15	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 60	80		
16	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 100	9	9	
17	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 62	4567	4567	
18	Industri barang-barang galian bukan logam 34	156	156	
19	Industri pengelolaan lainnya 9	15678	15678	
Kecamatan Pujon				
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 214	23	23	
2	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 63	5645	5645	
3	Industri pengelolaan lainnya 10	45678	45678	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
Kecamatan Ngantang			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 215	31	198
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 216	22	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 217	56	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 218	54	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 219	12	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 220	8	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 221	6	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 222	9	
9	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 101	2	2
10	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 31	432	432
11	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 64	5789	5789
12	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 65	6864	
Kecamatan Kasembon			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 223	11	21
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 224	10	
3	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 102	1	3
4	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 103	2	

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan pada tanggal 27 Agustus 1990 di Kota Surabaya, Jawa Timur. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan H. Achmad Arifin M. dan Hj. Sopet Z. Habiba. Pada tahun 1994 penulis mendapat kesempatan pendidikan formal untuk pertama kalinya di TK Dharma Wanita ITS Surabaya, selanjutnya penulis meneruskan pendidikan di SDN Klampis Ngasem I Surabaya, SMPN 19 Surabaya dan SMAN 19 Surabaya. Pada tahun 2008, penulis dengan bangga diterima di Jurusan Teknik Lingkungan ITS. Semasa menjalani pendidikan sarjana, penulis aktif di berbagai kegiatan organisasi mahasiswa seperti Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) sebagai Staf Pengabdian Masyarakat serta sebagai Sekretaris Koordinator LITL 2009-2012, dan pada tahun yang sama sebagai Staf Departemen PSDM di Badan Eksekutif Lembaga Mahasiswa (BE-LM) periode 2009-2010. Penulis juga pernah melakukan kerja praktek di Pertamina RU VI Indramayu pada bulan Juli 2011. Penulis juga mengikuti beberapa seminar dan pelatihan antara lain, LKMM PRA-TD HMTL 2008, LKMM TD HMTL 2009, Workshop Inventarisasi Emisi Pencemaran Udara Perkotaan dan Industri 2014. Setelah menyelesaikan pendidikan sarjana pada tahun 2012, penulis bekerja di PT Citra Melati Alam Prima yang bergerak di bidang jasa konsultasi lingkungan. Pada tahun 2013, penulis melanjutkan pendidikan magister di Jurusan Teknik Lingkungan ITS melalui program Beasiswa *Freshgraduate* DIKTI (Direktorat Pendidikan Tinggi) dan terdaftar dengan NRP. 3313201023. Selain itu, penulis juga mengerjakan proyek sampah Kota Batam terkait rencana pembangunan *Incenerator* Sampah pada Tahun 2014.



TESIS - RE 142541

**PENENTUAN FAKTOR EMISI SPESIFIK DARI
SEKTOR INDUSTRI DAN TRANSPORTASI UNTUK
ESTIMASI TAPAK KARBON DAN PEMETAANNYA
DI KABUPATEN MALANG.**

**UMMY AROFAH AGUSTINA
3313 2010 023**

PEMBIMBING :
Prof. Ir. Joni Hermana, MScES., PhD
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

**PROGRAM MAGISTER
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**



THESIS - RE 142541

**DETERMINATION OF SPECIFIC EMISSION
FACTOR FROM INDUSTRIAL AND
TRANSPORTATION SECTOR FOR ESTIMATING
AND MAPPING CARBON FOOTPRINT IN MALANG
DISTRICT.**

**UMMY AROFAH AGUSTINA
3313 2010 023**

**SUPERVISOR :
Prof. Ir. Joni Hermana, MScES., PhD
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.**

**MASTER PROGRAM
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh:

UMMY AROFAH AGUSTINA
3313201023

Tanggal Ujian: 8 Januari 2015
Periode Wisuda: Maret 2015

Disetujui Oleh:


1. Prof. Ir. Joni Hermana, MScES., PhD (Pembimbing I)
NIP. 196006181988031002


2. Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT. (Pembimbing II)
NIP: 196601161997031001


3. Prof. Ir. Wahyono Hadi, MSc., PhD (Penguji)
NIP. 195001141979031001


4. Alia Damayanti, ST. MT. PhD. (Penguji)
NIP. 197702092003122001


5. Arie Dipareza S, ST. MEPM. (Penguji)
NIP. 198201192005011001


Direktur Program Pascasarjana,

Prof. Dr. Adi Soeprijanto, MT.
NIP. 196404051990021001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul “Penentuan Faktor Emisi Spesifik untuk Estimasi Tapak Karbon beserta Pemetaannya dari Sektor Industri dan Transportasi di Kabupaten Malang”. Penulisan tesis ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan studi di Magister Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Ucapan terima kasih yang tulus dan sedalam-dalamnya penulis ucapkan kepada orang tua, ayahanda H. Achmad Arifin M. dan Laksamana Muda TNI Agus Heryana, SE., dan ibunda Hj. Sopet Z. Habibah dan Dr. Ir. Adriana Monica Sahidu, M.Kes., yang telah memberikan semangat dan doa yang senantiasa dipanjatkan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada suami, Gian Raafi Demasatria, SH. MKn., yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada adik Arrifa Ariani Arifin, Zakaria Achmad, dan Putri Amalia Shabrina.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Joni Hermana, MScES., PhD selaku pembimbing yang selalu mengarahkan dan memberi masukan dalam penyusunan tesis ini.
2. Abdu Fadli Assomadi, SSi., MT. dan Dr. Ir. Rachmat Budi Santoso, ST. MT., yang selalu mengarahkan dan memberi masukan dalam penyusunan tesis ini.
3. Prof. Ir. Wahyono Hadi, MSc., PhD dan Alia Damayanti, ST. MT. PhD., dan Arie Dipareza S, ST. MEPM., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan pada tesis ini.
4. Teman-teman angkatan 2013 program Pasca Sarjana jurusan Teknik Lingkungan, terutama Dhea, Cici, Yonnet, Gea, Qorry, Ufa, Venny, Cessa, Winda, Maria, dan Mbak Laily yang senantiasa menemani dalam pembuatan tesis ini.

5. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam pembuatan tesis ini.

Penulis berharap semoga proposal ini dapat bermanfaat serta dapat dipahami oleh semua pihak.

Surabaya, Januari 2015

Penulis,

Ummy Arofah Agustina

PENENTUAN FAKTOR EMISI SPESIFIK (FES) DARI SEKTOR INDUSTRI DAN TRANSPORTASI UNTUK ESTIMASI TAPAK KARBON DAN PEMETAANNYA DI KABUPATEN MALANG

Nama Mahasiswa : Uummy Arofah Agustina
NRP : 3313201023
Pembimbing : Prof. Ir. Joni Hermana, MSc. ES., PhD.
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

ABSTRAK

Dua sektor terbesar penyumbang emisi karbon di udara adalah sektor transportasi dan industri. Berkembang pesatnya sektor transportasi dan industri sejalan dengan perkembangan ekonomi, teknologi serta penduduk. Semakin pesat perkembangan sektor transportasi dan industri, semakin besar pula emisi karbon yang dihasilkan. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan. Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan penelitian ini dengan tujuan menentukan Faktor Emisi Spesifik (FES) dan estimasi tapak karbon dari sektor transportasi dan industri di Kabupaten Malang, Jawa Timur serta memetakan tapak karbon yang telah diperoleh.

Penentuan estimasi tapak karbon diawali dengan perhitungan menggunakan IPCC *guidelines* 2006 Tier 2 dari sektor transportasi dan industri. Selanjutnya mencari nilai FES dari hasil perhitungan tapak karbon yang telah diperoleh. Nilai estimasi tapak karbon yang didapat dari sektor transportasi dan industri selanjutnya dipetakan menggunakan Auto CAD. Penelitian ini terdiri dari 2 variabel yaitu jenis BBM (gasolin dan solar) dan jenis industri (makanan, tekstil, kayu, kertas, kimia-plastik, barang galian bukan logam, logam dasar, logam-mesin). Parameter penelitian ini adalah CO₂ dan data yang digunakan adalah data tahun 2013.

Hasil penelitian ini menunjukkan tapak karbon dari sektor transportasi dan industri masing-masing yaitu 902,99 ton CO₂/tahun dan 14.023 ton CO₂/tahun. Lalu FES dari sektor transportasi, 0,00304 ton CO₂/SMP, FES dari sektor industri adalah sebesar 1,194 ton CO₂/kapasitas produksi (industri makanan), sebesar 0,075 ton CO₂/kapasitas produksi (industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit), sebesar 1,881 ton CO₂/kapasitas produksi (industri kayu dan barang-barang dari kayu), sebesar 0,028 ton CO₂/kapasitas produksi (industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan, dan penerbitan), sebesar 0,004 ton CO₂/kapasitas produksi (industri kimia dan barang-barang dari kimia), industri barang-barang galian bukan logam sebesar 0,011 ton CO₂/kapasitas produksi (industri barang-barang galian bukan logam), sebesar 1,047 ton CO₂/kapasitas produksi (industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya), sebesar 0,001 ton CO₂/kapasitas produksi (industri pengelolaan lainnya).

Kata Kunci: Faktor Emisi Spesifik, Industri, Tapak Karbon, Transportasi

DETERMINATION OF SPECIFIC EMISSION FACTORS (FES) ESTIMATES FROM INDUSTRY SECTOR AND TRANSPORTATION FOR CARBON AND MAPPING IN MALANG DISTRICT

Name : Ummy Arofah Agustina
NRP : 3313201023
Supervisor : Prof. Ir. Joni Hermana, MSc. ES., PhD.
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

ABSTRACT

The biggest 2 (two) sectors for carbon emission in the air are transportation and industrial sectors. The rapid growth of transportation and industrial sectors goes along with the economic, technology and population growth. The greater of transportation and industrial sectors development, the greater of the carbon emission generated. This leads to the degradation of environmental quality. Based on these problems, this research is purpose to determine the Specific Emission Factor (FES) and estimate the carbon footprint from transportation and industrial sectors at Malang District, East Java and also to mapping the carbon footprint obtained.

The determination of carbon footprint emission begin with calculation using IPCC Guidelines 2006 Tier 2 from transportation and industrial sectors. Hereinafter find out the FES number from carbon footprint calculation results that has been obtained. The carbon footprint estimation number from transportation and industrial sectors is mapped using Auto CAD. This research consists of 2 (two) variables, such as BBM types (gasoline and solar) and industrial types (food, textile, wood, paper, chemical-plastic, non metal mineral product, basic metal, mechanical metal). The parameter for this research is CO₂ and the data used is from year of 2013 data.

The results show that carbon footprint from transportation and industrial sector for each others are 902,99 tons CO₂/year and 14023 tons CO₂/year. And then FES from transportation sector is 0,00304 tons CO₂/SMO, FES from industrial sector are 1194 tons CO₂/production capacity (food industry), 0,075 tons CO₂/production capacity (textile, apparel, and leather industry), 1,881 tons CO₂/production capacity (wood and wooden stuff industry), 0,028 tons CO₂/production capacity (paper and paper made stuff, printing and publishing industry), 0,004 tons CO₂/production capacity (chemical and things from chemical industry), non metal mineral product industry is 0,011 tons CO₂/production capacity, 1,047 tons CO₂/production capacity (metal made stuff, mechanical, and the mechanical equipment industry), and 0,001 tons CO₂/production capacity (other management industry).

Keywords: Specific Emission Factor, Industrial, Carbon Footprint, Transportation

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Industri	5
2.2 Transportasi.....	6
2.3 Emisi Karbon Dioksida (CO ₂) dan Tapak Karbon.....	8
2.4 Gas Rumah Kaca (GRK).....	9
2.5 Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca	9
2.5.1 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak dan Tidak Bergerak	10
2.6 IPCC	11
2.7 Gambaran Umum Kabupaten Malang	12
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Rancangan Penelitian	19
3.2 Kerangka Penelitian	20
3.3 Tahapan Penelitian	21
3.3.1 Ide Penelitian.....	21
3.3.2 Studi Literatur	21
3.3.3 Pengumpulan Data	21
3.3.4 Pengolahan Data Primer dan Data Sekunder	22
3.3.5 Analisis Data dan Pembahasan	22
3.3.6 Kesimpulan dan Saran	22
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Aspek Teknis	
4.1.1 Emisi CO ₂ dari Sektor Industri.....	23
4.1.2 Emisi CO ₂ dari Sektor Transportasi.....	29

4.1.3	Emisi CO ₂ dari Sektor Industri dan Transportasi di Kabupaten Malang.....	35
4.1.4	Pemetaan Penyebaran Emisi Tapak Karbon.....	37
4.2	Aspek Lingkungan.....	42
4.2.1	Skenario Emisi CO ₂ Sektor Industri.....	42
4.2.2	Skenario Emisi CO ₂ Sektor Transportasi.....	52
4.3	Aspek Ekonomi.....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....		xi
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Wilayah Kabupaten Malang	15
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	20
Gambar 4.1 Kerangka Penelitian	39
Gambar 4.2 Kerangka Penelitian	40
Gambar 4.3 Kerangka Penelitian	41

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Emisi Bahan Bakar untuk Sumber Bergerak dan Tidak Bergerak	10
Tabel 2.2 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia	11
Tabel 2.3 Rumah Tangga, Penduduk, dan Rata-rata Anggota Rumah Tangga per Kecamatan	12
Tabel 2.4 Jumlah Perusahaan Industri Menurut Sub Sektor Industri 2013	13
Tabel 2.5 Jumlah dan Jenis Kendaraan Bahan Bakar Gasoline dan Solar di Kabupaten Malang	16
Tabel 4.1 Jumlah Perusahaan Industri Menurut Sub Sektor Industri	23
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Emisi Karbon Sektor Industri di Kabupaten Malang	26
Tabel 4.3 Emisi Karbon Sektor Industri di Kabupaten Malang	28
Tabel 4.4 Jumlah dan Jenis Kendaraan Bahan Bakar Gasoline dan Solar di Kabupaten Malang	29
Tabel 4.5 Jumlah Konsumsi Bahan Bakar Sektor Transportasi di Kabupaten Malang	31
Tabel 4.6 Konversi Jenis Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang (SMP)	32
Tabel 4.7 Hasil Konversi Jumlah Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang (SMP)	33
Tabel 4.8 Perhitungan Emisi Karbon Sektor Transportasi di Kabupaten Malang	34
Tabel 4.9 Perhitungan Emisi Karbon Sektor Industri dan Transportasi di Kabupaten Malang	35
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Emisi CO ₂ Sektor Industri Skenario 1	46
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Emisi CO ₂ Sektor Industri Skenario 2	50
Tabel 4.12 Perbandingan Skenario 1 dan Skenario 2 Pada Sektor Industri	52
Tabel 4.13 Perbandingan Skenario 1 dan Skenario 2 Pada Sektor Transportasi	54
Tabel 4.14 Nilai Ekonomi Sektor Industri	55
Tabel 4.15 Nilai Ekonomi Sektor Transportasi	55

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara sebagai komponen lingkungan yang penting dalam kehidupan perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya, sehingga dapat memberikan daya dukung bagi makhluk hidup untuk hidup secara optimal. Pencemaran udara dewasa ini semakin menunjukkan kondisi yang semakin memprihatinkan. Sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan, salah satunya dari kegiatan industri dan transportasi. Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional (RAN) Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) merupakan tindak lanjut pernyataan Presiden bahwa Pemerintah Indonesia akan menurunkan emisi GRK sebanyak 26% dengan upaya sendiri dan sebesar 41% dengan dukungan internasional. RAN tersebut disusun untuk memberikan pedoman kepada pemerintah pusat, daerah, dunia usaha/swasta dan masyarakat dalam melaksanakan berbagai kegiatan/program untuk mengurangi emisi GRK dalam periode tahun 2010-2020.

Banyak negara di seluruh dunia melakukan berbagai upaya untuk mengurangi emisi GRK yang dianggap sebagai penyebab utama perubahan iklim dan pemanasan global. Gas yang dikategorikan sebagai Gas Rumah Kaca (GRK) adalah gas-gas yang berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap efek rumah kaca yang menyebabkan perubahan iklim. Dalam konferensi PBB mengenai Perubahan Iklim (*United Nation Framework Convention On Climate Change-UNFCCC*), ada enam jenis yang digolongkan sebagai GRK yaitu karbondioksida (CO₂), gas metan (CH₄), dinitrogen oksida (N₂O), sulfurheksafluorida (SF₆), perfluorokarbon (PFCS), dan hidrofluorokarbon (HFCS). Dari keenam gas rumah kaca tersebut, karbon dioksida (CO₂) memberikan kontribusi terbesar terhadap pemanasan global diikuti oleh gas methan (CH₄). Berdasarkan *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* dijelaskan bahwa pengurangan emisi GRK sebesar 50-80% harus dicapai pada Tahun

2000-2050 untuk mencegah efek berbahaya dari perubahan iklim dan pemanasan global (Seo dan Min Kim, 2013). Aktivitas dari sektor industri dan transportasi telah menyumbang emisi GRK terbesar dari seluruh emisi GRK global pada tahun 2005 dan 2010 yaitu masing-masing 23% dan 22%. Total emisi GRK di Indonesia dari sektor industri memberikan kontribusi sebesar 3,12%.

Adapun wilayah studi dari penelitian ini adalah Kabupaten Malang. Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 5 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Tahun 2011-2031, Kabupaten Malang merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Timur dengan fungsi pengembangan wilayah sebagai perkebunan/kehutanan. Perkembangan sektor industri dan transportasi di Kabupaten Malang tiap tahunnya meningkat sebesar 5-8%. Berdasarkan data terakhir dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, jumlah industri dan transportasi di Kabupaten Malang di Tahun 2013 masing-masing sebanyak 136 buah dan 24.602 unit. Dengan adanya peningkatan tersebut, maka perlu dilakukan inventarisasi emisi pada sektor industri dan transportasi untuk mendukung fungsi pengembangan wilayah Kabupaten Malang.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka pada penelitian ini akan dilakukan perhitungan untuk mengestimasi tapak karbon dari kedua sektor tersebut dengan *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan data yang telah didapat dari data lapangan. Hasil estimasi tapak karbon yang didapatkan dari perhitungan IPCC akan dibagi dengan jumlah data dari tiap sektor. Hal ini dilakukan untuk memperoleh nilai Faktor Emisi Spesifik (FES).

Hasil estimasi tapak karbon dalam penelitian ini akan dipetakan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memberikan gambaran persebaran secara visual mengenai tingkat persebaran tapak karbon di Kabupaten Malang. Pada penelitian ini dilakukan pembahasan menggunakan 3 aspek, yaitu aspek teknis, lingkungan dan ekonomi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai tingkat penyebaran tapak karbon dan upaya yang dapat

dilakukan. Selain itu, dapat digunakan sebagai acuan model estimasi tapak karbon dari sektor industri dan transportasi di wilayah Jawa Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, masalah yang akan dikaji dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah nilai Faktor Emisi Spesifik (FES) dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang?
2. Bagaimanakah hasil estimasi emisi karbon menggunakan metode dalam *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines (2006)* dengan pendekatan nilai Faktor Emisi Spesifik (FES) dan pemetaannya dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang?
3. Bagaimanakah aspek teknis, lingkungan, dan ekonomi untuk inventarisasi emisi karbon dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini antara lain:

1. Mengkaji dan menganalisis Faktor Emisi Spesifik (FES) untuk estimasi tapak karbon dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang.
2. Mengkaji dan menganalisis estimasi tapak karbon beserta pemetaannya dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang.
3. Mengkaji dan menganalisis aspek teknis, lingkungan, dan ekonomi untuk inventarisasi emisi karbon dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui FES yang dihasilkan dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang.
2. Memberikan informasi mengenai estimasi tapak karbon dan tingkat penyebaran karbon di wilayah studi Kabupaten Malang.

3. Sebagai masukan dan bahan pertimbangan kepada pemerintah provinsi dan pusat dalam upaya penanggulangan perubahan iklim global.

1.5 Ruang Lingkup

Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini dibatasi pada ruang lingkup sebagai berikut:

1. Wilayah studi penelitian dilakukan di Kabupaten Malang yang meliputi sektor industri dan sektor transportasi.
2. Aspek yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aspek teknis, lingkungan dan aspek ekonomi
3. Parameter yang digunakan adalah emisi karbon yaitu Karbondioksida (CO₂) dari sektor industri dan sektor transportasi (darat).
4. Perhitungan pada penelitian ini hanya dilakukan pada emisi primer. Perhitungan tapak karbon menggunakan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC).
5. Pemetaan hasil persebaran tapak karbon dilakukan dengan menggunakan program Auto CAD.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Industri

Sumber emisi GRK di sektor industri berasal dari penggunaan energi khususnya energi fosil, proses produksi, dan limbah. Semua sektor industri memberikan kontribusi emisi GRK, tetapi kontributor terbesar adalah industri semen, industri baja, industri pulp dan industri kertas, industri tekstil, industri petrokimia, industri keramik, industri pupuk, industri makanan dan minuman. Berdasarkan Peraturan Presiden No. 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK) target penurunan emisi dari sektor industri adalah sebesar 0,001 Gton CO₂(e) (skenario 26 %) dan sebesar 0,005 Gton CO₂(e) (skenario 41%) pada tahun 2020.

Jenis industri berdasarkan IPCC (2006) dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Industri mineral
2. Industri kimia
3. Industri logam
4. Industri bukan hasil produksi energy dari penggunaan bahan bakar dan solvent
5. Industri elektronik
6. Industri produk penggantian ozon
7. Industri produk manufaktur serta industri lainnya.

Sedangkan berdasarkan *International Standart Industry Classification* (ISIC), jenis industri terbagi dalam beberapa bagian yaitu:

1. Pertanian, perhutanan, dan perikanan
2. Pertambangan dan penggalian
3. Manufaktur
4. Listrik, gas, uap, dan pasokan AC

5. Penyediaan air bersih, pengolahan limbah, pengelolaan sampah, dan kegiatan remediasi
6. Konstruksi
7. Perdagangan grosir dan eceran; perbaikan kendaraan bermotor dan sepeda motor
8. Transportasi dan penyimpanan
9. Akomodasi dan kegiatan layanan makanan
10. Informasi dan komunikasi
11. Keuangan dan asuransi
12. Perumahan
13. Kegiatan profesi, ilmiah, dan teknik
14. Administrasi dan dukungan pelayanan
15. Administrasi umum dan pertahanan
16. Pendidikan
17. Kesehatan manusia dan pekerjaan sosial
18. Seni, hiburan, dan rekreasi
19. Kegiatan pelayanan lainnya
20. Aktivitas rumah tangga sebagai pengusaha (Industri rumah tangga)
21. Badan organisasi

Penelitian terdahulu yang dilakukan di Kota Cimahi menunjukkan bahwa hasil penghitungan emisi CO₂ dari sektor industri sebesar 2.327.281,08 kg/hari atau sekitar 0,85 juta ton/tahun yang bersumber dari penggunaan batu bara, minyak tanah, LPG dan residu. Sedangkan industri tekstil menghasilkan emisi CO₂ tertinggi dibanding industri lainnya, karena rata-rata industri tekstil menggunakan batu bara sebagai sumber energinya (Temy, 2014). Berdasarkan Peraturan Daerah No. 22 Tahun 2010 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Barat Tahun 2009-2029, Kota Cimahi diarahkan sebagai kota inti dari PKN dengan kegiatan utama perdagangan dan jasa, industri kreatif, teknologi tinggi dan industri non-polutif.

2.2 Transportasi

Secara umum transportasi dapat diartikan sebagai usaha pemindahan atau pergerakan sesuatu, biasanya orang atau barang dari lokasi asal ke lokasi lain yang biasa disebut lokasi tujuan untuk keperluan tertentu dengan menggunakan alat tertentu. Transportasi mempunyai beberapa dimensi seperti lokasi (asal dan tujuan), alat (teknologi), dan keperluan tertentu. Komponen utama transportasi adalah (Morlok, 1984):

1. Manusia dan barang (yang diangkut)
2. Kendaraan dan peti kemas (alat angkut)
3. Jalan (tempat alat angkut bergerak)
4. Terminal (tempat memasukkan dan mengeluarkan yang diangkut ke dalam dan alat angkut)
5. Sistem pengoperasian (yang mengatur 4 komponen tersebut)

Sektor transportasi tumbuh dan berkembang seiring dengan peningkatan perekonomian nasional. Transportasi merupakan saranapenting bagi masyarakat modern untuk memperlancar mobilitas manusia dan barang. Gas buang sisa pembakaran Bahan Bakar Minyak (BBM) mengandung bahan-bahan pencemar seperti CO_2 (*Carbon Dioksida*), NO_x (*Nitrogen Oksida*), CO (*Carbon Monoksida*), VHC (*Volatile Hydro Carbon*) dan partikel lainnya. Bahan-bahan pencemar tersebut dapat berdampak negatif terhadap manusia ataupun ekosistem bila melebihi konsentrasi tertentu. Dengan pesatnya pertumbuhan kendaraan bermotor mengakibatkan peningkatan penggunaan BBM untuk sektor transportasi, maka gas buang yang mengandung polutan juga akan naik dan akan mempertinggi kadar pencemaran udara. Sektor transportasi mengkonsumsi sekitar 20% dari total konsumsi energi total nasional. Hampir seluruh energi yang dipakai di sektor transportasi (97% dari total sektor transportasi) menggunakan BBM (ESDM, 2012).

Kategori kendaraan berdasarkan IPCC dibagi menjadi 4 jenis, yaitu mobil penumpang, truk ringan, truk berat dan bus, serta sepeda motor. Kendaraan ini beroperasi menggunakan berbagai jenis Bahan Bakar Minyak (BBM). Penelitian

terdahulu yang dilakukan di Kota Cimahi menunjukkan bahwa hasil penghitungan emisi CO₂ di Kota Cimahi dari sektor transportasi lebih tinggi dibandingkan sektor industri. Emisi CO₂ dari sektor transportasi sebesar 7.421.927,43 kg/hari atau sekitar 2,7 juta ton/tahun yang bersumber dari penggunaan premium dan solar (Temy, 2014).

2.3 Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dan Tapak Karbon

Menurut IPCC (2006), rata-rata suhu permukaan bumi telah meningkat sebesar 0,74%. Penggunaan bahan bakar fosil dan perubahan dalam pemanfaatan lahan merupakan faktor utama yang menyebabkan meningkatnya konsentrasi karbon dioksida di seluruh dunia. Karena hal tersebut merugikan manusia, beberapa ilmuwan berpendapat diperlukan kontrol emisi gas rumah kaca untuk menghindari kerusakan lingkungan lebih lanjut (Wang, Zhang dan Huang, 2014).

Berdasarkan Status Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2012, kualitas udara masih menunjukkan kecenderungan menurun. Hal ini disebabkan pencemaran udara yang diakibatkan dari sektor transportasi. Penyebab utamanya adalah penambahan kendaraan bermotor yang hingga mencapai hingga lebih 4 kali lipatnya dalam kurun waktu 2000 hingga 2011. Hal ini diindikasikan dengan meningkatnya karbon dioksida (CO₂). Karbon dioksida berasal dari pembakaran sempurna hidrokarbon di dalamnya termasuk minyak bumi dan gas alam. Sebenarnya gas karbon dioksida tidak berbahaya bagi manusia. Namun, kenaikan kadar CO₂ di udara telah mengakibatkan peningkatan suhu di permukaan bumi. Fenomena inilah yang disebut efek rumah kaca (*green house effect*). CO₂ merupakan gas rumah kaca yang mampu menyerap radiasi inframerah yang dipantulkan bumi, sehingga meningkatkan energi yang terdeposit di bumi oleh matahari dan meningkatkan temperatur atmosfer. Oleh karena itu, emisi CO₂ menjadi *global issue*, terutama setelah Kyoto Protocol tahun 1997.

Tapak karbon merupakan suatu ukuran jumlah total dari hasil emisi karbon dioksida yang secara langsung maupun tidak langsung yang disebabkan oleh aktifitas atau akumulasi yang berlebih dari penggunaan produk dalam kehidupan sehari-hari (Wiedmann dan Minx, 2008). Tapak karbon ada 2 macam, yaitu:

1. Tapak karbon primer adalah tolak ukur untuk emisi langsung CO₂ dari pembakaran bahan bakar, termasuk konsumsi energi domestik dan transportasi (mobil dan pesawat terbang). Jejak karbon primer merupakan ukuran emisi CO₂ yang bersifat langsung. Jejak karbon primer didapat dari hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti dari memasak dan transportasi.
2. Tapak karbon sekunder adalah tolak ukur emisi tidak langsung CO₂ dari *lifecycle* produk-produk yang kita gunakan, dari pembuatan sampai ke penguraian. Jadi, semakin banyak kita membeli, semakin banyak pula emisi yang dihasilkan atas nama kita (Walser, 2010).

2.4 Gas Rumah Kaca (GRK)

Gas-gas di atmosfer yang bersifat seperti rumah kaca disebut Gas Rumah Kaca (GRK). Terminologi Gas Rumah Kaca (GRK) diartikan sebagai gas yang terkandung dalam atmosfer, baik alami maupun dari kegiatan manusia (*antropogenik*), yang menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah. Sebagian radiasi matahari dalam bentuk gelombang pendek yang diterima permukaan bumi dipancarkan kembali ke atmosfer dalam bentuk radiasi gelombang panjang (radiasi infra merah). Radiasi gelombang panjang yang dipancarkan ini oleh GRK yang ada pada lapisan atmosfer bawah, dekat dengan permukaan bumi akan diserap dan menimbulkan efek panas yang dikenal sebagai efek rumah kaca.

Kegiatan manusia (*anthropogenic*) telah meningkatkan konsentrasi GRK yang sebelumnya secara alami telah ada. Pada saat ini, konsentrasi CO₂ di atmosfer ialah sekitar 383 ppm (*part per million*) atau sekitar 0.0383% volume atmosfer. Sedangkan CH₄ dan N₂O masing-masing 1745 ppb dan 314 ppb (*part per billion*) atau sekitar 0.000175% dan 0.0000314% volume atmosfer.

Jenis GRK yang diemisikan oleh sektor energi adalah CO₂, CH₄ dan N₂O. Berdasarkan IPCC Guideline 2006, sumber emisi GRK dari sektor energi diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama, yaitu:

1. Emisi hasil pembakaran bahan bakar

2. Emisi fugitive pada kegiatan produksi dan penyediaan bahan bakar
3. Emisi dari pengangkutan.

2.5 Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca

Dalam inventarisasi GRK sektor energi di Indonesia, kategori sumber emisi dikelompokkan dalam 2 kategori utama, yaitu emisi dari pembakaran bahan bakar dan emisi fugitive. Sumber emisi GRK paling utama dari sektor energi adalah pembakaran bahan bakar. Pembakaran bahan bakar terjadi di berbagai sektor kegiatan diantaranya industri, transportasi, komersial, dan rumah tangga. Emisi fugitive dari kegiatan produksi dan penyaluran bahan bakar secara keseluruhan jauh lebih kecil dibandingkan emisi dari pembakaran bahan bakar. Jenis GRK utama hasil proses pembakaran bahan bakar adalah karbon dioksida (CO₂).

2.5.1 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak dan Tidak Bergerak

Sumber emisi GRK hasil pembakaran bahan bakar dikelompokkan ke dalam 2 (dua) kategori utama, yaitu sumber tidak bergerak (stasioner) dan sumber bergerak. Sektor transportasi termasuk kategori sumber bergerak, sedangkan sektor industri termasuk kategori sumber tidak bergerak. Pada **Tabel 2.1** ditunjukkan faktor emisi beberapa jenis bahan bakar untuk sumber bergerak dan tidak bergerak.

Tabel 2.1 Faktor Emisi Bahan Bakar untuk Sumber Bergerak dan Tidak Bergerak

Jenis Bahan Bakar	FE Default IPCC 2006 Sumber Bergerak, Ton/GJ			FE Default IPCC 2006 Sumber Tdk Bergerak, Ton/GJ		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Gas Bumi	56.100	92	3	56.100	1	0,1
Premium	69.300	33	3,2	69.300	3	0,6
Diesel	74.100	3,9	3,9	74.100	3	0,6
Industrial/Residual Fuel Oil	-	-	-	77.400	3	0,6
Marine Fuel Oil (MFO)	77.400	7+50%	2	77.400	3	0,6
Batubara	-	-	-	96.100	10	1,5

Sumber: Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Kementerian Lingkungan Hidup, 2012.

Besarnya emisi GRK hasil pembakaran bahan bakar bergantung pada banyak dan jenis bahan bakar yang dibakar. Banyaknya bahan bakar direpresentasikan

sebagai data aktivitas, sedangkan jenis bahan bakar direpresentasikan oleh faktor emisi. Persamaan umum yang digunakan untuk estimasi emisi GRK dari pembakaran bahan bakar adalah sebagai berikut:

$$Emisi CO_2 \left(\frac{kg}{thn} \right) = Konsumsi energi \left(\frac{TJ}{thn} \right) \times Faktor emisi \left(\frac{kg}{TJ} \right) \quad (2.1)$$

Faktor emisi menurut default IPCC dinyatakan dalam satuan emisi per unit energi yang dikonsumsi (kg CO₂/TJ). Data konsumsi energi yang tersedia umumnya dalam satuan fisik (ton batubara, kilo liter minyak diesel, dan lain-lain). Oleh karena itu sebelum menghitung dengan **Persamaan 2.1**, data konsumsi energi harus dikonversi terlebih dahulu ke dalam satuan energi TJ (Terra Joule) dengan **Persamaan 2.2**.

$$Kons. energi (TJ) = Kons. energi (sat. fisik) \times Nilai Kalor \left(\frac{TJ}{sat.fisik} \right) \quad (2.2)$$

Berbagai jenis bahan bakar yang digunakan di Indonesia memiliki nilai kalor dari masing-masing bahan bakar yang ditunjukkan pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia

Bahan Bakar	Nilai Kalor
Premium*	33 x 10 ⁻⁶ TJ/liter
Solar (HSD, ADO)	36 x 10 ⁻⁶ TJ/liter
Minyak Diesel (IDO)	38 x 10 ⁻⁶ TJ/liter
MFO	40 x 10 ⁻⁶ TJ/liter 4,04 x 10 ⁻⁶ TJ/ton
Gas Bumi	1,055 x 10 ⁻⁶ TJ/SCF 38,5 x 10 ⁻⁶ TJ/Nm ³
LPG	47,3 x 10 ⁻⁶ TJ/kg
Batubara	18,9 x 10 ⁻³ TJ/ton

Catatan: *) termasuk Pertamina, Pertamina Plus

HSD: *High Speed Diesel*

ADO: *Automotive Diesel Oil*

IDO: *Industrial Diesel Oil*

Sumber: Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

2.6 IPCC

Berdasarkan IPCC Guideline 2006, ketelitian penghitungan emisi GRK dikelompokkan dalam 3 tingkat ketelitian. Dalam kegiatan inventarisasi GRK, tingkat ketelitian perhitungan dikenal dengan istilah “Tier”. Tingkat ketelitian perhitungan terkait data dan metoda perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut ini:

- a. Tier 1: Estimasi berdasarkan data aktifitas dan faktor emisi *default IPCC*.
- b. Tier 2: Estimasi berdasarkan data aktifitas yang lebih akurat dan faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (*country specific/plant specific*).
- c. Tier 3: Estimasi berdasarkan metoda spesifik suatu negara dengan data aktifitas yang lebih akurat (pengukuran langsung) dan faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (*country specific/plant specific*).

2.7 Gambaran Umum Kabupaten Malang

Kabupaten Malang adalah sebuah kawasan yang terletak pada bagian tengah selatan wilayah Propinsi Jawa Timur. Berbatasan dengan 6 (enam) kabupaten dan Samudera Indonesia. Kabupaten Malang secara geografis terletak antara 112°17',10,90" BT 112°57',00,00" BT dan antara 7°44',55,11" LS dan 8°26',35,45" LS. Batas wilayahnya Sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Blitar dan Kabupaten Kediri, Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Lumajang, Sebelah Utara berbatasan dengan Kab. Pasuruan dan Kab. Mojokerto. Sebelah Selatan berbatasan dengan Samudra Indonesia. Kabupaten Malang yang beribukota di Malang memiliki luas 3.478 km² yang terbagi dalam 390 Kelurahan/Desa dan 33 Kecamatan. Peta Kabupaten Malang dapat dilihat pada **Gambar 2.1**. Jumlah penduduk yang ada di Kabupaten Malang sebesar 2.438.687 jiwa, dimana Kecamatan Singosari merupakan wilayah terpadat yaitu sebesar 156.338 jiwa (**Tabel 2.3**).

Tabel 2.3 Rumah Tangga, Penduduk dan Rata-rata Anggota Rumah Tangga per Kecamatan

No	Kecamatan	Rumah Tangga	Penduduk (Jiwa)	Rata-rata Anggota Rumah Tangga (Jiwa)
1	Donomulyo	21.173	72.727	3,4
2	Kalipare	19.025	66.932	3,5
3	Pagak	15.024	50.984	3,4
4	Bantur	20.134	72.256	3,6
5	Gedangan	13.856	56.410	4,1
6	Sumbermanjing	27.442	97.496	3,6
7	Dampit	30.576	116.533	3,8
8	Tirtoyudo	17.786	63.216	3,6
9	Ampelgading	16.620	57.432	3,5
10	Poncokusumo	26.965	93.372	3,5
11	Wajak	23.118	84.114	3,6
12	Turen	34.789	113.120	3,3
13	Bululawang	16.124	62.503	3,9
14	Gondanglegi	21.893	79.490	3,6
15	Pagelaran	18.970	67.901	3,6
16	Kepanjen	28.290	100.393	3,5
17	Sumberpucung	14.691	54.517	3,7
18	Kromengan	12.701	38.889	3,1
19	Ngajum	11.901	50.525	4,2
20	Wonosari	13.063	43.665	3,3
21	Wagir	21.658	80.448	3,7
22	Pakisaji	18.633	75.713	4,1
23	Tajinan	13.777	51.095	3,7
24	Tumpang	18.940	75.054	4,0
25	Pakis	30.333	124.217	4,1
26	Jabung	19.315	72.780	3,8
27	Lawang	26.979	93.394	3,5
28	Singosari	43.834	156.338	3,6
29	Karangploso	13.077	55.409	4,2
30	Dau	17.230	58.717	3,4
31	Pujon	16.552	62.402	3,8
32	Ngantang	16.191	59.103	3,7
33	Kasembon	9.296	31.539	3,4
	Jumlah	669.959	2.438.687	3,6

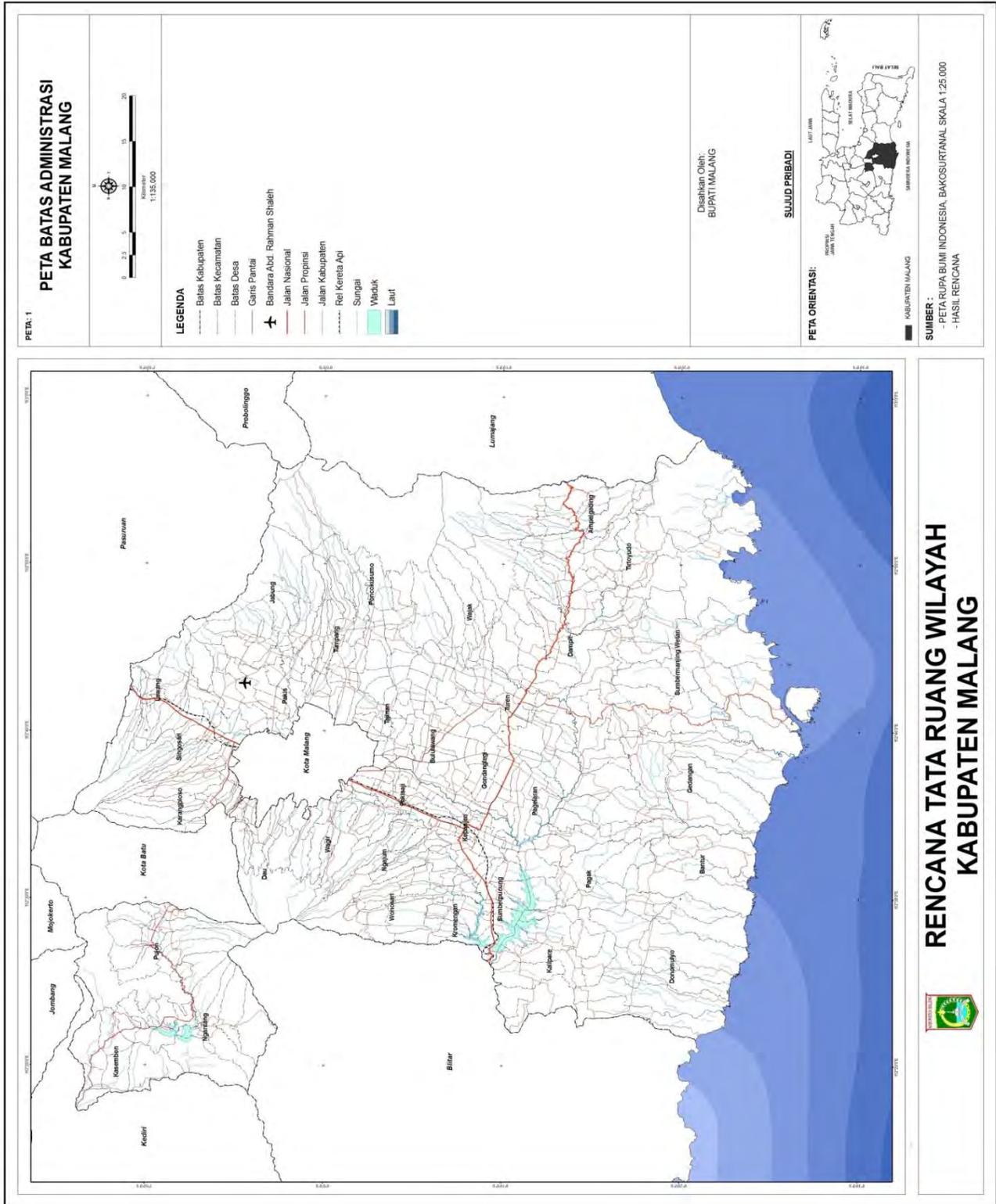
Sumber: BPS Kabupaten Malang, 2013.

Di Kabupaten Malang terdapat 9 sub sektor industri dengan jumlah 587 perusahaan. Jumlah industri yang berada di Kabupaten Malang ditunjukkan pada **Tabel 2.4.**

Tabel 2.4 Jumlah Perusahaan Industri Menurut Sub Sektor Industri 2013

No	Jenis Industri	Jumlah
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau	228
2	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit	60
3	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu	103
4	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan	31
5	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik	65
6	Industri barang-barang galian bukan logam	35
7	Industri logam dasar	-
8	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya	55
9	Industri pengelolaan lainnya	10
Total		587

Sumber : Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Malang, 2013



Gambar 2.1 Peta Wilayah Kabupaten Malang

Berdasarkan data yang diperoleh dari BPS Kabupaten Malang, SLHD Kabupaten Malang, dan Dinas Perhubungan Kabupaten Malang, jumlah kendaraan di Kabupaten Malang sebanyak sebanyak 781.077 unit (**Tabel 2.5**).

Tabel 2.5 Jumlah dan Jenis Kendaraan Bahan Bakar Gasoline dan Solar di Kabupaten Malang

No	Kecamatan	Jenis Kendaraan						
		Mobil Pribadi	Angkutan umum	Bus Besar Umum	Bus Kecil Umum	Truk Besar	Truk Kecil	Roda Dua
1	Donomulyo	2.343	410	22	31	312	352	17.615
2	Pagak	1.700	298	16	22	226	256	12.782
3	Bantur	2.563	449	24	34	341	385	19.268
4	Sumbermanjing Wetan	3.388	593	32	44	451	509	25.472
5	Dampit	4.366	765	42	57	581	656	32.828
6	Ampelgading	1.908	334	18	25	254	287	14.345
7	Poncokusumo	3.240	567	31	43	431	487	24.358
8	Wajak	2.954	517	28	39	393	444	22.210
9	Turen	3.876	679	37	51	516	583	29.141
10	Gonganglegi	3.284	575	31	43	437	494	24.692
11	Kalipare	2.410	422	23	32	321	362	18.116
12	Sumberpucung	2.035	356	19	27	271	306	15.303
13	Kepanjen	3.582	627	34	47	477	539	26.934
14	Bululawang	2.258	395	22	30	301	339	16.979
15	Tajinan	1.814	318	17	24	242	273	13.640
16	Tumpang	2.416	423	23	32	322	363	18.163
17	Jabung	2.180	382	21	29	290	328	16.393
18	Pakis	4.427	775	42	58	589	666	33.284
19	Pakisaji	2.824	494	27	37	376	424	21.228
20	Ngajum	1.679	294	16	22	224	252	12.625
21	Wagir	2.820	494	27	37	375	424	21.202
22	Dau	2.146	376	21	28	286	323	16.138
23	Karangploso	2.540	445	24	33	338	382	19.097
24	Singosari	5.450	954	52	72	726	819	40.973
25	Lawang	3.596	630	34	47	479	541	27.035
26	Pujon	2.055	360	20	27	274	309	15.448
27	Ngantang	2.023	354	19	27	269	304	15.208

No	Kecamatan	Jenis Kendaraan						
		Mobil Pribadi	Angkutan umum	Bus Besar Umum	Bus Kecil Umum	Truk Besar	Truk Kecil	Roda Dua
28	Kasembon	1.032	181	10	14	137	155	7.762
29	Gedangan	1.942	340	19	25	259	292	14.600
30	Tirtoyudo	2.236	392	21	29	298	336	16.810
31	Kromengan	1.434	251	14	19	191	216	10.778
32	Wonosari	1.573	276	15	21	209	237	11.829
33	Pagelaran	2.695	472	26	35	359	405	20.263
Total		86.791	15.198	829	1.139	11.555	13.047	652.518

Sumber: BPS Kabupaten Malang 2013, SLHD Kabupaten Malang 2013, dan Dinas Perhubungan Kabupaten Malang 2013

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

METODE PENELITIAN

1.1 Rancangan Penelitian

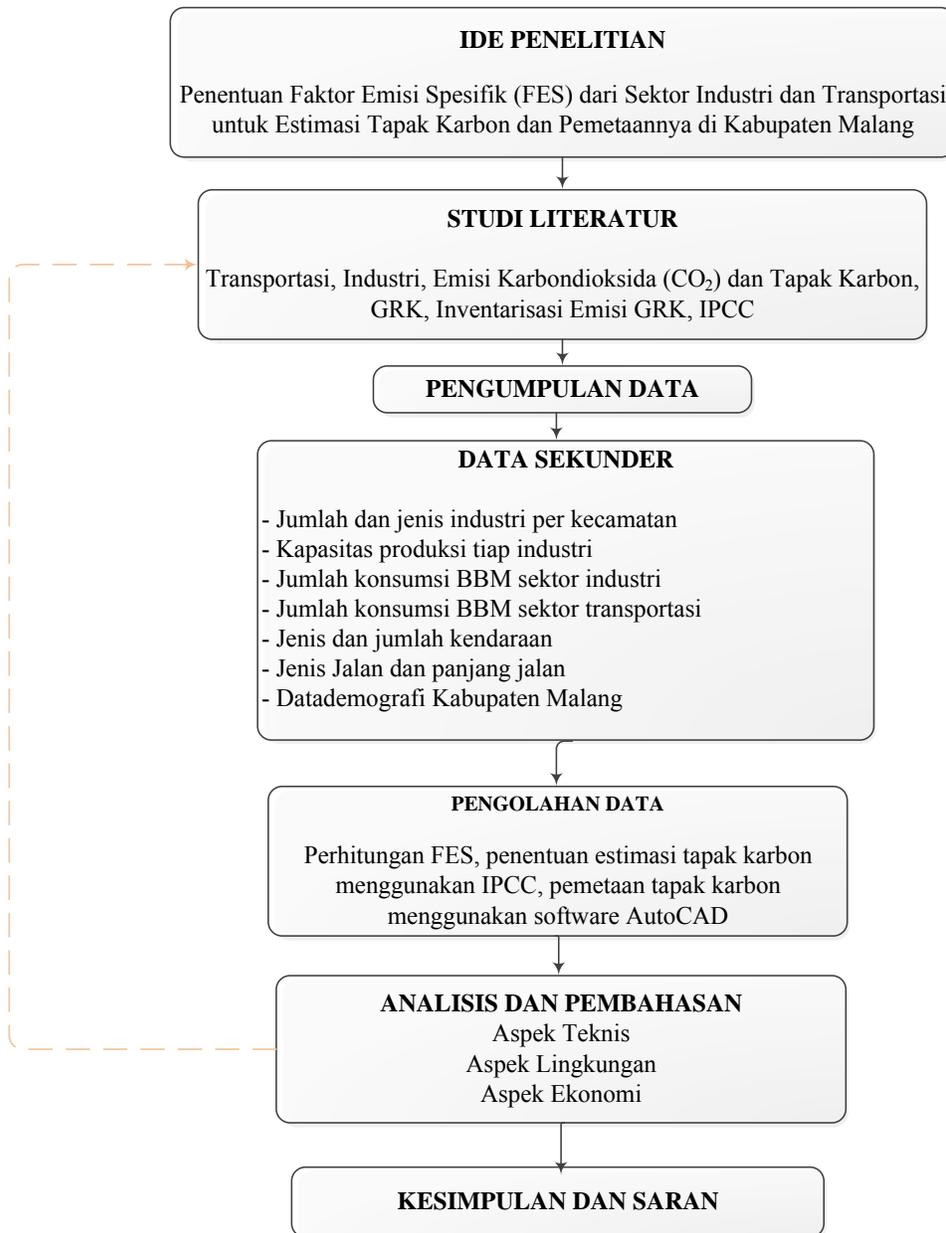
Wilayah studi yang dipilih pada penelitian ini adalah Kabupaten Malang. Kabupaten Malang merupakan kabupaten terluas kedua setelah Kabupaten Banyuwangi. Kabupaten Malang memiliki posisi yang strategis, hal ini dapat dilihat dari jalur transportasi Utara dan Selatan yang semakin ramai (BPS, 2013). Berkembang pesatnya sektor transportasi pada Kabupaten Malang akan menyebabkan peningkatan emisi CO₂ di wilayah tersebut. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan inventarisasi emisi CO₂ untuk menentukan Faktor Emisi Spesifik (FES) dan estimasi tapak karbon dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang. Inventarisasi emisi CO₂ hanya dilakukan pada emisi primer.

Penelitian ini menggunakan data sekunder. Data sekunder tersebut diantaranya adalah jumlah, jenis industri, kapasitas produksi industri yang ada di Kabupaten Malang, jumlah konsumsi BBM pada sektor industri dan transportasi di Kabupaten Malang. Data sekunder terkait industri didapatkan dari Dinas Perindustrian, Perdagangan, Penanaman Modal dan Koperasi, serta dari Dinas ESDM Kabupaten Malang. Data terkait sektor transportasi (jenis dan jumlah kendaraan, jenis jalan, panjang jalan) didapatkan dari Dinas Perhubungan dan Samsat Kabupaten Malang. Data konsumsi BBM sektor industri dan transportasi didapatkan dari Dinas ESDM Kabupaten Malang. Selain itu, data lain-lain didapatkan dari Badan Pusat Statistik dan Pemerintah Kabupaten Malang.

Metode estimasi beban emisi dalam penelitian ini menggunakan nilai Faktor Emisi (FE) *default* yang diambil dari IPCC *Guidelines* 2006, kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan Faktor Emisi Spesifik (FES) dan estimasi tapak karbon dari setiap aktivitas yang ada pada sektor transportasi dan sektor industri. Setelah didapatkan estimasi tapak karbon maka dilakukan pemetaannya menggunakan Auto CAD.

1.2 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian merupakan gambaran mengenai tahapan-tahapan yang disusun secara berurutan dan sistematis. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Bagan Alir Metode Penelitian

1.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian terdiri dari beberapa langkah-langkah meliputi penjelasan tentang ide penelitian, studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.

1.3.1 Ide Penelitian

Penelitian ini berjudul “Penentuan Faktor Emisi Spesifik (FES) dari Sektor industri dan transportasi untuk Estimasi Tapak Karbon dan Pemetaannya di Kabupaten Malang. Ide penelitian ini berawal dari komitmen pemerintah untuk mengurangi emisi GRK sebanyak 26% dengan upaya sendiri dan sebesar 41% dengan dukungan internasional. Selain itu, belum banyak penelitian yang dilakukan terkait perhitungan estimasi tapak karbon dan pemetaannya terutama di Kabupaten Malang.

3.3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh dasar teori yang jelas dan kuat dalam proses perhitungan, pembahasan, dan analisis sehingga dapat diperoleh suatu kesimpulan yang tepat. Sumber literatur yang digunakan berasal dari *text book*, jurnal penelitian, artikel, tugas akhir, tesis, dan lain-lain guna menunjang penelitian yang akan dilakukan.

3.3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memenuhi kebutuhandata yang diperlukan dalam tahap analisa dan pembahasan penelitian ini. Jenis data sekunder yang diperlukan dalam penelitian antara lain:

- Jumlah, jenis industri, dan kapasitas produksi industri yang ada di Kabupaten Malang. Data sekunder terkait industri didapatkan dari Dinas Perindustrian, Perdagangan, Penanaman Modal dan Koperasi.
- Jumlah konsumsi BBM pada sektor industri dan transportasi di Kabupaten Malang. Data konsumsi BBM sektor indusri dan transportasi didapatkan dari Dinas ESDM Kabupaten Malang.

- Data terkait sektor transportasi (jenis dan jumlah kendaraan, jenis jalan, panjang jalan) didapatkan dari Dinas Perhubungan dan Samsat Kabupaten Malang.
- Selain itu, data demografi didapatkan dari Badan Pusat Statistik dan Pemerintah Kabupaten Malang.

3.3.4 Pengolahan Data Primer dan Data Sekunder

Pengolahan data sekunder dari sektor industri dan transportasi di wilayah studi Kabupaten Malang dilakukan perhitungan untuk mengetahui FES dan estimasi tapak karbon menggunakan perhitungan IPCC serta pemetaan tapak karbon menggunakan program Auto CAD pada peta wilayah studi Kabupaten Malang.

3.3.5 Analisis Data dan Pembahasan

Analisis data dan pembahasan dilakukan berdasarkan pada pengolahan data sekunder. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai Faktor Emisi Spesifik (FES) tiap sektor. Kemudian, dilakukan estimasi tapak karbon menggunakan nilai FES. Pembahasan dilakukan melalui 3 aspek, yaitu aspek teknis, lingkungan, dan ekonomi. Selanjutnya akan dibahas tentang penyebaran tapak karbon dari sektor industri dan transportasi di Kabupaten Malang, kemudian dilakukan pemetaan tapak karbon menggunakan program AutoCAD. Hasil dari penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai tingkat penyebaran karbon di Kabupaten Malang dan menjadi acuan bagi wilayah lain yang memiliki karakteristik yang sama dengan Kabupaten Malang.

3.3.6 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pembahasan yang didapat dari analisis data yang dilakukan, maka sebagai hasilnya akan diuraikan secara singkat, jelas, dan mudah dipahami serta sesuai dengan tujuan penelitian dan diletakkan pada kesimpulan. Sedangkan saran merupakan hal-hal yang perlu ditindaklanjuti dari penelitian ini.

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Aspek Teknis

Aspek teknis pada penelitian ini adalah perhitungan emisi karbon dan faktor emisi spesifik (FES) dari sektor industri dan sektor transportasi. Data yang digunakan untuk perhitungan merupakan data pada Tahun 2013 yang didapatkan dari dinas terkait. Hal ini dikarenakan data pada Tahun 2013 lebih lengkap dibandingkan data pada tahun-tahun sebelumnya. Data yang digunakan pada sektor industri yaitu jumlah dan jenis industri yang ada di Kabupaten Malang, jenis dan konsumsi bahan bakar total yang digunakan industri untuk proses produksi, kapasitas produksi setiap industri. Untuk sektor transportasi data yang dibutuhkan yaitu data jenis dan jumlah kendaraan di Kabupaten Malang, jenis dan jumlah kendaraan di tiap kecamatan, serta data jenis dan konsumsi bahan bakar total sektor transportasi.

4.1.1 Emisi CO₂ dari Sektor Industri

Jumlah industri yang terdapat di Kabupaten Malang berjumlah 587 perusahaan (Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Malang, 2013). Terdapat 9 sub sektor industri yang disesuaikan dengan data dari BPS Provinsi Jawa Timur (Kabupaten Malang Dalam Angka, 2013). Berikut **Tabel 4.1** merupakan jumlah industri di Kabupaten Malang yang telah diklasifikasikan sesuai dengan sub sektor industri.

Tabel 4.1 Jumlah Perusahaan Industri Menurut Sub Sektor Industri

No	Jenis Industri	Jumlah
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau	228
2	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit	60
3	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu	103
4	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan	31

No	Jenis Industri	Jumlah
5	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik	65
6	Industri barang-barang galian bukan logam	35
7	Industri logam dasar	-
8	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya	55
9	Industri pengelolaan lainnya	10
Total		587

Sumber : Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Malang, 2013

Pada penelitian di sektor industri harus diketahui jenis dan jumlah konsumsi bahan bakar yang digunakan dalam proses produksi. Data jumlah konsumsi bahan bakar merupakan total bahan bakar industri yang ada di Kabupaten Malang. Untuk industri di Kabupaten Malang menggunakan bahan bakar berupa solar. Dikarenakan data bahan bakar di tiap industri tidak ada, maka dibutuhkan data jumlah tenaga kerja di tiap industri. Dari data jumlah total tenaga kerja, didapatkan nilai faktor emisi umum (Ton CO₂/tenaga kerja). Selain itu, untuk perhitungan emisi karbon dibutuhkan pula data kapasitas produksi tiap jenis industri untuk perhitungan faktor emisi spesifik (FES). Berikut contoh perhitungannya pada industri makanan, minuman, dan tembakau:

a. Perhitungan Faktor Emisi Spesifik Keseluruhan (Ton CO₂/tenaga kerja)

- Total konsumsi solar = 5.257.000 liter (Dinas ESDM Kabupaten Malang, 2013)
- Nilai kalor = 0,000036 TJ/L (KLH, 2012)
- Konsumsi energi = Konsumsi solar x nilai kalor
= 189 TJ/Tahun
- Faktor emisi solar = 74.100 kg CO₂/TJ
- Emisi Karbon = Konsumsi Energi x FE
= 189 TJ/Tahun x 74.100 kg CO₂/TJ
= 14.023.573 kg CO₂/Tahun
= 14.023,57 Ton CO₂/Tahun

- Total tenaga kerja = 28.046 orang
- Faktor Emisi Umum = $\frac{\text{Emisi karbon}}{\text{Total tenaga kerja}}$
= $\frac{14.023,57 \text{ Ton CO}_2/\text{Tahun}}{28.046 \text{ orang}}$
= 0,50 ton CO₂/orang/tahun

Kemudian dilakukan konversi dengan mengalikan dengan jumlah tenaga kerja di industri makanan, minuman, dan tembakau.

$$= \text{Faktor Emisi Umum} \times \text{Jumlah tenaga kerja}$$

$$= 0,50 \text{ ton CO}_2/\text{orang/tahun} \times 17.668 \text{ orang}$$

$$= 8.834 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}$$

- Faktor Emisi Spesifik (FES) industri makanan, minuman, dan tembakau

$$= \frac{\text{Faktor emisi umum}}{\text{Kapasitas produksi industri}}$$

$$= \frac{8.834 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}}{7.396 \text{ ton/tahun}}$$

$$= 1,194 \text{ Ton CO}_2/\text{ton produk industri makanan, minuman, dan tembakau}$$

- Emisi Karbon industri makanan, minuman, dan tembakau

$$= \text{FES} \times \text{Kapasitas Produksi}$$

$$= 1,194 \text{ Ton CO}_2/\text{ton produk} \times 7.396 \text{ ton/tahun}$$

$$= 8.834 \text{ ton CO}_2/\text{ton produk/tahun}$$

Hasil perhitungan emisi karbon pada tiap jenis industri lainnya dapat dilihat di **Tabel 4.2** berikut.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Emisi Karbon Sektor Industri di Kabupaten Malang

No	Jenis Industri	Jumlah	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Tenaga Kerja (orang)	FES Umum (Ton CO ₂ /tenaga kerja)	FES Umum (Ton CO ₂)	FES tiap jenis industri (Ton CO ₂ /ton produk)	Emisi CO ₂ (Ton CO ₂ /ton produk/tahun)
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau	228	7.396	17.668	0,50	8.834	1,194	8.834
2	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit	60	12.029	1.800	0,50	900	0,075	900
3	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu	103	426	1.602	0,50	801	1,881	801
4	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan	31	18.803	1.054	0,50	527	0,028	527
5	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik	65	355.737	2.492	0,50	1.246	0,004	1.246

No	Jenis Industri	Jumlah	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Tenaga Kerja (orang)	FES Umum (Ton CO₂/tenaga kerja)	FES Umum (Ton CO₂)	FES tiap jenis industri (Ton CO₂/ton produk)	Emisi CO₂ (Ton CO₂/ton produk/tahun)
6	Industri barang-barang galian bukan logam	35	50.000	1.120	0,50	560	0,011	560
7	Industri logam dasar	-	-	-	0,50	-	-	-
8	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya	55	960	2.010	0,50	1.005	1,047	1.005
9	Industri pengelolaan lainnya	10	236.820	300	0,50	150	0,001	150

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan **Tabel 4.2**, dapat dilihat bahwa jenis industri yang paling tinggi menyumbang emisi karbon adalah jenis industri makanan, minuman, dan tembakau yaitu sebesar 8.834 ton CO₂/ton produk/tahun. Hal ini sebanding dengan jumlah tenaga kerja dan kapasitas produksi yang ada pada industri tersebut. Data terkait industri pada tiap kecamatan dan kapasitas produksi dapat dilihat di **Lampiran 1**. Pada **Tabel 4.3** dapat dilihat nilai emisi karbon tiap kecamatan di Kabupaten Malang.

Tabel 4.3 Emisi Karbon Sektor Industri di Kabupaten Malang

No	Kecamatan	Jumlah Industri	Emisi CO ₂ (ton CO ₂ //ton produk/tahun)
1	Donomulyo	6	185
2	Kalipare	2	26
3	Pagak	3	94
4	Bantur	5	163
5	Gedangan	12	264
6	Sumbermanjing	15	349
7	Dampit	21	628
8	Tirtoyudo	4	155
9	Ampelgading	4	135
10	Poncokusumo	4	131
11	Wajak	13	388
12	Turen	28	649
13	Bululawang	21	528
14	Gondanglegi	22	546
15	Pagelaran	7	212
16	Kepanjen	27	671
17	Sumberpucung	20	635
18	Kromengan	11	321
19	Ngajum	5	170
20	Wonosari	8	202
21	Wagir	36	901
22	Pakisaji	35	785
23	Tajinan	16	457
24	Tumpang	8	243
25	Pakis	43	788
26	Jabung	11	284
27	Lawang	51	1.081
28	Singosari	91	1.424

No	Kecamatan	Jumlah Industri	Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /ton produk/tahun)
29	Karangploso	20	495
30	Dau	19	576
31	Pujon	3	73
32	Ngantang	12	373
33	Kasembon	4	93
Total		587	14.023

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan **Tabel 4.3**, dapat dilihat bahwa nilai emisi karbon terbesar terletak pada Kecamatan Singosari. Hal ini karena jumlah industri yang ada pada Kecamatan Singosari sebanyak 91 industri yang rata-rata adalah industri kayu.

4.1.2 Emisi CO₂ dari Sektor Transportasi

Untuk perhitungan emisi karbon dan faktor emisi spesifik (FES) transportasi di Kabupaten Malang dibutuhkan data jumlah dan jenis kendaraan, serta data konsumsi Bahan Bakar Minyak di Kabupaten Malang. Pada **Tabel 4.4** dapat dilihat jumlah dan jenis kendaraan di Kabupaten Malang.

Tabel 4.4 Jumlah dan Jenis Kendaraan Bahan Bakar Gasoline dan Solar di Kabupaten Malang

No	Kecamatan	Jenis Kendaraan						Roda Dua
		Mobil Pribadi	Angkutan umum	Bus Besar Umum	Bus Kecil Umum	Truk Besar	Truk Kecil	
1	Donomulyo	2.343	410	22	31	312	352	17.615
2	Pagak	1.700	298	16	22	226	256	12.782
3	Bantur	2.563	449	24	34	341	385	19.268
4	Sumbermanjing Wetan	3.388	593	32	44	451	509	25.472
5	Dampit	4.366	765	42	57	581	656	32.828
6	Ampelgading	1.908	334	18	25	254	287	14.345
7	Poncokusumo	3.240	567	31	43	431	487	24.358
8	Wajak	2.954	517	28	39	393	444	22.210
9	Turen	3.876	679	37	51	516	583	29.141
10	Gonganglegi	3.284	575	31	43	437	494	24.692
11	Kalipare	2.410	422	23	32	321	362	18.116

No	Kecamatan	Jenis Kendaraan						
		Mobil Pribadi	Angkutan umum	Bus Besar Umum	Bus Kecil Umum	Truk Besar	Truk Kecil	Roda Dua
12	Sumberpucung	2.035	356	19	27	271	306	15.303
13	Kepanjen	3.582	627	34	47	477	539	26.934
14	Bululawang	2.258	395	22	30	301	339	16.979
15	Tajinan	1.814	318	17	24	242	273	13.640
16	Tumpang	2.416	423	23	32	322	363	18.163
17	Jabung	2.180	382	21	29	290	328	16.393
18	Pakis	4.427	775	42	58	589	666	33.284
19	Pakisaji	2.824	494	27	37	376	424	21.228
20	Ngajum	1.679	294	16	22	224	252	12.625
21	Wagir	2.820	494	27	37	375	424	21.202
22	Dau	2.146	376	21	28	286	323	16.138
23	Karangploso	2.540	445	24	33	338	382	19.097
24	Singosari	5.450	954	52	72	726	819	40.973
25	Lawang	3.596	630	34	47	479	541	27.035
26	Pujon	2.055	360	20	27	274	309	15.448
27	Ngantang	2.023	354	19	27	269	304	15.208
28	Kasembon	1.032	181	10	14	137	155	7.762
29	Gedangan	1.942	340	19	25	259	292	14.600
30	Tirtoyudo	2.236	392	21	29	298	336	16.810
31	Kromengan	1.434	251	14	19	191	216	10.778
32	Wonosari	1.573	276	15	21	209	237	11.829
33	Pagelaran	2.695	472	26	35	359	405	20.263
Total		86.791	15.198	829	1.139	11.555	13.047	652.518

Sumber: BPS Kabupaten Malang 2013, SLHD Kabupaten Malang 2013, dan Dinas Perhubungan Kabupaten Malang 2013

Berdasarkan **Tabel 4.4**, terdapat 7 jenis kendaraan yang ada di Kabupaten Malang. Jumlah kendaraan di Kabupaten Malang sebanyak 781.077 unit dengan rincian jumlah mobil pribadi sebanyak 86.791 unit, angkutan umum sebanyak 15.198 unit, bus besar umum sebanyak 829 unit, bus kecil umum sebanyak 1.139 unit, truk besar sebanyak 11.555 unit, truk kecil sebanyak 13.047 unit, dan roda dua sebanyak 652.518 unit. Pada **Tabel 4.5** dapat dilihat jumlah konsumsi bahan bakar dari sektor transportasi di Kabupaten Malang.

Tabel 4.5 Jumlah Konsumsi Bahan Bakar Sektor Transportasi di Kabupaten Malang

No	Penggunaan	Jenis BBM (L/tahun)	
		PREMIUM	SOLAR
1	Transportasi	288.37,40	91.283,55

Sumber :Dinas ESDM Kabupaten Malang, 2013.

Berdasarkan **Tabel 4.4** dan **Tabel 4.5** dapat dilakukan perhitungan emisi karbon sektor transportasi menggunakan data jumlah kendaraan dan satuan mobil penumpang (smp), dan konsumsi bahan bakar. Berikut merupakan perhitungan emisi bahan bakar gasolin dan solar di Kabupaten Malang:

a. Perhitungan emisi karbon bahan bakar gasolin

- Total konsumsi gasolin = 288.375,40 liter
- Nilai kalor = 0,000033 TJ/L (KLH, 2012)
- Konsumsi energi = Konsumsi solar x nilai kalor
= 10 TJ/Tahun
- Faktor emisi gasoline = 69.300 kg CO₂/TJ
- Emisi Karbon = Konsumsi Energi x FE
= 10 TJ/Tahun x 69.300 kg CO₂/TJ
= 659.486 kg CO₂/Tahun
= 659,49 Ton CO₂/Tahun

b. Perhitungan emisi karbon bahan bakar solar

- Total konsumsi solar = 91.283,55 liter
- Nilai kalor = 0,000036 TJ/L
- Konsumsi energi = Konsumsi solar x nilai kalor
= 3 TJ/Tahun
- Faktor emisi solar = 74.100 kg CO₂/TJ
- Emisi Karbon = Konsumsi Energi x FE
= 3 TJ/Tahun x 74.100 kg CO₂/TJ
= 243.508 kg CO₂/Tahun
= 243,51 Ton CO₂/Tahun

Dari perhitungan emisi karbon di atas didapatkan emisi karbon gasolin sebesar 659,49 Ton CO₂/Tahun dan emisi karbon solar sebesar 243,51 Ton CO₂/Tahun. Emisi karbon dari sektor transportasi adalah 902,99 Ton CO₂/Tahun. Hasil ini didapatkan dari penjumlahan emisi karbon gasolin dan emisi karbon solar.

c. Perhitungan Faktor Emisi Spesifik (FES)

Setelah dihitung nilai emisi karbon dari setiap jenis bahan bakar, kemudian dilakukan perhitungan dengan data jenis dan jumlah kendaraan di Kabupaten Malang untuk mendapatkan faktor emisi spesifik. Data kendaraan tersebut dikonversi ke Satuan Mobil Penumpang (SMP) dengan cara mengalikan jumlah kendaraan dengan SMP sesuai dengan jenis kendaraannya (**Tabel 4.6**).

Tabel 4.6 Konversi Jenis Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang (SMP)

No	Jenis Kendaraan	Definisi	Jenis-Jenis Kendaraan	SMP
1	Kendaraan Ringan	Kendaraan ringan (LV=Light Vehicle) kendaraan bermotor dua as beroda 4 dengan jarak as 2-3 m	Mobil pribadi, oplet, mikrobis, pick up, truk kecil	1
2	Kendaraan Berat	Kendaraan umum (HV=Heavy Vehicle) kendaraan bermotor dengan lebih dari empat roda	Bus, truck 2 as, truck 3 as dan truck kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga	1,2
3	Sepeda Motor	Sepeda motor (MC=Motor Cycle) kendaraan bermotor dengan lebih dua atau tiga roda	Sepeda motor dan kendaraan beroda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga	0,25
4	Kendaraan Tak Bermotor	Kendaraan tak bermotor (UM=Unmotorized) kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan	Sepeda, becak, kereta kuda, kereta dorong	0,8

Sumber : MKJI, 1997

Berdasarkan **Tabel 4.6**, dapat dikonversi masing-masing jumlah jenis kendaraan di Kabupaten Malang ke SMP seperti pada **Tabel 4.7**.

Tabel 4.7 Hasil Konversi Jumlah Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang (SMP)

No.	Kecamatan	Jenis Kendaraan (smp)						
		Penumpang Pribadi	Penumpang umum	Bus Besar Umum	Bus Kecil Umum	Truk Besar	Truk Kecil	Roda Dua
1	Donomulyo	2.343	410	27	37	374	423	4.404
2	Pagak	1.700	298	19	27	272	307	3.195
3	Bantur	2.563	449	29	40	409	462	4.817
4	Sumbermanjing Wetan	3.388	593	39	53	541	611	6.368
5	Dampit	4.366	765	50	69	698	788	8.207
6	Ampelgading	1.908	334	22	30	305	344	3.586
7	Poncokusumo	3.240	567	37	51	518	584	6.090
8	Wajak	2.954	517	34	47	472	533	5.552
9	Turen	3.876	679	44	61	619	699	7.285
10	Gonganglegi	3.284	575	38	52	525	592	6.173
11	Kalipare	2.410	422	28	38	385	435	4.529
12	Sumberpucung	2.035	356	23	32	325	367	3.826
13	Kepanjen	3.582	627	41	56	572	646	6.733
14	Bululawang	2.258	395	26	36	361	407	4.245
15	Tajinan	1.814	318	21	29	290	327	3.410
16	Tumpang	2.416	423	28	38	386	436	4.541
17	Jabung	2.180	382	25	34	348	393	4.098
18	Pakis	4.427	775	51	70	707	799	8.321
19	Pakisaji	2.824	494	32	44	451	509	5.307
20	Ngajum	1.679	294	19	26	268	303	3.156
21	Wagir	2.820	494	32	44	451	509	5.300
22	Dau	2.146	376	25	34	343	387	4.034
23	Karangploso	2.540	445	29	40	406	458	4.774
24	Singosari	5.450	954	62	86	871	983	10.243
25	Lawang	3.596	630	41	57	574	649	6.759
26	Pujon	2.055	360	24	32	328	371	3.862
27	Ngantang	2.023	354	23	32	323	365	3.802
28	Kasembon	1.032	181	12	16	165	186	1.941
29	Gedangan	1.942	340	22	31	310	350	3.650
30	Tirtoyudo	2.236	392	26	35	357	403	4.202
31	Kromengan	1.434	251	16	23	229	259	2.695
32	Wonosari	1.573	276	18	25	251	284	2.957
33	Pagelaran	2.695	472	31	42	431	405	5.066
Total		86.791	15.198	995	1.367	13.866	155.75	163.130

Sumber: Hasil Perhitungan

$$\begin{aligned}
 - \text{ Total smp} &= 296.921 \text{ smp} \\
 - \text{ Faktor Emisi Spesifik} &= \frac{\text{Emisi karbon}}{\text{Total smp}} \\
 &= \frac{902,99 \text{ Ton CO}_2/\text{Tahun}}{296.921 \text{ smp}} \\
 &= 0,00304 \text{ ton CO}_2/\text{smp}/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Kemudian untuk mendapatkan emisi karbon dilakukan perhitungan dengan mengalikan dengan total smp di tiap kecamatan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

$$\begin{aligned}
 &= \text{Faktor Emisi Spesifik} \times \text{Jumlah smp Kecamatan Donomulyo} \\
 &= 0,00304 \text{ ton CO}_2/\text{smp}/\text{tahun} \times 8.018 \text{ smp} \\
 &= 24,38 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}.
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Perhitungan Emisi Karbon Sektor Transportasi di Kabupaten Malang

No.	Kecamatan	Total SMP	FES (Ton CO ₂ /smp)	Emisi CO ₂ (Ton CO ₂ /tahun)
1	Donomulyo	8.018	0,00304	24,38
2	Pagak	5.818	0,00304	17,69
3	Bantur	8.770	0,00304	26,67
4	Sumbermanjing Wetan	11.594	0,00304	35,26
5	Dampit	14.942	0,00304	45,44
6	Ampelgading	6.529	0,00304	19,86
7	Poncokusumo	11.087	0,00304	33,72
8	Wajak	10.109	0,00304	30,74
9	Turen	13.264	0,00304	40,34
10	Gonganglegi	11.239	0,00304	34,18
11	Kalipare	8.246	0,00304	25,08
12	Sumberpucung	6.965	0,00304	21,18
13	Kepanjen	12.259	0,00304	37,28
14	Bululawang	7.728	0,00304	23,50
15	Tajinan	6.208	0,00304	18,88
16	Tumpang	8.267	0,00304	25,14
17	Jabung	7.461	0,00304	22,69
18	Pakis	15.150	0,00304	46,07
19	Pakisaji	9.662	0,00304	29,38
20	Ngajum	5.747	0,00304	17,48

No.	Kecamatan	Total SMP	FES (Ton CO ₂ /smp)	Emisi CO ₂ (Ton CO ₂ /tahun)
21	Wagir	9.650	0,00304	29,35
22	Dau	7.345	0,00304	22,34
23	Karangploso	8.692	0,00304	26,43
24	Singosari	18.650	0,00304	56,72
25	Lawang	12.305	0,00304	37,42
26	Pujon	7.031	0,00304	21,38
27	Ngantang	6.922	0,00304	21,05
28	Kasembon	3.533	0,00304	10,74
29	Gedangan	6.645	0,00304	20,21
30	Tirtoyudo	7.651	0,00304	23,27
31	Kromengan	4.906	0,00304	14,92
32	Wonosari	5.384	0,00304	16,37
33	Pagelaran	9.142	0,00304	27,80
Total		296.921		902,99

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan **Tabel 4.8**, kecamatan yang memiliki emisi karbon tertinggi adalah Kecamatan Singosari. Hal ini karena Kecamatan Singosari memiliki kepadatan penduduk tertinggi dan jumlah kendaraan paling banyak.

4.1.3 Emisi CO₂ dari Sektor Industri dan Transportasi di Kabupaten Malang

Setelah dilakukan analisis perhitungan pada sub bab sebelumnya, dapat diketahui nilai emisi karbon dari sektor industri dan sektor transportasi di Kabupaten Malang. Hasil analisis emisi karbon dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.9 Perhitungan Emisi Karbon Sektor Industri dan Transportasi di Kabupaten Malang

No.	Kecamatan	Total Emisi Karbon (ton CO ₂ /tahun)
1	Donomulyo	209,55
2	Kalipare	51,13
3	Pagak	112,18
4	Bantur	189,43
5	Gedangan	284,12
6	Sumbermanjing	384,28

No.	Kecamatan	Total Emisi Karbon (ton CO ₂ /tahun)
7	Dampit	673,74
8	Tirtoyudo	178,25
9	Ampelgading	155,26
10	Poncokusumo	164,95
11	Wajak	418,84
12	Turen	689,05
13	Bululawang	551,35
14	Gondanglegi	580,31
15	Pagelaran	239,40
16	Kepanjen	708,12
17	Sumberpucung	655,85
18	Kromengan	335,83
19	Ngajum	187,46
20	Wonosari	217,99
21	Wagir	930,56
22	Pakisaji	814,07
23	Tajinan	475,71
24	Tumpang	268,04
25	Pakis	834,23
26	Jabung	306,42
27	Lawang	1.117,92
28	Singosari	1.480,43
29	Karangploso	521,23
30	Dau	598,06
31	Pujon	94,30
32	Ngantang	394,13
33	Kasembon	103,79
Total		14.925,99

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan **Tabel 4.9**, dapat dilihat persebaran emisi karbon di tiap kecamatan di Kabupaten Malang. Kecamatan yang memiliki emisi karbon tertinggi adalah Kecamatan Singosari. Hal ini karena Kecamatan Singosari memiliki jumlah industri dan jumlah kendaraan terbanyak.

4.1.4 Pemetaan Penyebaran Emisi Tapak Karbon

Berdasarkan **Tabel 4.3**, **Tabel 4.8**, dan **Tabel 4.9** hasil emisi di setiap kecamatan di Kabupaten Malang, dapat dibuat peta penyebaran emisi tapak karbonnya. Pertama yang dilakukan dalam membuat peta penyebaran emisi tapak karbon adalah membuat rentang tingkatan emisi karbon di Kabupaten Malang.

Pembuatan rentang tingkatan emisi tapak karbon pada **Tabel 4.9** dilakukan dengan menentukan nilai emisi CO₂ tertinggi dan terendah lalu dibuat 8 rentang. Nilai emisi tertinggi terdapat di Kecamatan Singosari sebesar 1.480,43 ton CO₂ sedangkan untuk emisi terendah terdapat di Kecamatan Kalipare sebesar 51,13 ton CO₂. Berikut rentang nilai terendah dan tertinggi:

- a. 0-200, untuk emisi yang tergolong sangat rendah
Pada rentang ini, terdapat 9 kecamatan yang emisinya tergolong sangat rendah yaitu Kecamatan Kalipare, Pagak, Bantur, Tirtoyudo, Ampelgading, Poncokusumo, Ngajum, Pujon, dan Kasembon.
- b. 201-400, untuk emisi yang tergolong rendah
Pada rentang ini, terdapat 9 kecamatan yang emisinya tergolong sangat rendah yaitu Kecamatan Donomulyo, Gedangan, Sumbermanjing, Pagelaran, Kromengan, Wonosari, Tumpang, Jabung, dan Ngantang.
- c. 401-600, untuk emisi yang tergolong rendah
Pada rentang ini, terdapat 6 kecamatan yang emisinya tergolong rendah yaitu Kecamatan Wajak, Bululawang, Gondanglegi, Tajinan, Karangploso, dan Dau.
- d. 601-800, untuk emisi yang tergolong sedang
Pada rentang ini, terdapat 4 kecamatan yang emisinya tergolong sedang yaitu Kecamatan Dampit, Turen, Kepanjen, dan Sumberpucung.
- e. 801-1000, untuk emisi yang tergolong sedang
Pada rentang ini, terdapat 3 kecamatan yang emisinya tergolong sedang yaitu Kecamatan Wagir, Pakisaji, dan Pakis.
- f. 1001-1200, untuk emisi yang tergolong tinggi
Pada rentang ini, terdapat 1 kecamatan yang emisinya tergolong tinggi yaitu Kecamatan Lawang.

g. 1201-1400, untuk emisi yang tergolong tinggi

Tidak terdapat wilayah kecamatan yang termasuk dalam range ini.

h. 1401-1600, untuk emisi yang tergolong sangat tinggi

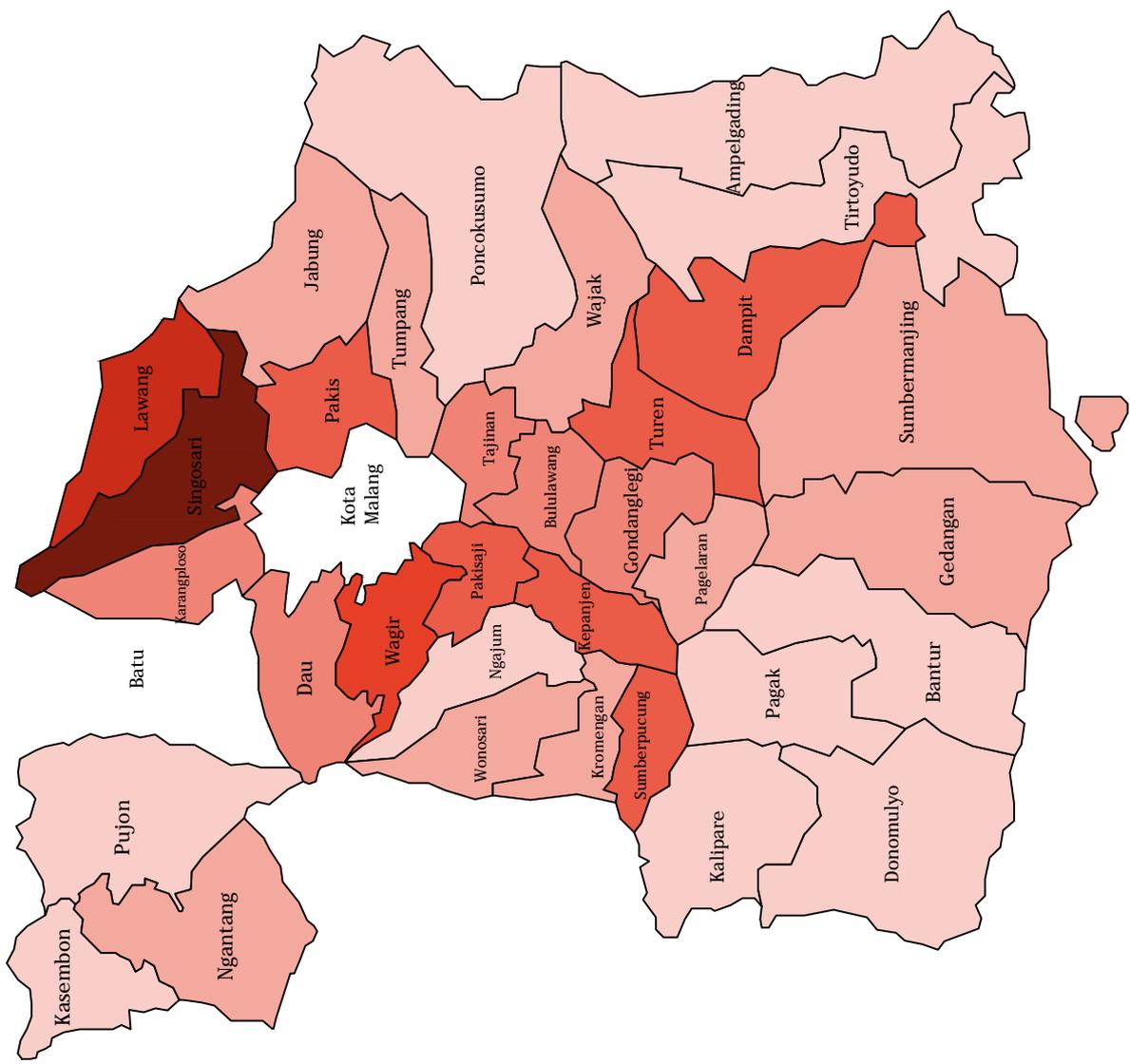
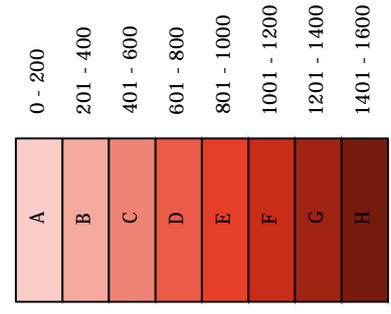
Pada rentang ini, terdapat 1 kecamatan yang emisinya tergolong sangat tinggi yaitu Kecamatan Singosari.

Hasil pemetaan emisi karbon dari sektor industri, sektor transportasi, dan total emisi karbon di Kabupaten Malang ditunjukkan pada **Gambar 4.1**, **Gambarr 4.2**, dan **Gambar 4.3**.

Penentuan Faktor Emisi Spesifik (FES) dari Sektor Industri dan Transportasi untuk Estimasi Tapak Karbon dan Pemetaannya di Kabupaten Malang

Gambar 4.1
Hasil Pemetaan Tapak Karbon Sektor Industri di Kab. Malang

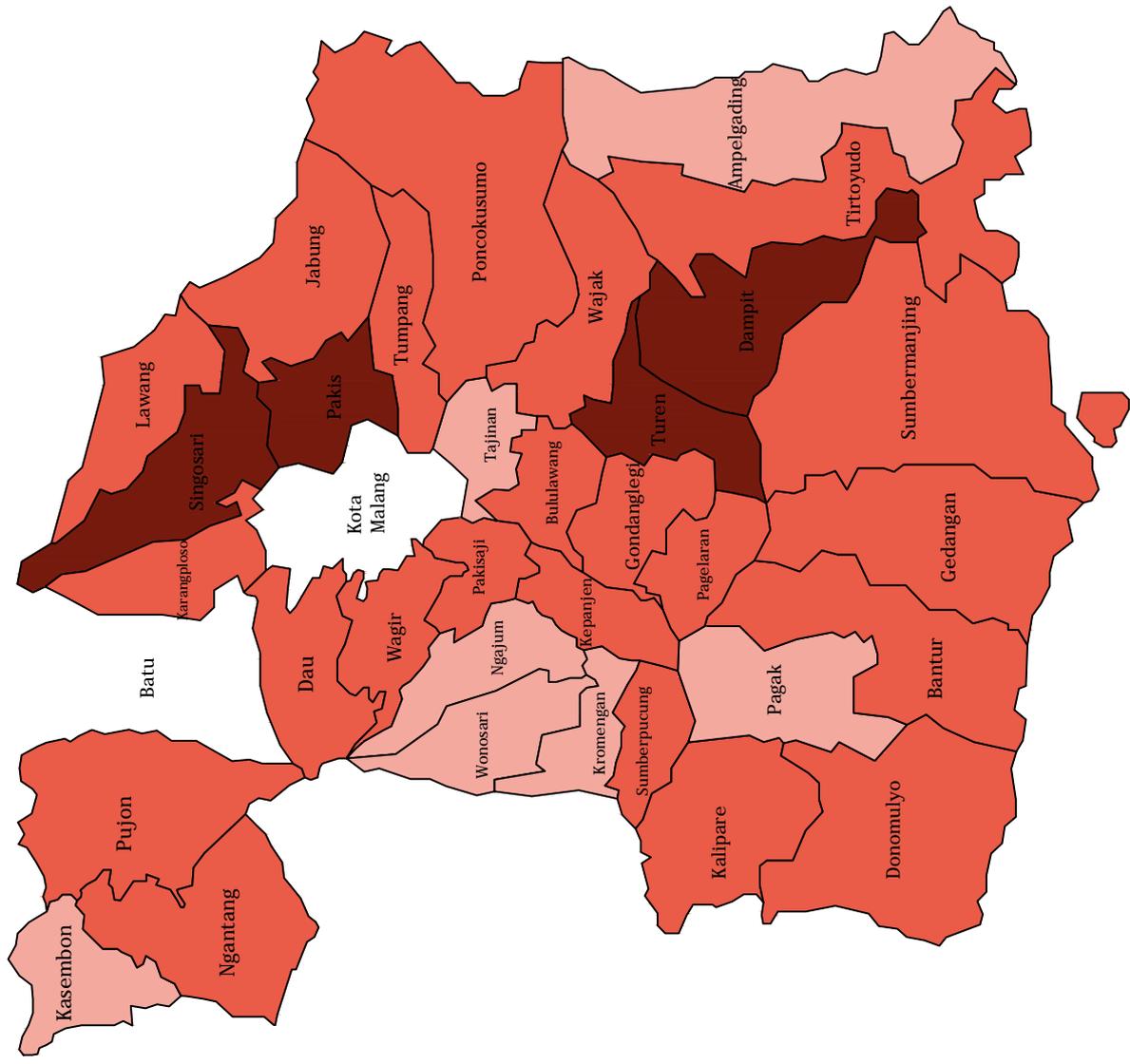
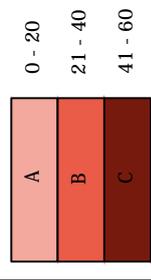
Skala 1 : 136.000



Penentuan Faktor Emisi Spesifik (FES) dari Sektor Industri dan Transportasi untuk Estimasi Tapak Karbon dan Pemetaannya di Kabupaten Malang

Gambar 4.2
Hasil Pemetaan Tapak Karbon Sektor Transportasi di Kab. Malang

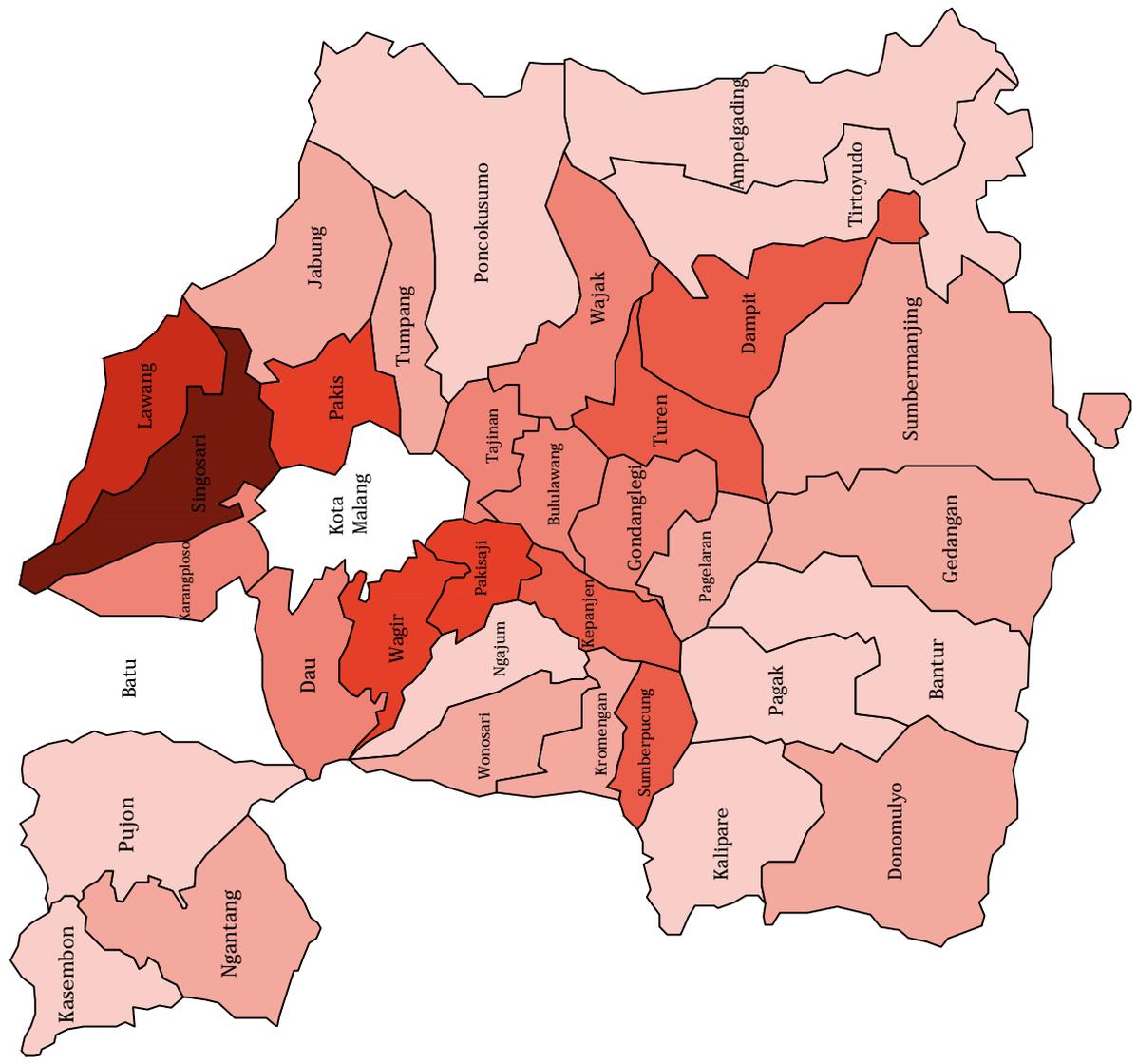
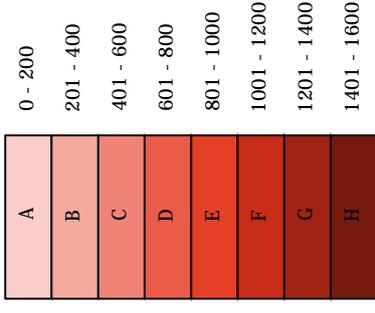
Skala 1 : 136.000



Penentuan Faktor Emisi Spesifik (FES) dari Sektor Industri dan Transportasi untuk Estimasi Tapak Karbon dan Pemetaannya di Kabupaten Malang

Gambar 4.23
Hasil Pemetaan Tapak Karbon Sektor Industri & Transportasi di Kab. Malang

Skala 1 : 136.000



4.2 Aspek Lingkungan

Pada penelitian ini perlu dilihat dampak dari emisi yang dihasilkan terhadap lingkungan hidup. Dampak yang timbul ada yang langsung mempengaruhi pada kegiatan usaha yang dilakukan sekarang atau kegiatan usaha yang dilakukan dimasa yang akan datang. Pada aspek lingkungan akan dibuat skenario dengan mengubah bahan bakar minyak (gasoline dan solar) menjadi bahan bakar gas.

Komposisi utama dari BBG adalah unsur methana (CH_4) sebesar 95,03%; ethana (C_2H_6) sebesar 2,23%; karbondioksida (CO_2) sebesar 1,75%; Nitrogen (N_2) 0,68 % dan propana (C_3H_8) sebesar 0,29%. Dari komposisi ini terlihat bahwa komponen utama dari BBG adalah gas methane. Nilai oktan BBG lebih tinggi dibandingkan gasoline, yaitu antara 120 sampai 130. Dengan tingginya nilai oktan tersebut maka pada rasio kompresi yang lebih tinggi tidak akan terjadi *knocking* pada motor. Keunggulan BBG ditinjau dari proses pembakarannya di dalam ruang bakar adalah karena BBG memiliki perbandingan atom karbon terhadap atom hidrogen yang rendah, sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna. Mengingat BBG sudah berada pada fase gas, maka dengan mudah dapat bercampur dengan udara dalam ruang bakar, sehingga oksigen dapat dengan mudah bergabung dengan karbon dan memberikan reaksi pembentukan CO_2 bukan CO. Disamping itu karena jumlah atom karbon molekul BBG lebih sedikit dibandingkan BBM, maka CO yang terbentuk dari proses pembakaran juga lebih sedikit. Agar dapat menggunakan BBG sebagai bahan bakar untuk kendaraan bermotor dibutuhkan suatu perangkat konversi BBG yang disebut dengan conversion kit. Penggunaan conversion kit didasarkan pada tiga pilihan sebagai berikut:

- a. Hanya bekerja dengan gas saja
- b. Dapat bekerja dengan gas saja atau gasoline saja (dual fuel)
- c. Dapat bekerja dengan dua bahan bakar bersama-sama (khusus diesel, mixed fuel).

4.2.1 Skenario Emisi CO₂ Sektor Industri

Skenario yang dikembangkan digunakan untuk membandingkan nilai emisi karbon apabila bahan bakar yang digunakan untuk proses produksi diganti

menjadi bahan bakar yang dianggap menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah. Terdapat 2 skenario emisi CO₂ di sektor industri sebagai berikut:

- Skenario 1
 - Industri yang menggunakan solar sebagai bahan bakar untuk proses produksi, beralih 50% ke gas alam
 - Jenis industri yang menggunakan gas alam adalah industri makanan, minuman, dan tembakau serta industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, karet, batubara, dan plastik.
 - Jumlah tenaga kerja yang ada pada 2 jenis industri tersebut adalah 20.160 orang
 - 1 liter BBM sama dengan 1 liter BBG. Nilai kalor BBG adalah $1,05 \times 10^6$ TJ/SCF, sehingga perlu dilakukan konversi dari satuan liter ke SCF. Diketahui 1 liter = 0,0353146667 SCF (*Standart Cubic Feet*).
 - Emisi CO₂ eksisting sebesar 14.023 ton CO₂/ton produk/tahun
Emisi CO₂ skenario 1 sebesar 7.017,83 ton CO₂/ton produk/tahun
 - Perhitungan Emisi CO₂ skenario 1

Solar

Konsumsi solar (50%)	= 5.257.000 liter x 50%
	= 2.628.500 liter
Nilai kalor	= 0,000036 TJ/L (KLH, 2012)
Konsumsi energi	= Konsumsi solar x nilai kalor
	= 95 TJ/Tahun
Faktor emisi solar	= 74.100 kg CO ₂ /TJ
Emisi Karbon	= Konsumsi Energi x FE
	= 95 TJ/Tahun x 74.100 kg CO ₂ /TJ
	= 7.011.787 kg CO ₂ /Tahun
	= 7.012 Ton CO ₂ /Tahun
Total tenaga kerja	= 7.886 orang
Faktor Emisi Umum	= $\frac{\text{Emisi karbon}}{\text{Total tenaga kerja}}$
	= $\frac{7.012 \text{ Ton CO}_2/\text{Tahun}}{7.886 \text{ orang}}$
	= 0,89 ton CO ₂ /orang/tahun

Kemudian dilakukan konversi dengan mengalikan dengan jumlah tenaga kerja di industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit.

= Faktor Emisi Umum x Jumlah tenaga kerja

= 0,89 ton CO₂/orang/tahun x 1.800 orang

= 1.600 ton CO₂/tahun

Faktor Emisi Spesifik (FES) industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit

= $\frac{\text{Faktor emisi umum}}{\text{Kapasitas produksi industri}}$

= $\frac{1.600 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}}{12.029}$

= 0,133 Ton CO₂/ton produk

Emisi Karbon industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit

= FES x Kapasitas Produksi

= 0,133 Ton CO₂/ ton produk x 12.029 ton/tahun

= 1.600,46 ton CO₂/ ton produk/tahun

BBG

Konsumsi BBG (50%) = 5.257.000 liter x 50%

= 2.628.500 liter

Konsumsi BBG (SCF) = 2.628.500 liter x 0,0353146667

= 92.824,60 SCF

Nilai kalor = 0,00000105TJ/SCF (KLH, 2012)

Konsumsi energi = Konsumsi BBG x nilai kalor

= 0,097 TJ/Tahun

Faktor emisi solar = 56.100 kg CO₂/TJ

Emisi Karbon = Konsumsi Energi x FE

= 0,097 TJ/Tahun x 56.100 kg CO₂/TJ

= 5.468 kg CO₂/Tahun

= 5,47 Ton CO₂/Tahun

Total tenaga kerja = 20.160 orang

$$\begin{aligned}
\text{Faktor Emisi Umum} &= \frac{\text{Emisi karbon}}{\text{Total tenaga kerja}} \\
&= \frac{5,47 \text{ Ton CO}_2/\text{Tahun}}{20.160\text{orang}} \\
&= 0,0003 \text{ ton CO}_2/\text{orang/tahun}
\end{aligned}$$

Kemudian dilakukan konversi dengan mengalikan dengan jumlah tenaga kerja di industri makanan, minuman, dan tembakau.

$$\begin{aligned}
&= \text{Faktor Emisi Umum} \times \text{Jumlah tenaga kerja} \\
&= 0,89 \text{ ton CO}_2/\text{orang/tahun} \times 17.668 \text{ orang} \\
&= 5 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}
\end{aligned}$$

Faktor Emisi Spesifik (FES) makanan, minuman, dan tembakau

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Faktor emisi umum}}{\text{Kapasitas produksi industri}} \\
&= \frac{5 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}}{17.668} \\
&= 0,001 \text{ Ton CO}_2/\text{ ton produk}
\end{aligned}$$

Emisi Karbon makanan, minuman, dan tembakau

$$\begin{aligned}
&= \text{FES} \times \text{Kapasitas Produksi} \\
&= 0,001 \text{ Ton CO}_2/\text{ ton produk} \times 7.396 \text{ ton/tahun} \\
&= 5,30 \text{ ton CO}_2/\text{ ton produk/tahun}
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan emisi CO₂ sektor industri skenario 1 dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Emisi CO₂ Sektor Industri Skenario 1

No	Jenis Industri	Jumlah	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Tenaga Kerja (orang)	FES Umum (Ton CO ₂ /tenaga kerja)	FES Umum (Ton)	FES tiap jenis industri (Ton CO ₂ /ton produk)	Emisi CO ₂ (Ton CO ₂ /ton produk/tahun)	Keterangan Bahan Bakar
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau	228	7.396	17.668	0,0003	5	0,001	5,30	BBG
2	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit	60	12.029	1.800	0,89	1.600	0,133	1.600,46	Solar
3	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu	103	426	1.602	0,89	1.424	3,344	1.424,41	Solar
4	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan	31	18.803	1.054	0,89	937	0,050	937,16	Solar

No	Jenis Industri	Jumlah	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Tenaga Kerja (orang)	FES Umum (Ton CO ₂ /tenaga kerja)	FES Umum (Ton)	FES tiap jenis industri (Ton CO ₂ /ton produk)	Emisi CO ₂ (Ton CO ₂ /ton produk/tahun)	Keterangan Bahan Bakar
5	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik	65	355.737	2.492	0,0003	1	0,000	0,75	BBG
6	Industri barang-barang galian bukan logam	35	50.000	1.120	0,89	996	0,020	995,84	Solar
7	Industri logam dasar	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya	55	960	2.010	0,89	1.787	1,862	1.787,18	Solar
9	Industri pengelolaan lainnya	10	236.820	300	0,89	267	0,001	266,74	Solar

Sumber: Hasil Perhitungan

b. Skenario 2

- Industri yang menggunakan solar sebagai bahan bakar untuk proses produksi, beralih 100% ke gas alam
- 1 liter BBM sama dengan 1 liter BBG. Nilai kalor BBG adalah $1,05 \times 10^{-6}$ TJ/SCF, sehingga perlu dilakukan konversi dari satuan liter ke SCF. Diketahui 1 liter = 0,0353146667 SCF (*Standart Cubic Feet*).
- Emisi CO₂ eksisting sebesar 14.023 ton CO₂/ton produk/tahun
Emisi CO₂ skenario 2 sebesar 10,66 ton CO₂/ ton produk/tahun
- Perhitungan Emisi CO₂ skenario 2

BBG

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi BBG (SCF)} &= 5.177.000 \text{ liter} \times 0,0353146667 \\ &= 182.824,03 \text{ SCF} \\ \text{Nilai kalor} &= 0,00000105 \text{ TJ/SCF (KLH, 2012)} \\ \text{Konsumsi energi} &= \text{Konsumsi BBG} \times \text{nilai kalor} \\ &= 0,192 \text{ TJ/Tahun} \\ \text{Faktor emisi BBG} &= 56.100 \text{ kg CO}_2/\text{TJ} \\ \text{Emisi Karbon} &= \text{Konsumsi Energi} \times \text{FE} \\ &= 0,192 \text{ TJ/Tahun} \times 56.100 \text{ kg CO}_2/\text{TJ} \\ &= 10.769 \text{ kg CO}_2/\text{Tahun} \\ &= 10,77 \text{ Ton CO}_2/\text{Tahun} \\ \text{Total tenaga kerja} &= 28.046 \text{ orang} \\ \text{Faktor Emisi Umum} &= \frac{\text{Emisi karbon}}{\text{Total tenaga kerja}} \\ &= \frac{10,77 \text{ Ton CO}_2/\text{Tahun}}{28.046 \text{ orang}} \\ &= 0,00038 \text{ ton CO}_2/\text{orang/tahun} \end{aligned}$$

Kemudian dilakukan konversi dengan mengalikan dengan jumlah tenaga kerja di industri makanan, minuman, dan tembakau.

$$\begin{aligned} &= \text{Faktor Emisi Umum} \times \text{Jumlah tenaga kerja} \\ &= 0,00038 \text{ ton CO}_2/\text{orang/tahun} \times 17.668 \text{ orang} \\ &= 7 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \end{aligned}$$

Faktor Emisi Spesifik (FES) industri makanan, minuman, dan tembakau

$$= \frac{\text{Faktor emisi umum}}{\text{Kapasitas produksi industri}}$$

$$= \frac{7 \text{ ton CO}_2/\text{tahun}}{17.668}$$

$$= 0,001 \text{ Ton CO}_2/\text{ ton produk}$$

Emisi Karbon industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit

$$= \text{FES} \times \text{Kapasitas Produksi}$$

$$= 0,001 \text{ Ton CO}_2/\text{ ton produk} \times 7.396 \text{ ton/tahun}$$

$$= 6,71 \text{ ton CO}_2/\text{ ton produk /tahun}$$

Hasil perhitungan emisi CO₂ sektor industri skenario 2 dapat dilihat pada **Tabel 4.11**.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Emisi CO₂ Sektor Industri Skenario 2

No	Jenis Industri	Jumlah	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Tenaga Kerja (orang)	FES Umum (Ton CO ₂ /tenaga kerja)	FES Umum (Ton)	FES tiap jenis industri (Ton CO ₂ /kapasitas produksi)	Emisi CO ₂ (Ton CO ₂ /tahun)	Keterangan Bahan Bakar
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau	228	7.396	17.668	0,00038	6,71	0.001	6.71	BBG
2	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit	60	12.029	1.800	0,00038	0,68	0.0001	0.68	BBG
3	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu	103	426	1.602	0,00038	0,61	0.001	0.61	BBG
4	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan	31	18.803	1.054	0,00038	0,40	0.00002	0.40	BBG

No	Jenis Industri	Jumlah	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Tenaga Kerja (orang)	FES Umum (Ton CO ₂ /tenaga kerja)	FES Umum (Ton)	FES tiap jenis industri (Ton CO ₂ /kapasitas produksi)	Emisi CO ₂ (Ton CO ₂ /tahun)	Keterangan Bahan Bakar
5	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik	65	355.737	2.492	0,00038	0,95	0.000003	0.95	BBG
6	Industri barang-barang galian bukan logam	35	50.000	1.120	0,00038	0,43	0.00001	0.43	BBG
7	Industri logam dasar	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya	55	960	2.010	0,00038	0,76	0.001	0.76	BBG
9	Industri pengelolaan lainnya	10	236.820	300	0,00038	0,11	0.0000005	0.11	BBG

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan dari setiap skenario, didapatkan nilai emisi yang paling rendah berada pada skenario 2 (**Tabel 4.12**). Hal ini dikarenakan adanya peralihan penggunaan bahan bakar solar ke BBG di seluruh industri yang ada di Kabupaten Malang. Untuk upaya mitigasi agar memberikan dampak positif bagi lingkungan untuk masa yang akan datang, skenario 2 merupakan skenario pengurangan emisi terbaik dibandingkan dengan skenario 1.

Tabel 4.12 Perbandingan Skenario 1 dan Skenario 2 Pada Sektor Industri

Skenario	Bahan Bakar (liter)			Emisi Karbon (ton CO ₂ /ton produk/tahun)
	Gasolin	Solar	BBG	
Eksisting	-	5.257.000	-	14.023,00
Skenario 1	-	2.628.500	2.628.500	7.017,83
Skenario 2	-	-	5.257.000	10,66

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2.2 Skenario Emisi CO₂ Sektor Transportasi

Skenario yang dikembangkan digunakan untuk membandingkan nilai emisi karbon apabila bahan bakar yang digunakan untuk proses produksi diganti menjadi bahan bakar yang dianggap menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah. Terdapat 2 skenario emisi CO₂ di sektor transportasi sebagai berikut:

a. Skenario 1

- Transportasi yang menggunakan solar sebagai bahan bakar beralih 100% ke gas alam. Sedangkan, transportasi yang menggunakan gasolin sebagai bahan bakar tidak berubah
- 1 liter BBM sama dengan 1 liter BBG. Nilai kalor BBG adalah $1,05 \times 10^{-6}$ TJ/SCF, sehingga perlu dilakukan konversi dari satuan liter ke SCF. Diketahui 1 liter = 0,0353146667 SCF (*Standart Cubic Feet*).
- Emisi CO₂ eksisting sebesar 902,99 ton CO₂/tahun
Emisi CO₂ skenario 1 sebesar 659,68 ton CO₂/tahun
- Perhitungan Emisi CO₂ skenario 1

Gasolin

Total konsumsi gasolin	= 288.375,40 liter
Nilai kalor	= 0,000033 TJ/L
Konsumsi energi	= Konsumsi solar x nilai kalor = 10 TJ/Tahun
Faktor emisi gasoline	= 69.300 kg CO ₂ /TJ
Emisi Karbon	= Konsumsi Energi x FE = 10 TJ/Tahun x 69.300 kg CO ₂ /TJ = 659.486 kg CO ₂ /Tahun = 659,49 Ton CO ₂ /Tahun

BBG

Total konsumsi BBG	= 91.284 liter = 3.224 SCF
Nilai kalor	= 0,00000105TJ/SCF
Konsumsi energi	= Konsumsi solar x nilai kalor = 0,0034 TJ/Tahun
Faktor emisi BBG	= 56.100 kg CO ₂ /TJ
Emisi Karbon	= Konsumsi Energi x FE = 0,0034 TJ/Tahun x 56.100 kg CO ₂ /TJ = 190 kg CO ₂ /Tahun = 0,19 Ton CO ₂ /Tahun

Dari perhitungan emisi karbon di atas didapatkan emisi karbon gasolin sebesar 659,49 Ton CO₂/Tahun dan emisi karbon BBG sebesar 0,19 Ton CO₂/Tahun. Emisi karbon dari sektor transportasi skenario 1 adalah 659,68 Ton CO₂/Tahun. Hasil ini didapatkan dari penjumlahan emisi karbon gasolin dan emisi karbon BBG.

- b. Skenario 2
- Transportasi yang menggunakan solar dan gasolin sebagai bahan bakar beralih 100% ke gas alam.

- 1 liter BBM sama dengan 1 liter BBG. Nilai kalor BBG adalah $1,05 \times 10^{-6}$ TJ/SCF, sehingga perlu dilakukan konversi dari satuan liter ke SCF. Diketahui 1 liter = 0,0353146667 SCF (*Standart Cubic Feet*).
- Emisi CO₂ eksisting sebesar 902,99 ton CO₂/tahun
Emisi CO₂ skenario 2 sebesar 0,79 ton CO₂/tahun
- Perhitungan Emisi CO₂ skenario 2

BBG

Total konsumsi BBG = 379.658,95 liter = 13.407,53 SCF
 Nilai kalor = 0,00000105TJ/SCF
 Konsumsi energi = Konsumsi solar x nilai kalor
 = 0,0141 TJ/Tahun
 Faktor emisi BBG = 56.100 kg CO₂/TJ
 Emisi Karbon = Konsumsi Energi x FE
 = 0,0141 TJ/Tahun x 56.100 kg CO₂/TJ
 = 789,77 kg CO₂/Tahun
 = 0,79 Ton CO₂/Tahun

Berdasarkan hasil perhitungan dari setiap skenario, didapatkan nilai emisi yang paling rendah pada skenario 2 (**Tabel 4.13**). Hal ini dikarenakan adanya peralihan penggunaan bahan bakar gasolin dan solar ke BBG di seluruh transportasi yang ada di Kabupaten Malang. Untuk upaya mitigasi agar memberikan dampak positif bagi lingkungan untuk masa yang akan datang, skenario 2 merupakan skenario pengurangan emisi terbaik dibandingkan dengan skenario 1.

Tabel 4.13 Perbandingan Skenario 1 dan Skenario 2 Pada Sektor Transportasi

Skenario	Bahan Bakar (liter)			Emisi Karbon (ton CO ₂ /ton produk/tahun)
	Gasolin	Solar	BBG	
Eksisting	288.375,4	91.284	-	902,99
Skenario 1	288.375,4	-	91.284	659,68
Skenario 2	-	-	379.659,4	0,79

Sumber: Hasil Perhitungan

4.3 Aspek Ekonomi

Setiap usaha yang dijalankan tentunya akan memberikan dampak positif dan negatif. Dampak positif dan negatif ini akan dapat dirasakan oleh berbagai pihak, baik bagi pengusaha itu sendiri, pemerintah ataupun masyarakat luas. Pada penelitian ini, dapat dilihat bahwa aspek ekonomi bergantung pada aspek lingkungan. Berdasarkan penjelasan sebelumnya telah dilakukan perhitungan emisi tapak karbon di sektor industri dan sektor transportasi, sehingga dapat dihitung nilai ekonomi di skenario tiap sektornya (**Tabel 4.14** dan **Tabel 4.15**).

Tabel 4.14 Nilai Ekonomi Sektor Industri

Skenario	Bahan Bakar (liter)			Harga Bahan Bakar/liter			Nilai Ekonomi (Rupiah)
	Gasolin	Solar	BBG	Gasolin	Solar	BBG	
Eksisting	-	5.257.000	-	-	Rp 7.500	-	Rp 39.427.500.000
Skenario 1	-	2.628.500	2.628.500	-	Rp 7.500	Rp 3.100	Rp 27.862.100.000
Skenario 2	-	-	5.257.000	-	-	Rp 3.100	Rp 16.296.700.000

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.15 Nilai Ekonomi Sektor Transportasi

Skenario	Bahan Bakar (liter)			Harga Bahan Bakar (rupiah/liter)			Nilai Ekonomi (Rupiah)
	Gasolin	Solar	BBG	Gasolin	Solar	BBG	
Eksisting	288.375,4	91.284	-	Rp 8.500	Rp 7.500	-	Rp 3.135.820.900
Skenario 1	288.375,4	-	91.284	Rp 8.500	-	Rp 3.100	Rp 2.734.171.300
Skenario 2	-	-	379.659,4	-	-	Rp 3.100	Rp 1.176.944.140

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan **Tabel 4.14** dan **Tabel 4.15**, dapat dilihat bahwa skenario 2 memiliki nilai ekonomi terkecil. Jika dibandingkan dengan kondisi eksisting, dapat dikatakan pemerintah dan masyarakat dapat menghemat pengeluaran. Jika pemerintah menerapkan skenario 2 pada sektor industri, maka pemerintah dan masyarakat dapat menekan pengeluaran hingga Rp 23.130.800.000. Jika pemerintah menerapkan skenario 2 pada sektor transportasi, maka pemerintah dan masyarakat dapat menekan pengeluaran hingga Rp 1.958.876.760.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang sudah dilakukan dalam penelitian tersebut, dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. FES penggunaan bahan bakar pada sektor industri ada 9 buah, yaitu:
 - a. FES industri makanan, minuman, tembakau sebesar 1,194 ton CO₂/kapasitas produksi
 - b. FES industri tekstik, pakaian jadi, dan kulit sebesar 0,075 ton CO₂/kapasitas produksi
 - c. FES industri kayu dan barang-barang dari kayu sebesar 1,881 ton CO₂/kapasitas produksi
 - d. FES industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan, dan penerbitan sebesar 0,028 ton CO₂/kapasitas produksi
 - e. FES industri kimia dan barang-barang dari kimia sebesar 0,004 ton CO₂/kapasitas produksi
 - f. FES industri barang-barang galian bukan logam sebesar 0,011 ton CO₂/kapasitas produksi
 - g. FES industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya sebesar 1,047 ton CO₂/kapasitas produksi
 - h. FES Industri pengelolaan lainnya sebesar 0,001 ton CO₂/kapasitas produksi
2. FES penggunaan bahan bakar pada sektor transportasi sebesar 0,00304 ton CO₂/smp.
3. Terdapat 3 kesimpulan terkait 3 aspek, yaitu:
 - a. Aspek teknis: Pada sektor industri, Kecamatan Singosari memiliki nilai emisi yang paling tinggi dibandingkan kecamatan lainnya yaitu sebesar 1.424 ton CO₂/tahun. Hal ini karena jumlah industri yang ada pada Kecamatan Singosari sebanyak 91 industri yang rata-rata adalah industri kayu. Sedangkan

pada sektor transportasi, nilai emisi yang paling tinggi berada pada Kecamatan Singosari yaitu sebesar 56,72 ton CO₂/tahun. Hal ini karena Kecamatan Singosari memiliki kepadatan penduduk tertinggi dan jumlah kendaraan paling banyak.

- b. Aspek lingkungan: skenario terbaik terletak pada skenario 2. Pada aspek lingkungan skenario 2, nilai emisi yang dihasilkan pada sektor industri dan transportasi masing-masing sebesar 10,66 ton CO₂/tahun dan 0,79 ton CO₂/tahun.
- c. Aspek ekonomi: skenario terbaik terletak pada skenario 2. Jika pemerintah menerapkan skenario 2 pada sektor industri, maka pemerintah dan masyarakat dapat menekan pengeluaran hingga Rp 23.130.800.000. Jika pemerintah menerapkan skenario 2 pada sektor transportasi, maka pemerintah dan masyarakat dapat menekan pengeluaran hingga Rp 1.958.876.760.

3.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang sudah dilakukan dalam penelitian tersebut, terdapat beberapa saran, yaitu:

1. Penelitian ini sebagai dasar acuan perhitungan emisi karbon di Kabupaten Malang. Data yang digunakan merupakan data Tahun 2013. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, pemerintah Kabupaten Malang agar melakukan kajian inventarisasi emisi menggunakan data lengkap dan terbaru.
2. Pemerintah Kabupaten Malang melakukan kajian pengendalian pencemaran udara di wilayah yang memiliki emisi udara tertinggi.
3. Pemerintah Kabupaten Malang melakukan kajian mengenai faktor emisi spesifik yang dihasilkan dari sektor industri dan transportasi
4. Nilai FES dapat digunakan pada wilayah yang memiliki karakteristik wilayah dan memiliki data yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. **Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional (RAN) Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)**. Jakarta.
- Anonim. 2012a. **Kajian Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Transportasi**. Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- Anonim. 2012b. **Laporan Status Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2012**. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Anonim. 2012c. **Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Buku II, Volume 1, Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Pengadaandan Penggunaan Energi**. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Anonim. 2012d. **Peraturan Daerah Provinsi JawaTimur Nomor 5 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Tahun 2011-2031**. Surabaya.
- Anonim. 2013. **Laporan Penggunaan Bahan Bakar Minyak di Kabupaten Malang Tahun 2013**. Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral. Kabupaten Malang.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. 2013. **Kabupaten Malang Dalam Angka 2013**. Surabaya: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- IPCC. 2006. **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**. Paris, France.
- Morlok, E. K. 1984. **Pengantar Teknik Transportasi**. Jakarta: Erlangga.
- Pradiptya, V. 2011. **Kajian Emisi CO₂ Dengan Menggunakan Persamaan Longrange Energy Alternatives Planning (LEAP) Dari Sektor Permukiman di Kota Surabaya**. Surabaya: ITS.

- Seo, Y. dan Min Kim, S. 2013. **Estimation of greenhouse gas emissions from road traffic: A case study in Korea**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28: 777-787.
- Temy, F. 2014. **Strategi Mitigasi Dalam Mengatasi Emisi Gas CO₂ dari Sektor Industri dan Transportasi di Kota Cimahi**. <URL: <http://pustaka.unpad.ac.id/archives/127128/>>. Diakses tanggal 22 September 2014, pukul 16.30.
- United Nations New York. 2008. **International Standart Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC), Rev. 4**. New York: Departement of Economic and Social Affairs, Statistics Division.
- Wang, Y., Zhang, P., dan Huang, P. 2014. **Convergence behavior of carbon dioxide emissions in China**. *Economic Modelling*, 43: 75-80.
- Walser, M.L. 2010. **Carbon footprint**. *Articles of Encilopedia of Earth*. URL:http://www.eoearth.org/article/Carbon_footprint. Diaksestanggal 19 September 2014, pukul12.45.
- Wiedmann, T. dan 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. (Italy) as a case study. *Environmental Impact Assessment Review*, Vol 29, pp. 39-50.

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
Kecamatan Donomulyo			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 1	12	77
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 2	21	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 3	12	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 4	32	
5	Industri barang-barang galian bukan logam 1	1343	1343
6	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 1	13	13
Kecamatan Kalipare			
1	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 1	3	3
2	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 2	10	13
Kecamatan Pagak			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 5	32	97
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 6	65	
3	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 1	600	697
Kecamatan Bantur			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 7	47	159
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 8	33	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 9	34	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 10	45	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
5	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 2	4	4
Kecamatan Gedangan			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 11	10	99
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 12	23	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 13	34	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 14	32	
5	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 1	5556	5556
6	Industri barang-barang galian bukan logam 2	4354	11386
7	Industri barang-barang galian bukan logam 3	2123	
8	Industri barang-barang galian bukan logam 4	1098	
9	Industri barang-barang galian bukan logam 5	1343	
10	Industri barang-barang galian bukan logam 6	345	
11	Industri barang-barang galian bukan logam 7	2123	
12	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 3	15	15
Kecamatan Sumbermanjing			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 15	54	509
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 16	44	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 17	111	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 18	87	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 19	34	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 20	179	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
7	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 1	200	200
8	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 3	2	3
9	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 4	1	
10	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 2	7685	13360
11	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 3	5675	
12	Industri barang-barang galian bukan logam 8	1098	6020
13	Industri barang-barang galian bukan logam 9	1343	
14	Industri barang-barang galian bukan logam 10	1456	
15	Industri barang-barang galian bukan logam 11	2123	
Kecamatan Dampit			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 21	111	451.4
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 22	9	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 23	56	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 24	53	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 25	22	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 26	13	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 27	12	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 28	11	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 29	32.4	
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 30	31	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 31	33	
12	Industri makanan, minuman, dan tembakau 32	32	
13	Industri makanan, minuman, dan tembakau 33	36	
14	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 5	3	5
15	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 6	2	
16	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 4	5453	20118
17	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 5	5678	
18	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 6	8987	
19	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 4	14	37
20	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 5	23	
21	Industri pengelolaan lainnya 1	23682	23682
Kecamatan Tirtoyudo			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 34	46	190
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 35	54	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 36	34	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 37	56	
Kecamatan Ampelgading			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 38	76	176
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 39	33	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 40	67	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
4	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 7	4567	4567
Kecamatan Poncokusumo			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 41	56	167
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 42	66	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 43	45	
4	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 2	130	130
Kecamatan Wajak			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 44	53	444
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 45	62	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 46	61	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 47	76	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 48	12	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 49	45	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 50	76	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 51	38	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 52	21	
10	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 7	4	7
11	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 8	3	
12	Industri barang-barang galian bukan logam 12	1098	2441
13	Industri barang-barang galian bukan logam 13	1343	
Kecamatan Turen			

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 53	9	361
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 54	6	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 55	43	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 56	48	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 57	29	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 58	30	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 59	43	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 60	56	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 61	34	
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 62	31	
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 63	32	
12	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 3	100	165
13	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 4	65	
14	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 9	5	26
15	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 10	7	
16	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 11	5	
17	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 12	8	
18	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 13	1	
19	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 8	5555	16664
20	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 9	5434	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
21	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 10	5675	
22	Industri barang-barang galian bukan logam 14	4354	9686
23	Industri barang-barang galian bukan logam 15	2123	
24	Industri barang-barang galian bukan logam 16	1098	
25	Industri barang-barang galian bukan logam 17	1343	
26	Industri barang-barang galian bukan logam 18	768	
27	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 6	14	37
28	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 7	23	
Kecamatan Bululawang			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 64	32	252
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 65	32	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 66	34	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 67	31	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 68	35	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 69	34	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 70	31	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 71	12	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 72	11	
10	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 5	87	463
11	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 6	110	
12	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 7	266	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
13	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 14	2	2
14	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 2	621	1223
15	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 3	602	
16	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 11	5454	11132
17	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 12	5678	
18	Industri barang-barang galian bukan logam 19	2123	4564
19	Industri barang-barang galian bukan logam 20	1098	
20	Industri barang-barang galian bukan logam 21	1343	
21	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 8	15	15
Kecamatan Gondanglegi			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 73	10	158
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 74	4	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 75	6	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 76	47	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 77	32	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 78	21	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 79	11	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 80	12	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 81	15	
10	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 15	6	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
11	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 16	5	
12	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 4	601	601
13	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 13	7654	28885
14	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 14	4567	
15	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 15	5555	
16	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 16	5434	
17	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 17	5675	
18	Industri barang-barang galian bukan logam 22	1000	
19	Industri barang-barang galian bukan logam 23	2123	
20	Industri barang-barang galian bukan logam 24	1098	
21	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 9	11	11
22	Industri pengelolaan lainnya 2	20000	53887
Kecamatan Pagelaran			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 82	14	96
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 83	16	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 84	43	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 85	23	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
5	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 18	5454	11132
6	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 19	5678	
7	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 10	16	11244
Kecamatan Kepanjen			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 86	32	320
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 87	22	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 88	35	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 89	34	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 90	32	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 91	15	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 92	46	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 93	35	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 94	12	
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 95	34	
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 96	23	
12	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 8	78	685
13	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 9	291	
14	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 10	103	
15	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 11	213	
16	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 17	7	14

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
17	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 18	4	
18	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 19	3	
19	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 5	600	600
20	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 20	7654	25673
21	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 21	4567	
22	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 22	2343	
23	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 23	5434	
24	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 24	5675	
25	Industri barang-barang galian bukan logam 25	2341	2341
26	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 11	17	35
27	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 12	18	
Kecamatan Sumberpucung			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 97	13	622.65
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 98	15.65	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 99	43	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 100	56	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 101	32	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 102	33	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 103	43	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 104	54	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 105	55	
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 106	56	
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 107	55	
12	Industri makanan, minuman, dan tembakau 108	46	
13	Industri makanan, minuman, dan tembakau 109	78	
14	Industri makanan, minuman, dan tembakau 110	43	
15	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 20	4	6
16	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 21	2	
17	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 25	5454	23353
18	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 26	5678	
19	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 27	7654	
20	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 28	4567	
Kecamatan Kromengan			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 111	11	324
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 112	2	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 113	67	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 114	47	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 115	54	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 116	67	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 117	76	
8	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 12	128	339
9	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 13	211	
10	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 22	3	3
11	Industri barang-barang galian bukan logam 26	1212	1878
Kecamatan Ngajum			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 118	5	153
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 119	55	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 120	49	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 121	44	
5	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 14	352	505
Kecamatan Wonosari			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 118	5	153
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 119	55	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 120	49	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 121	44	
5	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 23	1	6
6	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 24	5	
7	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 29	5555	5555

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
8	Industri barang-barang galian bukan logam 27	768	768
Kecamatan Wagir			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 122	38	574
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 123	33	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 124	28	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 125	22	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 126	90	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 127	34	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 128	33	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 129	32	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 130	12	
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 131	43	
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 132	45	
12	Industri makanan, minuman, dan tembakau 133	43	
13	Industri makanan, minuman, dan tembakau 134	67	
14	Industri makanan, minuman, dan tembakau 135	54	
15	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 15	123	693
16	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 16	121	
17	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 17	247	
18	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 18	202	
19	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 25	2	9
20	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 26	3	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)	
21	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 27	4		
22	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 6	621	1122	
23	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 7	501		
24	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 30	5434	41452	
25	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 31	5675		
26	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 32	5454		
27	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 33	5678		
28	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 34	7654		
29	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 35	4567		
30	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 36	5645		
31	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 37	1345		
32	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 13	13		69
33	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 14	17		
34	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 15	19		
35	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 16	20		
36	Industri pengelolaan lainnya 3	15678	15678	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
Kecamatan Pakisaji			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 136	12	89
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 137	11	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 138	11	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 139	32	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 140	6	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 141	5	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 142	4	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 143	8	
9	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 19	214	1327
10	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 20	227	
11	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 21	239	
12	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 22	251	
13	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 23	264	
14	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 24	132	
15	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 28	5	24
16	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 29	7	
17	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 30	8	
18	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 31	4	
19	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 8	745	2568
20	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 9	600	
21	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 10	621	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
22	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 11	602	
23	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 38	3434	25919
24	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 39	5678	
25	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 40	5675	
26	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 41	5454	
27	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 42	5678	
28	Industri barang-barang galian bukan logam 27	768	1557
29	Industri barang-barang galian bukan logam 28	789	
30	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 17	11	69
31	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 18	11	
32	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 19	12	
33	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 20	14	
34	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 21	21	
35	Industri pengelolaan lainnya 4	24345	24345
Kecamatan Tajinan			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 144	10	181
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 145	14	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 146	12	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 147	45		
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 148	32		
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 149	22		
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 150	12		
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 151	11		
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 152	23		
10	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 25	290		583
11	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 26	293		
12	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 32	2		2
13	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 12	800	800	
14	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 43	1000	5567	
15	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 44	4567		
16	Industri pengelolaan lainnya 5	11356		11356
Kecamatan Tumpang				
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 153	43	80	
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 154	12		
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 155	8		
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 156	9		
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 157	8		
6	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 27	296		594

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
7	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 28	298	
8	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 45	5645	5645
Kecamatan Pakis			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 158	10	194
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 159	56	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 160	76	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 161	3	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 162	4	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 163	45	
7	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 29	301	2006
8	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 30	304	
9	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 31	307	
10	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 32	123	
11	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 33	312	
12	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 34	215	
13	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 35	123	
14	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 36	321	
15	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 33	5	39
16	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 34	6	
17	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 35	7	
18	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 36	4	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
19	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 37	5	
20	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 38	3	
21	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 39	2	
22	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 40	4	
23	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 41	3	
24	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 13	867	1488
25	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 14	621	
26	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 46	5789	23465
27	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 47	6567	
28	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 48	5434	
29	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 49	5675	
30	Industri barang-barang galian bukan logam 29	546	1780
31	Industri barang-barang galian bukan logam 30	1234	
32	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 22	25	208
33	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 23	14	
34	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 24	23	
35	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 25	15	
36	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 26	11	
37	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 27	16	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
38	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 28	17	
39	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 29	18	
40	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 30	13	
41	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 31	17	
42	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 32	19	
43	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 33	20	
Kecamatan Jabung			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 164	7	153
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 165	43	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 166	56	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 167	13	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 168	34	
6	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 37	190	1462
7	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 38	130	
8	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 39	239	
9	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 40	332	
10	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 41	335	
11	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 42	237	
Kecamatan Lawang			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 169	43	531
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 170	32	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 171	35		
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 172	34		
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 173	36		
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 174	37		
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 175	32		
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 176	34		
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 177	31		
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 178	42		
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 179	47		
12	Industri makanan, minuman, dan tembakau 180	75		
13	Industri makanan, minuman, dan tembakau 181	53		
14	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 43	201		743
15	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 44	178		
16	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 45	132		
17	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 46	118		
18	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 47	114		
19	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 42	5	57	
20	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 43	4		
21	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 44	2		
22	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 45	6		
23	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 46	7		
24	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 47	5		

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
25	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 48	2	
26	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 49	3	
27	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 50	8	
28	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 51	9	
29	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 52	6	
30	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 15	602	5473
31	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 16	601	
32	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 17	600	
33	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 18	621	
34	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 19	602	
35	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 20	601	
36	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 21	501	
37	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 22	745	
38	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 23	600	
39	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 50	5454	12366
40	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 51	5678	
41	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 52	1234	
42	Industri barang-barang galian bukan logam 31	1342	1999
43	Industri barang-barang galian bukan logam 32	657	
44	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 34	11	119

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
45	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 35	19	
46	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 36	20	
47	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 37	11	
48	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 38	11	
49	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 39	12	
50	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 40	14	
51	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 41	21	
Kecamatan Singosari			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 182	45	271
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 183	12	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 184	32	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 185	13	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 186	12	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 187	11	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 188	12	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 189	15	
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 190	17	
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 191	36	
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 192	32	
12	Industri makanan, minuman, dan tembakau 193	34	
13	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 48	232	1753
14	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 49	132	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
15	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 50	234	
16	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 51	123	
17	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 52	145	
18	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 53	187	
19	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 54	234	
20	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 55	268	
21	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 56	198	
22	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 53	8	174
23	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 54	5	
24	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 55	9	
25	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 56	5	
26	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 57	3	
27	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 58	4	
28	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 59	5	
29	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 60	2	
30	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 61	1	
31	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 62	2	
32	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 63	1	
33	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 64	3	
34	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 65	2	
35	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 66	5	
36	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 67	3	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
37	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 68	2	
38	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 69	2	
39	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 70	8	
40	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 71	3	
41	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 72	9	
42	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 73	4	
43	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 74	2	
44	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 75	3	
45	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 76	5	
46	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 77	4	
47	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 78	2	
48	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 79	5	
49	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 80	3	
50	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 81	4	
51	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 82	1	
52	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 83	2	
53	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 84	3	
54	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 85	4	
55	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 86	5	
56	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 87	3	
57	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 88	4	
58	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 89	6	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
59	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 90	2	
60	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 91	3	
61	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 92	4	
62	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 93	5	
63	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 94	6	
64	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 95	5	
65	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 96	7	
66	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 24	621	3896
67	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 25	654	
68	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 26	456	
69	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 27	543	
70	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 28	768	
71	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 29	546	
72	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 30	308	
73	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 53	4567	28002
74	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 54	5645	
75	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 55	5789	
76	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 56	6567	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
77	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 57	5434	
78	Industri barang-barang galian bukan logam 33	324	324
79	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 42	25	186
80	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 43	14	
81	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 44	19	
82	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 45	20	
83	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 46	11	
84	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 47	11	
85	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 48	12	
86	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 49	14	
87	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 50	21	
88	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 51	25	
89	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 52	14	
90	Industri pengelolaan lainnya 6	36058	60403
91	Industri pengelolaan lainnya 7	24345	
Kecamatan Karangploso			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 194	35	203
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 195	34	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 196	33	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 197	43	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 198	21	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 199	12	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 200	13	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 201	11	
9	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 57	123	123
10	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 97	7	17
11	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 98	4	
12	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 99	6	
13	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 58	5675	24461
14	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 59	5454	
15	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 60	5678	
16	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 61	7654	
17	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 53	45	120
18	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 54	32	
19	Industri barang-barang dari logam, mesin, dan mesin perlengkapannya 55	43	
20	Industri pengelolaan lainnya 8	20000	20000
Kecamatan Dau			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 202	11	171
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 203	13	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 204	12	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 205	16		
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 206	9		
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 207	6		
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 208	8		
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 209	4		
9	Industri makanan, minuman, dan tembakau 210	14		
10	Industri makanan, minuman, dan tembakau 211	23		
11	Industri makanan, minuman, dan tembakau 212	34		
12	Industri makanan, minuman, dan tembakau 213	21		
13	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 58	143		412
14	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 59	189		
15	Industri tekstil, pakaian jadi, dan kulit 60	80		
16	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 100	9	9	
17	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 62	4567	4567	
18	Industri barang-barang galian bukan logam 34	156	156	
19	Industri pengelolaan lainnya 9	15678	15678	
Kecamatan Pujon				
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 214	23	23	
2	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 63	5645	5645	
3	Industri pengelolaan lainnya 10	45678	45678	

No	Nama Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Total Kapasitas Produksi (ton/tahun)
Kecamatan Ngantang			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 215	31	198
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 216	22	
3	Industri makanan, minuman, dan tembakau 217	56	
4	Industri makanan, minuman, dan tembakau 218	54	
5	Industri makanan, minuman, dan tembakau 219	12	
6	Industri makanan, minuman, dan tembakau 220	8	
7	Industri makanan, minuman, dan tembakau 221	6	
8	Industri makanan, minuman, dan tembakau 222	9	
9	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 101	2	2
10	Industri kertas dan barang-barang dari kertas, percetakan dan penerbitan 31	432	432
11	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 64	5789	5789
12	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia, minyak bumi, batubara, karet, dan barang-barang dari plastik 65	6864	
Kecamatan Kasembon			
1	Industri makanan, minuman, dan tembakau 223	11	21
2	Industri makanan, minuman, dan tembakau 224	10	
3	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 102	1	3
4	Industri kayu dan barang-barang dari kayu termasuk alat rumah tangga dari kayu 103	2	

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan pada tanggal 27 Agustus 1990 di Kota Surabaya, Jawa Timur. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan H. Achmad Arifin M. dan Hj. Sopet Z. Habiba. Pada tahun 1994 penulis mendapat kesempatan pendidikan formal untuk pertama kalinya di TK Dharma Wanita ITS Surabaya, selanjutnya penulis meneruskan pendidikan di SDN Klampis Ngasem I Surabaya, SMPN 19 Surabaya dan SMAN 19 Surabaya. Pada tahun 2008, penulis dengan bangga diterima di Jurusan Teknik Lingkungan ITS. Semasa menjalani pendidikan sarjana, penulis aktif di berbagai kegiatan organisasi mahasiswa seperti Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) sebagai Staf Pengabdian Masyarakat serta sebagai Sekretaris Koordinator LITL 2009-2012, dan pada tahun yang sama sebagai Staf Departemen PSDM di Badan Eksekutif Lembaga Mahasiswa (BE-LM) periode 2009-2010. Penulis juga pernah melakukan kerja praktek di Pertamina RU VI Indramayu pada bulan Juli 2011. Penulis juga mengikuti beberapa seminar dan pelatihan antara lain, LKMM PRA-TD HMTL 2008, LKMM TD HMTL 2009, Workshop Inventarisasi Emisi Pencemaran Udara Perkotaan dan Industri 2014. Setelah menyelesaikan pendidikan sarjana pada tahun 2012, penulis bekerja di PT Citra Melati Alam Prima yang bergerak di bidang jasa konsultasi lingkungan. Pada tahun 2013, penulis melanjutkan pendidikan magister di Jurusan Teknik Lingkungan ITS melalui program Beasiswa *Freshgraduate* DIKTI (Direktorat Pendidikan Tinggi) dan terdaftar dengan NRP. 3313201023. Selain itu, penulis juga mengerjakan proyek sampah Kota Batam terkait rencana pembangunan *Incenerator* Sampah pada Tahun 2014.